



# UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

EVALUACION DE SIETE VARIETADES DE CANOLA (Brassica spp L.)  
PARA LA COSTA DE HERMOSILLO

TESIS

J. GUADALUPE BRIONES PAEZ

AGOSTO DE 1997

# 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



**EVALUACION DE SIETE VARIEDADES DE CANOLA (Brassica spp L.)  
PARA LA COSTA DE HERMOSILLO**

**TESIS**

**Sometida a la consideracion del  
Departamento de Agricultura y Ganaderia**

**dela**

**Universidad de Sonora**

**por**

**J. Guadalupe Briones Paez**

**Como requisito parcial para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo  
con especialidad en Fitotecnia.**

**Agosto de 1997**

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

**INGENIERO AGRONOMO EN:  
FITOTECNIA**

**CONSEJO PARTICULAR:**

**ASESOR:**



\_\_\_\_\_  
**ING. JOSE A. AVILA MIRAMONTES**

**CONSEJERO:**



\_\_\_\_\_  
**ING. MARIO A. ALVAREZ RAMOS**

**CONSEJERO:**



\_\_\_\_\_  
**ING. FRANCISCO RAMIREZ REYES**

## **DEDICATORIA**

**A MIS PADRES:** MODESTO BRIONES GARAY Y FRANCISCA PAEZ QUINTERO, CON TODO CARIÑO POR TODO SU APOYO PARA SALIR ADELANTE EN MI CARRERA.

**A MIS HERMANOS:** COMO UN EJEMPLO A SEGUIR Y POR BRINDARME SU APOYO, MORAL Y ECONÓMICO LES DOY LAS MAS SINCERAS GRACIAS.

**A LA FAMILIA:** PEREZ REYES POR DARMER SU APOYO Y COMPRESION DURANTE MI CARRERA.

**A LOS MAESTROS DEL D.A.G:** CON GRAN AFECTO POR BRINDARME SU APOYO Y AMISTAD, Y UN MUY ESPECIAL AGRADECIMIENTO A LOS QUE ME AYUDARON EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

**A TODO EL PERSONAL, COMPAÑEROS Y AMIGOS CON LOS CUALES COMPARTI EN MI CARRERA.**

# CONTENIDO

	pag.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS .....	v
RESUMEN .....	vii
INTRODUCCION .....	1
LITERATURA REVISADA .....	3
MATERIALES Y METODOS .....	37
RESULTADOS Y DISCUSION .....	40.
CONCLUSIONES .....	52
BIBLIOGRAFIA .....	64
APENDICE.....	67

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<b>CUADRO 1</b>	<b>Comportamiento de las 7 variedades de canola en rendimiento en la costa de Hermosillo.....</b>	<b>Pag. 41</b>
<b>CUADRO 2</b>	<b>Comportamiento de las 7 variedades de canola en peso hectolítrico, en la costa de Hermosillo.....</b>	<b>42</b>
<b>CUADRO 3</b>	<b>Comportamiento de las 7 variedades de canola en cuanto a peso de mil granos en la costa de Hermosillo.....</b>	<b>43</b>
<b>CUADRO 4</b>	<b>Comportamiento de las 7 variedades de canola en días a inicio de floración en la costa de Hermosillo.....</b>	<b>44</b>
<b>CUADRO 5</b>	<b>Comportamiento de las 7 variedades de canola en cuanto, a días a plena floración en la costa de Hermosillo.....</b>	<b>45</b>
<b>CUADRO 6</b>	<b>Comportamiento de las 7 variedades de canola en cuanto, días a corte en la costa de Hermosillo.....</b>	<b>46</b>
<b>CUADRO 7</b>	<b>Comportamiento de las 7 variedades de canola en periodo de floración en la costa de Hermosillo.....</b>	<b>47</b>
<b>CUADRO 8</b>	<b>Comportamiento de las 7 variedades de canola en maduración en la costa de Hermosillo.....</b>	<b>48</b>

<b>CUADRO 9</b>	<b>Rendimiento de aceite en la semilla de canola.....</b>	<b>50</b>
<b>CUADRO 10</b>	<b>Perfil de acidos grasos(%) del aceite de 5 variedades de canola.....</b>	<b>51</b>
<b>CUADRO 11</b>	<b>Análisis de varianza para la variable rendimiento.....</b>	<b>58</b>
<b>CUADRO 12</b>	<b>Análisis de varianza para la variable peso hectolitrico.....</b>	<b>58</b>
<b>CUADRO 13</b>	<b>Análisis de varianza para la variable peso de mil granos..</b>	<b>58</b>
<b>CUADRO 14</b>	<b>Análisis de varianza para la variable inicio de floracion...</b>	<b>59</b>
<b>CUADRO 15</b>	<b>Análisis de varianza para la variable plena floracion.....</b>	<b>59</b>
<b>CUADRO 16</b>	<b>Análisis de varianza para la variable cosecha.....</b>	<b>59</b>
<b>CUADRO 17</b>	<b>Análisis de varianza para la variable periodo de floracion..</b>	<b>60</b>
<b>CUADRO 18</b>	<b>Análisis de varianza para la variable periodo de maduracion.....</b>	<b>60</b>

## RESUMEN

El desarrollo de la Canola (*Brassica campestris* L.) como cultivo apto para el consumo humano es un gran logro de la fitogenética, si consideramos la profunda transformación a la que fue sometida, tanto el cultivo como los productores, así como el tiempo dedicado al mejoramiento. En la actualidad ocupa el tercer lugar a nivel mundial dentro de las oleaginosas y es una fuente de alimento para muchos países.

Su producción depende de una serie de eventos: climáticos, métodos de siembras, fechas de siembras, uso de variedades mejoradas, métodos de labranza, densidades de siembra, fertilización y manejo agronómico en general. Los rendimientos obtenidos anteriormente en forma experimental y comercial se han incrementado y en la actualidad superan al soya; las nuevas variedades comerciales presentan una tendencia hacia una mayor resistencia a las enfermedades más importantes que atacan a la canola. La principal desventaja de este cultivo es la falta de conocimiento de su manejo en México y principalmente en el Noroeste.

Este trabajo se realizó en el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora en el ciclo invierno-primavera 1993-1994 donde se evaluaron siete variedades comerciales: A112, Global, Iris, Alto, Legend, Topas y Bingo, usándose el método de siembra en surcos con una separación de 80 cm. La siembra se efectuó el día 29 de dicem

bre. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizaron 28 parcelas de cuatro surcos y cinco metros de longitud cada uno. En la comparación de medidas mediante la prueba de rango múltiple de Duncañ arrojó los siguientes resultados: Para rendimiento el material con mejor comportamiento fué la variedad A112 con 1,174 Kg./ha no encontrándose diferencia significativa con Legend y Alto, pero diferentes al resto de las variedades evaluadas. La variedad Topas fué la de menor rendimiento con 0.475 Kg./ha siendo estadísticamente igual a Iris, Global y Bingo.

## INTRODUCCIÓN

La canola (*Brassica campestris* L.) se ha venido cultivando desde tiempos muy remotos, conocida anteriormente como colza, hasta que los canadienses empezaron a trabajar para obtener variedades bajas en ácido erúxico a la cual denominaron canola. A finales de los cuarenta se obtuvieron las primeras variedades bajas en ácido erúxico y glucosinatos. Actualmente se siembran alrededor de 11 millones de hectáreas a nivel mundial ocupando el tercer lugar en producción de aceite de esta oleaginosa.

Las oleaginosas representan una de las principales fuentes de alimentación y en la actualidad la creciente demanda de aceite de buena calidad, se ha convertido en un serio problema obligando así a buscar variedades con un alto potencial tanto en producción como en calidad, mediante el mejoramiento genético y a utilizar adecuadamente los recursos existentes. Las nuevas variedades se someten a ensayos preliminares de rendimiento con el objetivo de identificar aquellos materiales que muestren una superioridad en cuanto a rendimiento y características agronómicas deseables en comparación con las variedades ya existentes.

El área plantada con canola, en todo el mundo sigue creciendo, mucha del área en la comunidad Europea, que una vez fue dedicado a la siembra de colza, está ahora en la producción de canola. Europa del Este probablemente va a seguir la demanda; además el potencial para la producción de canola en los Estados Unidos, está siendo explotado. En particular, los agricultores en

aquellas áreas de los Estados Unidos, que están adyacentes a Canadá y comparten los factores climáticos, están tomando ventaja de la proximidad de los molineros canadienses, para desarrollar el cultivo.

Finalmente, como resultado de ambos, el cambio técnico y los regímenes del precio actual, el potencial para la semilla de coza, de alto ácido erúcido, como combustible diesel, está siendo explorado. Mientras que no es económico como uso general, los economistas creen ahora que los agricultores pueden desarrollar provechosamente, suficiente semilla de coza sobre sus ranchos como para dar su propia energía de su equipo diesel.

La canola se presenta como una nueva alternativa para aumentar la producción de granos oleaginosos, debido a sus características genéticas que hacen tener un amplio rango de adaptación con posibilidades de cultivarse en la región de la Costa de Hermosillo. Presenta resistencia a condiciones adversas principalmente heladas, bajas precipitaciones y suelos pobres en fertilidad.

Por tal razón se planteó el desarrollo del presente trabajo, donde se evaluaron diferentes variables como: el rendimiento, peso hectolítrico, peso de 1000 granos, días a floración, período de floración y ciclo vegetativo de siete variedades: A112, Global, Iris, Alto, Legend, Topas y Bingo.

## LITERATURA REVISADA

La colza (*Brassica campestris* L.) se ha venido cultivando desde tiempos muy remotos, fue conocida primeramente por los Griegos y Romanos que la utilizaron ampliamente para la alimentación. Unos autores aseguran que la colza es originaria del Este y Suroeste de Asia sin embargo otros mencionan como centro de origen el Mediterráneo y Asia menor, otros mencionan a Europa, pero como centro primarios a Francia, Dinamarca, Bélgica, España, Alemania, China, Pakistán y Canadá. Estos tres últimos son los principales productores (20,22).

La producción de colza empezó en Canadá en el año 1942, y fue en 1970, cuando fueron plantadas más de 2 millones de hectáreas. En el siglo XIII la semilla de nabo crece como un cultivo en Europa y su uso principal fue para la alimentación de ganado (1).

A nivel mundial la producción de semillas de nabo ha ido en aumento, alcanzando 23 millones de toneladas obteniendo así el tercer lugar en importancia. En cuanto a la producción de pastas, ocupa el cuarto lugar con 8.5 millones de toneladas y con lo que respecta a la producción de aceite, ocupa el cuarto lugar con 7.4 millones de toneladas. En la comercialización de oleaginosas el nabo ocupa el segundo lugar con 4.8 millones de toneladas y en el mercado mundial de aceites con 1.7 millones de toneladas (8,18,21).

