UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
División de Ciencias Socioeconómicas
Departamento de Administración Agropecuaria

EFECTO DEL ESPACIAMIENTO Y DENSIDAD DE SIEMBRA DE CANOLA (*Brassica napus*) BAJO RIEGO, EN EL VALLE MORELIA – QUERÉNDARO, MICHOACÁN, EN EL RENDIMIENTO Y MARGEN DE UTILIDAD.

Por:

VIRIDIANA ROJAS DÍAZ

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Administrador

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

División de Ciencias Socioeconómicas
Departamento de Administración Agropecuaria

Efecto del espaciamiento y densidad de siembra de canola (*Brassica napus*) bajo riego, en el Valle Morelia – Queréndaro, Michoacán, sobre el rendimiento y margen de utilidad.

Por:
VIRIDIANA ROJAS DÍAZ

TESIS

Que somete a consideración de H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Administrador

Aprobada por:

El Presidente del Jurado

C.P. Carlos Abrego Aguilera

Sinodal

M.C. Mario A. Cepeda Villegas

Sinodal

M.A.E. Tomás E. Alvarado Martínez

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO

Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

M.A.E. Tomás E. Alvarado Martínez

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo del 2011

DIV. CS. SOCIOECONOMICAS
COORDINACION

DEDICATORIA

A MIS PADRES

M. DEL SOCORRO Y RONAY

Por haber creído en mí y por el apoyo que de una u otra forma me han dado, gracias a ustedes he aprendido el verdadero valor de la vida.

A MIS ABUELOS

Por su valioso apoyo durante toda mi vida, por cada uno de sus consejos que hicieron de mí una mejor persona, los quiero mucho y siempre tendrán un lugar muy especial en mi corazón.

A MIS HERMANOS

Por su cariño y apoyo que siempre me han brindado, pero sobre todo por ser los mejores hermanos.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por estar siempre conmigo y permitirme cumplir una etapa más en mi vida.

A LOS PROFESORES:

Al **M.A. Carlos Abrego Aguilera**, por la colaboración para la realización de este trabajo dedicando parte de su tiempo, por su comprensión y por todo su apoyo.

Al **M.C Mario Alberto Cepeda Villegas**, por la aportación de la información, por todos los consejos, por la paciencia y apoyo en todo momento.

Al **M.A.E Tomas E. Alvarado Martínez**, por la colaboración y apoyo para la realización de este trabajo.

A MIS AMIGOS:

Por los momentos que compartimos, el apoyo en todo momento, en especial gracias a Marisol y Ana por estar conmigo en los buenos pero sobre todo en los malos momentos gracias por estar cuando más lo he necesitado.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN…….……..…….... 1

1.1 Antecedentes…… 2

1.2 Planteamiento del problema…… 3

1.3 Justificación…… 4

1.4 Objetivos…… 5

1.4.1 Objetivo general…… 5

1.4.2 Objetivo específico…… 5

1.5 Hipótesis……..…….. 6

II. GENERALIDADES..... 7

2.1 Origen…….. 7

2.2 Clasificación taxonómica…….. 8

2.3 Descripción botánica……. 9

2.4 Morfología……... 9

1.5 Fases de desarrollo de la planta…… 11

III. ASPECTOS TECNICOS DEL CULTIVO…… 12

3.1 Condiciones climatológicas…….. 12

3.2 Condiciones edáficas…… 13

3.3 Labores culturales……. 14

3.3.1 Preparación del terreno…… 14

3.3.1.1 Subsoleo…… 14

3.3.1.2 Barbecho…… 14

3.3.1.3 Rastreo…… 14

3.3.1.4 Nivelación…… 15

3.3.1.5 Surcado…… 15

3.4 Variedades…… 15

3.5 Época de siembra…… 16

3.6 Método de siembra…… 17

3.7 Cantidad de semilla para siembra…….. 19
3.8 Profundidad de siembra…… 22
3.9 Fertilización…… 23
3.10 Riego…….. 24
3.11 Plagas…….. 26
3.12 Enfermedades…… 30
3.13 Cosecha…….. 31

IV. IMPORTANCIA ECONÓMICA..... 33
4.1 Superficie sembrada en México…….. 33
4.2 Producción…… 34
4.3 Valor alimenticio…… 35
4.4 Propiedades del aceite de canola…….. 35
4.5 Uso y productos……. 36

V. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN..... 41
5.1 Importancia mundial y nacional de la canola……. 41
5.2 Importación y exportación de canola……..... 43
5.2.1 Exportación de semilla de canola……..... 43
5.2.2 Importación de semilla de canola……. 44

VI. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN EN MÉXICO…… 44
6.1 Superficie cosechada de canola en México…….. 46
6.2 Rendimiento de canola en México…….. 47
6.3 Producción de canola en México……. 48

VII. PARAMETROS PRODUCTIVOS NACIONALES……..... 50
7.1 Superficie sembrada……. 50
7.2 Volumen de producción…… 50
7.3 Valor de producción…….. 50
7.4 Rendimiento (t/ha)…… 50

VIII. ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO…… 51

8.1 Descripción del área de estudio……. 51

8.1.1 Clima…… 51

8.1.2 Orografía……. 51

8.1.3 Hidrografía…….. 52

8.1.4 Suelo…… 52

8.1.5 Flora y fauna…….. 52

8.1.6 Población……. 52

8.2 Metodología…… 53

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……. 55

9.1 Resultados del análisis estadístico……. 56

9.2 Análisis económico de espaciamientos y densidades de siembra…….. 67

9.3 Estados de resultados por tratamientos del cultivo de canola en riego en el valle Morelia Queréndaro, Michoacán……..... 69

9.4 Conclusiones……... 74

BIBLIOGRAFÍA…….. 76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la canola…… 8

Cuadro 2: Composición química de los granos de algunas oleaginosas en relación con el peso seco …… 10

Cuadro 3: Periodos vegetativos y reproductivos de la canola de acuerdo a la clasificación europea…….. 11

Cuadro 4: Plantas de canola emergidas de semillas sembradas a diferentes profundidades…… 22

Cuadro 5: Plagas de la canola e insecticidas y dosis recomendadas para su control…… 28

Cuadro 6: Volumen y valor de la producción de canola en México……. 34

Cuadro 7: Participación porcentual de la colza/canola en la producción mundial de semillas oleaginosas1988/99-2002/03…….. 41

Cuadro 8: Participación porcentual por país en la producción mundial de colza/canola 1995/96 – 2002/03……. 42

.

Cuadro 9: Producción mundial de colza/canola 1995/96- 2002/03……. 43

Cuadro 10: superficie cosechada de canola en México 2005-2009…….. 47

Cuadro 11: Rendimiento de canola en México 2005 -2009……..…….. 47

Cuadro 12: Producción de canola en México 2005-2009…… 48

Cuadro 13: Precio medio rural de la canola en México 2005-2009……..…… 49

Cuadro 14: Producción de canola por estado 2009……..... 50

Cuadro 15: Escala convencional para la veracidad de la información en análisis estadísticos en cultivos anuales…… 54

Cuadro 16: Datos del análisis de varianza para la variable altura de planta de canola. O.I. 2004/2005…….. 56

Cuadro 17: Alturas medias de planta de canola en tres espaciamientos de siembra. O.I. 2004/2005…… 57

Cuadro 18. Altura de planta de canola en tres densidades de siembra. O.I. 2004/2005…… 57

Cuadro 19. Datos del análisis de varianza con la variable humedad del grano de canola O.I. 2004/2005…….. 59

Cuadro 20. Datos del análisis de varianza con la variable peso hectolítrico transformado de canola O.I. 2004/2005……. 60

Cuadro 21. Medias del peso hectolítrico del grano de canola en las tres densidades de siembra y prueba de Tukey (0.05)…….. 61

Cuadro 22. Datos del análisis de varianza con la variable rendimiento de grano de canola. O.I. 2004/2005……. 62

Cuadro 23. Rendimiento de grano de canola en tres espaciamientos de siembra bajo riego en el ciclo O.I. 04/05…… 63

Cuadro 24. Rendimiento de grano de canola en tres densidades de siembra bajo riego en el ciclo O.I. 2004/2005…….. 64

Cuadro 25. Rendimiento de grano de canola en la interacción espaciamiento x densidad de siembra. INIFAP. O.I.2004/2005……..... 65

Cuadro 26: Análisis económico de espaciamientos y densidades de siembra…….. 67

Cuadro 27: Estado de resultados del cultivo de canola de riego

(con 2 kg de semilla y un espaciamiento de 0.60 m)
en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán……. 69

Cuadro 28: Estado de resultado del cultivo de canola de riego
(con 2 kg de semilla y un espaciamiento de 0.80 m)
en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán……. 70

Cuadro 29: Estado de resultado del cultivo de canola de riego
(con 2 kg de semilla y un espaciamiento de 0.40 m)
en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán……. 70

Cuadro 30: Estado de resultado del cultivo de canola de riego
(con 3 kg de semilla y un espaciamiento de 0.60 m)
en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán……. 71

Cuadro 31: Estado de resultado del cultivo de canola de riego
(con 3 kg de semilla y un espaciamiento de 0.80 m)
en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán…….. 71

Cuadro 32: Estado de resultado del cultivo de canola de riego
(con 3 kg de semilla y un espaciamiento de 0.40m)
en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán……. 72

Cuadro 33: Estado de resultado del cultivo de canola de riego
(con 4 kg de semilla y un espaciamiento de 0.60 m)
en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán……. 72

Cuadro 34: Estado de resultado del cultivo de canola de riego
(con 4 kg de semilla y un espaciamiento de 0.80 m)
en el valle Morelia Queréndaro, Michoacán……. 73

Cuadro 35: Estado de resultado del cultivo de canola de riego
(con 3 kg de semilla y un espaciamiento de 0.40m)
en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán……. 73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grafica de principales parámetros climáticos que se presentaron en el INIFAP O.I. 04/05……. 55

Figura 2: Altura de planta canola en la interacción espaciamientos y densidades de siembra. 0. I. 04/05……. 58

Figura 3: Tendencia de rendimiento de grano de canola a tres espaciamientos y tres densidades de siembra. INIPAP O.I. 04/05……... 66

I.INTRODUCCIÓN

La canola es una oleaginosa de gran importancia a nivel mundial y aun que a nivel nacional la implementación como cultivo ha sido lenta, es de suma importancia para el país ya que la industria aceitera en México, anualmente importa elevadas cantidades de grano como materia prima para la elaboración de aceites comestibles. En el 2006 el consumo nacional de semillas oleaginosas fue de 5.5 millones de toneladas, de las cuales se produjeron en el país sólo 0.5 millones (9%), de canola se importaron 1.2 millones de toneladas, lo que indica la creciente demanda del mercado interno para este producto y una gran oportunidad para fomentar su producción en nuestro país como opción viable, rentable y comercialización asegurada para los productores. Es de suma importancia el conocimiento de los estudios sobre el mercado mundial y nacional donde se muestra al cultivo de canola como una buena alternativa de producción debido a la elevada demanda por la industria aceitera en México.

Sin embargo dada la relativa reciente introducción de esta oleaginosa en diferentes regiones del país en necesario generar tecnología acorde a las condiciones agroclimáticas especificas que permitan una mejor expresión del potencial de este cultivo, de ahí la importancia de este trabajo en el cual se genero información con énfasis en la necesidad de la determinación de la mejor densidad de siembra así como el mejor espaciamiento entre surcos permitiendo así obtener incremento en rendimiento por hectárea que permiten mejorar la rentabilidad por unidad de superficie.

PALABRAS CLAVE: Canola, cultivo alternativo, mercado, rendimiento, rentabilidad.

1.1 ANTECEDENTES

La canola es una planta dentro de las especies *Brassica napus* y *Brassica rapa* conocidas comúnmente como colza o nabo aceitero. Inicialmente se explotó como un cultivo oleaginoso y ha formado parte de algunas culturas por miles de años. Las civilizaciones antiguas en Asia y Europa utilizaron el aceite de colza como combustible en lámparas, posteriormente se usó en alimentos y como aceite para cocinar. La necesidad para la producción de colza canadiense surgió a principios de 1940, debido a la escasez de aceite de colza causada por el bloqueo durante la Segunda Guerra Mundial de las fuentes europeas y asiáticas de este producto. El aceite se necesitaba con urgencia para usarse como lubricante en un gran número de motores a vapor de los barcos navales y mercantes. Antes la colza se cultivaba en Canadá sólo en pequeñas parcelas de investigación en campos agrícolas experimentales y estaciones de investigación. (Canola Council of Canadá 2003)

El término canola (Can-Oil Low Acid) fue registrado en 1979 por The Canola Council of Canadá para diferenciarla de las variedades de colza, con bajo contenido de ácido erúcico (menos de 2 % en su aceite, así como glucosinolatos; compuestos azufrados solubles en agua que se encuentran en las harinas de la colza en mayor proporción, aunque no son significativas en harinas o pastas de canola (Barret *et al*., 1998; Starner *et al*., 1999).

Actualmente China es el principal país productor de canola en el mundo, seguido por Canadá, y países como la India, Alemania y Francia. Entre los

principales países importadores de grano, primero figura China y luego Japón (con el 33% y 31% del total de las importaciones respectivamente); mientras que es Estados Unidos el principal importador de aceite. (Red agroeconómica de administración de recursos, 2010.)

