

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**“CARACTERIZACION DE DIEZ VARIETADES DE CANOLA  
(*Brassica napus* L.) BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLOGICAS  
DE LA COSTA DE HERMOSILLO”**

**T E S I S**

**KARLA GUADALUPE ALDAY BUSTAMANTE**

**MARZO DEL 2004**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**“CARACTERIZACION DE DIEZ VARIEDADES DE CANOLA  
(*Brassica napus* L.) BAJO LAS CONDICIONES  
AGROECOLOGICAS DE LA COSTA DE HERMOSILLO”**

**TESIS**

**KARLA GUADALUPE ALDAY BUSTAMANTE**

**MARZO DEL 2004**

**CARACTERIZACION DE DIEZ VARIETADES DE CANOLA (*Brassica napus*  
L.) BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLOGICAS DE LA COSTA DE  
HERMOSILLO.**

**TESIS**

Sometida a la consideración del  
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

Por

Karla Guadalupe Alday Bustamante

Como requisito parcial para obtener  
el título de ingeniero Agrónomo  
Fitotecnista

Marzo del 2004

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

**CONSEJO PARTICULAR**

DIRECTOR.



---

ING. JOSE ALBERTO AVILA MIRAMONTES

ASESOR



---

MC. DAMIAN MARTINEZ HEREDIA

ASESOR



---

ING. JESUS AVILA SALAZAR

## AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios por ser mi guía y ayudarme en mi superación personal y profesional , Gracias Dios por darme fuerzas para realizar todas mis metas.

Le agradezco a la Universidad de Sonora por darme la oportunidad de cursar la carrera de Ingeniero Agrónomo.

Al Departamento de Agricultura y Ganadería le doy las gracias por aceptarme como su alumna y brindarme ayuda para realizar mis estudios y proyectos.

Al Ing. José Alberto Avila Miramontes con mucho respeto y admiración por asesorarme en este trabajo de investigación, por su amistad y su motivación para realizar exitosamente este proyecto

Al Ing. Jesús Avila Salazar por ser un guía profesional para realizar este trabajo y agradezco todos los conocimientos que me brindo durante mis estudios.

Al M.C. Damián Martínez Heredia, por brindarme sus conocimientos durante mi carrera y apoyarme en la realización de esta tesis.

## DEDICATORIA

**A mis Padres,** Jesús Alday Huguez y Amparo Bustamante Espinoza, con todo mi amor por haber sido mi ejemplo y por ser un gran apoyo para salir adelante en mi carrera y en mi vida personal.

**A mis Hermanos:** Juan Alvaro Alday Bustamante y Jesús Alday Bustamante, con mucho cariño por haberme apoyado económica y moralmente, para salir adelante.

**A mi Esposo:** Esaul Ferreira López, por estar a mi lado día a día y ser un gran apoyo en mi superación profesional y personal.

**A mi Hijo:** José Angel Ferreira Alday, por ser el motivo principal en mi vida y que llego en el momento preciso para motivarme a llegar al final de este trabajo.

**A mis Compañeros:** Emmanuel Carrillo I y Marco A. Guzmán Trasviña, que me ayudaron en la realización de este trabajo y me brindaron todo su apoyo.

**A todos los Maestros y Amigos** que me brindaron su afecto en el transcurso de esta carrera.

**A todo el Personal** que de alguna manera coopero en la realización de este proyecto.

## CONTENIDO

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	<i>vi</i>
RESUMEN	<i>vii</i>
INTRODUCCIÓN	1
LITERATURA REVISADA	3
MATERIALES Y METODOS	21
RESULTADOS Y DISCUSIONES	24
CONCLUSIONES	31
LITERATURA CITADA	33
APENDICE	36

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO 1. Análisis Bromatológico del rastrojo de la Canola Híbrido Hyola 401, y otras especies vegetales en base a materia seca.

CUADRO 2. Comportamiento de los días a inicio de floración de 10 variedades de Canola.

CUADRO 3. Comportamiento en los días a final de floración de 10 variedades de Canola.

CUADRO 4. Comportamiento en la altura de 10 variedades de Canola.

CUADRO 5. Comportamiento en madurez en 10 variedades de Canola.

CUADRO 6. Comportamiento en rendimiento en 10 variedades de Canola.

CUADRO 7. Porcentaje de aceite extraído y de humedad de 10 variedades de Canola.

CUADRO 8. Peso de 1000 semillas de 10 variedades de Canola.

FIGURA 1. Efecto de la temperatura sobre la velocidad de respiración de la silicua.

FIGURA 2. Cambio en la velocidad de asimilación de la silicua respecto al tiempo con temperaturas de 20, 30, 35 y 40°C.

FIGURA 3: Representación gráfica del efecto de las temperaturas máximas y mínimas dentro del periodo comprendido por los meses de enero a junio.

## RESUMEN

La Canola es una oleaginosa de gran importancia por la calidad de la harina, la cual tiene un porcentaje de proteína y una composición de aminoácidos similar a la harina de soya. Esta oleaginosa se encuentra ocupando el tercer lugar de los granos oleaginosos en forma mundial, el cuarto lugar de los aceites y el cuarto de las harinas proteicas. Su mayor desventaja es la falta de conocimiento del manejo del cultivo en México.

La expresión del rendimiento de este cultivo depende del genotipo clima y localidad, fecha de siembra y el cuidado que se le dé al cultivo en su manejo agronómico. Hoy en día se han realizado varios trabajos con este cultivo, evaluando nuevos cultivares, fechas de siembra y diferentes métodos de siembra para incrementar su rendimiento; dichos trabajos han sido satisfactorios ya que se han obtenido resultados superiores a la soya. Para el Estado de Sonora este cultivo representa una opción para el ciclo otoño-invierno, por su bajo requerimiento hídrico y por sus costos de producción menores comparados con el trigo y a su ciclo más corto que el Cartamo.

Este trabajo se llevo a cabo en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, en el ciclo otoño-invierno. Se utilizo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variedades que se evaluaron fueron: Western, Maggellyn, Scoop, Cavalier, Monty, Kardo, Hyola 401, Hyola 330, Hyola 42 y Hyola 308.

Dentro de los resultados obtenidos se encontró que la variedad que mostró un mayor rendimiento fue la Hyola 401 con una media de 1,400 Kg./Ha seguida de Hyola 42 con un rendimiento de 1,028 Kg./Ha, presentándose la variedad Magellin como la de menor rendimiento con 539 Kg./Ha. Las variedades Magellin, Cavalier, Kardo y Scoop se comportaron con un ciclo tardío con 90.5, 87.25, 86.25 y 86 días a final de floración, encontrándose que los tipos Hyola y Monty como más precoces, ( $\leq 82.25$  días). En cuanto al contenido de aceite se encontró que en general todas las variedades mostraron porcentajes bajos de aceite en la semilla, provocado probablemente por las condiciones de alta temperatura que se presento durante la floración y formación de grano los cuales fluctuaron de 28.40 a 20.8%.

## INTRODUCCION

La Canola *Brassica spp.* es conocida en México con los nombres de nabo, mostacilla y colza. La semilla de Canola es una fuente importante de aceite, tanto por su uso comestible e industrial y la pasta que se obtiene una vez extraído el aceite, es utilizado en la preparación de alimentos para la ganadería.

La importancia del cultivo de Canola en el ámbito mundial, está dada principalmente por su calidad de su aceite y de su harina, la cual tiene un porcentaje de proteína y una composición de aminoácidos similar a la harina de soya. La virtud de la Canola como fuente alimenticia, justifica su superficie sembrada y su producción mundial. De los 200 millones de toneladas aproximadamente que se han producido de granos oleaginosos en el último trienio, la Canola ocupa el tercer lugar, con 11.4%; de las harinas proteicas ocupa el cuarto lugar con un 6.1%; y de los aceites vegetales comestibles un cuarto lugar con un 14%.

En la región agrícola de la Costa de Hermosillo se han efectuado varios trabajos con algunas variedades de Canola, tanto en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, como en el Campo Experimental del INIFAP del Valle del Yaquí y en la Costa de Hermosillo. En estas evaluaciones se ha visto un buen comportamiento de este cultivo, sin embargo los materiales que se habían evaluado en ese entonces presentaban ciertas características que han sido mejoradas en los últimos años, desarrollándose materiales con características agronómicas más adecuadas.

El aceite extraído de la semilla de Canola es utilizado en la elaboración de caucho sintético, también como lubricante para cierto tipo de maquinaria, a su vez se emplea para consumo directo o mezclado con aceite de oliva, pero también sirve para elaboración de manteca vegetal, margarina y jabones finos, también ha tenido magnífico resultado como alimento del ganado, gracias a que resulta un poco más barata su obtención. El contenido de aceite varía ampliamente con el año, localización, maduración de la cosecha, fertilidad del suelo y variedad.

La Canola es el tercer más grande productor de aceite vegetal cultivado en el mundo con 18 millones de hectáreas en producción. Canadá se encuentra por encima de cualquier otro país en el mundo en lo que a producción de Canola se refiere. No nos sorprende entonces, que Canadá posee el 60% del total de aceite de Canola que llega al mercado.