La oferta nacional de semillas oleaginosas se integran con los volúmenes procedentes de las cosechas nacionales y del mercado externo, la colza ha

alcanzado rápidamente una presencia significativa, ya que en el año 1987, las importaciones totales fueron del 23% del volumen total de la cosecha, además se importaron aceites crudos que representan un promedio del 14% y un 4% de pastas. La importación de canola en 1985 fue de 60 mil toneladas; en 1986, 59,900 toneladas y para 1987, fueron de 387, mil toneladas (21).

El aceite extraído de la semilla de colza es usado en la elaboración del caucho sintético, también en la elaboración de manteca vegetal, margarinas, y jabones finos. También como lubricante de cierto tipo de maquinaria, y a su vez se emplea para consumo directo ó bien mezclado con aceite de oliva. En cuanto a la calidad del aceite, es similar al de otras oleaginosas como soya, algodón y girasol (12,14).

Las *Brassicas* son cultivos que anualmente ocupan alrededor de 11 millones de hectáreas de la agricultura Mundial y son relativamente resistentes a bajas temperaturas, y además se puede producir en diferentes regiones con temperaturas moderadas. Otra de las características de éste cultivo es que también se adapta a regiones con gran altitud y como cultivo de invierno en los subtrópicos, este generalmente se siembra en regiones que van de 0-3000 metros sobre el nivel del mar, en regiones frías, así mismo está adaptado a altas latitudes. En las regiones templadas, el aceite de *Brassica napus* y *B.campestris* es predominante; en los subtrópicos de Asia, *B. campestris* y *B.juncea*, son una fuente original y mayor de aceite vegetal. En muchos campos de Asia el forraje es utilizado como un fertilizante orgánico, pero en el Occidente

este es usado exclusivamente como un alimento de alta calidad proteica y suplementada para la Ganadería y la Avicultura. La publicidad para el consumidor es inconsciente de la importancia en dietas con cultivos de *Brassica* spp (2).

Los principales ácidos grasos contenidos en el aceite de colza son: 57% de ácido erúrico, 14.5% de ácido linoleico, 20.2% de ácido oléico por otra parte este aceite se considera como semisecante o semisaturado, con índice de yodo de 98-106 y un índice de saponificación de 170-180, la digestibilidad de la colza está entre 98% y 99% para el hombre y 77% de digestibilidad para ratas, la composición de las semillas está dada por 45% de aceite, 20% de proteínas y la torta que se obtiene después de la extracción del aceite es de 30 al 35% de proteínas, la cuál se considera de buena calidad y es utilizada para la preparación de alimentos balanceados para aves y ganado (20).

El aceite de canola tiene un contenido más bajo de aceite saturado que cualquier otro aceite de origen vegetal, ya que el aceite insaturado significa una dieta más ligera con una consciencia más limpia, por lo que los americanos demandan fuertemente esta semilla. Como el soya, la canola es un cultivo oleaginoso el cual cuando la semilla es procesada produce tanto aceite vegetal como materia prima para el alimento para el ganado con proteínas de alta calidad. A diferencia del soya, la canola contiene 45% de aceite, mientras la soya contiene un 20%. La canola es un cultivo que ocupa actualmente el tercer lugar de oleaginosas en el mundo con más de 23 millones de toneladas (18,21).

**Descripción Botánica.**- La colza es una planta herbácea, anual, con raíz pivotante, engrosada en la parte basal y delgada en la parte apical, la planta puede ser glabra o bien presentar pubescencia, el tallo es erecto, simple o ramificado, con una altura que comprende de 0.50 a 1.60 m, Las hojas son ásperas al tacto las superiores son oblongas, lanceoladas y de color verde claro, con aurículas grandes y borde casi entero, las hojas inferiores son grandes y dentadas, con lóbulo terminal obtuso, normalmente son ciliadas en los bordes como cepillo suaves y cortos; 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 (crucíferas), la flor es completa y perfecta; el androceo está constituido por seis estambres tetradinamos, las anteras tienen dehiscencia longitudinal y la polinización de éste cultivo es cruzada, el ovario es súpero bilocular y bicarpelar, dividido por un falso tabique que separa a los dos carpelos; su fruto es una silicua pardusca de 3 a 4 mm. de ancho y de 6 a 7 cm de longitud terminando ésta en punta, cada uno de éstos frutos contiene alrededor de 10 a 20 semillas que pueden ser de color amarillo claro hasta negras o pardo rojizo, son ovaladas ligeramente esféricas. En el desarrollo de la planta, en las primeras etapas se detiene el crecimiento en el período de rosetamiento dentro de los primeros 40 a 60 días dependiendo de las temperaturas, después de los 60 días empieza la formación del tallo floral hasta los 120 a 130 días, después hasta los 150 días empieza la formación del fruto y a los 170 días la maduración del grano y poco después la

cosecha (14, 18, 20, 22).

**Origen citogenético:** el origen citogenético de ésta planta es difícil de determinarlo, ya que su cruzamiento entre especies es bastante fácil como se puede observar en las cruzas del género *Brassica* entre especies diploides para formar especies tetraploides donde: *B. campestris* ( $2n=20$ ) X *B. nigra* ( $2n=16$ ) dieron origen a *B. juncea* ( $2n=36$ ); *B. oleracea* ( $2n=18$ ) X *B. nigra* ( $2n=16$ ) dieron origen a *B. carinata* ( $2n=34$ ) y *B. campestris* ( $2n=20$ ) X *B. oleracea* ( $2n=18$ ) originaron a *B. napus* ( $2n=38$ ) sin embargo unos autores mencionan que el origen de *B. napus* proviene de la cruce de *B. oleracea* ( $2n=18$ ) X *B. rapa* ( $2n=20$ ). Las especies *B. napus*, *B. juncea* y *B. carinata* son amfiploides, originadas por las cruces de las especies diploides. Las técnicas más usadas para el mejoramiento genético de la colza son las cruces simples de selección individual para la obtención de bajo contenido de glucosinolatos, ácido erúxico, ácido linoleico, clorofila y con un alto contenido de ácido palmítico (14).

La canola es un término aplicado para variedades mejoradas de colza las cuales producen alta calidad de aceite comestible y para alimento animal, las normas gubernamentales exigen que el aceite de canola producido para el consumo humano, contenga menos de el 2% del ácido erúxico y las medidas para alimento de animales contenga de glucosinolatos menos de 30 micromoles /gr. de alimento. No fué si no hasta los años cuarentas que los investigadores Canadienses empezaron a buscar una fuente saludable de aceite vegetal y a través de proyectos de investigación, fué que científicos y granjeros, obtuvieron a la canola con bajo contenido de ácido erúxico. Después de 20 años de

esfuerzos éstos científicos fueron capaces de desarrollar combinaciones genéticas para lograr así un bajo contenido de ácido erúxico en la semilla de canola (2).

En 1769, James Watt, probó que el aceite de nabo era bueno para la lubricación de motores de vapor la cual se convirtió en una fuerza viable para la industria y la transportación, éste aceite de nabo empezó a ser utilizado desde que se descubrió que se adhería mejor a las superficies metálicas lavadas con agua y a vapor mucho más que cualquier otro lubricante (3).

Existen 3 especies cultivadas son: *B. campestris* , *B. napus* y *B. juncea*.

***B. campestris***: Como muchas otras plantas de las regiones templadas, la tribu Brassica parece tener su origen cerca de la región del Himalaya (Hedge 1976). De cultivos de *B. campestris* parece haber tenido la más amplia distribución con centros secundarios de diversificación en Europa, Oeste de Rusia, Asia Central y cercano Este (Sinkaia 1928; Vivilov 1949; Mizushima y Tsunoda 1967). Está oleaginosa no solo se distingue por su morfología, sino también en la composición química de su semilla en comparación con otras semillas, teniendo un patrón distinto de ácidos grasos y composición de glucosinatos. Un análisis de la proteína también apoya el origen separado Europeo y Asiático. Son coespecíficos con el nabo Europeo, tal como los nabos silvestres y domesticados (Vaughan et al 1976). Hay evidencias que sugieren que durante los últimos 2000 años, *B. campestris* fué distribuida desde las Islas del Atlántico, en las costas del Este Oeste de China y Korea y de lo más

septentrional de las rutas del norte, Sur de Sahara y centro de la India (Sinskala 1928); puede notarse que ninguna de las *Brassicas* es nativa de America (14,22).

*B. campestris* es de polinización abierta y tiene una época de crecimiento algo más corta que *B. napus* de polinización cerrada. En la India, China y Europa central del norte, la semilla de colza ha sido desarrollada por siglos, para el aceite de lámparas y para cocinar. A diferencia de la mayoría de los cultivos, que cruzaron el océano al menos hace varios siglos, solamente fue en 1936, que *B. campestris* fue introducido hacia Canadá, por Fred Solvonik, un inmigrante Polaco. *B. napus* fue introducida por el Departamento de Agricultura de Canadá, antes de la segunda Guerra Mundial. Ambos son utilizados como cultivos de primavera, ya que los inviernos severos de Canadá, evitan el uso de cultivares de invierno. La semilla de colza es conocida como el "Cultivo Centicenta" de Canadá, como resultado de una profunda transformación por la que atravesó. Ahora, la canola es ampliamente desarrollada y utilizada como semilla para aceite. Esta considerada como un excelente aceite comestible y una importante fuente de proteína, para el alimento de animales.

Las plantas y animales, retienen su naturalidad aun si ellos son transformados, pero existe una pequeña duda de que la transformación de las plantas es un método poderoso por el cual socializamos la naturaleza, para que se acomode mejor a nuestros propósitos. En canola esta transformación fue causada en parte, por la eliminación de dos componentes definidos como potencialmente tóxicos, el ácido erúlico y los glucosinolatos, así como también

por los cambios en el lugar de la producción y las técnicas del procesamiento, y por lo adecuado del cultivo para plantarse y cosecharse con el equipo diseñado para el trigo. Una atención particular, es el papel del Estado Canadiense, en la proporción de un financiamiento necesario, a gran escala, en la investigación, para la transformación del artículo, de un cultivo de especialidad a un artículo de volumen. (15).