Para el 2006 se importo 1.2 millones de toneladas del grano de canola, lo que indica el tamaño del mercado interno actual para este producto y una gran oportunidad para fomentar la producción de esta oleaginosa en nuestro país (CONASIPRO, 2008).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la región centro del país, el ciclo primavera –verano (P.V) es el de mayor importancia donde generalmente se establecen las gramíneas maíz y sorgo, en tanto en el ciclo otoño – invierno (O.I) bajo riego, se ha introducido a partir del 2000, el cultivo de canola dentro de los sistemas de producción como opción secundaria, para sustituir al cultivo de trigo, por lo que mucha de la tecnología que se ha implementado está basada en extrapolaciones de los cultivos principales en lo referente a uso de maquinaria, espaciamiento de surco, entre otros, por lo que se carece de la tecnología adecuada para obtener los mejores rendimientos por unidad de superficie.

La determinación de los costos de producción es fundamental para generar la información necesaria que contribuya en la adopción de las mejores prácticas agrícolas que permitan incrementar la rentabilidad del cultivo.

1.3 JUSTIFICACIÓN:

Actualmente la siembra de canola representa una nueva alternativa para sustituir a los cultivos tradicionales como el trigo en el Valle Morelia – Queréndaro Michoacán, ya que en esta región se cuenta con los recursos edáficos requeridos por el cultivo y normalmente se presentan condiciones climáticas favorables que permiten un buen desarrollo de la planta.

La canola es la oleaginosa más utilizada en el mundo por la industria aceitera, y los datos estadísticos a nivel nacional, la producción actual dista mucho de obtener la cantidad necesaria para cubrir la demanda, es por ello que anualmente se debe importar una gran cantidad de semilla de canola para cubrir los requerimientos cada vez mayores de este grano en nuestro país, siendo esa la oportunidad que se debe aprovechar en esta región. Para ello es necesario generar información que permita mejorar los rendimientos de este cultivo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Generar tecnología de producción acorde para el cultivo de canola bajo riego, que permita incrementar los rendimientos de grano por hectárea, disminuir los costos y elevar la productividad.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar la interacción de tres separaciones entre surcos o líneas de siembra con tres densidades de semilla, que permitan una mejor distribución en el terreno y su efecto sobre el desarrollo y rendimiento de grano de canola bajo riego.

- Estimar la rentabilidad por hectárea del cultivo de canola bajo riego en las interacciones de separación de surco y densidades de siembra.

1.5 HIPÓTESIS:

En base a los objetivos planteados anteriormente se establecen las siguientes hipótesis:

- Al menos una separación de surco en relación con una densidad de siembra permitirá incrementar los rendimientos de canola que sea diferente significativamente a los demás

- Al menos una interacción de distancia entre surcos y densidad de siembra incrementara la rentabilidad por hectárea aun si se elevan los costos de producción.

II. GENERALIDADES

2.1 ORIGEN

Esta especie originalmente es conocida como colza o mostaza en español e italiano; *kolsa* en alemán; *rapeseed* en inglés; *navet oleifere* en francés, en Canadá también se le conocía como colza y con el mejoramiento genético se genero la canola, esto fue después de 1978. En México se le conoce como vainita, nabillo, mostacilla, nabo aceitero, y muchos agricultores la identifican como una "mala hierba" en los cultivos de trigo, maíz, alfalfa, cebada y avena; aunque también se le considera como planta silvestre, a veces invasora en terrenos descuidados. (CONASIPRO, 2010).

El origen del cultivo de esta especie probablemente tuvo lugar en Asia Menor; más tarde practicado en el Mediterráneo, de tal forma que, griegos y romanos cultivaban esta planta con fines alimenticios y medicinales (CONASIPRO, 2010).

Originalmente era una planta de uso exclusivamente forrajero, en los años 50 en China la colza forrajera fue transformada en colza oleaginosa, y a partir de los años 70 y 80 con los cambios en sus características tecnológicas logradas en Canadá, se le dio el nombre de Canola (Canadian Oil Low Acid), en tanto en Europa y parte de América del sur se le conoce como Colza “00” (doble cero) gracias a los cuales en poco tiempo se ubica en el segundo lugar como la especie oleaginosa cultivada en el mundo (CONASIPRO, 2010).

El consumo nacional de semillas oleaginosas para el 2006 fue de 5.5 millones de toneladas, de las cuales se produjeron en el país sólo 0.5 millones, por lo que se tuvieron que importar cerca de 5 millones de toneladas con un valor de más de 14,000 millones de pesos, lo que representa una importante fuga de divisas para el país. (CONASIPRO, 2010).

2.2 CLASIFICACION TAXONOMICA

La Canola (*Brassica napus* L. y *B. rapa oleífera* Metzg.), pertenece a la familia de las crucíferas que más se cultiva en el mundo, se deriva de la hibridación natural de la col (*Brassica oleracea* L.) y el nabo silvestre (*Brassica campestris* L.).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la canola.

CANOLA	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	*Brassica*
Especie:	*Napus*

CULTIVO DE LA CANOLA

La canola es una planta que se adapta a climas templados y fríos, cuando hay humedad ambiental elevada tolera temperaturas hasta de cuatro grados centígrados bajo cero en etapa de crecimiento, además, en comparación con el maíz, requiere bajas cantidades de agua, para producir rendimientos de grano aceptables el cultivo de canola requiere de 500 a 600 milímetros durante su ciclo de crecimiento. (CONASIPRO, 2010).

2.4 MORFOLOGIA:

Esta planta es anual de raíz pivotante y engrosada en la parte basal y delgada en la parte apical, en la que hay numerosos bellos radicales. (Robles, 1991)

TALLO: Debido a su gran variabilidad, puede ser de tallo erecto, simple y ramificado; de 0.5 a 1.5m de altura, según la variedad y las regiones agrícolas y de consistencia herbácea. (Robles, 1991).

HOJAS: Las hojas son ásperas al tacto; las superiores son oblongas – lanceoladas, de color verde claro, con aurículas grandes y borde casi entero. Las hojas inferiores son más grandes y dentadas, con un lóbulo terminal obtuso; normalmente son ciliadas en los bordes y con pelillos suaves y cortos; son pinnatífidas y liradas. (Robles, 1991)

INFLORESCENCIA: Es un racimo con numerosas flores de color amarillo. La flor es completa y perfecta, el androceo está constituido de seis estambres; las anteras tienen dehiscencia longitudinal. La polinización de esta planta es

cruzada, carpelar dividido por un falso tabique que separa los dos carpelos. (Robles, 1991)

FRUTO: Es una silicua de 3 a 4 mm de ancho y de 6 a 7 cm de largo cada uno de esos frutos contienen de 10 a 20 semillas de color amarillo claro, negro o parduzco, ovaladas y ligeramente esféricas. (Robles, 1991)

SEMILLAS: Las semillas son esféricas, de 2 a 2,5 mm de diámetro y una vez maduras, tienen un color castaño rojizo o negro. Quedan libres cuando el fruto se abre longitudinalmente en las tres secciones. (García, 1985) los componentes principales de la semilla de canola son proteínas, grasas, fibras y cenizas; a continuación se muestra una comparación de entre la composición química de algunas oleaginosas.

Cuadro 2. Composición química de los granos de algunas oleaginosas en relación con el peso seco

Cultivo	Aceite (%)	Proteína (%)	Carbohidratos (%)
Raps – canola	33-50	30 -51	20 – 25
Girasol	57-72	9 – 20	23 – 27
Lino	42-44	30 – 40	20
Maní	36 -56	16 – 36	10 – 20
Lupino	6- 18	35 – 40	18 – 20
Soya*	13- 24	37 – 50	20 - 25

Fuente: Agronomía Universidad de Chile

* Protoleaginosas

2.5 Fenología de la planta.

El cultivo de canola presenta dos periodos definidos: el vegetativo y el reproductivo, ambos con diferentes etapas (Cuadro 3)

Cuadro 3. Periodos vegetativos y reproductivos de la canola de a cuerdo a la clasificación europea (INRA – CETIOM)

CLASIFICACION	DENOMINACION	DESCRIPCION
A	Cotildonar	Cotiledones visibles
B_1	Plántula	1 hoja verdadera desarrollada
B_2	Plántula	2 hojas verdaderas desarrolladas
B_3 a B_n	Roseta	Hasta 6 hojas desarrolladas
C_1		Aparición de hojas jóvenes
C_2	Elongación	Entrenudos visibles. Vestigios de ramificación principal
D_1		Inflorescencia visible
D_2		Botón cubierto, inflorescencia secundaria visible
E		Botón separado
F_1	Floración	Primeras flores abiertas
F_2		Alargamiento floral. Numerosas flores abiertas
G_1		Caída de pétalos. 10 primeras silicuas de 2 cm
G_2	Maduración	Silicuas de 4 cm.
G_3		Silicuas de más de 4 cm
G_4		Coloreado de granos
G_5		Coloreado de granos

A: cotiledones
B1: hoja desplegada
B2: 2 hojas desplegadas
C: Encañado
D1: Botón cerrado cubierto por las hojas terminales
D2: Inflorescencia terminal libre, inflorescencias secundarias visibles
E: Se alargan los pedúnculos florales
F1: Floración
G1: Caída de los primeros pétalos
G4: Las 10 primeras silicuas están abultadas

I. ASPECTOS TECNICOS DEL CULTIVO

3.1 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

La canola generalmente se cultiva en regiones que van de 0 – 3000 m, sobre el nivel del mar, en regiones frías, así mismo está adaptado a altas latitudes (50° Norte – Sur). En cuanto a su adaptación climática se ha encontrado que se desarrolla bien en climas templados o fríos. Por lo que respecta a la humedad, requiere que durante su desarrollo vegetativo haya una buena y bien repartida precipitación o de lo contrario se necesita darle riegos de auxilio. Una precipitación mínima, durante todo su ciclo será de 500 mm de lluvia (Robles, 1991). En la etapa de floración y llenado de grano, requiere que la temperatura máxima no supere los 30 - 32º C para evitar el aborto de estas estructuras con la consecuente disminución en rendimiento y baja en la calidad o contenido de aceite (Cepeda *et al*., 2005)

3.2 **CONDICIONES EDÁFICAS**

Se desarrolla en diferentes tipos de suelo, pero se desarrolla mejor en suelos profundos y de textura franco arenosa a franco arcillosa. (Robles, 1991)

La canola crece bien en suelos de textura migajón- arenoso, franco-limoso o arcillosa y además requiere de suelos con una profundidad de 0.90 – 1.50 m con buen drenaje; pero se puede cultivar en suelos pobres o arenosos, siempre y cuando se haga una fertilización adecuada; además es medianamente tolerante a la salinidad, pero es susceptible a exceso de humedad y encharcamientos (Robles, 1991)

El pH optimo para este cultivar, oscila entre 6.0 y 7.5. La Canola presenta un rango de adaptación a suelos con diferentes pH, teniendo como límite mínimo de 5.5 moderadamente ácido sin que su rendimiento se vea afectado significativamente y pueda tolerar pH máximo de 8.3 moderadamente alcalino(Canola Council of Canada 2002)

3.3 LABORES CULTURALES

3.3.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Las principales prácticas culturales para la preparación del terreno y manejo de cultivos son:

3.3.1.1 SUBSOLEO: Como todas las especies cultivares de raíces profundas, la canola requiere de un suelo blando para lograr el desarrollo del sistema de raíces, lo que permite la explotación máxima del frente de humedad, proporcionando por el manto freático, precipitaciones y/o riegos aplicados. La práctica de subsoleo, se sugiere para suelos compactos de drenaje deficitario y a una profundidad preferente de 60 cm. (Muñoz *et al.,* 1999)

3.3.1.2 Barbecho: Consiste en voltear la capa arable del suelo, lo que permite la oxigenación y exposición al sol de las capas profundas del horizonte 0 a 30 cm. Con esta labor se destruye en buena medida los estados inmaduros de los insectos – plagas y ayuda a controlar alguna maleza. Pueden utilizarse arados de discos o arados de rejas. (Muñoz *et al.,* 1999)

3.3.1.3 Rastreo: Esta práctica es necesaria para homogenizar el suelo, pulverizar residuos orgánicos, y afinar la capa arable; el número de pasos de rastra dependerá de las condiciones del suelo, y de la capacidad del equipo utilizado. Una rastra pesada tirada por un tractor de oruga y de alto caballaje, hará mejor trabajo que una rastra del tipo liviano y tirada por un tractor de llanta angosta y de reducida capacidad. (Muñoz *et al.,* 1999)

3.3.1.4 Nivelación: La nivelación y empareje, propician las condiciones ideales para el trazo de la cama de siembra o sur quería, permite el optimo manejo del agua de riego y favorece la uniformidad de la siembra y posteriores labores durante el desarrollo del cultivo. (Muñoz *et al.,* 1999)

3.3.1.5 Surcado: Bajo ambos sistemas de labranza (convencional y de conservación) se sugiere realizar el surcado a 80 cm. (Cepeda *et al.,* 2005).