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar el comportamiento de nuevos materiales de Canola y su potencial productivo, bajo las condiciones de la Costa de Hermosillo; caracterizar dichos materiales; obtener material suficiente para la elaboración de nuevos proyectos; y contar con la suficiente información disponible para el productor en la siembra de este cultivo, en la región de la Costa de Hermosillo.

## LITERATURA REVISADA

La Colza es una oleaginosa originaria de Asia. A diferencia de la mayoría de las especies de oleaginosas la Canola proviene de 3 especies: *B. campestris*, *B. napus* y *B. juncea*. *B. campestris* es una especie de polinización abierta y tiene un periodo de crecimiento mas corto que la especie autofecundada de *B. napus*, (Busch, et. al., 1994).

En la India, China y la parte norte y central de Europa se ha cultivado la Colza durante muchos siglos para la obtención de aceite para lamparas y cocina. Pero a diferencia de la mayoría de los cultivos que cruzaron el Océano hace varios siglos esta fue introducida a Canadá en 1936 por un emigrante Polaco de nombre Fred Solvonee, (Busch, et. al., 1994).

La Colza (*Brassica campestris* L.) se ha venido cultivando desde tiempos muy remotos, fue conocida por los Griegos y Romanos, que la utilizaron ampliamente para la alimentación, pero otros autores aseguran que es originaria de Europa, pero como centro primario a Francia, España, China y Canadá. Algunos señalan que el nombre se obtuvo de la contracción de Canadian Oil Low Acid (Sánchez, 1992).

Este cultivo es sumamente controvertido, por las diferentes opiniones de autores en cuanto a su clasificación, ya que unos autores la mencionan como *Brassica campestris* var. oleífera, *Brassica napus*, *Brassica campestris*, sin embargo otros la citan como *Brassica campestris* var. toria, *Brassica napus* var. oleífera, *Brassica napus* var. arenis f. annua, y otras más. Sid Pawlowskai de la estación de Saskaton cruzo exitosamente dos especies de Colza, *Brassica rapa* y *B. campestris* e introdujo una tercera especie, *B. juncea*. Podemos notar que la nomenclatura de esta especie no está bien definida, esto se puede deber a su facilidad para cruzarse entre ellas. *Brassica* en latín significa col y *napus* por su raíz napiforme alargada (Busch, et. al., 1994; Robles, 1991).

Canola es el termino aplicado para distinguir variedades de colza (de las especies *Brassica napus* y *B. rapa*), estas dos especies fueron introducidas a Canadá por el Departamento de Agricultura antes de la segunda guerra mundial, ambos cultivos fueron utilizados como cultivos de primavera, las cuales producen alta calidad de aceite comestible y alimento para animales. Normas Gubernamentales exigen que el aceite extraído de la Canola producido para consumo humano contenga menos del 2 porciento de ácido érucico y que la pasta para alimento animal contenga menos de 30 micromoles por gramo de pasta, de glucosinolatos. Cuando una variedad esta excenta de ácido érucico se le denomina variedad "cero" y si además está libre de glucosinolatos se le denomina "doble cero"; en 1974 Baldur Stefanson desarrollo la primera variedad de *B.napus*, cero erucico y bajo glucosinolatos y en 1977 Downey libero una nueva variedad (Candle) la cual se volvió la primera variedad de *B. campestris* baja en glucosinolatos, y cero ac.erucico, (Ameri-Can 1992; Busch, et. al., 1994; Muñoz et. al., 2002).

La Canola o Colza doble 00, es el segundo grano oleaginoso después de la soya y dentro del mercado de los nueve principales aceites vegetales, con una producción de 11.5 millones de toneladas, aporta el 12.5 % de la producción mundial de esos aceites, ocupando el tercer lugar luego de la soya y la palma. En cambio ocupa el cuarto lugar, después de la palma (47% del total), la soya (27%), el girasol (7.6%), representando el 6.2% en el comercio mundial. En el ciclo agrícola 98/99 se cosecharon 30.9 millones de toneladas de Colza contra 158 millones de toneladas de soya (Van, 2000; AgroNet 2002). [www.agromail.net/agro/t64.html](http://www.agromail.net/agro/t64.html) ; [www.agronet.com.mx](http://www.agronet.com.mx)

Los principales países productores de Canola son la India, la cual produce 1.28 millones de toneladas anualmente, y la China, que produce anualmente 9.5 millones de toneladas al año. A este cultivo en otros países también se le dedican grandes extensiones; Tal es el caso de Canadá, Francia, Suecia, Alemania, Eslovaquia e Inglaterra. España es un país poco representativo en cuanto a la superficie destinada al cultivo de la Canola (Van, 2000; Muñoz et. al, 2000).

[www.agromail.net/agro/t64.html](http://www.agromail.net/agro/t64.html).

Los principales países importadores de Canola producido en Canadá y Australia, han sido Japón y México. Durante el año del 2000, hasta el mes de octubre del mismo año, México había importado 800 mil toneladas de grano principalmente de Canadá, país que a nivel mundial es el principal exportador, y quien determina el precio internacional, el cual ha fluctuado de 190 a 306 dólares la tonelada (Muñoz *et. al.*, 2000)

La Canola en México, es conocida como Nabillo, Nabo o Mostacilla, los agricultores la identifican como una maleza anual en los cultivos de trigo, cebada, maíz, alfalfa y avena; en otros países la consideran también maleza invasora de terrenos descuidados (Robles, 1991).

En México, la Colza es factible de sembrarse en la Mesa Central, con buenos rendimientos usando las mejores variedades, que en forma comercial puede producir perfectamente los 1,500 Kg./Ha, dicho esto, con base en los rendimientos que se obtuvieron en forma experimental (Rodríguez, 1974).

En el Sur del Estado de Sonora se evaluaron experimentalmente híbridos provenientes de Canadá, obteniéndose excelentes resultados en rendimientos, niveles de la calidad del aceite, proteína y análisis del rastrojo; al comparar el análisis bromatológico del rastrojo se obtuvieron mejores resultados que el maíz, sorgo y trigo. En lo que respecta a riegos, fechas de siembra, densidad de población, etc. Se obtuvieron rendimientos comerciales de hasta 3.6 Ton/Ha (Muñoz *et. al.*, 2001).

Cuadro 1. Análisis bromatológico del rastrojo de canola híbrido Hyola 401, y otras especies vegetales en base a materia seca.

COMPONENTE %	CANOLA	MAIZ	SORGO	TRIGO	ALGODÓN
Proteína cruda	8.8	6.0	5.4	3.8	4.3
Fibra cruda	47.0	34.0	33.0	41.0	48.0
Fósforo	0.22	0.09	0.11	0.08	0.10
Calcio	1.45	0.49	0.40	0.17	0.16
Grasa cruda	11.8	—	—	—	—

Fuente: (Muñoz *et. al.*, 1999).

La importancia del cultivo de Colza (Canola) a nivel mundial, esta principalmente por la calidad de su aceite y de su harina, la cual tiene un porcentaje de proteína y una composición de aminoácidos similar a la harina de soya (Finazzi, 1992).

El contenido de aceite varia ampliamente con el año, localización, maduración de la cosecha, fertilidad del suelo y variedades (Robles, 1991).

En Colza (Canola), el contenido de aceite es el doble mas alto que la soya, y la harina tiene escasamente menos proteína; tiene mas contenido de fibra que soya, mucha de la cual se encuentra en la cascara. Muchos estudios han mostrado considerable variación en el contenido de proteínas, entre especies, cultivares y muestras de ciertos cultivares. También se ha observado variaciones significativas en grasa cruda y contenido de proteína cruda en la semilla; estas variaciones fueron influenciadas por el genotipo del ambiente (Salunkhe et. al, 1991).

El aceite de Colza es quizá el derivado más importante de dicha semilla, debido a las características que ofrece. Por un lado, la semilla esta dentro de las oleaginosas con mayor rendimiento de aceite, la cual obtiene una torta que representa el 60% de su peso; por otro lado, la calidad y el carácter saludable del aceite, que es usado en la elaboración de caucho sintético, manteca vegetal, margarinas, jabones finos, como lubricante para maquinaria y a su vez para consumo directo; todas estas características hacen que sea demandada por diversos mercados, especialmente los de los países desarrollados (Ortega y Ochoa, 2003; Robles, 1991; Muñoz et. al, 2002)

Los aceites extraídos del genero *Brassica*, se caracterizan por tener un alto contenido de ácido érucico (1,3-decanosenoico), el cual provoca ciertas afecciones cardiacas, por lo cual se ha logrado producir semillas de variedades de Canola llamadas "Gold" y "Tower" que producen aceite con bajo contenido de ácido érucico. Este aceite también es caracterizado por tener un porcentaje de ácido linoleico algo bajo, ya que su exceso es contraproducente, por lo que para la fabricación de margarinas conviene mezclar este

aceite con otros aceites para suplir la escasez de dicho aceite (Aguirre y Alcantar, 1979; Guerrero, 1999).

Los principales ácidos grasos contenidos en el aceite de Colza son: 57% de ácido erúcico, 14.5% de ácido linoleico, 20.2% de ácido oleico; por otra parte la digestibilidad de la Colza esta entre 98% y 99% para el hombre y 77% de digestibilidad para ratas; la composición de las semillas esta dada por 45% de aceite, 20% de proteínas y la torta que se obtiene después de la extracción del aceite es de 30 a 35% de proteína (Robles, 1991).