**Brassica napus.**- en contraste, el desarrollo de las semillas y la forma tuberosa de *B. napus*, su aparición es relativamente reciente, los Griegos y los Romanos supieron de *B. napus* o del cultivo de raíz de rutabaga; sin embargo la referencia de éstas formas no aparecen en la literatura antigua y las poblaciones silvestres de *B. napus* no han sido encontradas debido a que las especies son el resultado de un cruzamiento interespecífico entre *B. campestris* y *B. oleracea*, esta última podría provenir de dos especies parecidas que fueron cultivadas en una aproximación muy estrecha. desde su distribución *B. oleracea* silvestre fué confinada al área del Mediterráneo, es aceptada generalmente que *B. napus* es originaria del Sur de Europa. Únicamente en un tiempo relativamente reciente, *B. napus* ha sido introducida a Japón, China y la India. En el lejano oriente las variedades de *B. napus* han sido más productivas que las oleaginosas indígenas de *B. campestris*, hoy la mayoría de semillas de canola producida en China, Korea; y Japón las cosechas son del tipo *B. napus*, que han sido obtenidas de cruzamientos interespecíficos entre *B. napus* introducidas y las antiguas variedades indígenas de *B. campestris*. En la india la introducción del material de *B. napus* no ha estado cercano al éxito y las

variedades Asiáticas de semillas de aceite de *B. campestris* y *B. juncea* son predominantes (14)

El desarrollo de los cultivares comerciales con niveles reducidos de ácido graso poliinsaturado en ambos, *B. rapa* y *B. napus* podría desarrollar nuevos mercados para ambos, aceite canola comestible y colza industrial (5).

La inseguridad de la transportación trans-atlántica, durante la segunda guerra Mundial llevo hacia una escasez de lubricantes marinos. El aceite de la semilla de colza sirvió para ese propósito, satisfactoriamente. Por virtud de su alto contenido de ácido erúxico, se pega a los metales aún bajo un calor y humedad extremo la forma de condiciones encontradas frecuentemente en los cuartos de máquinas de grandes navés. La escasez de lubricantes marinos, llevo al gobierno de Canadá a alentar la siembra de la semilla de colza, a través de un programa de apoyo al precio. La semilla Polaca, importada por Solvonik y la semilla adquirida de Argentina, formaron la base del programa del gobierno Canadiense. Cantidades significantes de semilla de colza, fueron desarrolladas en las provincias de la praderas de Saskatchewan, Manitoba y Alberta, en donde reemplazo a la avena. Nat Grace del Consejo de Investigación de Alberta, sugirió que el comité mirara hacia las posibilidades de usar la semilla de colza, como un aceite comestible (15).

Sin embargo el aceite de la semilla de colza tenía severas desventajas asociadas con él. En particular, aunque había sido usado en Alemania como un aceite comestible, durante la segunda Guerra Mundial, y por milenios en la India

y China, se declaró que tenía ciertas propiedades indeseables además la colza desarrollada en Canada para el uso de lubricantes era de color amarillo verdoso y tenía un fuerte olor a mostaza; requiriendo un tratamiento en post-cosecha, para hacerlo sabroso. Además la colza no había sido desarrollada en el Mundo Occidental. Por lo tanto, no había literatura de la investigación sobre la cual sacar algo. El conocimiento del papel del ácido erúxico en el cultivo, apareció, no fuera de la preocupación por su potencial, sino por la intención para desarrollar nuevos compuestos farmacéuticos. Kenneth Carroll de la Universidad de Western Ontario- Laboratorio Endocrinológico, había estado explorando el uso farmacéutico de los ácidos grasos de cadena larga, incluyendo el ácido erúxico. Desde que se conocía que la semilla de colza, contenía ácido erúxico, esta fué la fuente de elección, para ser probado. El hecho de que los agricultores de las planicies también estaban interesados en el cultivo, no fue un factor en las pruebas del laboratorio, Carroll encontró que el ácido erúxico, parecía causar la formación de colesterol adrenal y retardó el crecimiento en las ratas macho. Sprague-Dawley; por algún tiempo, parecía que el ácido erúxico podría ser usado en una droga, para personas con glándulas adrenales hiperactivas.

Beare (1957) notó que el aceite de semilla de colza tenía un bajo coeficiente de digestibilidad, rastreado por Carroll, hacia el ácido erúxico, uno de los varios ácidos grasos en el aceite; sin embargo, la hidrogenación para la manufactura de la margarina, tendía a mitigar esos problemas. Beare concluyó, que "Debido a que la información del metabolismo del ácido erúxico, aún esta

faltando, el estado de RSO (aceite de semilla de colza) como un alimento, solamente puede ser determinado a través de un trabajo experimental posterior” basado en la información disponible, el Comité decidió que el proyecto era necesario para reducir el contenido de ácido erúxico, en la semilla.

Para finales de los años 70's cuando había sido encontrado de tener ciertas propiedades altamente positivas también se había establecido, que las grasas saturadas estaban implicadas en las enfermedades del corazón. Canola tenía niveles inferiores de grasas saturadas, que cualquier otro aceite comestibles, ampliamente usado, haciéndolo especialmente atractivo para los consumidores.

Además también tenía propiedades deseables para el procesamiento de las industrias de alimentos rápidos. Tiene una buena prueba de "Frio" se desempeña bien cuando es enfriado en los aderezos para ensaladas y en la mayonesa. También tenía menos humedad, haciéndolo ideal como aceite de frituras con mucho aceite y el procesamiento hacia margarina y grasas para cocinar. En breve, no solamente se eliminaron sus propiedades desagradables, sus propiedades positivas aumentaron su valor, hacia un amplio rango de usuarios. Por eso, la transformación difícilmente puede ser vista, como meramente una transformación de la semilla de aceite en sí. Ciertamente, en un nivel, existe una pequeña disputa de la semilla de colza fue transformada de una semilla de aceite oscura, raramente usada, hacia un artículo común, encontrado en los anaqueles del supermercado a través de toda Norte América y Europa. El

cambio en el nombre enfatiza esa transformación y es en si una parte de la transformación. Sin embargo siguiendo a Latour (1987), nosotros podemos ver que la transformación de las relaciones técnicas, ( e.i. eliminación de ácido erúxico y los glucosinolatos) fué parte integral de una transformación de las relaciones sociales, ambas en Canadá y en otras partes. Por el otro lado, la semilla de colza fué transformada; los productores de avena, cambiaron hacia canola. Mientras que ciertos aspectos de la transformación son unicos para canola, existen sin embargo lecciones para ser aprendidas, con respecto a otros cultivos.

El area plantada con canola, en todo el mundo continua creciendo, mucha del area en la Comunidad Europea, una vez dedicada a la semilla de colza, esta ahora en la producción de canola. Europa del Este probablemente va a seguir la demanda. Además el potencial para la producción de canola en los Estados Unidos, esta ahora siendo explorado. En particular, los agricultores en aquellos areas de los Estados Unidos, que están adyacentes a Canadá y comparten los factores climaticos, estan tomando ventaja de la proximidad de las industrias canadienses, para desarrollar el cultivo.

Finalmente, como resultado de ambos, el cambio técnico y los regimenes del precio actual, el potencial para la semilla de colza, de alto ácido erúxico, como combustible diesel, está siendo explorado. Mientras que no es económico como el uso general, los economistas creen ahora que los agricultores pueden desarrollar provechosamente, suficiente semilla de colza sobre sus ranchos como para dar su propia energia de su equipo diesel. (15)

El biodiesel producido por canola, puede ser económicamente competitivo, en los Estados Unidos con el combustible de diesel, basado en el petróleo, puede ser producido por un estimado de 0.59 dólares por galón (10).

Más del 13.2% de la provisión mundial del aceite comestible, viene ahora de la semilla de aceite de *Brassica*, semilla de colza y mostaza. En efecto, la producción y el uso de los aceites de las semillas de *Brassica*, va creciendo rápido en el periodo de 1975-1985, más que cualquier otro cultivo, excepto el aceite de palma, haciéndolo la tercer más importante fuente de aceite comestible después de la soya y la palma.

#### **Componentes del Rendimiento.-**

La meta más importante en el mejoramiento del aceite de semilla "Brassica", es el aumento del rendimiento de la semilla. Desafortunadamente, el rendimiento también es una de las más difíciles y caras características para medirse. El rendimiento está determinado por diversos componentes, incluyen el número de vainas por unidad de área, número de vainas por planta y número de plantas por unidad de área, el número de semillas por vaina y peso de la semilla. La interacción entre estos componentes del rendimiento y el ambiente, está mucho más pronunciado en los cultivos de aceite de semilla "Brassica", que en los cereales, haciéndolo difícil, el efectuar mejoras en el rendimiento, si la selección está centrada en solo uno o dos componentes.

Los cultivadores de colza en Suecia seleccionaron su material de invierno de *B. napus* por el número de semillas por vaina, ya que este carácter estaba

razonablemente bien correlacionado con el rendimiento de la semilla. El alto rendimiento del cultivar Polaco, de colza de invierno, Gorczanski, resulto de un elevado peso de semilla, aunque el número de semillas por vaina, estaba bajo. En Francia concluyeron que el peso de la semilla por vaina, era un eficaz criterio selectivo, para el rendimiento de la semilla. El número de vainas en el racimo principal, ha sido usado como una indicación para un alto rendimiento de semilla. En las regiones que frecuentemente sufren de sequía o estrés por altas temperaturas, en varios momentos durante el ciclo de crecimiento, cualquiera de los componentes individuales del rendimiento, pueden ser el principal determinante para el rendimiento. Por eso, no solamente pueden la medición de los componentes del rendimiento, ser consumidores de tiempo, sino que el confiar en ellos como estimaciones para el rendimiento de la semilla, puede ser ineficaz. En el análisis final, pruebas duplicadas del rendimiento, aún son requeridas para identificar claramente el material superior. En estas pruebas, el parado óptimo de la planta y crecimiento son pre-requisitos para una selección eficaz para el rendimiento de semilla. Sin embargo, en muchas regiones productoras, la falta de humedad adecuada y otros estréses ambientales, raramente permiten esas condiciones uniformes.