3.4 VARIEDADES

En México se han evaluado genotipos tanto híbridos como variedades de polinización libre que han sido generados a través del mejoramiento genético convencional y proceden de diferentes partes del mundo, principalmente Canadá, Estados Unidos de América y Australia, (CONASIPRO, 2008)

De estos materiales el mejor comportamiento y rendimiento se ha obtenido con semilla certificada del híbrido Hyola 401, seguido por las variedades Monty y Scoop, con ciclos vegetativos similares de 140 a 145 días, con alturas de planta que oscilan de 1.30 a 1.35 m y rendimientos medios de 2.5 y 2.4 ton/ha. La semilla de los tres genotipos mencionados es de importación por lo que se debe hacer la compra con anticipación para tener la semilla disponible al momento de la siembra. La semilla del genotipo Hyola 401 por ser híbrido se debe comprar semilla certificada cada año, para tener la certeza de que sea un híbrido F1 y no solo grano, cuyo rendimiento puede llegar a disminuir del 20 al 40 % y en ocasiones hasta el 50 %. (Cepeda *et al.,* 2010).

3.5 EPOCA DE SIEMBRA

La canola es una especie sensible al termo y fotoperiodo, razón por el cual responde a un amplio rango de fechas de siembra. Es una especie que por su origen, necesita un cierto número de horas frio, sobre todo durante la etapa de formación de roseta, y de esta cantidad de frio dependerá en mayor o menor grado la expresión del rendimiento (Muñoz *et al.,* 1999).

En suelos arcillosos o de barrial en Sonora, la canola debe sembrarse dentro del periodo comprendido del 20 de noviembre al 10 de diciembre, utilizando los híbridos Hyola 401 y Hyola 330 para abrir siembra y al hibrido Hyola 308 para el cierre. En suelos ligeros o de aluvión, la canola debe sembrarse durante el periodo comprendido del 10 al 30 de diciembre. No es recomendable sembrarlo fuera de este intervalo, ya que si las siembras son más tempranas, se propicia el desarrollo y crecimiento desmedido de las plantas, lo que ocasiona el acame; por otra parte, está comprobado que debido a su grado de precocidad, la canola no responde positivamente a las fechas tardías de enero. (Muñoz *et al.,* 2000)

El rendimiento de los cultivos está directamente relacionado con su ciclo vegetativo, de tal manera que a mayor ciclo mayor rendimiento, el cual primeramente está determinado genéticamente, sin embargo este se puede acortar por manejo (Cepeda *et al.,* 2010). El cultivo de canola requiere una cantidad media de 400 horas frío durante la formación de roseta, las que se logran acumular cuando las siembras se realizan entre finales de noviembre y principios de diciembre factor que está directamente relacionado con el

rendimiento. En la región templada de México, el retraso en la fecha de siembra a partir de los primeros días de diciembre provocan una pérdida de rendimiento promedio de 26.62 kg por día, presentándose la mayor disminución entre el 12 y 18 de diciembre con una pérdida diaria de 73 kg. El contenido de aceite en el grano de canola disminuye un 0.16 % en promedio por día (Cepeda *et al.,* 2006).

3.6 METODO DE SIEMBRA

El cultivo de canola presenta respuestas muy diversas en su desarrollo dependiendo de la región donde se cultive, por lo que los investigadores han desarrollado tecnologías especificas para diferentes lugares, así en el sur de Australia, la mejor separación entre surcos oscila entre 15 a 30 cm, debido a que presento poco efecto sobre el componente peso de 1000 granos y el mismo rendimiento por hectárea (Potter *et al*., 1998) similar respuesta obtuvieron en Dakota del Norte (Burton and Hanson, 2003). Siembras de canola (*Brassica napus*) en surcos angostos, no mostraron diferencias en rendimiento con la variedad Bordertown, pero si en Lameroo (Morrison *et al*. 1990). En 15 sitios en diferentes años, consistentemente los mayores rendimientos se obtuvieron en espaciamientos de 15 a 23 cm (6 a 9 pulgadas) con incrementos de entre el 10 al 30 % (Canola-council.org). En Canadá, en dos años de estudio detectaron que el espaciamiento entre surcos y la interacción espaciamiento de siembra por variedad solo tuvieron significancia para la variable altura de planta, en

tanto en el rendimiento de grano y contenido de aceite no se tuvo efecto por la separación entre surcos de siembra (Johnson y Hanson, 2003). En Uruguay, las distancias entre hileras de siembra de 17,5 a 20.0 cm son las ideales, porque se logra un grado de cobertura óptimo y permite una distribución espacial de las plantas correcta sin dejar espacios de luz descubiertos mejorando la eficiencia en la captación de radiación lumínica y evitando el desarrollo de malezas. Hileras más distanciadas con igual densidad de siembra provoca una alta concentración de plantas con una mayor agresividad competitiva entre ellas lo que deriva en menor capacidad de ramificación con tallos de menor diámetro y consecuentemente con mayor probabilidad de vuelco y aumentando los inconvenientes al momento de la cosecha. (Pozzolo *et al.,* 2008)

En México, la siembra de canola como cultivo secundario, se ha adecuado a las especificaciones de siembra del cultivo principal maíz y/o sorgo en donde normalmente la separación entre surco oscila entre 0.75 y 0.80 m, sin embargo el desarrollo de estas plantas respecto a canola tienen un comportamiento diferente, aun cuando es una especie sumamente versátil, la cual responde por igual a los diferentes distanciamientos entre surcos y sistemas. Esta especie puede sembrarse en surcos separados desde los 70 centímetros hasta un metro. La distancia universal entre surco, es de 30 pulgadas, lo que equivale a 76.2 centímetros. Cada agricultor implementara las distancias entre surco más conveniente, dependiendo de la topografía del terreno y del estado y capacidad de la maquinaria disponible. Cabe señalar que la canola responde de igual

forma cuando se le siembra en surco separados a un metro y con doble hilera de plantas. (Muñoz *et al.,* 2000)

Las sembradoras de precisión neumática, son la mejor opción para una buena siembra. Para tener una buena siembra, que es la base para obtener un buen rendimiento, se sugiere realizarla en seco sobre el lomo o parte alta del surco y utilizar maquinas sembradoras neumáticas de precisión para maíz y sorgo como la Doblandense OL-U2N o la del Bajío LC-2002N de dos cuerpos, con las modificaciones realizadas por el INIFAP Michoacán para la siembra de canola. (Cepeda *et al*., 2010)

3.7 DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad de siembra puede ser descrita como el número de individuos por unidad de superficie, tanto por hectárea, o por metro cuadrado. Es el equivalente al número de habitantes totales dividido entre su área.

Por su velocidad de crecimiento, la canola es una especie agresiva y responde vigorosamente cuando la competencia entre plantas es baja, lo que se traduce en un buen mecanismo compensatorio; es una especie altamente prolifera por lo que se considera de alto índice de retorno biológico, lo que significa que por el tamaño pequeño de su semilla, con poca cantidad de esta se puede cubrir una superficie considerable (Muñoz *et al.,* 1999). Como la semilla de canola es muy liviana por lo que mil semillas no superan los 5 gramos, sugiere de 4 a 6

kg/ha en siembra convencional y obtener una población de entre 60 a 100 plantas por m^2, con una distancia entre surcos que puede ser entre 15 a 52 cm, obteniendo mejores rendimientos a 30 cm (Van Oppen 2003), en tanto en Australia, los mayores rendimientos de grano en temporal fueron con 50 plantas por m^2, Potter *et al*., 1998. Los ensayos zonales de densidad de siembra de colza canola mostraron que los mejores resultados en rendimiento se logran cuando existe un stand de plantas de entre 60 y 80 plantas por m^2, lo que equivaldría a entre 10 y 15 plantas logradas por metro lineal, esta densidad de plantas se logran sembrando aproximadamente entre 4 y 6 Kg/ha dependiendo fundamentalmente de la calidad de la semilla y del peso de 1000 unidades. Densidades de siembra muy por encima de estos valores no son recomendables debido a que aumenta la competencia intraespecífica debilitando la población en forma marcada, sobre todo, cuando se dan condiciones ambientales o de fertilidad desfavorables para el cultivo. (Pozzolo *et al.,* 2008). En Canadá, en tres años de estudio se determinó que en siembras de temporal las condiciones de clima afectan la respuesta en las densidades de siembra, así en 2000, cuando las precipitaciones fueron ligeramente superiores a las normales el rendimiento de grano fue similar en poblaciones de 20 a 80 plantas por metro cuadrado, pero en 2001, con precipitaciones muy por debajo de lo normal los rendimientos disminuyeron ya que se redujo en número de plantas hasta menos de 40 por metro cuadrado. (Angadi *et al*., 2003) Se sugiere sembrar de 2 a 4 kilogramos de semilla certificada por hectárea que tenga un mínimo de 80% de germinación. El rango que se sugiere, obedece a que normalmente se presentan diferencias en cuanto a las condiciones del suelo,

tipo de maquinaria, y fecha de siembra. Por naturaleza, la semilla de canola es de alto vigor germinativo y viable por arriba del 90%. (Cepeda *et al*., 2005)

En casos muy especiales, donde exista un terreno de primera calidad, y se cuente con maquinaria de precisión, la siembra se lleve a cabo en la época más temprana dentro de la recomendación, es posible bajar la cantidad hasta 1.5 kilogramos de semilla por hectárea; por lo contrario, si las condiciones no son favorables, como suelos compactos de mal drenaje, alto contenido de carbonatos, salinidad o topografía accidentada, la cantidad deberá incrementarse por arriba de los 3 kilogramos de semilla por hectárea. (Estrada, 1995)

3.8 PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

Debido a que el tamaño de la semilla de canola oscila entre los 2 y 3 mm de diámetro, el poder de emergencia es bajo por lo que se recomienda realizar la siembra a profundidades de entre 2 y 3 cm para lograr una adecuada germinación de plantas (Cepeda *et al*., 2005), ya que al incrementar la profundidad de siembra se incrementa el riesgo del ahogamiento de las plántulas, lo que disminuye el número de plantas emergidas (Cuadro 4) (MAA-INTA. 1998).

Cuadro 4. Plantas de canola emergidas de semillas sembradas a diferentes profundidades.

PROFUNDIDAD (cm)	**PLANTAS EMERGIDAS**
1	85
2	100
3	95
4	60
5	50
6	35
7	10
8	0
9	0
10	0

Fuente: Chacra Experimental Integrada Barrow. Convenio MAA-INTA. 1998

3.9 FERTILIZACIÓN

El cultivo de canola, al igual que otras especies de plantas cultivadas, requiere de la aplicación de productos orgánicos o químicos que aporten los elementos mayores como nitrógeno, fósforo y potasio, en cantidades que van estar determinadas en gran medida por la fertilidad nativa de los suelos o la disponibilidad para la planta derivado de los residuos no utilizados en cultivos anteriores, sin embargo, esta oleaginosa requiere cantidades importantes de otro elemento como es el azufre (S).

Nitrógeno: Dependiendo del tipo de suelo, nivel nutrimental del mismo, tiempo de descanso, cultivo anterior, manejo agronómico a implementar y del ciclo del cultivar a utilizar, en general se recomienda una dosis entre 90 y 120 kilogramos por hectárea aplicándolo en forma fraccionada que normalmente se recomienda 1/3 al momento de la siembra y el complemento a los 50 – 55 días después de la siembra y antes del riego de auxilio. (AGRONET, 2011)

Fosforo: la canola por ser una especie productora de aceite, requiere de fósforo, elemento que es indispensable en la síntesis de los ácidos grasos, además de que interviene en el mecanismo de captación de energía para la fotosíntesis, y por lo tanto, el rendimiento de esta especie depende en buena medida de la presencia de este elemento, el cual por su poca movilidad en el suelo se sugiere aplicarlo en su totalidad al momento de la siembra. (AGRONET, 2011)

Azufre: Este elemento es un nutriente móvil en suelo con dinámica similar al N, que es requerido en cantidades importantes por cultivos y pasturas (Tisdale *et al*., 1985)

En de suelos donde se tienen problemas de compactación, salinidad en sus diferentes grados y carbonatos, se sugiere fertilizar con productos que suministren azufre, como son el sulfato de amonio como fuente principal de nitrógeno, y el acido sulfúrico como mejorador de suelo, según sea el caso (Muñoz *et al.,* 1999)

Un cultivo de canola con una producción media de 2000 kg/ha, extrae aproximadamente 13 kg/ha de S, cantidades un poco superiores a la de un cultivo de trigo que para producir 4500 kg/ha, extrae alrededor de 7 kg/ha de S. (Ciampitti y García, 2009)

3.10 RIEGO

Una de las principales características del cultivo de la canola, es su menores requerimientos hídricos, ya que es una especie provista de un sistema radical pivotante que le permite sustraer la humedad y nutrimentos de los perfiles más profundos del suelo, asimismo, presenta una baja tasa de transpiración, que le permite conservar el agua para su demanda interna, lo cual significa que es una especie con una alta capacidad de autorregulación; sin embargo, requiere de la

disponibilidad de humedad en las etapas criticas de su ciclo vegetativo. (AGRONET, 2011)

Normalmente se sugiere un calendario de riego de 0-50-80-100 días, lo cual puede variar dependiendo del contenido de arcilla que tenga el suelo y de las condiciones climatológicas que prevalezcan en la región durante el desarrollo del cultivo (Hernández y Castillo, 2007)

CALENDARIO DE RIEGO PARA LOS SUELOS ARCILLOSOS Y OTRO PARA LOS SUELOS LIGEROS:

Suelos arcillosos: Dependiendo de la región y del tipo de suelo donde se realice la siembra el manejo del riego puede ser: En Tamaulipas, para un suelo de barrial compactado, se sugiere aplicar el riego de pre siembra o de germinación y dos riegos adicionales sobre planta; y para los suelos de barril profundo se sugiere aplicar el riego de pre siembra o de germinación y uno de auxilio (Ortegón, 2000).