El aceite y la harina de la colza contienen ácido erúcico y glucosinolatos; dos sustancias que pueden ser nocivas. Según diversos experimentos realizados con ratas de laboratorio, el ácido erúcico puede provocar, a grandes dosis, deformaciones adiposas de los tejidos musculares del corazón; por lo que se exige que el aceite para uso alimenticio contenga menos del 1% de este ácido, y si contiene mas del 50% se usa en la industria química, textil, plásticos, detergentes y lubricantes. Los glucosinolatos producen, en ciertas cantidades, efectos dañinos en la tiroides; por lo que fitogenetistas han logrado bajar su contenido en la pasta de colza, hasta 16  $\mu$ moles/gr comparado con anteriores cultivares de colza que tenían 30  $\mu$ moles/gr (Muñoz et al., 2002; Hickling, 2001; Landavazos, 1988). [www.canola-council.org](http://www.canola-council.org)

En 1961, se reportó que el ácido erúcico en el aceite de Colza constituye aproximadamente el 40% del total de los ácidos grasos; por lo que tuvieron que desarrollarse nuevas variedades de Canola para bajar el nivel de ácido erúcico a cero; esto se caracteriza porque eleva el contenido de ácido oleico y aun mas los niveles de ácido linoleico y ácido linolenico en comparación con las variedades viejas, el rango de las variedades nuevas va desde 0.2 a 2.0% (Palafox et. al., 1983; Salunkhe et. al., 1991).

Los glucosinolatos y la hidrólisis de estos productos han presentado un mayor obstáculo en la utilización de la harina de la colza para la nutrición de animales y humanos; esto se debe a la presencia de la enzima myrosina que es responsable de las propiedades indeseables de esta harina, por ello se debe destrozarse completamente esta

enzima y así obtener harina de buena calidad, se ha comprobado que esta enzima aunque no inhibe completamente la hidrólisis de glucosinatos, incrementa grandemente la calidad nutricional de la harina. En 1985 se probaron tratamientos severos para la eliminación de glucosinatos en la harina de Colza, donde el tratamiento de harinas con metanol eliminó cerca del 55% de glucosinatos presentes en la harina de la Colza (Salunkhe et. al., 1991).

La pasta de la Canola tiene varias características nutritivas fuertes que le añaden valor de un buen balance de aminoácidos con niveles especialmente elevados de metionina, cistina e histidina. Tiene también valores elevados de fósforo, por otra parte para el ganado vacuno y las gallinas ponedoras se le da un valor a la pasta de Canola. También el ganado bovino y el porcino tienen capacidad de extraer más energía de la pasta de Canola en los alimentos para ganado bovino y porcino.

#### **Descripción Botánica.**

La Colza es una planta anual que requiere climas templados-fríos, húmedos, con temperaturas relativamente baja en floración y suficiente reserva de agua en el suelo en esta época; las temperaturas elevadas favorecen el desarrollo vegetativo y reducen el rendimiento (León, 1978).

La canola es una planta de la familia de las Crucíferas. Su raíz principal es pivotante, llegando ésta a considerable profundidad; sus raíces primarias con buena aptitud para ramificarse, colonizan una buena porción de terreno, sobre todo si la raíz principal encuentra obstáculo para adelantarse en el terreno (Muñoz et. al., 2002).

Su tallo alcanza fácilmente el 1.40-1.80 m de altura es erecto, simple y ramificado, de consistencia herbácea, la altura depende de la variedad y la región agrícola (Robles, 1991; Muñoz et. al., 2002).

Las hojas inferiores de la planta son pecioladas, las superiores lanceoladas u oblongo-lanceoladas y enteras. Son ásperas al tacto de color verde claro, con aurículas

grandes y borde casi entero; las hojas inferiores son mas grandes y son dentadas, con un lóbulo terminal obtuso, normalmente son ciliadas en los bordes y con pelillos suaves y cortos (Robles, 1991; Muñoz et al., 2002).

Las flores son de color amarillo brillante, hermafroditas, actinomorfas y se encuentran dispuestas en una inflorescencia racimosa, pediceladas, su perianto se diferencia perfectamente, en cáliz y corola de 4 sépalos y 4 pétalos que es una característica de las *Brassicas*, la flor es completa perfecta; el androceo esta constituido por seis estambres tetradinamos, las anteras tienen dehiscencia longitudinal y la polinización de este cultivo es cruzada, el ovario es supero bilocular y carpelar, dividido por un falso tabique que separa a los dos carpelos, (Sanchez, 1992).

El fruto es una silicua de 3 a 4 mm. de ancho y 6 a 7 cm de largo. Cada uno de estos frutos contiene de 10 a 20 semillas, de color amarillo claro, negro o pardusco, según la variedad, de forma ovalada o ligeramente esférica (Landavazos, 1988).

Las semillas son esféricas, de 2 a 2.5 mm de diámetro y una vez maduras tienen un color pardo, rojizo (Muñoz et al., 2002).

#### **Condiciones Agro climáticas.**

La Canola es un cultivo considerado de amplia adaptación produciendo bien en muchas áreas bajo condiciones de temperaturas variadas. Sin embargo, las dos especies de Canola, *Brassica napus* y *B. rapa* varían en su habilidad para producir tanto bajo condiciones adversas como aceptables. Tanto la temperatura ambiental como del suelo afectan fuertemente el desarrollo y la productividad de Canola. Funciones como la evapotranspiración; fotosíntesis; absorción de agua y nutrientes; transporte; actividad enzimática; y otras actividades químicas y biológicas son reguladas por la temperatura (Canola-Council of Canada, 2001). [www.canola-council.org/production/growdegr/html](http://www.canola-council.org/production/growdegr/html)

La Colza y/o Canola es una especie que no soporta las temperaturas inferiores a los 2 o 3°C bajo cero desde la germinación hasta que alcanza el estado de roseta, pero en este estado puede soportar hasta los 15°C bajo cero e incluso los fríos le favorecen, porque

desarrolla más la raíz. Para el suelo se recomienda temperaturas superiores a los 10°C al momento de la siembra (Guerrero, 1999; Van, 2000). [www.agromail.net/agro/t64.html](http://www.agromail.net/agro/t64.html).

Shaykewich, (2001), menciona que las diferentes etapas de desarrollo del cultivo son estimadas utilizando la acumulación de grados-día para una temperatura base de 5°C y que la Canola responde a diferentes intervalos de temperaturas dependiendo de la etapa fenológica.

Existe un rango de temperaturas sobre la cual se lleva a cabo el crecimiento y desarrollo de la Canola. La temperatura mínima para el desarrollo de Canola es de 5°C, esta temperatura es considerada como temperatura base debajo de la cual ocurre un nulo crecimiento de la planta. La Canola es un cultivo de una estación fría donde su mejor desarrollo ocurre bajo temperaturas de 12 a 30°C estimándose como la temperatura óptima 20°C. Las altas temperaturas al momento de floración pueden reducir el periodo de la floración a la madurez; De igual manera acortan el tiempo en que la flor se encuentra receptiva al grano de polen, también reduce el tiempo en la liberación y viabilidad del grano de polen. Esto puede disminuir el número de silicuas por planta así como el número de semillas por silicua resultando finalmente un bajo rendimiento. Al parecer *Brassica rapa* es más susceptible a este daño que *B. napus* (Canola-Council of Canada, 2001).

[www.canola-council.org/production/growdegr/html](http://www.canola-council.org/production/growdegr/html)

El desarrollo fenológico en las especies de *Brassicaceae* es principalmente alterado por el fotoperiodo y la temperatura con una reducción general de sus fases cuando se incrementa la longitud del día y/o la temperatura. Morritson y Col., (1989) citado por Robertson menciona que plantas que se desarrollaron a temperaturas de 22 o 25°C fueron estériles y no tuvieron un desarrollo fenológico normal (Robertson, et. al., 2002).

En un experimento desarrollado bajo cámaras de crecimiento se encontró que temperaturas diarias de 35°C causaron fuertes daños a los órganos reproductivos en las 3

especies (*B. napus*, *B. rapa* y *B. juncea*) teniéndose el efecto más severo en las etapas de floración y desarrollo de la silicua, (Miller, 1999).

[www.scdc.sk.ca/php.bin/articles/a039.html](http://www.scdc.sk.ca/php.bin/articles/a039.html).

Kimber y Gregor, (1995) Citan que plantas de canola que se desarrollaron bajo temperaturas diurnas/nocturnas de 27/17°C y 30/20°C en ambiente controlado produjeron flores estériles y no se tuvo producción de semillas.

Las variedades de primavera de canola son sembradas en los estados del norte de Estados Unidos tales como Minesota, Dakota del Norte y Montana. Sin embargo, las variedades de canola de primavera que se siembran en Nebraska no tiene buenos rendimientos debido a las altas temperaturas de verano 85°F a 90°F (29.2 a 32.7°C). Las altas temperaturas durante el periodo de floración y llenado de grano reducen tanto la calidad como el rendimiento en canola, (Grombacher y Nelson., 1992).