En todas las especies y variedades, existen numerosas características de la planta, indicado el alto potencial del rendimiento, incluyendo la aparición rápida y vigorosa del semillero, rápida y fuerte formación de la roseta, penetración profunda de la raíz, resistencia al encamado, quebrado y una ramificación secundaria limitada. En las variedades de invierno, una alta

vernalización asegura la formación de un fuerte brote, antes de que emplee el crecimiento de la primavera. Muchas otras características de la planta, tales como el tiempo y duración de la floración, grosor del tallo, retención de hojas, así como el tamaño de las vainas y su forma, también pueden contribuir con el rendimiento, pero su relativa importancia y deseabilidad, va a variar también con el ambiente local. Muchas de esas características de la planta, tienen una elevada herencia en el rendimiento de la semilla, en sí para utilizar eficazmente estos componentes, se ha sugerido que a cada factor sea asignado un peso óptimo en índices de selección adecuados; Sin embargo, para intentar registrar y pesar correctamente todos los factores que contribuyen al rendimiento, requiere de una inversión sustancial en tiempo y en los recursos. Por eso, los mejoradores experimentados, tienden a tener un ideotipo en su mente, en contra del cual, el material de desarrollo, es comparado continuamente. El grado de tolerancia requerido en las variedades de invierno, van a variar con la región de producción. En el norte de Europa, altos rendimientos solamente son posibles, con un invierno de muy bajas temperaturas. En general, un cultivar debería tener un nivel de sobrevivencia, durante varios años y lugares, de al menos 95% aunque una confiable resistencia a la helada, puede ser obtenida por análisis químicos de plantas tolerantes para el frío o a través de una directa selección de plantas tolerantes al frío en cámaras de congelamiento, el costo y la labor requerida para mejorar las poblaciones necesarias de la planta, es prohibitiva.

**Mejoramiento Genético:** a temperaturas en general los cultivares que regularmente producen plantas vigorosas antes del invierno, normalmente tienen

una supervivencia superior. Cuando suceden heladas a finales de la primavera, los cultivares deberían retener su condición de tolerancia al frío y no reaccionar rápidamente a altas temperaturas temprano en la época. Las variedades de inviernos, de *B. campestris*, las cuales transportan el punto de crecimiento terminal, casi debajo del suelo, tienen la mejor supervivencia del invierno.

Las plantas jóvenes de *B. campestris* de la primavera, también son mucho más capaces de sobrevivir a las heladas a finales de la primavera, que las plantas de primavera, de "*B. napus*" o "*B. juncea*", otra vez, debido al más bajo punto de crecimiento, característico de "*B. campestris*"

## ENFERMEDADES

La enfermedad causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, provoca una maduración prematura de las plantas infectadas, es una enfermedad igualmente seria, especialmente bajo un ambiente húmedo. Debido al amplio rango de huésped, del patógeno, es imposible que se puedan desarrollar cultivares resistentes, aunque ha sido reportado que algunas cepas parecen tener alguna tolerancia. Los mutantes a pétalos pueden proveer otro medio para reducir la infección por *Sclerotinia*, debido a que los pétalos, los cuales se caen hacia las hojas después del florecimiento sirven como un medio ideal para la germinación de esporas, antes de la penetración del micelio hacia las hojas y troncos.

La roya blanca (*Albugo candida*) causa pérdidas económicas cuando ataca y deforma las partes florales. La mayoría de los genotipos de "*B. campestris*" son susceptibles a la raza 7, mientras que la raza 2, ataca a "*B.*

*juncea*". Todos los cultivares Europeos y Canadienses de "*B. napus*", son resistentes a todas las razas conocidas; sin embargo, muchos cultivares Chinos, son susceptibles a la raza 7. El cultivar Canadiense de "*B. campestris*", **Tobin**, contiene una alta proporción de plantas resistentes a la raza 7 mientras que muchos cultivares orientales; "*B. juncea*" (semilla amarilla), son resistentes a la raza 2.

Muchas otras enfermedades causan pérdidas económicas en la semilla de Brassicas, incluyendo los organismos nativos del suelo (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*), mancha negra (*Alternaria* spp.), raíz club (*Plasmodiophora brassicae*), mancha clara de la hoja (*Pyrenopeziz brassicae*), pudrición bacterial (*Xanthomonas campestris*), amarillos liliás y phyllody (micoplasmas). Las Brassicas también son atacadas por el parasito broomrape (Orobanche) y varias enfermedades virales.

### **Insectos**

Muchos insectos se alimentan con el Verde exuberante de las plantas de "*Brassica*" causando pérdidas económicas que varían de una región a otra. Afortunadamente, casi todas pueden ser controladas por insecticidas y de varias maneras, sin un riesgo de residuos en los productos procesados. El mejoramiento genético para una resistencia al insecto, han rendido muy poco éxito aunque la selección para el desarrollo rápido y vigoroso del semillero y un periodo más corto del floreado, ha contribuido a un daño reducido de los insectos. En el futuro puede ser posible criar una resistencia a los insectos o una baja preferencia de los insectos. Por ejemplo, los cultivares de "*B. juncea*"

muestran menos problemas de la mosca Midge de la silicua, que "*B. napus*", algunos genotipos de "*Raphanus*" son reportados de tener resistencia para el nematodo de la remolacha y los semilleros, "*Sinapsis alba*" son menos atractivos para el escarabajo de la mosca. La transferencia de estas características hacia *B. napus* y *B. campestris* puede ser posible en el futuro. Existe también la posibilidad de incorporar un gene de Bacillus thuringiensis, el cual codifica para un toxico de glicoproteina, hacia muchas plagas de "Lepidopteros" en las *Brassicas*.

La resistencia al "encamado" contribuye al rendimiento por el mantenimiento de un flujo no restringido de nutrientes, hacia las partes aéreas de la planta, permitiendo que penetre la luz hacia las vainas inferiores, evitando las condiciones que conducen hacia infecciones fungales y facilitando las operaciones de cosecha. Sin embargo un grado de flexibilidad del tallo es deseado, para permitir algún doblado del cultivo y por lo tanto, prevenir a las vainas superiores, de ser golpeadas y destrozadas, este varía con las especies y cultivares. En general, "*B. napus*" tiende a ser más susceptible, siendo "*B. campestris*", intermedio y "*B. juncea*" el más resistente al destrozo. Sin embargo, la forma amarilla "Sarson", de "*B. campestris*" y silicuas de 4 valvas en "sarson" y otras especies han sido reportadas como las formas más resistentes al destrozado. La resistencia al partirse de la silicua, es determinado grandemente, por la formación y la extensión del tejido esclerenquimático, el cual conecta las valvas de la silicua hacia el septum falso. Desafortunadamente los métodos simples, precisos y rápidos, para la determinación de la

susceptibilidad aun no se han inventado, aunque el grado de la vaina, alrededor de su eje a lo largo o enrollado de las silicuas, cuando se colocan en la mano, han sido usados exitosamente.

### **Contenido de Aceite**

El contenido de aceite de las semillas secadas al aire, de "*Brassica*" están en un rango de 38 a 44%. Casi el 80% del valor monetario de la semilla, esta derivada del aceite extraido y la harina residual de alta proteina, contribuyendo al resto. Este aumento en el contenido de aceite, es un objetivo principal del mejoramiento.

las correlaciones entre el rendimiento y el contenido de aceite no han sido observados y la herencia para el contenido del aceite, es mas elevado que para el rendimiento de la semilla. El reemplazo del método de analisis, lento, Soxhlet, con las técnicas rápidas, exactas, no destructoras, de linea ancha NMR (Resonance Magnetic Nuclear) o NIR, (Refractance Near Infrared) ha mejorado posteriormente, la velocidad con la cual pueden ser mejorados los cultivares con aceite más elevado.

El valor del aceite de semilla, esta determinada por su composición del ácido graso, debido a que las cantidades de los varios ácidos grasos, presentes en el aceite, pueden afectar su valor nutricional o industrial. Los aceites de las "*Brassicas*", difieren de otros aceites vegetales, al contener una significativa proporción de los ácidos grasos monoenoicos de cadena larga, eicosenoicos y erúcico. La cantidad del ácido erúcico presente en los aceites de "*Brassicas*",

esta controlado por la formación genética de los embriones en desarrollo, más que en los parientes maternos, a través de una serie de alelos, exhibiendo una acción aditiva del gen. En "*B. napus*" dos locis, cada uno con varios alelos, determina el nivel del ácido erúxico en el aceite de la semilla, mientras que en "*B. campestris*" dos alelos en un solo locus, controlan la síntesis del ácido erúxico. Al variar los alelos, presentes, es posible fijar el nivel del ácido erúxico de un cultivar a casi cualquier nivel, desde esencialmente cero a más de 50% . El aislamiento de cero, ácido erúxico, en las plantas *B. juncea* y la determinación de su herencia son la base para el desarrollo de estas especies, como un cultivo de aceite comestible. El aceite con cultivares elevados en ácido erúxico(>50%) entran al mercado del aceite industrial, en donde el ácido erúxico es valorado como un agente de desliz en la manufactura de plásticos y para otros usos industriales.

Un segundo objetivo para mejorar la calidad del aceite, es el de reducir el porcentaje del ácido linolénico, del actual de 8 al 10% hacia menos del 3%, mientras se mantiene o aumenta el nivel del ácido linoleico. Un menor ácido linolénico es deseado, para mejorar las características del almacenamiento del aceite, mientras que un ácido linoléico elevado puede ser nutricionalmente deseado. La selección dentro del germoplasma disponible, ha resultado en solamente, en un progreso menor. Sin embargo, el uso de productos mutagénicos, produjeron una línea agrónomicamente débil, de *B. napus*, con casi 5% de ácido linolénico y 20% ácido linoleico. Stefansson, usando a este y otros mutantes, con reducido contenido de ácido linolénico, desarrollo

agronómicamente, un cultivar aceptable, de Verano, de *B. napus*, cultivar **Stellar**, conteniendo menos del 3% de ácido linoleico y más del 22% de ácido oleico.

La harina de la semilla de colza la cual queda después de la extracción del aceite de la semilla, contiene entre 36 y 40% de proteína, en una base de materia seca, con una composición bien balanceada de aminoácidos. Aunque el aceite y el contenido de la proteína, tienden a estar negativamente correlacionadas, ambas características pueden ser aumentadas al seleccionar, para la suma de las dos componentes. El desarrollo de las formas de semillas amarillas de la semilla de aceite, *Brassica* ha resultado en un aumento de aceite y contenido de proteína, a expensas de la fibra no deseada, debido a una capa de semilla más delgada, en las formas de semillas amarillas, versus las caféas o negras. El desarrollo de cultivares de semillas amarillas puras de *B. napus*, con buenas características agronómicas, persigue un objetivo de mejoramiento importante.

Cuando los glucosinolatos son hidrolizados por la enzima mirosinasa, presente en todas las porciones vegetativas y tejido de la semilla de brassicas, tiocyanatos, isotiocyanatos o nitrilos, son liberados. Aunque estos compuestos son deseados para el sabor y el olor que le dan a los vegetales de "Brassica" cuando están presentes en los concentrados de alimentos ellos pueden reducir el sabor agradable y, en los animales no rumiantes, afectan adversamente la absorción del yodo de la glándula tiroide, resultado en desordenes metabólicos, pobres eficiencias en el alimento, y reducida ganancia en el peso.