En Michoacán, la siembra de canola se sugiere realizarla en seco, por lo que se recomienda que el riego de emergencia sea pesado con una lámina de 18 a 20 cm lo que permite que la humedad suba hasta la parte alta del surco donde se encuentra la semilla para asegurar una buena emergencia de plántula (Cepeda *et al*., 2010). El primer riego de auxilio se sugiere aplicarlo al inicio de la etapa de floración, lo que ocurre entre los 50 y 55 días cuando la siembra se ha efectuado dentro del periodo recomendado, y el segundo riego deberá aplicarse a los 25 días después del primero, lo que coincide con la etapa de máxima

floración y formación de frutos o silicuas (Cepeda *et al.,* 2005). En algunos suelos de barrial profundo, es factible obtener una buena canola tan solo con el riego de pre siembra lo que depende de algunas labores culturales importantes, y de la profundidad a la que se encuentre el manto freático (Ortegón, 2000)

Suelos ligeros: Para los suelos de aluvión, por sus características, la siembra deberá realizarse en húmedo, y el riego de presiembra deberá ser lo más pesado posible, y dependiendo del aluvión de que se trate, del riego de presiembra dependerá el éxito en el rendimiento. (AGRONET, 2011)

En algunos aluviones, con altos contenidos de arena, será necesario aplicar un riego de auxilio durante la etapa de máxima floración e inicio de formación de silicuas; lo que ocurre entre los 60 y 70 días, riego suficiente para obtener una buena producción. (Muñoz *et al*., 1999)

3.11 PLAGAS

Dentro del manejo integrado de plagas, el uso de insecticidas es la última opción: técnicamente el control químico sólo se justifica cuando se presentan cantidades considerables de insectos que dañan fuertemente al cultivo y en consecuencia disminuyen el rendimiento. (Díaz, 2007)

Los principales insectos que pueden presentarse son:

Diabrótica En las primeras etapas de desarrollo los adultos de diabrótica (*Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber), pueden causar algunos daños al alimentarse de las hojas cotiledonales incluso llega hasta eliminar

completamente toda la plántula. Para su control se sugiere aplicar Dimetoato en dosis de 1.0 kg/ha, diluido en 200 litros de agua en aplicación manual. (Cepeda *et al*., 2010)

Pulgones. *Myzus persicae y Brevicoryne brassicae*. Estas plagas son de mayor importancia económica, ya que afectan directamente al fruto. Generalmente se presentan durante la floración y se alimentan de yemas florales y de vainas de formación, con lo que impiden la formación de grano. Su presencia es generalizada o en "manchones" y comúnmente aparecen cuando se presentan períodos prolongados de falta de humedad y altas temperaturas durante la floración. (Díaz, 2007)

El cultivo de canola bajo el régimen de riego en Michoacán, presenta como principales plagas al pulgón polvoso *Brevicoryne brassicae* (L), el pulgón verde *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) y el pulgón Myzus *(Myzus persicae* L) lo que pueden ocasionar la disminución en rendimiento de hasta el 33% (Bahena *et al.,* 2004). Los pulgones son insectos chupadores, que succionan la sabia de la planta, segregan un líquido pegajoso, lo que provoca que esté presente un debilitamiento, detenga el crecimiento y hasta llegue abortar flores y silicuas en formación (Moron y Terrón, 1988).

Si se observan colonias de pulgones en manchones (grupos de 5 a 10 plantas) en un 15 a 20% del área sembrada, es cuando pueden causar daño económico y se requiere su control. (Díaz, 2007) Para lo cual se sugiere la utilización del Pirimor (pirimicarb) en dosis de 400 ml/ha, el cual es especifico para este tipo de organismos y no causa daño a la fauna benéfica como catarinitas y abejas (Cepeda *et al*., 2010)

Gusano de la col (Pieris rapae *Pieris rapae***).** Esta larva puede presentarse en cualquier etapa del cultivo y el daño principal lo hace en las hojas. La larva es un gusano de color verdoso, aterciopelado, que mide 2.5 cm ó más y el insecto adulto es una mariposa de color blanco que pone sus huevecillos en el envés de las hojas. Cuando las infestaciones son severas, la defoliación de la planta llega a ser completa. Se requiere del control químico al detectarse de 10 a 15 larvas/m².

Cuadro 5. Plagas de la canola e insecticidas y dosis recomendadas para su control.

PLAGA	INSECTICIDA	DOSIS (g.i.a/ha)
Diabrótica	<Dimetoato	400
Pulgones	Primor	400
Gusano de col	Clorpirifos	480
Chinches	Metamidofos	600

Fuente: Cepeda *et al.,* 2005 y Cepeda *et al.,* 2010

Robles (1991), menciona que las plagas más importantes de la canola en México son:

Gorgojo del tallo de la colza (*Ceuthorrhynchus napi*): la larva de este insecto deforma el tallo de la colza, que se encorva y a menudo se hiende en una cierta longitud. La planta muy atacada florece más tarde y sus semillas maduran mal. No es frecuente tener que tratar esta plaga.

Gorgojo de la yema terminal (*Ceuthorrhynchus picitarsis*): Los adultos no causan daños, pero las larvas destruyen la yema terminal y obligan a la planta a producir brotes laterales.

Gorgojo de las silicuas (*Ceuthorrhynchus assimilis*): los adultos muerden las jóvenes silicuas y las larvas roen las semillas, pudiendo causar una disminución importante en la cosecha. Estas heridas además, pueden ser puerta de entrada de emfermedades en años húmedos.

Cecydomia (*Dasyneura brassiceae*): las larvas de este insecto destruyen las silicuas en su totalidad.

Meligetos de las crucíferas (*Meligethes sp*): los adultos son los encargados de roer los botones de la colza; estos ataques son más importantes cuanto más joven son los botones. Cuando comienza la floración los daños disminuyen. Las larvas apenas ocasionan daños en la colza.

Pulguilla de la colza (*Psyllodes chrysocephala*): los adultos aparecen en los campos de colza de otoño, en general poco después del nacimiento, royendo las hojitas y pudiendo destruir gran cantidad de plantas.

Pulguilla de la col (*Phylotreta sp*.): los insectos adultos invernan en el suelo a partir de septiembre y aparecen en abril.

3.12 ENFERMEDADES

Alguna de las enfermedades que se afectan a la canola son:

Mancha negra de la canola (*Alternaria sp*.): esta enfermedad provoca unas manchas alargadas en el tallo y los peciolos. Requiere un ambiente de humedad relativa alta y temperaturas superiores a los 18 ºC. La lluvia disemina las esporas dentro de la misma planta o a otras próximas, y el viento se encarga de transportarlas a grandes distancias. Medios de control: utilizar variedades resistentes y destruir los restos de cultivos anteriores. (Robles, 1991)

Pie negro de la canola (*Phoma lingam*): Esta enfermedad se presenta cuando hay rocío o lluvia y cuando las temperaturas están cercanas a los 15-18 ºC. Este hongo tiene una duración en el suelo de 3 años por lo que no se podrá repetir el cultivo en este tiempo. (CONASIPRO, 2010)

Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*): Es causada por un hongo que forma los esclerocios en los restos vegetales del suelo. Las partes dañadas se recubren

de un moho gris o parduzco. No sembrar en suelos demasiado húmedos y destruir los restos de cosecha serían las medidas preventivas. (Robles, 1991)

Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*): Los primeros síntomas de esta enfermedad son la marchitez temporal de las hojas, más adelante, la planta queda retrasada en relación con las demás y puede acabar muriendo. En suelos con pH igual o mayor de 7 no suele darse esta enfermedad. (CONASIPRO, 2010)

Moho blanco *Sclerotinia sclerotiorum*: La planta atacada se recubre de un moho o pelusa blanquecina. (Robles, 1991)

3.13 COSECHA

La cosecha se debe hacer cuando al partir la silicua las semillas; éstas tengan una coloración café-amarillento y cuando se puedan apretar sin que se aplasten. Se recomienda hacer la cosecha en las primeras horas de la mañana, ya que es cuando las silicuas se encuentran húmedas por el rocío y de esta forma la pérdida de semillas es menos. (Robles, 1991). Cepeda *et al* 2005, recomiendan que la cosecha de canola se realice cuando la planta presente una coloración crema en el tallo y el grano con una coloración marrón oscuro, o se puede hacer una prueba de quebrar un grano con los dientes y este truene, o en su defecto hacer un muestreo de silicuas y determinarle el contenido de humedad con un aparato, la humedad del grano a la que se recomienda hacer la cosecha es entre el 10 y máximo 12% , para que al entregarse a la industria

aceitera no recibir castigo por exceso de humedad y así mismo no perder peso debido a que el grano este demasiado seco.

Para cosechar la canola, puede utilizarse la misma maquinaria que para cereales, haciendo los ajustes necesarios en el mecanismo de corte, de trilla, de retrilla y de limpieza. (AGRONET, 2011)

El avance de trilla de canola es inferior al avance de trilla de trigo en un 25% (Cepeda, *et al.,* 2005); es decir, si una combinada presenta un avance de diez hectáreas durante el día, esta misma máquina cosechará siete hectáreas y media de canola. Esta proporción puede variar dependiendo de la calidad y cantidad de semilla así como del modelo de la trilladora, su estado y la destreza del operador. (AGRONET, 2011)

Después de haber trillado una superficie considerable de canola, por decir, unas cincuenta hectáreas es recomendable trillas unas tres o cuatro hectáreas de trigo, para “purgar” el mecanismo de combinada, ya que el grano de canola, por el aceite que contiene, se van adhiriendo paulatinamente partículas de pasta de canola de consistencia “pegajosa” en las paredes de los elevadores y “gusanos sinfín”, así como en el cilindro y cóncavo, elementos principales que forman parte del mecanismo de trilla. . (AGRONET, 2011)

La semilla se debe almacenar cuando tenga como máximo 10% de humedad, en lugares frescos, secos y con buena ventilación. (Robles, 1991).

IV. IMPORTANCIA ECONOMICA

4.1 SUPERFICIE SEMBRADA EN MEXICO

En un estudio de potencial productivo de canola en México bajo condiciones de temporal para el ciclo de primavera verano se encontró que hay 8.5 millones de hectáreas donde puede sembrarse el cultivo de canola. Entre las entidades con mayor potencial se encuentra Zacatecas, Chihuahua, México, Puebla, Durango, Guanajuato, Michoacán, Hidalgo y San Luis Potosí, y bajo condiciones de riego para el ciclo de otoño-invierno se encontró que hay 3.96 millones de hectáreas donde puede sembrarse el cultivo de canola. Con un potencial excelente, los cinco principales estados en base a superficie encontrada son: Tamaulipas (497,234 Has), Guanajuato (422,733 Has), Sonora (417,437 Has), Coahuila (314,704) y Sinaloa (149,060 Has). (CONASIPRO, 2008)

El consumo de la canola en México ha presentando una tasa media de crecimiento anual de 5% entre 2003 y 2008 y, en promedio, asciende a 1.174 millones de toneladas anuales. (2000AGRO, 2010)

La superficie sembrada con canola el año 2006 fue de 4,359 ha, de las cuales 1,290 ha en el ciclo O-I en los estados de Sonora (100 ha), Tamaulipas (1000 ha) y Michoacán (180 ha); y 3,069 ha en el ciclo P-V en los estados de Tlaxcala (1,179 ha), Hidalgo (780 ha), México (930 ha), Puebla (130 ha) y Michoacán (50 ha). (CONASIPRO, 2008)

La superficie siniestrada como proporción de la superficie sembrada al cierre de 2007, se ubicó en 7.4% a nivel nacional, el mínimo histórico registrado desde el año 2002. Por otra parte, el rendimiento promedio observado en el periodo 2002-2007 es de 1.4 ton/ha, con una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 2.7%. Cabe señalar, que en 2004 se presentó un rendimiento de 1.7 ton/ha, el mayor durante este periodo. De los principales estados productores, el que registra el mejor rendimiento por hectárea es el Estado de México, con un rendimiento de 2.2 ton/ha. (FINANCIERA RURAL, 2009)

4.2 PRODUCCIÓN

A nivel nacional, la producción de canola en 2009 fue de 3,221 toneladas, lo que representó una disminución del 16.31 % respecto al año anterior. En México, el 98 % de la producción de canola se concentra en los siguientes estados: Hidalgo (33.5%), México (27.2%), Sonora (6.1%), Tamaulipas (18.5%) y Tlaxcala (12.8%). (FINANCIERA RURAL, 2009)

Cuadro 6: Volumen y valor de la producción de canola en México

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (TON)					
AÑO	2005	2006	2007	2008	2009
RESUMEN NACIONAL	5,162.45	7,848.76	3,979.45	3,848.67	3,221
VALOR DE PRODUCCION ($)					
RESUMEN NACIONAL	16,087,063	22,624,336	14,785,358.20	18,300,189	16,750,916

FUENTE: SIACON, 2009

4.3 VALOR ALIMENTICIO

Originalmente, el aceite de especie antecesora de la canola no era apto para el consumo humano. Sin embrago, luego de varios estudios y mejoras, los científicos canadienses lograron un aceite de excelente valor nutricional para la salud humana. El aceite de canola, es entre todos los aceites vegetales comestibles el que presenta la mejor relación entre sus componentes: contiene menos grasas saturadas (que son las grasas malas) y mejor proporción de omega 3 y omega 6. Por eso se lo conoce mundialmente como “el aceite del corazón”. Su importante contenido de omega 3 y omega 6, dos nutrientes esenciales que el cuerpo no puede producir, le ayudan a prevenir las enfermedades coronarias (Krol, 2001)

4.4 PROPIEDADES DEL ACEITE

1. El ácido erúcico es un tóxico para el corazón. Por esta razón se comercializa un aceite de colza 00 refinado y al que se le ha eliminado el ácido erúcico.
2. Los aceites de colza 00 y canola son los aceites vegetales que menos ácido graso saturado contienen.