Condiciones muy cálidas combinadas con una deficiencia de humedad (sequía) pueden causar marchitamiento, donde las flores del racimo se tornan de un color café y se secan, resultando en fuertes perdidas de rendimiento. Cuando las silicuas están en floración, sin embargo, una combinación de altas temperaturas y poca humedad en esta etapa puede afectar severamente la formación de la semilla, el contenido de aceite y su tamaño. El contenido de aceite en la semilla es mayor cuando las semillas maduran bajo condiciones de temperaturas de 10 a 15°C. Altas temperaturas durante la maduración de la semilla resulta en una reducción en el contenido de aceite (Canola-council of Canada, 2001). [www.Canola-council.org/production/growdegr/html](http://www.Canola-council.org/production/growdegr/html)

Waltom y Bowlden, (1999), Condujeron una serie de experimentos en varias localidades para ver el efecto de la fecha de siembra y variedades sobre el contenido de aceite y rendimiento de canola. Encontraron que tanto los rendimientos como el contenido de aceite, tuvieron una correlación positiva en la precipitación en pos-anteses y una correlación negativa en cuanto a la temperatura de tal manera que una condición

de temperaturas frescas durante el desarrollo de la semilla tuvieron un mayor contenido de aceite y rendimiento.

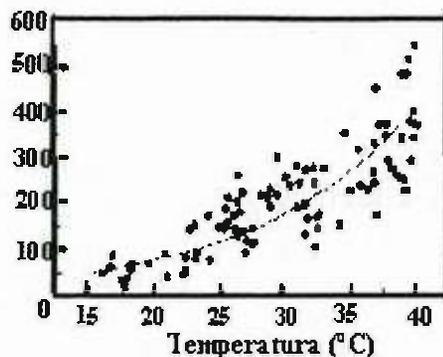
Nutall y Col., (1992) encontraron que el rendimiento de grano de canola estuvo correlacionado positivamente a la precipitación y negativamente a la temperatura media máxima diaria para los meses de julio y agosto. El efecto de la temperatura, y de la precipitación fue mayor cuando las dosis de Nitrógeno y Fósforo fueron mas altas (134-30-00), por lo que un incremento en la temperatura de 21 a 24°C resultó en una reducción en el rendimiento de canola de aproximadamente de 400Kg./ha.

De los niveles de ácidos grasos polinsaturados que son fuertemente influenciados por el ambiente durante la maduración de la semilla y la acumulación de aceite, por altas temperaturas durante la acumulación de aceite, tiende a reducir los niveles de ácidos grasos polinsaturados como linoleico y linolenico incrementando los niveles de ácido oleico en líneas de Colza con bajo contenido de ácido érucico, (Kimber y Gregor, 1995).

La respiración oscura se incrementa aproximadamente 6 veces conforme la temperatura se incrementa de 16 a 40°C donde el intercambio de oxígeno puede ser referido en función de la temperatura mediante la ecuación:  $\ln R_d = 2.67 (\pm 0.165) + 0.0826 (\pm 0.0054)T$  con un  $R^2 = 0.72$ . La tasa de asimilación de  $CO_2$  es afectada en forma inversa por la temperatura la cual decrece su sensibilidad con el tiempo, por ejemplo a los 24 días después de plena floración se estimó que la asimilación de  $CO_2$  varía de 180 y 500 mg con incremento de temperatura de 20 a 40°C. Este efecto se vuelve progresivamente menos marcado con la edad de la silicua (Whitfield, 1992)

El efecto de la temperatura se atribuye en gran medida al componente respiratorio del balance de Carbono de la semilla y la silicua; de acuerdo a la figura 1, obtenida por Whitfield, 1992.

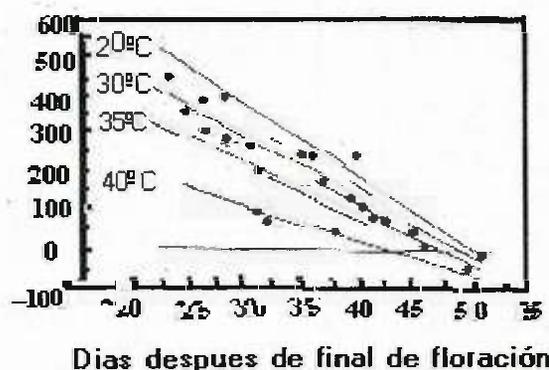
**velocidad de respiracion de la silicua**



**Figura 1. Efecto de la temperatura sobre la velocidad de respiracion de la silicua**

Los cambios en la tasa de respiración fueron relativamente pequeños a temperaturas menores de 20°C. La variación en la temperatura nocturna es muy similar a que tienen menos efecto en el balance de carbono en la silicua, que aquellos que afectan la tasa de asimilación durante el día. También se sugiere que las altas temperaturas pueden reducir tanto la tasa positiva de asimilación de CO<sub>2</sub> como su duración, como se observa en la figura 2, (Whitfield, 1992).

**Velocidad de asimilacion de la silicua**



**Figura 2. Cambio en la velocidad de asimilacion de la silicua respecto al tiempo con temperaturas de 20,30,35,40°C**

Robertson, et. al., (2002) encontró que a mayor temperatura, la tasa de desarrollo por día vario de 0.01 a 0.025 en diferentes variedades siendo mayor para temperaturas de 20°C. También menciona que la variedad Monty es de un genotipo precoz con rangos a

floración de 94 a 104 días y a Hyola 42 como un genotipo de ciclo intermedio con un rango de floración de 94 a 118 días dependiendo de la temperatura y fotoperiodo.

Reportes del USDA explican que los problemas climáticos ocasionaron daños en los principales países productores de colza (canola), a tal punto que en la temporada (2001/2002) se registrará la menor cosecha de los últimos seis ciclos y la tercera consecutiva con volúmenes decrecientes. En julio del 2002 la USDA esperaba 33.7 mill/Ton., para agosto bajó a 33.60 mill/Ton., y termino con una producción para este ciclo de 33.5 mill/Ton., esto se debió a las lluvias que se presentaron en las trillas, en Europa, que hizo perder una producción de 450,000 ton. Obteniendo solo 9.3 mill. En Canadá se presentaron problemas de sequía primero y después lluvias en las trillas que deterioraron volumen y calidad; este país reporta solo 3.2 mill/Ton como producción de este ciclo siendo la menor que se ha reportado desde 1990. Todo esto lleva a menores exportaciones y reducción en las cifras de molienda (AgroNet, 2002) [www.agronet.com.mx](http://www.agronet.com.mx)

#### **Sistema De Siembra.**

La Canola puede sembrarse en otoño o primavera dependiendo de las variedades. A los 10-20 días, aparecen los dos cotiledones. Cuando la planta presenta 6-8 hojas, se alcanza el estado llamado roseta. Aquí la planta todavía no presenta tallo. Las raíces en el subsuelo experimentan su mayor crecimiento, preparándose la planta para las siguientes fases: entallado, floración y fructificación. A los tres o cuatro meses de la siembra, cuando las temperaturas se suavizan la planta alcanza su máximo crecimiento vegetativo. La floración se inicia a los 20 días de la formación del tallo, transcurre de abajo hacia arriba del vegetal (Muñoz et, al., 2002).

**Método de siembra.**

La semilla de la Colza (Canola), se debe sembrar profundamente a tierra venida, debido a que la semilla es muy pequeña y por ser dicotiledonea, requiere de las mejores condiciones del suelo para la emergencia de las plántulas (Robles, 1991).

La Canola es una especie que responde a diferentes distanciamiento entre surcos y sistemas, cabe señalar que responde de igual forma cuando se le siembra en surcos separados a un metro y con doble hilera de plantas (Muñoz et, al., 2000).

**Época de siembra.**

La Canola es una especie sensible al termo y fotoperiodo; es una especie que por su origen, necesita un cierto número de Horas- Frío, sobre todo durante la etapa de formación de roseta y de la cantidad de frío dependerá el rendimiento (Muñoz et. al. 1999).

Muñoz y Col. (2001), recomiendan para suelos arcillosos o de barrial, sembrar del 20 de Noviembre al 20 de Diciembre; en suelos de aluvión se adapta del 10 al 31 de Diciembre. Fechas mas tempranas provocan crecimiento excesivo y en fechas tardías un desarrollo deficiente. Se recomienda abrir la fecha de siembra con los híbridos Hyola 401 y Hyola 330 y cerrar con Hyola 308 que es el más precoz, Palafox, 1973, recomienda que para siembras de temporal se siembre lo mas temprano posible

La semilla de Colza (Canola) es muy liviana, el peso de mil semillas no supera los 5 gramos. Se utilizan densidades muy bajas de siembra, entre 1.5 y 2 Kg./Ha de semilla, para tener un 80% de germinación; se sugiere empezar con una densidad mayor, y luego bajarla. (Van, 2000). [www.agromail.net/agro/t64.html](http://www.agromail.net/agro/t64.html).

**Suelo.**

La canola puede cultivarse en cualquier tipo de suelo, soportando incluso una cierta acidez, dado que la raíz principal es pivotante son convenientes los suelos profundos y con un buen drenaje (Guerrero, 1999).