Para evitar estos problemas, la enzima myrosinasa es inactivada al calor como uno de los primeros pasos en el proceso de la extracción del aceite. Debido a que los glucosinolatos, intactos, son relativamente inocuos, esa harina procesada puede ser alimentada libremente a los animales rumiantes y a niveles controlados a los puercos y a las aves. Sin embargo, la última meta del mejoramiento, ha sido el desarrollo de cultivares bajos en glucosinolatos. (19)

Carr (1993) citado por Tequida, menciona que es muy importante cosechar a la canola al madurar, esto es para optimizar el rendimiento y producción de aceite. Si se retrasa la cosecha, puede incrementarse el contenido de aceite; sin embargo, puede haber pérdida de semilla, ocasionado por lluvias, viento o por que las vainas se vuelven frágiles. Las variedades de canola bajas en ácido erúcido son caracterizadas por su alto nivel de ácido oleico y niveles poco más altos de ácidos linoleico y linolénico que la colza con alto contenido de ácido erúcido (26).

#### **Metodo de Siembra**

La siembra para este cultivo se recomienda en húmedo por ser una semilla muy pequeña, se efectúa con sembradora para cereales, la siembra se debe realizar en líneas, para así obtener un mejor control de malezas y plagas, la separación entre líneas puede ser de 45-60 cm o bien de 60-70 cm, y una separación entre plantas de 3 a 5 cm y una profundidad de 2 a 3 cm como máximo y su densidad es de 3 a 4 kg de semilla/ha, si ésta se efectúa con maquinaria de precisión, pero si la siembra se efectúa con tracción animal, la densidad es de 10 kg de semilla/ha (4,14,20,22).

Labores de cultivo, una vez que emerge la planta ésta se desarrolla lentamente durante los primeros días, principalmente si las temperaturas son bajas, por ésta razón es necesario en ésta época dar uno o dos pasos de cultivadora para aflojar el suelo y eliminar las malezas, después durante el desarrollo, la planta empieza a eliminar las hojas basales y así de ésta manera se va cubriendo el suelo y no deja salir a las malas hierbas ya que forma una cubierta total al llegar el cultivo a la madurez, así que si se siembra otro cultivo después, no existe ningún problema de maleza, pero si la cosecha se realiza con maquinaria que no esté bien cerrada caera mucha semilla de este cultivo, pero no existe ningún problema serio ya que se puede eliminar fácilmente con algún herbicida (7,20,22).

En el caso de que exista demasiada población es conveniente realizar un aclareo para reducir el número de plantas procurando que queden alrededor de 70 plantas /m<sup>2</sup>, porque en el caso que existan muchas plantas habría mucha competencia entre el mismo cultivo por ésta razón se tiene que ralear dando un paso de rastra con picos ligeros en sentido perpendicular al surcado, y así lograr una población adecuada (20,22).

Las variedades mejoradas de colza se desarrollan bien en climas templados o fríos como de los valles altos y de algunas otras zonas de la mesa central. Las plantas se desarrollan bien en varios tipos de suelos; sin embargo, los mejores para esta planta son los suelos negros, profundos y de textura franca limosa. En suelos delgados la planta puede desarrollar bien si el nivel de fertilidad del suelo es apropiado. Cuando la precipitación es escasa los suelos

arcillosos o arcillo limosos son los más apropiados para la colza (17).

**Preparación del terreno.** \_ La preparación del terreno se recomienda iniciar con un barbecho profundo y después dar uno o dos pasos de rastra y con una buena nivelación del terreno, para obtener una adecuada distribución de la humedad y en consecuencia una mejor germinación (7,17).

Este cultivo se desarrolla bastante bien en diferentes tipos de suelos, pero se desarrolla mejor en suelos profundos y de textura franca. Algunos autores citan que la colza se da bien en suelos de texturas migajón-arenosos, franco-limoso o arcillosos y que además requiere de una profundidad de suelo de 0.90-1.50 mt y con buen drenaje; pero la colza se puede cultivar en suelos pobres o muy arenosos, siempre y cuando se haga una fertilización adecuada. La colza es medianamente tolerante a la salinidad (20).

#### **Fecha de Siembra.-**

La fecha de siembra va depender de la región donde se realice este cultivo; para el caso de E.E.U.U., la fecha optima es en el mes de octubre y noviembre, para cosecharse en los meses de marzo y abril; en Europa y Cánada, la fecha de siembra es en abril y mayo para cosecharse en septiembre.

En el caso de México, según Robles Sánchez, las fechas de siembra van a depender de las diferentes regiones de nuestro país ,para los Valles altos de Tlaxcala, Hidalgo y Puebla, la mejor época de siembra es del 15 al 31 de mayo

para variedades tardías (*B. napus*) y el 15 junio para variedades precoces (*B. campestris*). Cd. Serdan y Puebla la mejor fecha de siembra es el 30 de marzo y 15 de mayo; Tlacomachalco y Tlacotepec son del 15 de mayo al 30 de junio, Guanajuato de 1° al 15 de junio y para Tamaulipas del 15 al, 30 de noviembre (14,20).

La respuesta de la colza hacia las combinaciones factoriales de 5 fechas de siembra y 3 densidades de siembra, fueron investigadas en 1987-1989, sobre tierras arcillo-limosas, en la región de riego de Goulburn-Murray del sureste de Australia. Los cultivos fueron sembrados a intervalos mensuales, empezando en Abril de cada año. La densidad de siembra fueron 4.6, 7 y 14 kg de semilla/ha.; No hubo diferencias entre la producción y el contenido de aceite para los cultivos sembrados en abril y mayo. La siembra de junio fue baja en producción pero no en contenido de aceite el cual fue mayor del 45%, en siembras posteriores fueron bajas en producción y contenido de aceite. Las densidades de siembra no tuvieron ningún efecto sobre los rendimientos de la semilla y del aceite. (13,25).

Bajo condiciones de temporal se recomienda sembrar la colza lo más temprano posible. Para los valles altos de Tlaxcala, Hidalgo y Puebla la mejor época de siembra queda comprendida del 15 al 31 de mayo (17).

## **VARIEDADES**

Las variedades seleccionadas son dadas por los diferentes centros de investigación del país y distribuidas según su área de influencia en el territorio

nacional.

**Target.-** Es de alto rendimiento, con un ciclo vegetativo de 140 a 150 días, con una altura de 110 cm aproximadamente.

**Span.-** Es precoz pues tarda de 100 a 110 días a la madurez, el contenido de aceite de esta variedad es del 41% y alcanza una altura de 50 a 90 cm se recomienda para zonas en donde hay periodos largos de sequías, es mas resistente a desgranos que otras variedades.

**Zephyr.-** tiene un ciclo vegetativo de 150 a 160 días como máximo. Su contenido de aceite es de 40 a 42%, la semilla es de color negro y de mayor tamaño que la semilla de Span. Se recomienda para zonas con periodos largos y libres de heladas, que tienen una buena dotación de agua de lluvia o de riego. Su rendimiento es mayor que el de Span.

**Oro.-** tiene un ciclo vegetativo de 140 a 150 días y es muy similar en sus características a la variedad Zephyr, se recomienda para las zonas de mayor precipitación pluvial.

**Echo.-** precoz con un ciclo de 90 días.

**Turret.-** es de ciclo mediano de una altura de 1.40 mt (7,17).

En un experimento de evaluación que se llevo a cabo en el oeste de Canadá se vio que la variedad Quantum presento una alta adaptabilidad para las regiones de *B. napus*, asi como una alta resistencia a pata negra y fue superior

en todos estos rasgos a Legend, Delta y Profit. (24)

La tolerancia a la sal, en colza variedad westar y Tobin, fue estudiado en una prueba de campo, en Holtville, en suelo arcillo-Limoso, en Brawley, california en 1989-1990, seis tratamientos de salinidad fueron impuestos por irrigación con agua salinizada con NaCl y CaCl<sub>2</sub>; los valores de C.E. en el agua fueron de 1.2 -9.7 ds/m en el primer año y 1.2-11.5 ds/m en el segundo año. Los rendimientos relativos de la semilla de Westar y Tobin no fueron afectados por la salinidad del suelo, hasta por 11.0 y 9.7 ds/m respectivamente, mientras que cada aumento de la unidad en la salinidad arriba de estos umbrales, disminuyo el rendimiento de la semilla, por 13.0 y 14.3% respectivamente. Ambos cultivares fueron clasificados como tolerantes a la Sal. El aceite de la semilla y el contenido de proteína, no estuvieron afectados significativamente por la salinidad. En ambos cultivares, la salinidad del suelo, hasta 10.0 ds/m no afecto el crecimiento vegetativo, mientras que el crecimiento disminuyo arriba de este umbral un 11.2 % por cada unidad de aumento en la salinidad. (9,12)

## FERTILIZACION

Responde muy bien a las aplicaciones de fertilizantes en dosis moderadas de nitrógeno y fósforo. Para llevar a cabo una fertilización se sugiere aplicar 80 kg de nitrógeno por hectárea antes de la siembra. En lugares donde el fósforo es deficiente se recomienda aplicarlo en dosis de 40 kg por hectárea. En experimentos realizados en campos experimentales en la región de Tlaxcala se encontró que la dosis óptima para fertilizar este cultivo es de 160-60-40. Desde luego que esto es variable ampliamente según el tipo de suelo y condiciones eco

lógicas (7).

En un experimento que se realizó en Orange, Nueva Escocia en 1993, para probar la deficiencia de azufre se aplicó una mezcla de sulfato de potasio con cloruro de potasio en una dosis de 0, 10 y 40 kg S/ha. (S0, S10, y S40) durante las etapas de siembra, 5-6 hojas, primeros botones florales visibles, alargamiento del tallo y primeras flores. Las parcelas con S0 mostraron síntomas severas de deficiencia, durante la etapa de alargamiento del tallo, así como una reducción del 52% en el rendimiento y el 21% en la concentración de aceite en la semilla; Comparado con S10 a la siembra que fue inadecuado; aunque la concentración de aceite fue normal (39.42%). El rendimiento bajo un 25% más que aquellos tratamientos con S40. En ninguno de los tratamientos con S40 se tuvo rendimientos bajos ni baja concentración en el aceite, excepto, cuando el tratamiento fue retrasado hasta floración con una reducción del 15% de producción, El tratamiento S10 aplicado a finales de floración tampoco presentó reducción alguna en rendimiento y concentración de aceite. Los niveles de proteína en la harina de la semilla se vio aumentada por los aderezos finales de S40. Aunque los niveles de glucosinolatos se vieron aumentados por la aplicación de azufre, en los niveles estaban por abajo del límite establecido para cañola (11).