3. Los aceites de colza 00 y canola favorecen la eliminación del colesterol, lo cual hace que disminuya el colesterol.

4. El aceite de colza tiene un sabor neutro. Se puede utilizar para aderezar ensaladas y potenciar otros sabores. Admite las altas temperaturas. Se puede utilizar para hacer frituras.

5. El aceite de canola tiene un sabor fuerte y un color amarillento fuerte. También tolera las altas temperaturas, así que se puede utilizar para freír.

4.5 USOS Y PRODUCTOS

Hay una gran demanda domestica de canola, principalmente de la industria aceitera del país sin embargo la limitada producción de México es insuficiente para cubrir esta demanda. La industria mexicana extractora de aceite demanda alrededor de 1.2 millones de toneladas de grano de canola por año, lo cual ubica a esta oleaginosa como la segunda más importante después de la soya. Se estima que el total de la producción mexicana de aceite vegetal que es de 1.7 millones de ton, el aceite de canola participa con alrededor del 25 %. (Osorio, 2007)

La canola es usada también en México en la preparación de alimentos balanceados para la alimentación animal. Alrededor del 13.5 % de las dietas alimenticias elaboradas en México contiene canola. Durante el periodo 1998 - 2002 las importaciones mexicanas de canola crecieron 13.3 %, pasaron de 791, 699 t con un valor de $ 236.4 millones de dólares a 897, 034 t con un valor de US $ 228.2 millones. (Osorio, 2007)

ALIMENTACIÓN HUMANA

Canola oleaginosa. Por su alto contenido de aceite en el grano (40-44%), la canola se usa principalmente como materia prima para la obtención de aceite comestible mediante procesos de trituración y de extracción. La proteína tiene una buena composición de aminoácidos y, su nivel de mineral y de vitaminas es similar a la soya. Cuando el aceite se purifica no tiene ningún olor, produce una llama brillante y clara al quemarse y puede usarse en el alumbrado (Castillo, 2002).

De grano de canola se produce uno de los mejores aceites vegetales en términos de calidad para la nutrición y la salud humana, tal calidad está determinada por un equilibrio bastante adecuado de sus componentes: contiene cerca del 50% menos de ácidos grasos saturados que el aceite de oliva, girasol y maíz; con 59% de ácidos grasos monoinsaturados y cerca de 30% de ácidos grasos poliinsaturados, de los cuales 20% es de ácido linoleico (omega 6) y 9% de ácido linolénico (omega3). (CONASIPRO, 2007)

Hortaliza “Corazones”. En el centro de México se consumen las ramas tiernas del nabo silvestre (*B. campestris*) llamados “corazones”, los cuales se preparan cocidos y/o guisados. La etapa ideal para cortar dichas ramas se logra cuando su inflorescencia está a punto de iniciar floración. (CONASIPRO, 2007)

En el estado de México y áreas aledañas, con la introducción del cultivo de canola se le ha dado utilidad en la alimentación humana, aprovechando las hojas desarrolladas durante la etapa de roseta y antes de que emerja el tallo floral, para lo cual se pueden realizar dos o tres cortes, similar a como se hace en las acelgas (Díaz, 2009)

Canola melífera (nectarífera). La periodicidad en la producción de miel en las regiones tropicales y subtropicales está directamente relacionada con la presencia de flor de plantas silvestres (árboles y arbustos en primavera, y herbáceas a fines de verano-principios de otoño); en regiones de clima templado-frío como el Valle de Toluca-Atlacomulco y Valle de México, la producción de miel de octubre-marzo se ve afectada por las bajas temperaturas, pero principalmente por la falta de flor, ya que muy pocas especies resisten y alcanzan a florecer con temperaturas inferiores a cero grados centígrados, como lo hace la canola. (CONASIPRO, 2007)

ALIMENTACIÓN ANIMAL

Canola forrajera. Debido a que la COLZA 00 o CANOLA utilizada como forrajera es una planta de ciclo muy corto (2.5-3.0 meses), capaz de abastecer de grandes producciones en etapas críticas. Su uso más frecuente es en pastoreo controlado mediante cerco eléctrico, aunque también se puede cortar para silo, o suministrar como forraje verde. En el Estado de México, en cortes realizados al inicio de floración en P-V, aproximadamente los 80 días de la siembra se han obtenido hasta 9.0 ton/ ha de materia seca. (CONASIPRO, 2007)

"Vaina" para pájaros. Originalmente el nabo silvestre y ahora la canola se comercializan en México como "vaina" para alimento de los pájaros. La etapa ideal para la cosecha de la canola con este fin, es cuando la planta ha terminado la floración y la mayor parte de las silicuas (vainas) han llenado, lo

cual se logra aproximadamente a los 90 días de la siembra. (CONASIPRO, 2007)

Pasta de canola. La pasta o torta de canola es el producto obtenido del grano de canola, después de haberle extraído el aceite. Contiene cerca de 34% de proteína y 15% de fibra cruda. Al igual que la pasta de soya se utiliza para la alimentación del ganado bovino, porcino y aves. (CONASIPRO, 2007)

Rastrojo de canola. Como el rastrojo de maíz o de otros cereales de grano pequeño, el de canola también se puede emplear después de la cosecha del grano para alimentación del ganado, como sustrato para la producción de champiñones y para la elaboración de composta. Un estudio realizado por la Unión Ganadera Regional de Sonora demuestra que con 8.8% de proteína cruda y 47% de fibra cruda, el rastrojo de canola es de mejor calidad que el de maíz, sorgo y trigo. (CONASIPRO, 2007)

EN LA INDUSTRIA

Las propiedades biodegradables del aceite en estado bruto motivaron su utilización en productos como los herbicidas y lubricantes. Puede servir igualmente como carburante si el motor se modifica para este uso. (CONASIPRO, 2007)

Transformado químicamente, el aceite de colza puede ser empleado en los envases de alimentos, las botellas plásticas o como bases para pinturas. Los esteres metílicos son cuerpos obtenidos por transformación del aceite vegetal. Estos se agregan a las resinas para pintura y a los productos fitosanitarios para aumentar su capacidad de resistencia a las temperaturas y hacerlos menos viscosos. También pueden reemplazar el diesel carburante. (Aguilar, 2005)

V. ANALISIS DE LA PRODUCCION

5.1 IMPORTANCIA MUNDIAL Y NACIONAL DE LA CANOLA

En la producción mundial de semillas oleaginosas la canola juega un papel importante ya en el período 2000-2003 se ubicó en segundo lugar con cerca del 12.0% del total, solo detrás de la soya (Cuadro 7).

Cuadro 7: Participación porcentual de la colza 00/canola en la producción mundial de semillas oleaginosas 1998/99-2002/03**.**

SEMILLA	%
Soya	55.99
Canola	11.56
Semilla de algodón	10.82
Cacahuate	9.99
Semilla de girasol	7.75
Almendra de palma	2.19
Copra	1.69

Fuente: ASERCA con datos de SIAP (2003)

La producción se lleva a cabo actualmente en más de 30 países, sin embargo, cinco son los más importantes: China, Canadá, India, Alemania y Francia, los cuales concentran alrededor del 90% del total mundial. Destacan China con el 21.4% y Canadá con el 19.7% (Cuadro 8). En el caso de China que consume la totalidad de la semilla que produce y en los últimos años se ha incrementado la importación de canola como resultado del crecimiento en la demanda del aceite. De esta manera, la producción mundial de canola, durante el periodo 2002-2008, se incrementó en 68.3%, pasando de 33.3 millones de toneladas en 2002 a 57.6 millones de toneladas en 2008. (Cuadro 9). (Financiera Rural, 2009)

Cuadro 8: Participación porcentual por país en la producción mundial de colza 00/ canola 2008. (%)

CHINA	CANADÁ	INDIA	UE -27	OTROS
21.4	19.7	10.3	37.7	11.0

Fuente: Financiera Rural con datos del Foreign Agricultural Service, Oficial USDA Estimates. (2009).

Cuadro 9: Producción mundial de colza 00/canola 2002-2009 (Miles de toneladas)

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
33.3	39.4	46.1	48.5	45.1	48.3	57.6	56.0

Fuente: Financiera Rural con datos del Foreign Agricultural Service, Oficial USDA Estimates (2009).

5.2 IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE CANOLA

5.2.1 Exportación de semilla de canola

Del total de semillas de oleaginosas exportadas en el mundo, la canola se ubica en segundo lugar con un 6.4% del total., por debajo de la semilla de soya que sigue incrementando su demanda con una participación durante el periodo 1998/99-2002/03 del 73.0% del total de las exportaciones mundiales.

Las exportaciones mundiales de la canola, han caído de manera significativa, como resultado de la disminución en la producción. Tan solo durante el periodo de 1998/99-2002/03 la tasa de crecimiento de los volúmenes exportados mostró un decremento negativo del orden de 8.4 % anual. Este dato es contrastante, si consideramos que la exportación mundial de semillas oleaginosas durante el mismo periodo, creció a una tasa del 2.3%.

Destacan de estas exportaciones seis países los que en conjunto participan con el 91.05 del total mundial. Canadá, se ubica como el principal país exportador

de semilla de canola, ya que durante el periodo 1998/99-2002/03, contribuyo con el 39.8% del total. (ASERCA, 2003). De hecho, se estima que se exporta la mitad de la semilla producida a países como Japón, Estados Unidos y México, mientras que la otra mitad es procesada a fin de cumplir con los compromisos adquiridos en el mercado mundial de subproductos como aceites y pastas proteínica (Ortega y Ochoa,2003).

5.2.2 Importación de semilla de canola

Entre los países con mayores importaciones destaca Japón, que ha sido un mercado tradicional para el consumo de aceites de excelente calidad y saludables, con casi una cuarta parte (24.6%) de la canola que se importa en el mundo, seguido por China con 21.0%, que ha incrementado su demanda de aceite en los últimos años, a tal grado que la producción domestica de semilla ha sido insuficiente, en tanto Alemania participa con 14.0% en cuyo puerto de Hamburgo se ubica el mercado de físico más importante del mundo para la semilla de canola, le sigue México con 9.0%, Bélgica y Luxemburgo importan un 7.9% y Gran Bretaña con 4.2% (Ortega y Ochoa, 2003).

VI. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN EN MÉXICO

A nivel nacional, la producción de canola en 2007 fue de 3,979.5 toneladas, lo que representó una disminución del (-) 49.3 % respecto al año anterior. En México, el 98 % de la producción de canola se concentra en los siguientes estados: Hidalgo (33.5%), México (27.2%), Sonora (6.1%), Tamaulipas (18.5%) y Tlaxcala (12.8%). (Financiera Rural, 2009)

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) México es un importador neto de canola. Tan sólo en el periodo 2002-2006 se importaron 5,489 mil toneladas, equivalentes a $1,700 millones de dólares.

Entre 2005 y 2006, el volumen de importaciones de este producto presentó un incremento del 11.6% ubicándose en 1,268 miles de toneladas en 2006. (Financiera Rural, 2009)

Canadá es el principal proveedor de canola en México, durante el periodo 1998-2001 las exportaciones de Canadá a México se movieron de 657, 431 ton con un valor de US $ 196.4 millones a 815, 452 ton con un valor de US $ 169.7 millones. Sin embargo, en el 2002 las exportaciones fueron afectadas por las condiciones de sequía en Canadá y cayeron a 484, 636 ton con un valor de US $ 125. 4 millones.

Después de la caída que sufrieron las exportaciones entre los ciclos 2000/01 y 2002/03, inició un periodo de crecimiento a una TMAC de 6.7%, hasta alcanzar la cifra de 12.02 millones de toneladas de colza/canola comercializadas en el mercado internacional en el ciclo 2008/09. Sin embargo para el ciclo 2009/10 se anticipa una caída de las exportaciones de 14.6%, respecto al ciclo anterior. (Financiera Rural, 2010)

Los EU es principal proveedor de aceite de canola a México con una participación de mercado del 55 %, seguido por Canadá con un 44 % y el restante 6 % proviene de Corea del Sur, Taiwán y Alemania. Bajo el TLC las

exportaciones canadienses de semilla y aceite de canola, tiene libre acceso a México, lo cual significa una ventaja sobre otras competidores en el mercado mexicano. (ASERCA, 2003).

El consumo de aceite de canola en México se ha incrementado en los últimos años, sin embargo, es necesario hacer esfuerzos adicionales para promover los beneficios nutricionales del aceite de canola, particularmente en relación a los de otras semillas como soya y girasol. (ASERCA, 2003).