Se desarrolla óptimamente en suelos profundos y de textura Franca. Se da bien en textura migajosa, migajon-arenosa, franco-limosa o arcillosas, esto con profundidades de 0.90 - 1.50 m. La Colza (Canola) se puede cultivar en suelos pobres o arenosos, siempre y cuando se haga una fertilización adecuada y oportuna (Landavazos, 1988).

No se recomienda la siembra en lotes infestados de malezas emparentadas con la Canola, como el nabo, la mostacilla o el nabón. Se aconseja evitar lotes con riegos de encharcamientos (Van, 2000). [www.agromail.net/agro/t64.html](http://www.agromail.net/agro/t64.html).

#### **pH.**

El intervalo deseable de pH se encuentra entre 5.5 y 7.0 aunque puede soportar suelos con un pH de 7.7; Resiste también alguna salinidad (Guerrero, 1999).

#### **Humedad.**

La Colza (Canola) puede desarrollarse bien a los 400 mm de lluvia, siempre que se encuentren bien repartidos. Le perjudica un estancamiento prolongado de agua sobre el terreno y presenta, resistencia a la sequía invernal. Responde muy bien a las lluvias abundantes de primavera en la floración y en el cuajado del fruto (Guerrero, 1999).

#### **Riego.**

A la Canola por su fuerte sistema radicular le permite sustraer humedad y nutrimentos de los perfiles más importantes del suelo, por lo que presenta una baja tasa de transpiración. Sin embargo requiere de agua de riego en las etapas críticas.

Para suelos arcillosos; cuando es un suelo de barrial compactado se sugiere un riego de presiembra y dos de auxilios y cuando es suelo de barrial profundo son un riego de presiembra y un riego de auxilio. El primer riego debe ser aplicado al inicio de la etapa de floración (50-5 días) y el segundo riego en la etapa de máxima floración y formación del fruto (60-70 días). Para suelos ligeros cuando es suelo de aluvión se recomienda un riego de presiembra lo mas pesado posible para un buen rendimiento; para algunos aluviones con alto contenido de arena se puede aplicar un riego de auxilio en la etapa de máxima floración y formación de silicuas (60-70 días) (Muñoz et. al. 2001).

**Malezas.**

La semilla de Colza (Canola) al ser sembrada no debe tener problemas con malezas, pero una vez emergida la planta empieza a competir con malas hierbas expandiéndose éstas hasta cubrir completamente el cultivo; para ello se deben eliminar cuando están pequeñas (40 días) para lograr que el cultivo tenga la oportunidad de empezar un buen vigor. Para su control se recomiendan prácticas culturales o el uso de herbicidas. Se recomienda prácticas de labranza, uso de herbicidas o una combinación de ambos que deben realizarse cada año. La Canola se considera tolerante al Trillate, Bardan, TCA, Dalapon, etc. (Downey et. al. 1974).

**Plagas.**

El cultivo de la Canola se considera un cultivo sin problema entomológico, sin embargo, en México se consideran de gran importancia las siguientes plagas:

La chinche Arlequin (*Murgantia histrionica*), chupa la savia de las hojas y tallos, produciendo manchas opacas, marchitamiento y hasta la muerte en infestaciones severas. Para su control se usan aplicaciones de insecticidas como Paratión Metílico con dosis de 1.0 lt/ha (Landavazos, 1988; Robles, 1991).

Otra plaga de gran importancia en México es el Pulgón (*Brevicoryne brassicae*) el cual causa daños muy fuertes en plena floración, donde las silículas no llegan a formarse por lo que disminuye el rendimiento. Cuando las hojas son atacadas, estas adquieren una forma arrugada. Para el control químico se utilizan 900 gr. i.a/ha de metamidofos ó 400 gr i.a/ha de dimetoato (Robles, 1991).

El gusano de la col (*Leptophobia arripa*), es una plaga que se presenta en las diferentes etapas del cultivo, provocando defoliación parcial o total a la planta, ya que ataca principalmente las hojas. Para su control se usa Endosulfan 35% con dosis de 2.0 lt/ha (Robles, 1991).

Otra de las plagas importante es la Pulga Saltona (*Chaectonema ectypa*), que es una plaga que ataca en los primeros estadios de la planta provocando perforaciones

irregulares en las primeras hojas, en las cuales entran los organismos fitopatógenos. Se controla con el uso de Endosulfan 35% usando 2.0 lt/ha (Robles, 1991).

La palomilla de las coles (*Plutella xylostella*) es uno de los insectos más problemáticos para este cultivo. Aparece en agosto cuando la temperatura se encuentra próxima a los 20 grados. Es una mariposa pequeña, la cual coloca sus huevos en el cultivo; a partir de ellos emergen larvas que se alimentan de las flores. El daño está dado por la eliminación del botón floral, y su impacto se produce por la pérdida de frutos en la planta. El momento clave para efectuar el control, es 15 días antes de flor, ya que la larva se alimenta de primordios florales

([www.Tranqueraabierta.com.ar/motor/colza2.htm](http://www.Tranqueraabierta.com.ar/motor/colza2.htm))

INIFAP, también menciona, aparte de estos insectos, al Gusano cortador (*Prodenia spp*), Gusano soldado (*Spodoptera frugiperda*) y Gusano peludo (*Estigmena acrea*) como menor importancia en México (Muñoz et al., 2001)

#### **Enfermedades.**

En México se encuentran muchas enfermedades causadas por microorganismos fitopatógenos, dentro de las cuales se encuentran las siguientes (Guerrero, 1999).

Mancha negra de la Colza (*Alternaria brassicae* E.) esta enfermedad presenta los daños al inicio del cultivo en las hojas dejando puntos necróticos rodeadas de un halo más claro. En el tallo y en los peciolo las manchas son alargadas; cuando se presentan a temperaturas de 20-24°C se presenta con más frecuencia. La lluvia favorece la diseminación de las esporas dentro de la misma planta. Para prevenir esta enfermedad se recomiendan aspersiones de Manzate-D con dosis de 1.0 kg/400 lt de agua/ha o también como medida de prevención poner la semilla en agua caliente a 50°C durante 30 min. Y luego tratarla con Arasan (Guerrero, 1999).

Chahuixtle o roya blanca (*Albugo candida*), se presenta formando postulas blancas de tamaño variable, en el envés de las hojas, sobre los tallos y las silicuas. Las partes atacadas por este hongo se distorsionan, tuercen o hinchan. Este hongo se puede prevenir

con Maneb aplicando 180 gr/100 lt de agua/ha. Estas aplicaciones se recomiendan hacer en la formación de las primeras hojas y repetir la aplicación cada 5 a 7 días hasta que formen grandes rosetas las plantas. Según el INIA las variedades Turret, Target y Zephyr son resistentes a este hongo (Robles, 1991).

Mildiu polvoriento (*Erysiphe polygóni* D.C.) ataca en forma ligera y causa daños de poca consideración. Este hongo se presenta como un polvillo blanco que se puede ver a simple vista en las hojas y tallos (Palafox, 1973).

#### **Cosecha.**

La recolección tiene lugar en los meses de mayo-junio en las zonas más cálidas y en junio-julio en el resto del país. Las siembras de primavera se recogen entre finales de agosto y primeros de septiembre (Guerrero, 1999).

Elias y Copeland (2001); realizaron experimentos para identificar la madurez fisiológica y cosechas maduras de cultivares de invierno y primavera en Canola, usando la morfología y marcadores fisiológicos de la semilla; Utilizaron información descrita por Oplinger, (1989) para hacer comparaciones con la literatura, él explicaba que en cosechas demasiado temprano daría resultados bajos de rendimiento y se obtendría una calidad pobre de la semilla, considerando que para cosechas demasiado tarde daría resultados excelentes y el rendimiento de la semilla sería bajo; y cosechando a plena madurez (cuando el volumen de la humedad de la semilla esta cerca de  $100\text{g/Kg}^{-1}$ ) se prefería trillar debido a que el volumen de humedad era satisfactorio en las vainas y la semilla; El mismo Oplinger, (1989) pensaba que si se cosechaba antes de tiempo se podrían esperar perdidas en la cosecha, causas por la cual ocurría un desgrane, sobre todo bajo condiciones adversas de tiempo. Los resultados obtenidos en este estudio por Elias y Copeland fueron; que en cultivares de invierno se obtuvo el mas alto rendimiento comparado con los cultivares de primavera. El tiempo de formación de las vainas en cuanto a características fisiológicas dio similar en ambos cultivares, es decir, estas se volvieron de un color verde a verdoso-amarillo o castaño claro y se mantuvieron semillas que iban de verde pardusco a castaño verdoso y claro. Como conclusión se

describió que al identificar la fisiología y la madurez en las vainas se podría llevar a cabo una cosecha oportuna y se evitarían problemas en ambos cultivares.

La cosecha puede hacerse cuando al partir las silicuas, las semillas 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 menor (Robles, 1991).

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

## MATERIALES Y METODOS

Este experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, ubicado en el Km. 21 de la carretera a Bahía Kino. En un suelo de textura franco arenoso. La siembra se realizó en forma manual, el día 22 de enero de 2001; en húmedo, con una densidad de 3.0-3.5 Kg./Ha; y una profundidad de 5 cm, asegurando una adecuada humedad para su germinación y emergencia.