En experimentos de campo, en 1989-1990 en Illinois, la variedad Lirabon fue desarrollado sobre un suelo de cisne franco limoso en Browstown y un suelo flanagan franco limoso en urbana. El cultivo recibió 60, 120 y 180 Kg./Ha. de

nitrogeno, en 1989 y 0, 60, 120, 140, 180 y 240 Kg./Ha. de nitrogeno en 1990, 0 y 125 Kg./Ha. de potasio solamente en Brownstone, 0, 10, y 20 Kg./Ha. de azufre, 0 y 1 Kg./Ha. de Boro, la aplicación de N,K,S y B, aumento la concentración del nutriente particular en la planta. El P y Ca no fueron afectados por la aplicación de los 4 fertilizantes, pero la concentración de Mg estaba disminuida por la aplicación de K, en ambos años en Brownstone, y el Zn, Mn estaban aumentados con la aplicación de nitrogeno en 1990. Aumentando el nivel de nitrogeno, aumento significativamente el peso seco vegetativo, el inicio de floración, retraso la maduración y aumento los rendimientos de la semilla. El nivel optimo calculado económico del fertilizante Nitrogeno, fue de 225 Kg./Ha. de nitrogeno en urbana y 236 Kg./Ha. de nitrogeno en Brownstone (6).

Para los valles altos de México las fertilizaciones son a base de nitrógeno y fósforo en formula 60-40-00 (20).

En Suecia, la colza a nivel experimental, en la época de invierno, produjo un rendimiento promedio 5,925 kg/ha de materia seca, del cual 14.9% fue de proteína cruda y un 18.6% de fibra cruda. Por esta razón el forraje se usa con excelentes resultados en diferentes partes del mundo como Japón, Inglaterra, Nueva Zelanda, E.U., India y otros más (20).

La productividad, el uso de agua y de nitrógeno en plantas B. juncea, fueron comparadas con aquellas de trigo y avena en un experimento de campo, en la Riverina, New South Wales, el valor de la producción y la absorción del grano y paja. No hubo ninguna asociación entre la productividad y el uso de

agua, pero los cereales tenía una mayor cubierta del dosel y presumiblemente una mayor proporción del agua fue transpirada, más que evaporada del suelo. La ventaja de las oleaginosas, para el siguiente cultivo del trigo, fue pensado de que está asociado con menos enfermedades del suelo (4).

Se compararon *B. juncea*, cv Cutlass y la línea Ld 286-07, con canola "cotza" cv Westar y Tobín, en la región de Peace River, de Alberta en Columbia Británica, en 1987-89. Los rendimientos de la semilla fueron 2.27, 2.00, 2.14, 1.58 ton/ha. en Cutlass, LD 286-07, Westar y Tobín, respectivamente, la madurez sucedió después de los 90 días, en Tobin y 102-110 días en los otros tres cultivares, la concentración de aceite fue más elevada (44%) en las semillas de Westar (27).

En un experimento que se realizó en la localidad Black Melfor al noroeste de Saskatchewan se tuvo que el rendimiento promedio de la semilla de canola, fue de 1.39 Ton/Ha. con 45 kg./Ha. de nitrógeno y 1.5 ton/ha con 134 kg./Ha. de nitrógeno en comparación con los testigos que fue de 1.11 ton./ha. El rendimiento de 1.26 ton/ha con 0 Kg. de  $P_2O_5$  comparado con 1.53 ton/ha con 40 kg/ha de fósforo, la respuesta a los fertilizantes varió entre los años dependiendo de la temperatura, precipitaciones y fertilidad del suelo. El rendimiento estuvo positivamente correlacionado con el total de la precipitación y estuvo relativamente correlacionada con un promedio máximo diario de las temperaturas de julio y agosto (16).

Debido a que cotza ( *Brassica napus* sub especie oleifera) es un cultivo rela

tivamente nuevo en USA se conoce poco acerca del desempeño del cultivar a través de diferentes ambientes. Durante 1986-87, 1987-88 y 1988-89 como épocas de crecimiento, 6 cultivares de colza de invierno, fueron desarrolladas en 12, 16 y 17 localidades a través de USA respectivamente. La prueba de los cultivares de colza de invierno en diferentes ambientes, es importante en la evaluación del rendimiento y contenido de aceite y su estabilidad para definir su desempeño y un rango de adaptación.(23).

### **PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Dentro de las plagas más importantes que se presentan en México tenemos: la chinche Arlequín (Murgantia histrionica) que dañan a la planta chupando la sabia de la hoja y del tallo, produciendo una mancha opaca, un marchitamiento y hasta la muerte en caso de infestaciones severas, para su control se recomienda aplicar monocrotopos 60% en dosis de 0.75 lt/ha; parathion metílico 1.0 lt/ha (7, 17, 20, 22).

El pulgón (Brevicoryne brassicae) también causa bastante daño para el cultivo de la colza si se presenta en forma masiva sobre todo en plena floración, consistiendo su daño en las silicuas que no llegan a formarse y por lo tanto disminuye su rendimiento considerablemente y también disminuye la calidad de la semilla, para su control, hacer aplicaciones con endosulfan 35% a una dosis de 2.0 lt/ha (7, 17, 22).

El gusano de la col (Leptophobia aripa), éste se presenta en los diferentes estados de desarrollo de la planta, provocando una defoliación total o parcial del

cultivo, para su control, se recomienda aplicar endosulfan 35% en dosis de 2.0 lt/ha. aquí también encontramos el gusano cortador (Prodenia spp.) gusano soldado, (Spodoptera frugiperda), gusano peludo (Estigmene acrea) (22).

Pulga saltona, (Chaectonema ectypa) los insectos aparecen cuando las plantas están recién nacidas, el daño más notorio son las perforaciones en las primeras hojas de las cuales se alimenta el insecto. El daño puede ser tan fuerte que los insectos llegan a causar la muerte de las plantas. Para su control se recomienda endosulfan 35% a razón de 2 lt/ha (7,17).

Existen algunas enfermedades fungosas que al presentarse en el cultivo de la canola causan serios daños, como: Mancha de la hoja, (Alternaria brassicae) este hongo causa serios daños en algunas regiones del país y del mundo. Los síntomas que se pueden apreciar en las plantas son unas pequeñas manchas redondas negras o de color café que se pueden encontrar en las hojas, tallos y a veces en las silicuas. Cuando atacan a las plantas jóvenes, que son las que están más expuestas, frecuentemente impiden la emergencia de las plántulas. Si el ataque de esta enfermedad es muy fuerte, las semillas no alcanzan a desarrollarse bien y quedan arrugadas, con la consecuencia de un bajo rendimiento y calidad de la cosecha. El daño principal se da en los tallos florales los cuales se distorcionan, se hinchan y las silicuas no llegan a formarse. Se pueden prevenir con aplicaciones de: Manzate-D, Manzin, o Maneb en aspersiones de 1.0 kg/400 lt de agua /ha o también poner la semilla en agua caliente a 50 °C, durante 30 minutos y luego tratarla con Spergón o Arasan.

Chahuixtle o Roya blanca (Albugo cándida). Forma pústulas blancas de tamaño variable en el envés de las hojas, sobre los tallos y las silicuas, las cuales no llegan a formarse bien. Las partes de las plantas que sean atacadas por éste hongo se distorcionan, tuercen e hinchan. La penetración la hace por los estomas y se han encontrado razas fisiológicas de éste patógeno, el cuál se dispersa con el viento. Se puede prevenir químicamente con aplicaciones de: Zineb con dosis de 240 gr en 100 litros de agua por hectárea; Maneb 180 gr. en 100 litros de agua por hectárea o Dithane M-45. Estas aplicaciones se recomiendan hacer cuando la formación de las primeras hojas y repetir la aplicación cada 5 a 7 días hasta que formen grandes rosetas. Pero es mejor según el INIA sembrar las Variedades resistentes a éste patógeno como: Turret, Target y Zephyr.

Mildiu polvoriento: (Erysiphe polygon). Este hongo se presenta como un polvillo blanco en hojas y tallos. En México se ha reportado que ataca en forma ligera y que causa daños de poca consideración.

El control cultural recomendado tanto para plagas y enfermedades es la rotación de cultivos de 3 años (7,17,20).

La ocurrencia de las enfermedades de la raíz en canola en el noroeste de Bengala (es causada por Plasmodiphora brassicae) que afectó a todos los cultivos con excepción de B. napus y B. juncea afectó un 30% mientras que la B. campestris afectó hasta un 70% (22).

## COSECHA

Se debe realizar cuando la semilla a madurado y así se evita la pérdida por desgrane. Se han obtenido buenos resultados usando máquinas combinadas cuando las silicuas ya están secas, debiendo modificarse la velocidad del cilindro y el número de dientes de éste y de los concavos procurando que las máquinas sean de preferencia nuevas para que no tengan grietas, rupturas, o cualquier otro lugar por donde se puedan salir las semillas. En caso que no se disponga de maquinaria en el momento que deba hacerse la cosecha, habrá necesidad de segar las plantas a mano procediendo en forma semejante a como se hace con la cebada y después trillar, ya sea con trilladora estacionaria haciendo las adaptaciones correspondientes. Para obtener una buena limpieza de la semilla es preferible usar maquinaria; se recomienda hacer la cosecha de preferencia 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 será menor. La semilla se debe almacenar cuando tenga como máximo 10% de humedad, y conservarla en lugares frescos, secos y con buena ventilación, (7,8,14).

## MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el ciclo invierno-primavera 1993-1994 en terrenos del Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, localizado en el kilómetro 21 de la carretera a Bahía de Kino con una altitud de 149 msnm, y una latitud de  $111^{\circ} 07'56''$  donde se evaluaron siete variedades comerciales de canola provenientes de Tucson Arizona siendo estas las variedades A112, Global, Iris, Alto, Legend, Topas y Bingo.

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizaron 28 parcelas con cuatro surcos de 5 metros de longitud y 80 cm. de separación entre surcos, se realizaron las labores previas a la siembra como barbecho, un paso de rastra, emparejamiento. La siembra se llevo a cabo el día 29 de diciembre de 1993. Se dio una fertilización al momento de la siembra con la fórmula de 100 - 60 - 60 usando como fuente sulfato de amonio y triple 17.