6.1 Superficie cosechada de canola en México

México tiene una baja producción de canola. De hecho tradicionalmente los agricultores mexicanos han considerado que sembrarlo podría ser dañino para otros cultivos como cebada, trigo y alfalfa, entre otros. (Financiera Rural, 2009)

Durante la mitad de los 90's, el gobierno mexicano intento promover la producción de canola en México, para lo cual importó semilla de híbridos de Manitota y los distribuyo principalmente en los estados de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Sonora. (Financiera Rural, 2009)

La siembra de canola en México ha estado supeditada a diversos factores desde los climáticos hasta los operativos por falta de semilla y entrega de apoyos en forma inoportuna, además de la carente asesoría y asistencia técnica de calidad para dar mayor certeza a los productores, por lo que la superficie cosechada ha variado considerablemente y en forma errática (Cuadro 10).

Cuadro 10: Superficie cosechada de canola en México 2005-2009 (Hectáreas)

SUPERFICIE SEMBRADA (ha)					
Año	2005	2006	2007	2008	2009
Resumen Nacional	4,198	5,608	2,724	3,464	12,511

FUENTE: SIACON (2009)

6.2 Rendimiento de canola en México

En lo que a rendimiento se refiere, durante el periodo de 2005- 2008, fue algo casi uniforme, ya que podemos encontrar rendimientos que van de 1.361 ton/ha hasta aquellos como el año de 2008 en que alcanzó 1.589 ton/ha. (Cuadro 11) (SIACON, 2009)

Cuadro 11: Rendimiento de canola en México 2005-2009 (Toneladas/hectárea)

RENDIMIENTO (ton/ha)					
Año	2005	2006	2007	2008	2009
Resumen Nacional	1.361	1.515	1.578	1.589	1.477

FUENTE: SIACON (2009)

6.3 Producción de canola en México.

La producción de canola en México alcanzo un total de 7,848.76 t en 2006 sin embargo, desde 2007 la producción ha estado declinando significativamente hasta alcanzar 3,221.09 ton en el 2009 (Cuadro 12). SIACON (2009).

Cuadro 12: Producción de canola en México 2005-2009

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (t)					
Año	2005	2006	2007	2008	2009
Resumen Nacional	5,162	7,848	3,979	3,848	3,221
VALOR DE PRODUCCION ($)					
Resumen Nacional	16,087,063	22,624,336	14,785,358	18,300,189	16,750,916

FUENTE: SIACON (2009)

El precio al que se ha recibido el grano de canola principalmente por la industria aceitera ha sido variable. ASERCA publicó en el Diario Oficial de la Federación el primer ingreso objetivo para esta oleaginosa en un valor de $ 3,500.00 por tonelada con lo cual el productor aseguraba como mínimo recibir este pago por su producto y en 2009, el ingreso objetivo para canola se incremento a $ 4,515.00 por tonelada (CONASIPRO, 2009). Dicho ingreso objetivo opera en base al precio medio de compra o rural en cada lugar y si este es inferior a lo estipulado, ASERCA complementa. Sin embargo el precio medio rural de

compra en 2005 y 2006, fue inferior a lo estipulado como ingreso objetivo (Cuadro 13) SIACON (2009)

CUADRO 13: Precio medio rural de la canola en México (2005-2009)

PRECIO MEDIO RURAL ($/t)					
Año	2005	2006	2007	2008	2009
Resumen Nacional	3,116.17	2,882.54	3,715.43	4,754.94	5,200.39

FUENTE: SIACON (2009)

VII. PARAMETROS PRODUCTIVOS NACIONALES DE LA CANOLA EN EL AÑO 2009

Puebla es el estado que mayor superficie sembrada presento en el año 2009, con 1,447.66 hectáreas, sin embargo fue el estado de México quien obtuvo mayor volumen de producción con 1889.40 toneladas, por lo tanto es el estado con el más alto valor de producción y de mayor rendimiento por tener 2.567 t/ha (Cuadro 14)

Cuadro 14: Producción nacional de canola por estado en el 2009.

PRODUCCIÓN NACIONAL POR ESTADO				
Estado	Superficie sembrada (ha)	Volumen de producción (t)	Valor de producción ($)	Rendimiento (t/ha)
Hidalgo	288	226	1,699,215	1.08
Jalisco	1	3	15,000	2.00
México	773	1,889	10,248,050	2.57
Michoacán	9	18	63,000	2.00
Puebla	1,447	290	1,163,600	1.00
Tamaulipas	238	35	171,551	0.226
Tlaxcala	731	683	2,941,100	0.974
Veracruz	161	75	449,400	0.966

FUENTE: SIACON (2009)

VIII. ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

8.1 Descripción del área de estudio

El ensayo se estableció en las instalaciones del INIFAP en el municipio de Álvaro Obregón, Michoacán. el cual se localiza entre los paralelos 19°47’ y 19°59’ de latitud norte; los meridianos 100°57’y 101°06’ de longitud oeste con altitud entre 1 900 y 2 100 m.

Colinda al norte con los municipios de Cuitzeo, Santa Ana Maya y el estado de Guanajuato; al este con el estado de Guanajuato y los municipios de Zinapécuaro e Indaparapeo; al sur con los municipios de Indaparapeo, Charo y Tarímbaro, al oeste con los municipios de Tarímbaro y Cuitzeo. Su superficie es de 162.64 km2 y representa el 0.35% de la superficie del Estado. Cuenta con 50 localidades y una población total de 18 696 habitantes

Cabe mencionar que el municipio de Álvaro Obregón forma parte de la región valle de Morelia, que se encuentra en la parte sur de la rivera del lago de Cuitzeo. (INEGI, 2009)

8.1.1 CLIMA

Su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (73.99%) y de humedad media (26.01%). Tiene una precipitación pluvial anual de 600 – 1000 mm con una temperatura de 16 – 18° C (INEGI, 2009)

8.1.2 OROGRAFÍA

Su relieve lo constituyen la depresión de Cuitzeo; las lomas de la Purísima, Quirio y Tzentzénguaro; y los cerros, Policarpo, Las Reservas, La Tuna, La Peña y El Grande de los Remedios. (INEGI, 2009)

8.1.3 HIDROGRAFÍA

El municipio pertenece a la región hidrológica Balsas. Sus recursos hidrológicos son proporcionados por el río Grande de Morelia que recibe descargas de la presa Cointzio; además de una porción del lago de Cuitzeo. (Wikipedia, 2010).

8.1.4 SUELO

El suelo dominante es Vertisol (56.74%), Solonchak (19.18%), Phaeozem (11.87%), Gleysol (3.65%), Leptosol (0.64%) y Fluvisol (0.01%). Su uso es primordialmente agrícola y en menor proporción ganadera y forestal. (INEGI, 2009)

8.1.5 FLORA Y FAUNA

El municipio está constituido por un bosque mixto, con encino, sabino y sauce; y pradera con nopal, huizache y diversos matorrales.

Su fauna la conforman armadillo, cacomixtle, coyote, ardilla, zorrillo, pato y diversos peces, como la carpa y el bagre (INEGI, 2009)

8.1.6 POBLACIÓN

En el año 2005 el municipio contaba con 18,696 habitantes y de acuerdo al II Conteo de Población y Vivienda del 2010 el municipio contaba con un total de 13,550 habitantes. Lo que representaba el 0.31 por ciento del total del estado. (INEGI, 2010)

8.2 METODOLOGÍA

El ensayo fue realizado en las instalaciones del INIFAP. El manejo del suelo fue bajo labranza convencional con la eliminación de residuos del cultivo anterior (maíz), barbecho, dos pasos de rastra y surcado. Bajo un diseño de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas donde la parcela grande fue espaciamientos(A) de 0.40, 0.60 y 0.80 m entre surcos o hileras de siembra y la parcela chica las densidades de siembra (B) con 2.0, 3.0 y 4.0 kg de semilla certificada del híbrido Hyola 401, de origen Canadiense que presento un porciento de germinación superior al 97 %, con cuatro repeticiones y parcela total de 16 m^2 y como parcela útil 8 m^2. La siembra se realizó en seco en forma manual los días 15 y 16 de diciembre de 2004, donde se utilizó la fórmula de fertilización 160 - 80 - 60 de nitrógeno(N), fósforo (P) y potasio (K) aplicando 1/3 de N, todo el fósforo y el potasio en la siembra y el complemento de N en el primer riego de auxilio. El manejo del agua fue con el calendario 0-54-80-100 dds mediante el método de riego por gravedad por surco. Se realizó una aplicación para el control de pulgón con el insecticida Pirimicarb (Pirimor) a dosis de 400 gr/ha.

Para el análisis estadístico de la información se utilizó el paquete de cómputo MSTAT (Michigan State University, 1987). Para determinar la veracidad de la información estadística se apego a la escala convencional sobre coeficiente de variación que se considera aceptable para cultivos anuales (Cuadro 15) (Martínez, 1970)

Cuadro 15. Escala convencional para la veracidad de la información en análisis estadísticos en cultivos anuales**.**

Coeficientes de variación (%)	Precisión
5-10	Muy buena
10-15	Buena
15-20	Regular
20-25	Mala
> 25	muy mala

La cosecha se realizó el día 2 de mayo de 2005 en forma manual. La trilla se efectuó con una trilladora estacionaria tipo Pullman y la limpieza del grano se fue con una sopleteadora. Para determinar el rendimiento de grano por hectárea se obtuvo el porciento de humedad que tenía el grano de cada muestra o parcela útil y con este se ajusto al 8 % que es la humedad a la que la recibe la industria aceitera para evitar descuentos. Se determinó el peso volumétrico que es el peso del grano que cabe en un hectolitro y es muy importante para la comercialización de granos, por que traduce la cantidad de materia seca de grano que hay en un volumen determinado, para lo cual en un recipiente de un litro se determino el peso del grano por tratamiento (kg/l) y se multiplico por 100 para su extrapolación a hectolitro. Durante el proceso de producción se obtuvo el valor de los insumos utilizados, así como el costo de las prácticas culturales y jornales involucrados para sacar el costo de cultivo de cada tratamiento para determinar su rentabilidad.

IX. RESULTADOS Y DISCUSION

Las condiciones climatológicas que se presentaron en el ciclo O.I. 04/05, fueron atípicas respecto a lo que ha prevalecido en los últimos años, principalmente en la presencia de algunas lluvias en los meses de febrero y marzo, con un acumulado de 49.2 mm, que favorecieron el descenso de temperatura a valores favorables para el desarrollo del cultivo de entre 25 y 30 °C (Castillo 2002) en las etapas de floración y llenado de grano (Figura 1).

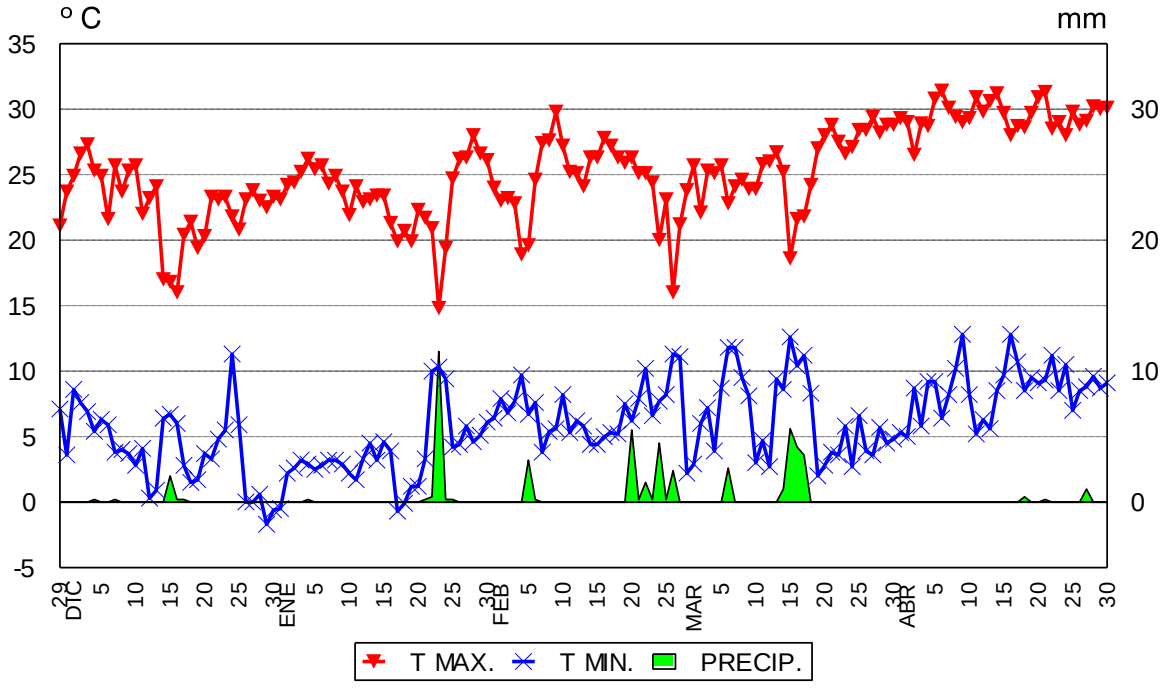


Figura 1. Grafica de principales parámetros climáticos que se presentaron en el INIFAP O.I. 04/05

9.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Altura de planta

Al generar el análisis de varianza para la variable altura de planta no se detectaron diferencias significativas para el factor espaciamiento de siembra, con un coeficiente de variación del 3.13 % y un promedio general de 96.11 cm (Cuadro 16), lo que se interpreta que el sembrar la canola a diferentes separaciones entre hileras o surcos no se afecta significativamente el desarrollo de la planta lo que concuerda con Potter *et al*., 1998, sin embargo al incrementar la distancia entre hileras, se tiene una tendencia a la disminución en la altura hasta de 8.5 cm (Cuadro 17).