La semilla fue tratada previo a la siembra con Carboxin + Thiram en dosis de 500 cc/100 Kg. de semilla. La Fertilización se realizó en dos épocas: en presiembra, donde se aplicó 100 Kg. de Nitrógeno por Ha, y una aplicación de post-emergencia el día 16 de marzo al final de la etapa de rosetamiento de 40 Kg./Ha de Nitrógeno, donde se utilizó UREA (46-00-00) como fuente principal de Nitrógeno. En presiembra se aplicaron de 40 Kg. de  $P_2O_5$  utilizando Fosfato diamónico (18-46-00) como fuente principal.

Se efectuaron tres aplicaciones para el control de pulgones con Dimetoato 400 CE; [0,0-Dimetil S- fosforoditioato (N- metilcarbamoilo-metilo)] en dosis de 1 Lt/Ha también se utilizó Plenum, 50 GS; Pymetrozine, (4,5-dihidro-6- metil-4-[(3-piridinil-methilen) amino]-1,2,4-triazina-3(2H)-uno) en dosis de 1 Lt/Ha presentándose en forma persistente esta plaga. Se realizaron 2 deshierbes el primer deshierbe se efectuó el día 30 de marzo y el segundo deshierbe el día 18 de abril, los cuales fueron manuales, contra Correhuela (*Convolvulus arvensis* L) y Chual blanco (*Chenopodium album* L.).

Durante el ciclo se aplicaron 4 riegos de auxilio aplicándose los días 16 y 23 de marzo y los días 10 y 28 de abril, con una lamina de aproximadamente de 8 cm.

La cosecha se realizó en forma manual, cortándose los tallos florales que contenían las vainas con la semilla y después en el almacén se trilló en forma manual, con un cedazo para recoger la semilla y posteriormente se procedió a secarla durante 3 días.

Los materiales que se evaluaron fueron: KARDO, SCOOP, HYOLA 401, HYOLA 330, HYOLA 308, MONTY, CAVALIER, WESTER, HYOLA 42 Y MAGELLIN, los cuales fueron proporcionados por el CIRNO del Valle del Yaqui (M.C. Nemesio Castillo)

Se utilizó un diseño de Bloques al Azar con cuatro repeticiones. La parcela consistió de cuatro hileras con una separación de 80 cm entre hileras y de 5 m de largo, dando un área de 16 m<sup>2</sup> por parcela, haciendo un total de 40 parcelas; se realizaron las labores previas a la siembra como barbecho, un paso de rastra, emparejamiento y trazo de surquería

**Las variables que se evaluaron en este proyecto fueron:**

**1.- Días a inicio de floración.** Esta variable se obtuvo tomando en cuenta los días desde la fecha de siembra hasta el día que aparecieron las primeras flores, esto es cuando más del 50% de las plantas tenían una flor abierta.

**2.- Días a final de floración.** Se obtuvo contando los días desde la fecha de siembra hasta que se obtuvieron las últimas flores, considerando que más del 50% de las plantas ya no presentaban flor.

**3.- Periodo de floración.** Es el lapso de tiempo que transcurrió en días desde que se presentaron las primeras flores hasta que se presentaron las vainas y/o últimas flores.

**4.- Días a madurez.** Se obtuvo tomando en cuenta desde el día de la siembra hasta que presentaron un cambio en la coloración de la silicua y la semilla era de color oscuro.

**5.- Altura.** Se obtuvo tomando la altura de 10 plantas cuando se encontraba en su máximo desarrollo, en cada variedad

**6.-Peso de 1000 granos** .Primero se tomo una muestra de cada parcela de 100 granos con tres repeticiones para cada variedad en la balanza analítica y multiplicando por 10, obteniendo un promedio de las tres mediciones.

**7.- Por ciento de aceite** Se uso el método de extracción de aceite llamado Frederick en el laboratorio de Nutrición Animal del Departamento, el método consiste en extraer el aceite que posee la semilla por medio de éter, se usaron tierras de diatomeas para quebrar la semilla y evitar perder aceite en el molino. Se hicieron dos repeticiones de 4 hr cada una.

**8.- Por ciento de humedad.** Se pesaron 2 gr de semilla de cada variedad y se puso a secar en la estufa en charolas de aluminio. El porcentaje se obtuvo con la diferencia de peso antes y después de colocar la semilla en la estufa.

$$\%Hum = \frac{PSH-PSS}{PSS}$$

**9.- Rendimiento.** Se obtuvo pesando el total de la semilla que se cosecho de las dos hileras centrales, desechando las hileras de cada lado de cada una de las parcelas, la semilla se limpio y se seco durante 3 días antes de ser pesada.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS y mediante el procedimiento ANOVA considerando el modelo de bloques al azar  $X_{ij} = \mu + \beta_j + t_i + E_{ij}$  y posteriormente se efectuó una comparación de medias mediante la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% (SAS, 1990)

## RESULTADOS Y DISCUSIONES.

**Cuadro 2.** Comportamiento de los días a inicio de floración de 10 variedades de Canola.

VARIEDAD	INICIO DE FLORACION (DIAS)	GRUPOS*
Magellin	65.75	a
Cavalier	64.50	a b
Wester	62.25	a b
Scoop	59.25	c
Kardo	58.75	c
Monty	55.25	d
Hyola 42	53.25	d e
Hyola 308	53.00	d e
Hyola330	52.50	e
Hyola 401	51.25	e

\* Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes, en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Al analizar la variable de inicio de floración se encontró diferencia significativa presentando un valor de  $Pr > F_0 = < 0.0001^{**}$  y un C.V. de 2.87%; Posteriormente se encontró que las variedades más precoces para floración fueron la Hyola (401, 330, 308 y 42) en la comparación de medias de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % con 51.25, 52.50, 53.0 y 53.2 días respectivamente. Las variedades que se mostraron más tardías, fueron la variedad Magellyn con 65.75.días a inicio de floración, siguiéndole la variedad Cavalier con 64.5 días, siendo estadísticamente diferente al resto de las variedades evaluadas a excepción de Wester. Las variedades Scoop, Kardo y Monty se mostraron como variedades intermedias para Inicio de Floración, con 59.25, 58.75 y 55.25 respectivamente. Robertson, (2002) menciona que la variedad Monty es considerada como una variedad precoz con una duración al periodo de floración de 94 a 104 días, lo cual concuerda con nuestros resultados, sin embargo se

observa que en la fecha de enero se acorta mucho la etapa de floración, lo cual concuerda con lo que menciona la Canola-Council of Canada, 2001.

**Cuadro 3.** Comportamiento en los días a final de floración de 10 variedades de Canola.

VARIEDAD	FIN DE FLORACION (DIAS)	GRUPO*
Magellin	90.50	a
Cavalier	87.25	b
Kardo	86.25	b
Scoop	86.00	b
Wester	85.00	b e
Hyola42	82.25	c d
Hyola 308	82.00	c d
Monty	81.00	d e
Hyola 330	81.00	d e
Hyola 401	78.00	e

\* Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes, en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Para la variable días a final de floración en el análisis de varianza se encontró un valor de  $Pr > F_0 = < 0.0001$  \*\* altamente significativo y un C.V. de 2.43%; después al realizar la comparación de medias en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% se encontraron diferencias significativas con 78 días para la variable Hyola 401, siendo esta la mas precoz de todas, la cual es considerada de mayor adaptación en Sonora, las variedades Monty, Hyola 330, con 81 días no mostraron diferencia con respecto a Hyola 401 y los demás materiales como Wester, Scoop, Kardo y Cavalier se consideran como intermedios por presentar resultados altos en los días a final de floración, presentándose el cultivar Maggellin con 90.5 días a final de floración como el mas tardío.

**Cuadro 4.** Comportamiento en altura de 10 variedades de Canola.

VARIEDAD	ALTURA(Cm)	GRUPOS*
Magellin	134.25	a
Cavalier	112.75	b
Wester	109.45	b c
Hyola 42	102.5	c d
Hyola 330	99.00	d
Hyola 308	90.50	e
Hyola 401	90.50	e
Scoop	87.00	e
Kardo	85.75	e
Monty	77.00	f

\* Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes, en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Al evaluar la variable altura en el análisis de varianza se encontró que existía un valor de  $Pr > F_0 = < 0.0001$  \*\* altamente significativa y un Coeficiente de Variación de 5.25%. Al realizarse la comparación de medias en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % se encontró que la variedad Magellin presentó la mayor altura con 134.25 cm siendo estadísticamente diferentes al resto de las variedades; Las variedades que se encontraron con una altura menor y encabezaron los siguientes cuatro grupos estadísticos son Cavalier con 112.75 cm, Wester con 109.45 cm, Hyola 42 con 102.5 cm, Hyola 330 con 99 cm, Hyola 308 y Hyola 401 con 90.5 cm, Scoop con 87 cm y la variedad Monty fue la que presento la altura más baja con 77 cm, mostrando también una diferencia significativa con los demás materiales que se evaluaron.