El método de siembra fue a mano y a chorillo, a una profundidad de 3 cm; posteriormente se hizo un aclareo dejando 20 plantas por metro lineal.

Se dio un riego de nacencia y cuatro riegos de auxilio se presentaron malezas como el chual (*Chenopodium album* L.) y correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) las cuales se combatieron manualmente. En cuanto a plagas se presentó incidencia de pulgón del follaje (*Myzus persicae*) durante el ciclo del cultivo teniendo que hacerse 2 aplicaciones de dimetoato 400 con una dosis de

1.5 lt/ha. y 2 aplicaciones para el control del pulgon de la col, (Ropalosiphum pseudobrassicae), con Dimecrón 1000 con una dosis de 750 cc/ha. y Acefate 75 con una dosis de 1.5 kg./ha. La cosecha se realizó en forma manual, eliminandose los dos surcos de la orilla, utilizandose solo 8 m<sup>2</sup> como parcela util de los 16 m<sup>2</sup> que era la superficie total de cada parcela.

**LAS VARIABLES QUE SE MIDIERON DURANTE EL EXPERIMENTO FUERON:**

VARIABLE	FORMA DE MEDICION
RENDIMIENTO	Se cosecharon los dos surcos centrales y se dejo secar por 3 dias, se limpio la semilla y se peso la parcela util fue 8.0 m <sup>2</sup> . Posteriormente se hizo la conversión a kg/ha.
PESO HECTOLITRICO (KG/HL)	Se llevo a cabo con la balanza para determinar el peso hectolitrico. (Balanza Volumetrica).
PESO DE 1000 GRANOS	Se obtuvo contando y pesando 300 granos en el laboratorio y posteriormente en base al peso de los 300 granos se corrió en el SAS (Sistema de Analisis Estadísticos). Obteniendo así el peso de 1000 granos.
DIAS A INICIO DE FLORACION	Se obtuvo contando los dias desde el dia de siembra hasta el dia que aparecieron las primeras flores.
DIAS A PLENA FLORACION	Se obtuvo contando los dias del dia de siembra hasta el dia de plena floración, planta con mas del 50% de flor
DIAS A CORTE O COSECHA	Se obtuvo anotando el dia de siembra, para

posteriormente sumarle los días transcurridos al día del corte o cosecha de cada variedad.

PERIODO EN DIAS  
TRASCURRIDOS DESDE EL  
INICIO DE FLORACION HAS TA  
PLENA FLORACION

Se obtuvo sacando por diferencia los días que pasaron desde el inicio de floración hasta plena floración, cuando se tenía planta con un 50% con flor.

PERIODO EN DIAS  
TRASCURRIDOS DESDE PLENA  
FLORACION HASTA COSECHA

Se obtuvo sacando por diferencia los días que transcurrieron desde plena floración hasta el corte o cosecha.

---

## RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto al comportamiento de la variedades de canola en el rendimiento, al efectuar el analisis de varianza (cuadro 11) se encontro diferencia altamente significativa, presentando un valor  $F_0$  de 7.94 con una  $Pr > F$  de 0.0004, y un coeficiente de variación del 26% para esta variable. Posteriormente se realizó una comparación de medias utilizando la prueba de rango multiple de Duncan con un nivel de Significancia de 0.05 (5%) a través del procedimiento ANOVA del sistema de analisis estadísticos (SAS). Donde se encontro que las variedades; A 112, Legend y Alto fueron las que tuvieron los rendimientos más altos. con 1 173.75, 1 011.5 y 1 005.25 kg. por hectarea respectivamente, no existiendo diferencia significativa entre si. Siendo estadísticamente diferentes al resto de los materiales. Las variedades Topas e Iris fueron las de menor rendimiento con 475.4 y 476.1 kg/ha. respectivamente, formando otro grupo estadístico junto con las variedades Global y Bingo con 526.25 y 614.1 kg/ha respectivamente (cuadro 1).

Otra de las variables que se analizaron fue el peso hectolitrico en las cuales se encontró diferencia altamente significativa para el factor variedades en el analisis de varianza (Cuadro 12) con una  $F_0$  de 6.48 y una  $Pr > F$  de 0.0013, además se presento un coeficiente de variación de 1.81%, lo que nos indica la estabilidad de esta variable en los diferentes genotipos de canola. Posterior al analisis de varianza se procedio a efectuar la comparacion de medias utilizando para ello la prueba de rango multiple de Duncan al 5% donde se encontró que las variedades Global, A 112, Bingo e Iris mostraron los mas altos valores en

peso hectolítrico con: 70.67, 70.27 y 69.97 y 69.82 kg. por hectolitro; formando un grupo estadístico entre sí. Las variedades Alto y Legend fueron las que presentaron los valores más bajos con 66.42 y 67.37 kg. por hectolitro, siendo estadísticamente diferentes al resto de los materiales que se evaluaron (Cuadro 2).

Cuadro 1.-Comportamiento de las 7 variedades de canola en rendimiento. En la Costa de Hermosillo.

VARIEDAD	RENDIMIENTO TON/HA.	
A112	1.174	a*
Legend	1.011	a
Alto	1.005	a
Bingo	0.614	b
Global	0.526	b
Iris	0.475	b
Topas	0.475	b

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

Cuadro 2.-Comportamiento de las 7 variedades de canola en peso hectolitrico en la costa de Hermosillo.

VARIEDAD	PESO-HECT (KG/HECT)	
Global	70.667	a*
A112	70.275	a
Bingo	69.975	a b
Iris	69.825	a b
Topas	68.000	b c
Legend	67.375	c
Alto	66.425	c

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

En cuanto a la variable peso de 1000 granos de las variedades no se encontró diferencias significativas en el análisis de varianza (cuadro 13) con una  $F_0$  de 0.96 y una  $Pr>F$  de 0.48, además se presentó un coeficiente de variación de 14.05 lo que nos indica la estabilidad de esta variable en los diferentes genotipos de canola. Posteriormente al análisis de varianza se procedió a efectuar la comparación de medias utilizando para ello la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% donde se encontró que las variedades Iris, Alto y Legend presentaron los valores más altos en el peso de 1000 granos con: 3.25, 3.17 y 3.17 g. respectivamente, las variedades A112 y Bingo presentaron los valores intermedios con 3.08 y 3.00 grs. respectivamente siendo las variedades topas y global las que presentaron los valores más bajos con 2.78 y 2.67 g. respectivamente no presentandose diferencia entre las variedades (cuadro 3).

Cuadro 3.-Comportamiento de las 7 variedades de canola en cuanto a peso de 1000 granos en la Costa de Hermosillo

VARIEDAD	PESO DE 1000 GRANOS (GR.)	
Iris	3.25	a*
Alto	3.17	a
Legend	3.17	a
A112	3.08	a
Bingo	3.00	a
Topas	2.78	a
Global	2.67	a

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

Al analizar la variable inicio de floración, se encontró diferencia altamente significativa entre variedades, con un  $F_0 = 104.01$  y un coeficiente de variación de 1.88%. (cuadro 14). En el (cuadro 4) se muestra la comparación de medias a través de la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%. Donde se encontró que las variedades Alto, Legend y A112 fueron las de mayor precocidad con 71, 76 y 85 días respectivamente. Comportándose el resto de los materiales como tardíos, con 91, 91, 91 y 90 días respectivamente para las variedades Topas, Iris, Global y Bingo.

Cuadro 4.-Comportamiento de las 7 variedades de canola en días a inicio de floración en la Costa de Hermosillo

VARIEDAD	DIAS A INICIO DE FLORACION	
Topas	91	a*
Iris	91	a
Global	91	a
Bingo	90	a
A112	85	b
Legend	76	b
Alto	71	b

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

Para los días a plena floración se observó una mayor definición de los materiales. En el análisis de varianza se encontró una diferencia altamente significativa con un valor de  $F_0 = 50.73$  para el factor variedades. Con un coeficiente de variación  $C.V. = 3.13\%$  en la prueba de rango múltiple de Duncan se formaron varios grupos los cuales podemos categorizar entre variedades Precoces, Intermedias y Tardías. Considerando a las variedades Alto y Legend como precoz con 79 y 82 días; Intermedias a las variedades Global, Bingo y A112 con 101, 98 y 92 días respectivamente y a las variedades Iris y topas como las más tardías con 107 y 103 días respectivamente. (cuadro 5)

Cuadro 5.-Comportamiento de las 7 variedades de canola en días a plena floración en la Costa de Hermosillo

VARIEDAD	DIAS A PLENA FLORACION	
Iris	107	a
Topas	103	a b
Global	101	b c
Bingo	98	c
A112	92	d
Legend	82	e
Alto	79	e

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

Por lo que respecta a la variable días a corte al efectuar el análisis de varianza (cuadro 16) se encontraron diferencias altamente significativas entre las variedades, con un valor de  $F_0$  de 21.00 y con una  $Pr>F$  de 0.0001 con un coeficiente de variación del 2.9821% para esta variable. Posteriormente se corrió una comparación de medias utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% a través del sistema de análisis estadísticos (SAS), donde se encontró que la variedad Topas con 149 días presentó el valor más alto siendo la variedad más tardía, así como la variedad Iris con 145 días, dentro de los genotipos que se comportaron como tipos intermedios fueron Global y Bingo con 143 y 142 respectivamente no siendo estadísticamente diferentes entre sí, pero diferentes al resto, siendo las variedades A112, Legend y Alto con 130, 127 y

127 días, respectivamente, los que obtuvieron los valores más bajos comportandose como los genotipos más precoces. (cuadro 6)

Cuadro 6.-Comportamiento de las 7 variedades de canola en cuanto, a corte en la Costa de Hermosillo

VARIEDAD	DIASACORTE	
Topas	149	a
Iris	145	a b
Global	143	b
Bingo	142	b
A112	130	c
Legend	127	c
Alto	127	c

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

Otra de las variables que se analizaron fue período de floración en el cual encontramos diferencias altamente significativas para el factor variedades en el análisis de varianza (cuadro 17) con una  $F_0$  de 6.14 y una  $Pr>F$  de 0.0012, además se presentó un coeficiente de variación del 29.14% para esta variable. Posteriormente se corrió una comparación de medias utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% a través del sistema de análisis estadísticos (SAS), donde se encontró que la variedad Iris presentó el período más alto con 16 días siendo completamente diferentes al resto. La Variedad Topas presenta un período de 12 días siendo estadísticamente diferentes a Iris y Legend, pero

presenta una similitud con Global, Alto, Bingo y A112 las cuales presentan un período de 10, 8, 7 y 7 respectivamente. La variedad Legend presentó un período de 6 días, presentando una similitud con las variedades, Global Alto, Bingo y A112, siendo completamente diferentes a Topas e Iris (cuadro 7).