Cuadro 16. Datos del análisis de varianza para la variable altura de planta de canola. O.I. 2004/2005

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob	Signif
Repetición	3	888.67	296.222	6.95	0.022	*
Espaciamiento	2	477.06	238.528	5.59	0.042	*
Error	6	255.83	42.639			
Densidad siembra	2	80.39	40.194	4.45	0.26	*
Interacción Esp x Dens	4	25.11	6.278	0.70		
Error	18	162.50	9.028			

C.V. 3.13 %

Cuadro 17. Alturas medias de planta de canola en tres espaciamientos de siembra. O.I. 2004/2005

Espaciamiento	Altura (cm)	Diferencia (cm)	Tukey (0.05)
0,40	99.6	0.0	A
0,60	97.7	1.9	A
0,80	91.1	8.5	B
Promedio	96.1		

SX= 0.8673715

Para el factor densidad de siembra se detectó significancia al 0.05, donde la prueba de medias de Tukey al 0.05, mostró que el sembrar 2.0 y 3.0 kg/ha, permitió tener las mayores alturas de plantas (Cuadro 18), lo cual es debido a una menor competencia por los nutrientes, humedad e intercepción de la radiación, sin embargo, en la interacción espaciamiento – densidad de siembra, el valor de F cal. fue muy bajo por lo cual no se pudieron detectar diferencias significativas.

Cuadro 18. Altura de planta de canola en tres densidades de siembra. O.I. 2004/2005.

Densidad de siembra (kg/ha)	Altura (cm)	Diferencia (cm)	Tukey (0.05)
2,0	97.3	0.0	A
3,0	97.1	0.2	A B
4,0	94.0	3.3	B

SX= 0.8673715

No obstante que el análisis no detecto diferencias estadísticas significativas para la interacción espaciamiento x densidad de siembra, al graficar los datos se observó que en el espaciamiento de 0.40 m los valores fueron similares en las tres densidades de siembra, sin embargo conforme se incrementa la distancia entre surcos la altura es menor y con una tendencia a la disminución cuando se incrementa la densidad de siembra (Figura 2), presentando la planta el menor desarrollo a 0.80 m con 4.0 kg, lo que es debido a una mayor competencia por los insumos suministrados como fertilizantes, humedad, además disminución en la radiación absorbida.

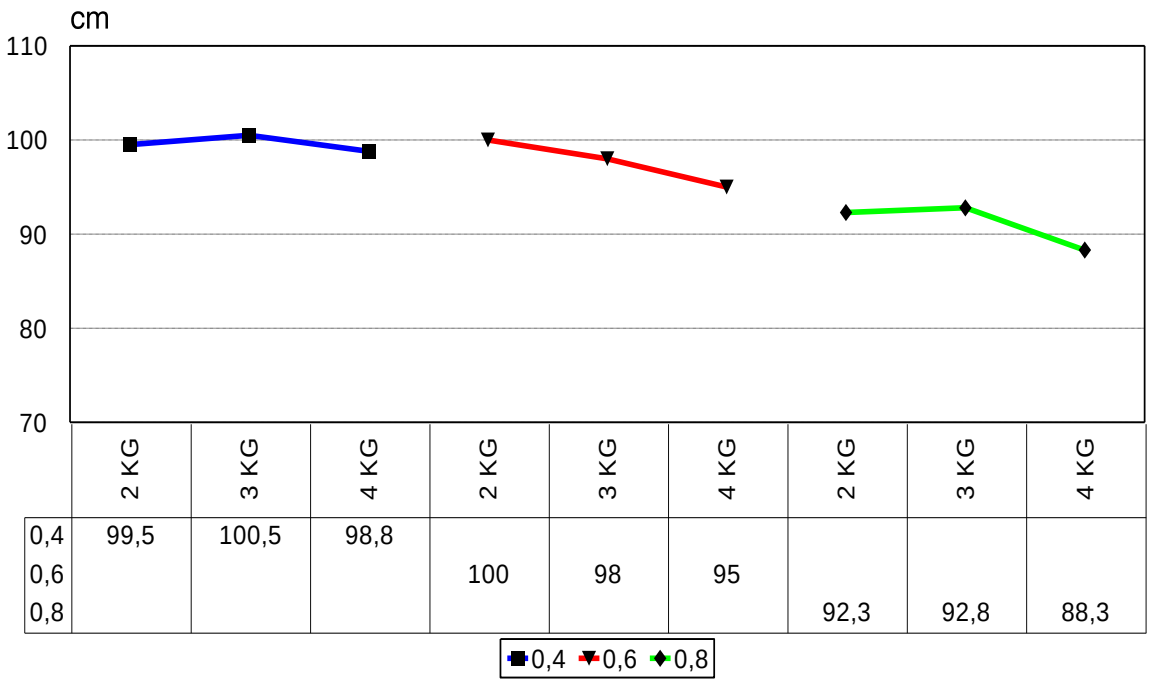


Figura 2. Altura de planta canola en la interacción espaciamientos y densidades de siembra. O.I. 2004/2005

Humedad grano

Esta variable es un factor de ajuste para la transformación del rendimiento por hectárea, sin embargo al realizar el análisis estadístico correspondiente no se detectaron diferencias estadísticas significativas para los factores individuales y tampoco en la interacción espaciamiento de siembra x densidad de semilla (Cuadro 19), con un coeficiente de variación del 3.64 % y un promedio general de 5.138 %, que está por debajo del valor convencional con que la industria aceitera recibe el grano para evitar castigos o mermas.

Cuadro 19. Datos del análisis de varianza con la variable humedad del grano de canola O.I. 2004/2005

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob	Signif
Repetición	3	0.01	0.004	0.05		
Espaciamiento	2	0.3	0.189	2.62	0.152	NS
Error	6	0.43	0.072			
Densidad siembra	2	0.01	0.007	0.20		
Interacción Esp x Dens	4	0.28	0.071	2.02	0.134	NS
Error	18	0.63	0.035			

CV= 3.64 %

Peso hectolítrico

Al generar el análisis se detectaron diferencias significativas al 0.05 para la fuente de variación densidad de siembra, en tanto para espaciamiento de surcos y la interacción espaciamiento x densidad de siembra no se observaron diferencias significativas (Cuadro 20), con un coeficiente de variación del 1.78 %.

Cuadro 20. Datos del análisis de varianza con la variable peso hectolítrico transformado de canola O.I. 2004/2005

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob	Signif
Repetición	3	2.34	0.780	0.62		
Espaciamiento	2	0.15	0.077	0.06		NS
Error	6	7.61	1.268			
Densidad siembra	2	12.92	6.458	4.88	0.020	*
Interacción Esp x Dens	4	2.24	0.561	0.42		NS
Error	18	23.80	1.322			

CV= 1.78 %

Así mismo el promedio general fue de 0.648.

El mayor peso hectolítrico se obtuvo con la densidad de siembra de 4.0 kg/ha, estadísticamente es igual al tratamiento de 2.0 kg de semilla por hectárea, pero diferentes a la siembra de 3.0 kg al que superaron con 1.47 y 0.77 kg/ha (Cuadro 21).

Cuadro 21. Medias del peso hectolítrico del grano de canola en las tres densidades de siembra y prueba de Tukey (0.05)

Densidad de siembra (kg/ha)	Peso hectoliírico (kg/hl)	Diferencia (kg/hl)	Tukey (0.05)
4,0	65.50	0.00	A
2,0	64.80	0.70	A B
3,0	64.03	1.47	B

Sx= 0.3319137

Rendimiento de grano

El análisis de varianza realizado con el rendimiento de grano ajustado al 8 % de humedad en el grano, mostro diferencia altamente significativa al 0.01 para los factores independientes de espaciamiento de siembra y densidad de siembra, en tanto para la interacción espaciamiento x densidad de siembra las diferencias fueron no significativas (Cuadro 22), con un coeficiente de variación del 10.71 % que se considera con precisión buena o aceptable para trabajos de agronomía en cultivos anuales (Martínez, 1970).

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA

Cuadro 22. Datos del análisis de varianza con la variable rendimiento de grano de canola. O.I. 2004/2005

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob	Signif
Repetición	3	1757395.89	585798.630	8.84	0.012	
Espaciamiento	2	3187840.39	1593920.194	24.05	0.001	**
Error	6	397612.94	66268.824			
Densidad siembra	2	1434877.72	717438.861	7.56	0.004	**
Interacción Esp x Dens	4	568265.44	142066.361	1.50	0.244	NS
Error	18	1708472.17	94915.120			

CV= 10.71 %

Gran promedio= 2877.389 kg/ha

En espaciamientos entre hileras de siembra, la prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05 formó dos grupos de significancia, donde en el primero se ubicó el tratamiento de 0.60 m de separación entre surcos con un rendimiento medio de 3279 kg/ha (Cuadro 23), lo que difiere con lo reportado en trabajos realizados en este sentido en América del sur como Uruguay (Pozzolo *et al*., 2008) en donde la incidencia de la radiación solar se presenta con una mayor inclinación, con lo cual el desarrollo de la planta es menor, necesitando realizar las siembras en surcos mas angostos al igual que las siembras comerciales en Canadá (Canola-council.org) y en el sur de Australia donde la mejor separación es de 15 a 30 cm entre surcos.

Cuadro 23. Rendimiento de grano de canola en tres espaciamientos de siembra bajo riego en el ciclo O.I. 04/05

N°	Espaciamiento (m)	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia (kg/ha)	Tukey (0.05)
2	0.60	3279	0	A
1	0.40	2786	493	B
3	0.80	2567	712	B

Sx= 88.93589

Con los valores de rendimiento de grano en la variable densidades de siembra la misma prueba de separación de medias formó dos grupos de significancia, ubicándose en el primero los tratamientos de las densidades más bajas dos y tres kg/ha de semilla con producciones de 3099 y 2919 kg/ha respectivamente,

viéndose una tendencia de disminución de rendimiento conforme se incrementa la densidad de siembra, debido a la competencia que se establece entre las plantas por la obtención de nutrientes, humedad y radiación (Cuadro 24)

Cuadro 24. Rendimiento de grano de canola en tres densidades de siembra bajo riego en el ciclo O.I. 2004/2005.

N°	Densidad (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia (kg/ha)	Tukey (0.05)
1	2.0	3099	0	A
2	3.0	2919	180	A B
3	4.0	2615	484	B

Sx= 88.93589

Aunque estadísticamente no se detectaron diferencias significativas para la interacción espaciamientos – densidad de siembra, se observo que las mejores interacciones son con el espaciamiento de 0.60 m y con los niveles bajos de densidad de siembra de dos y tres kg de semilla por hectárea (Cuadro 25), donde los rendimientos superaron las 3.3 toneladas por hectárea, superando al mejor tratamiento de otra separación en más de media tonelada de grano. En tanto los menores rendimientos se obtuvieron con la separación a 0.80 m con los niveles altos de densidad de siembra de 3.0 y 4.0 kg de semilla donde se tienen disminuciones en rendimientos superiores a 1.0 tonelada por hectárea.

Cuadro 25. Rendimiento de grano de canola en la interacción espaciamiento x densidad de siembra. INIFAP. O.I.2004/2005

N°	Espaciamiento (m)	Densidad (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia (kg/ha)
4	0.60	2.0	3548	0
5	0.60	3.0	3363	185
7	0.80	2.0	2963	585
2	0.40	3.0	2942	606
6	0.60	4.0	2926	622
1	0.40	2.0	2785	763
3	0.40	4.0	2631	917
8	0.80	3.0	2451	1097
9	0.80	4.0	2288	1260

En general la tendencia en el rendimiento de grano de canola es a la disminución al pasar del nivel bajo de densidad de siembra (2 kg/ha) a los niveles altos (3 y 4 kg/ha) en las tres separaciones entre surcos (Figura 3).