**Cuadro 5** Comportamiento en madurez en 10 variedades de Canola.

VARIEDAD	MADUREZ (Días)	GRUPOS*
Magellin	112.25	a
Wester	107.00	b
Cavalier	106.25	b
Hyola42	105.75	b e
Scoop	105.25	b e
Monty	103.25	b e
Hyola 308	103.25	b e
Hyola 401	102.00	e
Hyola 330	102.00	c
Kardo	102.00	e

\* Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes, en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Para la variable de madurez, al realizar el análisis de varianza se encontró un valor de  $Pr > F_0 = < 0.0001$  \*\* altamente significativo y un Coeficiente de Variación de 2.28%; posteriormente al obtener las medias en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% se obtuvieron resultados estadísticamente diferentes de acuerdo a su media, obteniéndose las variedades Kardo, Hyola 330, Hyola 401 con una media de 102 días a madurez y las variedades Hyola 308, Monty con una media de 103.25 días para las dos y las variedades Scoop y Hyola 42 con la media de 105 en ambas, considerando este grupo de variedades dentro del mismo grupo estadístico, por lo que no presentan diferencia en el periodo de madurez para la prueba de Duncan al 5%, Presentando a la variedad Maggellin como la más tardía en su periodo de madurez con una media de 112.25 días a madurez y presentando una diferencia significativa al resto de los materiales, por lo que podemos decir que la variedad Maggellin se comportó como la mas tardía, Wester, Cavalier, Hyola 42, Scoop, como intermedias y Kardo, Hyola 330, Hyola 401, como las mas precoces, además de Hyola 308 y Monty.

**Cuadro 6.** Comportamiento en rendimiento en 10 variedades de Canola.

VARIEDAD	Kg./Ha	GRUPOS*
Hyola 401	1,400	a
Hyola 42	1,028	a b
Kardo	908	b
Hyola 330	880	b
Hyola 308	841	b
Cavalier	798	b
Wester	769	b
Scoop	658	b
Monty	628	b
Maggellin	539	b

\*Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente, en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Al analizar la variable de rendimiento se encontró diferencia significativa entre variedades en base al análisis de varianza. Las variedades que sobresalieron en rendimiento fueron Hyola 401 con 1,400 kg/Ha y Hyola 42 con 1,028 kg/Ha. por lo que representaron el primer grupo estadístico, y dentro del segundo grupo se encuentran el resto de las variedades; Kardo con 908 kg/Ha, Hyola 330 con 880 Kg./Ha, Hyola 308 con 841 Kg./Ha, Cavalier con 798 Kg./Ha, Wester con 769 Kg./Ha, Scoop con 658 Kg./Ha, Monty con 628 Kg./Ha y Magellyn con 539 kg/Ha siendo este ultimo con rendimiento más bajos pero dentro del segundo grupo estadístico. En general podemos decir que el rendimiento de los materiales fue bajo. Este se debió posiblemente a las altas temperaturas que se presentaron tanto en la etapa de floración como en la de formación de grano, concordando con lo que menciona (Miller 1999; Kimber y Coregan 1995; Grombacher y Nelson 1992; Canola-Council of Canada 2001; Nutall y Col. 1992)

**Cuadro 7.** Porcentaje de aceite extraído y de humedad de 10 variedades de Canola.

VARIEDAD	%HUMEDAD	%ACEITE	GRUPOS*
Monty	6	20.80	a
Maggellin	6	22.55	a
Hyola 401	4	22.57	a
Cavalier	6	23.96	a
Hyola42	5	24.73	a
Scoop	5	24.99	a
Kardo	5	25.70	a b
Hyola 330	5	27.10	b
Wester	5	28.10	b
Hyola 308	4	28.40	b

\* Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes, en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

En cuanto al contenido de aceite, todos los materiales mostraron un contenido bajo de aceite. En la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% se encontró que las variedades Hyola 308, Wester y Hyola 330 presentaron los valores más altos en cuanto al porcentaje de aceite extraído de la semilla con valores de 28.40%, 28.10% y 27.10%; las cuales representan el primer grupo estadístico que en el análisis de varianzas no presenta diferencias significativas con la variedad Kardo. Las variedades que se encontraron con menos rendimiento en el porcentaje de aceite y forman el segundo grupo estadístico son las variedades Monty con 20.80%, Maggellin con 22.55%, Hyola 401 con 22.57%, Cavalier con 23.96%, Hyola 42 con 24.73%, Scoop con 24.99% y Kardo con 25.70%. En cuanto al porcentaje de humedad se obtuvo que las variedades más rendidoras en el porcentaje de aceite son las que tienen menos humedad y las menos productoras de aceite tienen mayor porcentaje de humedad. Walton y Bowlder, 1999; mencionan que tanto el rendimiento como el contenido de aceite se reducen conforme aumenta la temperatura. Lo cual concuerda con los valores obtenidos ya que el contenido de aceite de los materiales evaluados oscila de 20.8 a 28.40 %, presumiblemente debido a las condiciones de alta temperatura que se presentaron durante el ciclo del cultivo.

**Cuadro 8.** Peso de 1000 semillas de 10 variedades de Canola.

VARIEDAD	PESO DE 1000 SEMILLAS (g)	GRUPO*
Hyola 401	2.648	a
Hyola42	2.211	a b
Kardo	2.175	a b
Scoop	2.004	a b c
Hyola 330	1.952	a b c
Wester	1.948	a b c
Cavalier	1.937	a b e
Hyola 308	1.612	b c
Maggellin	1.477	b e
Monty	1.363	e

\* Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes, en base a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Al evaluar la variable del peso de 1000 semillas en el análisis de varianza se encontró un valor de  $Pr > F_0 = 0.0320^*$  significativo y un Coeficiente de Variación igual a 24.78%; después en la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%; se encontró que la variedad Hyola 401 fue la de mayor peso, presentando un valor de 2.648 gr. considerado el peso más alto, formando el primer grupo estadístico, que en el análisis de varianza no presenta diferencia significativa con los cultivares Hyola 42, Kardo, Scoop, Hyola 330, Wester y Cavalier. La variedad Monty estadísticamente presenta el peso más bajo con 1.363 gr, la cual presenta similitud con las variedades Scoop, Hyola 330, Wester, Cavalier, Hyola 308 y Maggellin. Sin embargo Muñoz menciona que el peso de 1000 granos de canola no llega a los 5 gr. Aquí podemos observar que también el peso del grano se vio afectado por las altas temperaturas que se presentaron en la formación de grano en este trabajo con lo que concuerda con lo mencionado por Grombacher y Nelson, 1992; y Canola- Council of Canada, 2001; y Miller, 1999.

## CONCLUSIONES.

El INIFAP reporta que la Canola es un cultivo que necesita variar en las fechas de siembra debido a que es una oleaginosa sensible al termo y fotoperiodo y la cual necesita de un cierto número de horas-frío para obtener un buen ciclo. Es necesario llevar acabo este tipo de ensayos para evitar que las altas temperaturas afecten las etapas mas criticas del cultivo, como son la etapa de rosetamiento y formación de grano.

Trabajos realizados en la región de la Costa de Hermosillo reportan al mes de diciembre como fecha optima para llevar acabo la siembra, podemos concluir que las siembras realizadas en el mes de enero no son recomendables para esta región debido a las altas temperaturas que afectan al cultivo en las etapas de floración y llenado de grano. Lo cual lleva consigo un bajo rendimiento, un bajo contenido de aceite y granos con menor peso y calidad.

En este trabajo se presentaron temperaturas que oscilaron desde los 18 hasta los 45°C durante todo el ciclo, con una gran variación en las temperaturas pero los daños mas fuertes se presentaron en la etapa de floración, donde se presentaron temperaturas de 20 a 40°C, (figura# 3) para lo que se esperaba en esta etapa temperaturas abajo de los 20°C; ya que la literatura menciona que plantas desarrolladas entre los 22 y 25°C son estériles y no obtienen un desarrollo fenologico normal.

Los productores de la Costa de Hermosillo han reportado al híbrido Hyola 401 como el mejor agrónomicamente para esta región, tanto en rendimiento, como en porcentaje de aceite. Esto es cuando la fecha de siembra es en el mes de diciembre. Sin embargo, para fechas tardías, en enero, no se comprueba lo mismo en cuanto a porcentaje de aceite, pero si se demuestra en cuanto a rendimiento y peso de 1000 granos.

Debido a la fecha de siembra y a las temperaturas que afectaron fuertemente las principales etapas del cultivo se obtuvo un porcentaje muy inferior al esperado en cuanto a aceite, ya que este cultivo reporta, hasta un 40% de aceite, donde en este ensayo se

obtuvo solo un 28% como máximo, y se reporta a los híbridos Hyola 308 y al Wester como los mejores.

En cuanto a rendimiento, se reporta para este cultivo en esta región 3.6 ton/ha; cuando las fechas de siembra son las optimas y las temperaturas no afectan la etapa de formación de grano, ya que si esto sucede se obtienen un menor numero de silicuas por planta y menos numero de semillas por silicua.

Para la fecha de siembra de Enero se obtuvo una reducción del rendimiento de 50% que el esperado, donde el híbrido Hyola 401 se reporto con 1.4 ton/ha siendo el mejor. Cuando se presentan temperaturas superiores a los 20°C la planta se ve afectada severamente y puede llegar a formar puro follaje y abortar un gran numero de silicuas. Otro factor muy importante que se vio fuertemente afectado fue el peso de grano, por lo que de igual manera se obtuvo una reducción en la cantidad esperada, esto se debió en gran parte a que el grano no se formo completamente y se obtuvo al final un grano vacío con menor peso al esperado y afectando además el porcentaje de aceite.