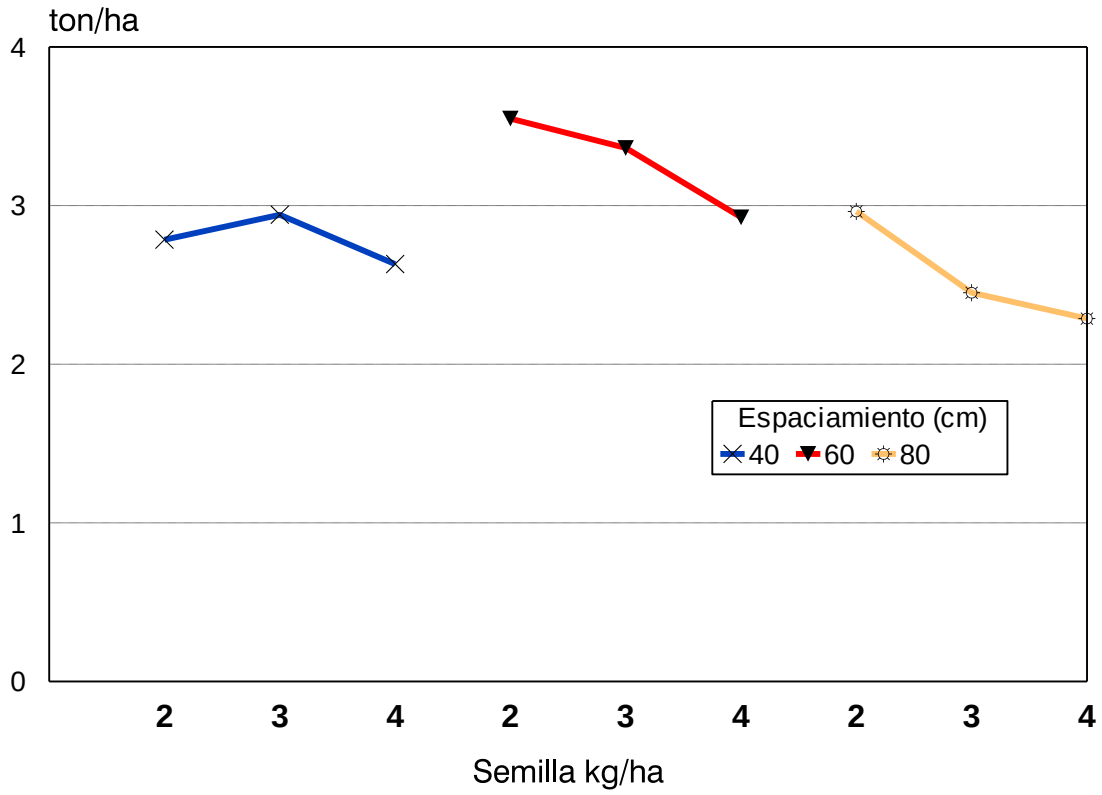


Figura 3. Tendencia de rendimiento de grano de canola a tres espaciamientos y tres densidades de siembra. INIFAP O.I. 2004/2005.

9.2 ANÁLISIS ECONÓMICO DE ESPACIAMIENTOS Y DENSIDADES DE SIEMBRA

Cuadro 26: Análisis económico de espaciamientos y densidades de siembra

N° Trat	Esp (cm)	Dens (Kg/ha)	Rend (ton/ha)	Valor Prod ($/ton)	Ingr Bruto ($/ha)	Costo Cultivo ($/ha)	Ingr Neto ($/ha)	Tasa Ret (%)	Prod Amort (kg)
4	0.6	2	3.548	3500	12418	6141	**6277**	102	1755
5	0.6	3	3.363	3500	11771	6311	5460	87	1865
7	0.8	2	2.963	3500	10371	6141	4230	69	1689
2	0.4	3	2.942	3500	10297	6311	3986	63	1632
6	0.6	4	2.926	3500	10241	6480	3761	58	1580
1	0.4	2	2.785	3500	9748	6141	3607	59	1587
3	0.4	4	2.631	3500	9209	6480	2729	42	1421
8	0.8	3	2.451	3500	8579	6311	2268	36	1359
9	0.8	4	2.288	3500	8008	6480	1528	24	1236

El valor de la producción de este cultivo se refiere al ingreso objetivo fijado por ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria) el cual es un Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 2003.

El costo del cultivo es la sumatoria de todos los costos que se erogaron para una hectárea en el cual la única variante fue el costo de la semilla.

Ingreso bruto es resultado de multiplicar el rendimiento obtenido (ton/ha) por el valor de la producción ($/ton), sin restarle los costos generados.

Ingreso neto es el resultado de restarle al ingreso bruto todos los costos del cultivo. La importancia de la rentabilidad en este trabajo, es porque no siempre

el tratamiento que da el mayor rendimiento da el mayor ingreso neto y esto depende del costo de cultivo; y también puede ser que el tratamiento con el mayor ingreso neto sea el de mayor rentabilidad que nos dice que por cada peso invertido cuanto se recupera, en este caso el mejor tratamiento nos da $1.02 por cada peso invertido, es decir que tenemos 102% de rendimiento, recuperando el costo.

Tasa de Rentabilidad = (Ingreso neto / costo del cultivo) (100)

Tasa de Rentabilidad = (6277 / 6141) (100) = 102 %

Producción de amortización fue determinada para conocer cuánto grano de canola debemos producir por hectárea para recuperar los gastos, por lo que se divide el costo de cultivo entre el precio de venta multiplicado por 1000, nos da la producción de amortización (en kg).

Producción Amortizada = (Costo del cultivo) (1000) / Valor de producción

Producción Amortizada = (6141) (1000) / 3500 = 1755 kg.

En este caso el que mayor ingreso neto obtuvo fue el número 4 con espaciamiento de 60 cms y densidad de 2 kg/ha.

Los costos de producción prácticamente serian los mismos en todos los tratamientos cambiando únicamente el costo de semilla, la cual varía por la cantidad adquirida. De acuerdo a los estados de resultados el tratamiento

número 4 (60 cm y 2 kg) fue el de mayor utilidad bruta. Con $6,277 pesos por ha. (Cuadro 19).

9.3 Estados de Resultados por tratamientos del cultivo de canola en riego en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán.

Cuadro 27. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 2 kg de semilla y un espaciamiento de 0.60 m) en el valle Morelia Queréndaro, Michoacán.

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$12,418	100
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		$6,141	0.49
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicidas			
Riego- agua	390		
Aplic. De riego	800		
Semilla	339		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$6,277	0.51

Cuadro 28. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 2 kg de semilla y un espaciamiento de 0.80 m) en el valle Morelia Queréndaro, Michoacán

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$10,371	100%
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		6141	51%
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicidas			
Riego- agua	390		
Aplicación de riego	800		
Semilla	339		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$4,230	49%

Cuadro 29. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 2 kg de semilla y un espaciamiento de 0.40 m) en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán.

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$9,748	100%
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		6141	63%
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicidas			
Riego- agua	390		
Aplicación de riego	800		
Semilla	339		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$3,607	37%

Cuadro 30. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 3 kg de semilla y un espaciamiento de 0.60 m) en el valle Morelia Queréndaro, Michoacán.

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$11,771	100%
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		$6,311	53
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicida			
Riego- agua	390		
Aplicación de riego	800		
Semilla	508.5		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$5,460	47

Cuadro 31. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 3 kg de semilla y un espaciamiento de 0.80 m) en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán.

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$8,579	0.74
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		$6,311	
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicidas			
Riego- agua	390		
Aplicación de riego	800		
Semilla	508.5		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$2,268	36

Cuadro 32. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 3 kg de semilla y un espaciamiento de 0.40m) en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$10,297	100
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		$6,311	61
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicidas			
Riego- agua	390		
Aplicación de riego	800		
Semilla	508.5		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$3,986	39

Cuadro 33. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 4 kg de semilla y un espaciamiento de 0.60 m) en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán.

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$10,241	100%
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		$6,480	63
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicidas			
Riego- agua	390		
Aplicación de riego	800		
Semilla	678		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$3,761	37%

Cuadro 34. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 4 kg de semilla y un espaciamiento de 0.80 m) en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán.

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$8,008	100%
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		$6,480	81
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicidas			
Riego- agua	390		
Aplicación de riego	800		
Semilla	678		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$1,528	19

Cuadro 35. Estado de resultado del cultivo de canola de riego (con 3 kg de semilla y un espaciamiento de 0.40m) en el Valle Morelia Queréndaro, Michoacán.

CONCEPTO		VALOR	% CON BASE COMUN
VENTAS		$9,209	100%
COSTOS DE PRODUCCION DE LO VENDIDO		$6,480	70
Barbecho	$500		
Rastra	250		
Surcado	200		
Siembra	200		
Aplic. Herbicidas			
Riego- agua	390		
Aplicación de riego	800		
Semilla	678		
Fertilizante	2392.28		
Escarda	200		
Deshierbe	100		
Aplicación pesticida	100		
Insecticida	170		
Cosecha	500		
UTILIDAD BRUTA		$2,729	30

9.4 CONCLUSIONES

- El mejor rendimiento de grano de canola para el factor espaciamiento se obtuvo en la separación de 0.60 m superando a los de 0.40 m y 0.80 m en 493 y 712 kg/ha respectivamente.

- Para el factor de estudio densidad de siembra las mayores producciones se obtuvieron con 2.0 y 3.0 kg/ha, con incrementos del 18 y 11 % en el mismo orden respecto al nivel alto de 4.0 kg/ha.

- En la interacción de los dos factores de estudio, los mayores rendimientos de grano al 8 % de humedad fueron los tratamientos que tuvieron como base la separación de 0.60 m con 2.0 y 3.0 kg/ha, con producciones superiores a las 3.0 t/ha. Con lo anterior se demuestra que la primera hipótesis es correcta.

- Los costos de producción variaron solo por los niveles de la cantidad de semilla utilizada que en el mercado tuvo un precio de $ 170.00 kg.

- El análisis económico, mostró que el tratamiento de mayor ingreso neto fue el de la siembra a 0.60 m con 2.0 kg/ha de semilla, que obtuvo $ 7,027.00 por hectárea con precios de insumos y venta de grano del 2005.

- La mayor tasa de retorno o ganancias por peso invertido fue de $ 1.30 y se obtuvo en el tratamiento de 0.60 m entre hileras o surcos con 2.0 kg/ha de semilla, por lo tanto la segunda hipótesis es aceptada ya que los tratamiento N° 4 y 5 con interacción de 0.60 m de distancia entre surcos y densidades de 2.0 y 3.0 kg/ha permiten incrementar la rentabilidad por hectárea de hasta un 102 %**.**

BIBLIOGRAFIA

Aguilar F.P. 2005. Canola, Una excelente alternativa para la conversión productiva en valles altos de México. http://www.oleaginosas.org/art_122.shtm

Angadi S. V., H. W Cutforth., B. G. McConkey and Y. Gan. 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semiarid conditions. Crop Science 43:1358-1366 (2003).

Burton J. L and Hanson B. K. 2003. Row-Spacing Interactions on Spring Canola Performance in the Northern Great Plains. Agronomy Journal.95:703-708

Ciampitti, I.A. y F. Garcia. 2009. Requerimientos Nutricionales. Absorción y Extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, Oleaginosos e Industriales. IPNI. Disponible en http://www.ipni.net/lasc

Canola Council of Canada 2002. http://www.canola-council.org/

Cepeda V.M.A., Venegas G.E., Gómez L.B.L. y Martínez F.H.E. 2006. Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento y contenido de aceite de canola (B*rassica* *napus* L) bajo riego en la región templada de México. Folleto Técnico Nº 5. INIFAP-CIRPAC- C.E. Uruapan, México. 19 p.

Cepeda V. M. A., Gómez L. B. L. y Venegas G.E. 2010. Guía para cultivar canola bajo riego en Michoacán. Guía Técnica Núm. 1 SAGARPA. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México. 33 p.

Díaz H.R. 2009. Metodología para la producción de canola en sus diferentes usos en el Estado de México. http://www.utep.inifap.gob.mx/tecnologias/Agricolas/MetodologiasparalaproduccindecanolaensusdiferentesusosenelEstadodeMexico.pdf

Hernández M. M. y Castillo T. N. 2007. Componentes tecnológicos del cultivo de la canola en Guanajuato para el ciclo otoño – invierno. http://www.rniaf.org.mx/2007/memoria/resumenes/oleaginosas/oleaginosas1.pdf

http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81lvaro_Obreg%C3%B3n_(municipio)

http://www.canola-council.org/chapter8.aspx

Johnson B. L. And Hanson B. K. 2003. Row-Spacing Interactions on Spring Canola Performance in the Northern Great Plains. Agronomy Journal 95:703-708 (2003)

Martínez R.O. 1970. Eficiencia de los diseños experimentales usados en algodón. *Agronomía Tropical. 20(2): 81-95*

Mazzilli S. y Hoffman E. 2010. Respuesta a la fertilización con azufre en el cultivo de colza-canola en suelos del litoral norte de Uruguay. Informaciones Agronómicas #46: 18 -21

Michigan State University. 1987. MSTAT versión 4.

Morón, M.A. y Terrón L.A. 1988. Entomología práctica. Instituto de Ecología. México, D.F. 1ª edición. 504 p.

Morrison, M.J., McVetty, P.B.E. and Scarth, R. 1990. Effect of row spacing and seeding rates on summer rape in southern Manitoba. Canadian Journal of Plant Science 70,127-137

Muñoz V.S., A. Morales C., E. Ortiz E., M. Cortes J., y E. Contreras C. 1999. Guía para producir Canola en el sur de Sonora. SAGAR. INIFAP. Folleto para productores N° 33. 28p.

Pozzolo O., Ferrari H. y Curró C. 2008. Colza - Canola. Implantación. http://www.elsitioagricola.com/articulos/pozzolo/Colza%20Canola%20Implantacion.asp#

Tisdale, S.L.; W.L. Nelson y J.D. Beaton. 1985. Soil and fertilizer sulfur, calcium and magnesium. In: Soil fertility and fertilizers. Capitulo 8. p 292-328

Van Oppen. 2003. Los sí y los no de la colza. www.agromail.net