## LITERATURA CITADA

- Ameri-Can pedigreed seed company. 1992. A narrative history of Canola. News release, Memphis T N. H.D.
- Aguirre, G.R. y Alcantara, F. 1979. La Colza. Instituto nacional de Investigaciones sobre recursos bioticos. Jalapa, Veracruz. Publicación N° 34.
- Busch, L., V.Gunter, T.Mentele. M.Tachikawa and K.Tanaka. 1994. Socializing nature. Technoscience and transformation of Rapeseed into Canola. Crop Science. 34: 607-614.
- Downey, R. K., A.J. Klassen and J. Mcansh. 1974. Rapeseed Canada's cinderella crop. 3° fid rapeseed Asociation of Canadá public. N° 33. pp- 21-31.
- Elias S. G. And O.L. Copeland; 2001. Cropping systems, physiological and Harvest maturity of Canola in Relation to seed Quality. Agron. Jour 93:1054-1058.
- Finazzi, R. 1992. Agricultura, Revista Agropecuaria. N° 715 del mes de febrero. Editorial Agrícola Española. España. pp-18-30.
- Grombacher A., and L.Nelson. 1992. Canola production. University of Nebraska. Miscellaneous crops f-15.
- Guerrero, Andrés. 1999. Cultivos herbáceos extensivos. 6ª edición, Ed. Mundi-prensa. España. pp-531-549.
- Hickling, D. 2001. Guía de la industria del pienso, pasta de Canola. 3ª edición. [www.canola-council.org](http://www.canola-council.org)
- Kimber, D.,D.I. Me Gregor. 1995. Brassica oilseeds: Production and utilization. CAB. International. Cambrige. UK. pp.27
- Landavazo, F. C. 1988. El cultivo de la Colza (*Brassica spp*). Folleto Universidad de Sonora.
- León, M. 1978. La colza oleaginosa. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
- Molinos, J.T. 1996. La agricultura y Agri-comida Canadá. Winnipeg. Enero. Canadá.

- Muñoz, V.S, C.A. Morales, E.J. Ortiz, J.J. Cortez, C.E. Contreras, 1999. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del campo experimental Valle del Yaqui.. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. pp-22-32.
- Muñoz, V.S, C.A. Morales, E.J. Ortiz, J.J. Cortez, C.E. Contreras, 2000. Taller de producción de granos. INIFAP. Hermosillo Sonora. pp- 18-30.
- Muñoz, V.S, C.A. Morales, E.J. Ortiz, J.J. Cortez, C.E. Contreras, 2001. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del campo experimental Valle del Yaqui. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. pp-22-32.
- Muñoz, V.S, C.A. Morales, E.J. Ortiz, J.J. Cortez, C.E. Contreras, 2002. Guía para producir Canola en el Sur de Sonora. INIFAP. Hermosillo Sonora.
- Nuttall.W.F.,A.P.Moulin and L.J: Towney-Smith. 1992. Yield response of Canola to Nitrogen, Phosphorus, precipitation and temperature. Agronomy Journal. 84 (5): 765-768
- Palafox, A. 1973. El cultivo de la Colza en los valles altos. INIA. Circular CIAMEC. N° 38. México.pp-1-5
- Palafox de la B, Ruiz, B.C, and R.H.S. Azpiroz. 1983. Evaluación de 12 variedades de Colza (*Brassica napus*) y (*Brassica campestris*). Chapingo Guerrero, México. Folleto N° 42. pp- 26-31.
- Robertson, M.J., A.R. Watkinson, J.A. Kiikegaard, J.F. Holland, T.D. Potter, W. Burton, G.H. Walton, D.J. Moot, N. Wratten, I.Farre and S. Asseng. 2002. Environmental and genotypic control of time to flowerin in Canola and indian mustard. Aust. J. Agric. Res. 53: 793-809.
- Robles, S.R. 1991. Producción de oleaginosas y textiles. 3ª edición. Ed. Limusa. México. pp 417-427.
- Rodriguez, G.B. 1974. Estudios de adaptación de 12 variedades de colza (*Brassica napus* y *B. campestri*) en la mesa central. Guadalajara, Jalisco.
- Salunkhe, D. K, Adsule R. N. And Kadam S.S. 1991. World oilseeds chemistry, technology, and utilization. Published by Van Nostrand Reinhold. New York. pp. 59-88.

Sanchez, P.A. 1992. Cultivos Oleaginosos. Manuales para la educación agropecuaria. Area producción vegetal N° 14. Sep/trillas. México. pp. 59-66.

SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide. Inst. Inc. Cary, North Carolina, USA.

Shaykewich, C.E. (2001). Estimation of ground cover and phenological development of Canola from weather data. ARDI project results. # 98-201, Manitoba, CA.

Waltom, G.P. Si and B. Bowden. 1999. Environmental impact on canola yield and oil. Proceeding of the 10<sup>th</sup> International rapeseed congress, Canberra, Australia.  
[www.regional.org.au/gcirc/2/136.html](http://www.regional.org.au/gcirc/2/136.html)

Whitfield, D.M., 1992. Effects of temperature and ageing on CO<sub>2</sub> exchange of pods of oilseed rape (*Brassica napus*, L.). Field Crops Research. 28:275-278.

# **APENDICE.**

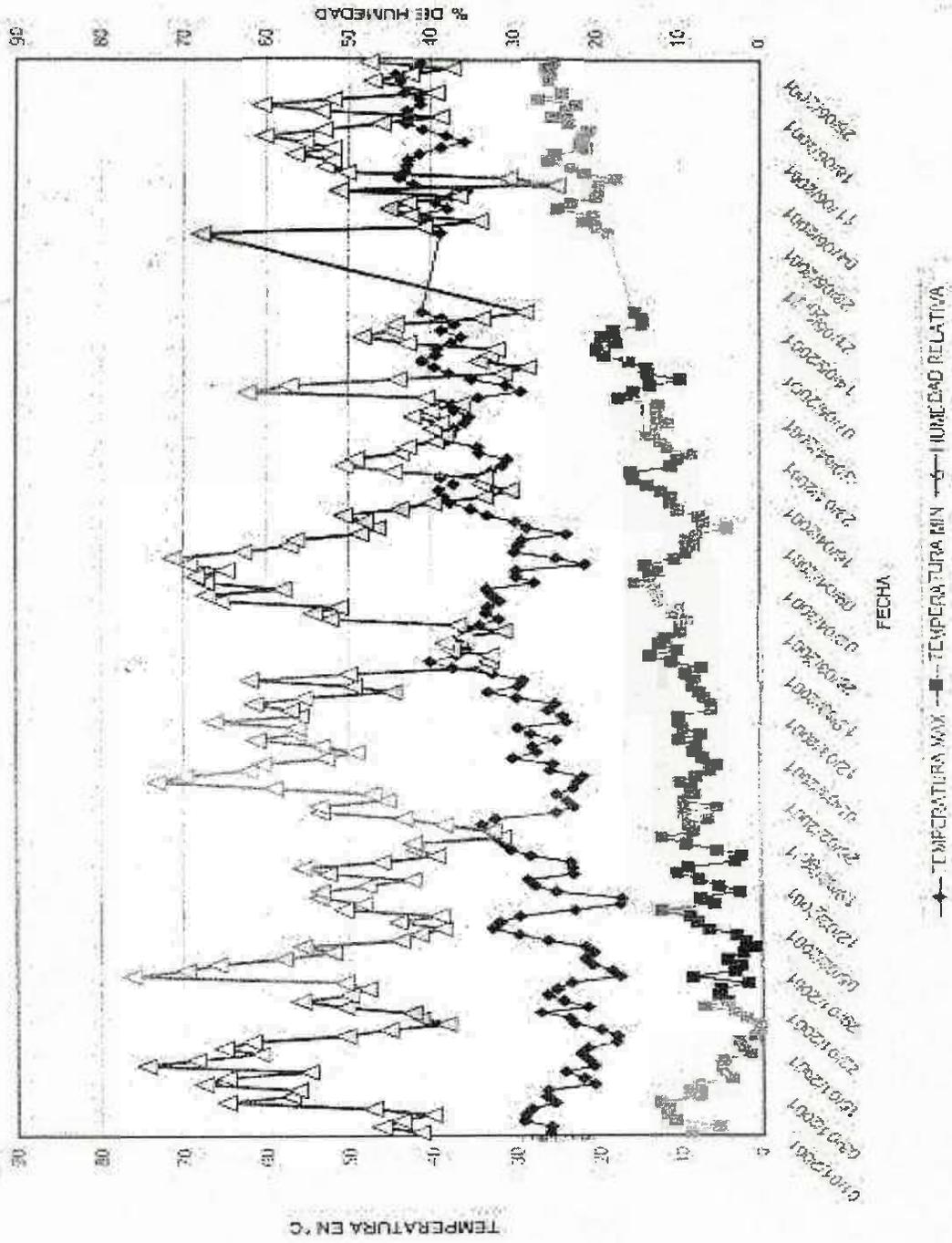


Figura. 3. Representación gráfica del efecto de las temperaturas máximas y mínimas dentro del periodo comprendido por los meses de enero a junio