Cuadro 7.-Comportamiento de las 7 variedades de canola en periodo de floración (días transcurridos de inicio de floración a plena floración) en la Costa de Hermosillo.

VARIEDAD	PERIODO DE FLORACION	
Iris	16	a
Topas	12	b
Global	10	b c
Alto	8	b c
Bingo	7	b c
A112	7	b c
Legend	6	c

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

Otra de las variables que se analizaron fue el período de maduración en el cual se encontraron diferencias altamente significativas para el factor variedades en el análisis de varianza (cuadro 18) con  $F_0$  de 3.17 y un  $Pr>F$  de 0.0267 además se presentó un coeficiente de variación del 9.93% lo que nos indica la estabilidad de esta variable en los diferentes genotipos de canola. Posterior al análisis de varianza se procedió a efectuar la comparación de medias utilizando para ello la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% donde se encontró que

las variedades, Alto y Topas presentan el período de maduración más alto con 47 y 46 días respectivamente, siendo completamente iguales entre sí y a la vez presentan una similitud con las variedades Legend, Bingo y Global con 44, 44 y 41 días, estas a su vez presentan una similitud con las variedades Iris y A112 con 38 y 38, pero a su vez éstas dos últimas son completamente diferentes a las variedades Alto y topas (cuadro 8).

Cuadro 8.-Comportamiento de las 7 variedades de canola en maduración (días transcurridos de plena floración a corte) en la costa de Hermosillo

VARIEDAD	PERIODO DE MADURACION	
Alto	47	a
Topas	46	a
Legend	44	a b
Bingo	44	a b
Global	41	a b
Iris	38	b
A112	38	b

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

El análisis químico de la semilla, se llevo a cabo en el Departamento de Investigación y Postgrado en Alimentos De la Universidad de Sonora en colaboración con el trabajo de tesis del químico Martín Tequida Meneses, cuyos resultados se muestran a continuación: El promedio general de proteínas en las cinco variedades analizadas fué de 43.49%. El valor más bajo lo mostró la

variedad Alto (42.17%) y el más alto la variedad Legend (44.49%). El coeficiente de variación (C.V.) observado en la determinación fue de 0.7168. El valor medio en las muestras fue ligeramente superior (3.5%) al reportado por otros investigadores (41% base seca y desgrasada) para semilla de canola (Shahidi, 1990). Tales diferencias en el contenido de proteína tal vez se explican en variaciones en la fertilización realizada o en las diferencias del aprovechamiento de nitrógeno por la planta del subsuelo en las diferentes áreas de cultivo (Ferwerda, 1983; Kramer et al, 1983; Harwood, 1994). El análisis estadístico en contenido de proteínas demostró que no hubo diferencia significativa entre las Variedades Iris y Bingo, pero si hay entre las variedades A-112, Alto y Legend.

El contenido de grasa de las cinco variedades presentó una media de 33.42% con un C.V. de 0.4994. Donde la variedad Legend presentó el mayor contenido de grasa en el orden del 37% (cuadro 9) y el valor más bajo con 36.58% la variedad A112. Los valores encontrados son bajos con respecto al valor reportado en la literatura (41% base seca). Esto pudo ser efecto de los mismos factores descritos para el contenido de proteínas y de la adaptación de la planta a los suelos de la región de la (Costa de Hermosillo) También puede ser porque estos cultivos se cosecharon antes de su maduración óptima

El análisis estadístico del contenido de grasa mostró que hay una diferencia altamente significativa ( $P < 0.05$ ) en todas las variedades. Es importante mencionar la relación inversa existente entre el contenido de

proteínas y grasa. El coeficiente de correlación ( $r$ ) entre el contenido de proteínas y grasa obtenido fué de - 0.807, significando que al aumentar las proteínas, disminuye la grasa.

En cuanto a la calidad de aceite en la proporción de Ácidos grasos se encontró que las variedades A112 Iris y Bingo, presentaron la proporción más alta de ácido Oleico con 58.01, 56.84 y 56.74% respectivamente, siendo las variedades Alto y Legend las de menor contenido de ácido Oleico con 55.04 y 55.64% respectivamente. En cuanto al contenido de ácido Linoleico las variedades que presentaron los porcentajes más altos fueron: Legend, Iris y Alto con 25.66, 25.41 y 25.10% respectivamente, comportandose estadísticamente diferentes a las variedades Bingo y A112 las cuales presentaron 24.42 y 24.00% de ácido linoleico respectivamente. (cuadro 10)

Cuadro 9 Rendimiento de Aceite en la Semilla de Canola (Tequida 1995)

Variedad	Aceite (%) 1	Grasa (%) 2	Rendimiento(%) de Extracción
A112	33.62	36.58	91.9
Iris	33.72	37.05	91.0
Alto	36.49	39.13	93.2
Legend	36.52	39.67	92.0
Bingo	30.82	37.93	81.2

1 Extracción de 800 g de semilla de canola (E. estilco)

2 Extracción de 2 g de canola (E. estilco).

Cuadro 10.-Perfil de Ácidos Grasos (%) del Aceite de Cinco variedades de semilla de canola (Teguida 1995)

VARIEDAD	OLEICO	LINOLEICO	LINOLENICO
A 112	58.01 a	24.00 b	10.21 c
Irís	56.84 ab	25.41 a	8.94 d
Bingo	56.74 b	24.42 b	10.80 b
Legend	55.64 bc	25.66 a	11.27 a
Alto	55.04 c	25.10 a	10.12 c
Ref*	56.50	21.00	10.00

a, b, c, d, valores en la misma columna con diferente letra son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) medidos por prueba de Tukey

\* dato bibliográfico

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta lo difícil que es contrarrestar en su totalidad los efectos negativos del clima sobre el rendimiento, peso hectolitrico y periodo de floración, se comprueba la importancia de establecer el cultivo en una fecha de siembra adecuada, siendo aquella en la cual el cultivo dispone de sus requerimientos climáticos apropiados que la región le ofrece para su desarrollo.

Por lo tanto de acuerdo a los resultados de esta evaluación se requiere de hacer más evaluaciones para una fecha de siembra óptima para la costa de hemosillo.

En este trabajo se encontraron diferencias altamente significativas entre los genotipos, en cuanto a rendimiento del grano en toneladas por hectarea.

En lo que respecta a peso hectolitrico se encontraron diferencias altamente significativas siendo la variedad Global la que obtuvo el peso hectolitrico más alto con 70.667 kg/hl. y la variedad Alto el peso más bajo con 66.425 kg/hl.

En el análisis del peso de 1000 granos la variedad Iris presento un peso de 3.25 gramos siendo este el más alto y la variedad Global presento 2.67 gramos siendo el más bajo.

En el periodo de floración la variedad Iris presento el periodo de floración más largo con 16 días y la variedad Legend presento un periodo de 6 días.

Todos los genotipos aquí evaluados mostraron una gran capacidad de adap

tación en la region costa de Hermosillo.

Es de gran interés para los Investigadores, seguir haciendo estudios más profundos sobre éste cultivo, como ya hemos visto se puede obtener un aceite de muy buena calidad.

Existe la necesidad de explotar éste cultivo con el fin de evitar las importaciones, y que la producción se lleve acabo en el país, para el autoconsumo del mismo y que en un futuro nosotros exportemos esta materia prima, lo cuál generaría divisas.

Es de gran interés para los agricultores la plantación de canola ya que es un cultivo, de fácil manejo y bajo costo de producción situandose con esto como un cultivo alternativo.

La canola es un cultivo con grandes posibilidades de adaptación para esta region (costa de Hermosillo). con un buen potencial de rendimiento se requiere continuar las investigaciones con respecto a éste cultivo, puesto que existen infinidad de interrogantes con relación a su manejo y oportunidad de rendimiento.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.-American pedigree seed company. 1992. Canola; America's new opportunity. Memphis TN. H.D. 5/92.
- 2.-American pedigree seed company. 1992. A. Narrative history of canola News Release, Memphis TN. H.D.
- 3.-American pedigree seed company. 1992. Canola from to present. News release, Memphis T.N. H.D.
- 4.-Angus, J. F., A.F. Herwaarden, G.N. Van. Howe, A.F. Van-Herwaarden. 1991. Productivity and break cropeffects of Wintergrowing oilseeds. Australian- Journal-of-Experimental-Agriculture. 31(5): 669-677. CAB-Astracts.
- 5.-Auld, D.L., M.K. Heikkinen, D.A. Erickson, J.L. Sernyk and J.E. Romero. 1992. Rapeseed mutants with reduced levels of polyunsaturated fatty acids and increased levels of oleic acid. Crop Sciencie. 32(3): 657-662
- 6.-Bullock, -dg; Sawyer, -Je. 1991 Nitrogen, Potassium, Sulfur, and Boro Fertilization of Canola. Journal of production-Agriculture. 4:4, 550-555; 21 ref. Cab Astracts.
- 7.-Downey, R.K., A.J. Klassen and J. Mcansh. 1974. Rapeseed Canada's cinderella crop. 3º fid rapeseed Asociation of Canada public. Nº33. p. 21-31
- 8.-Finazzi, R. 1992. Agricultura, revista agropecuaria. Nº 715 del mes de febrero. p. 154-155.
- 9.-Francois, LE. 1994 Growth, Seed Yield, and Oil Content of canola grown under saline conditions, Agronomy-Jour. 86:2, 233-237; 26 ref. cab-abstracts

- 10.-Gavett, -EE; Dyne, -DL -Van; Van-Dyne, Dz. 1992 The economic feasibility of biodiesel. Paper --- American-Society-of-agricultural-engineers. No. 92-60 27, 10, 11 ref. Cab abstracts.
- 11.-Hocking-PJ; Pinkerten-A, Good-A. 1996 Recovery Of field-Grown canola from sulfur deficiency. Australian Journal of Experimental-Agriculture 36:1, 79-85; ref Cab-Abstracts.
- 12.-Huang-J, Redmann-RE. 1995 Salt tolerance of hordeum and Brassicas species during germination and early seedling Growth, Canadian-Journal-Of-Plant-Science, 1995,75:4, 815-819; 31 ref Cab-Abstracts.
- 13.-Jonson-BL; McKay-KR; Schneiter-AA; Hanson\_BK; Schatz\_BG.1995 Influence of planting date on Canola an crambe production. Journal-Of-Production-Agriculture. 8:4, 594-599;15 ref Cab-Abstract-
- 14.-Kramer, J.K.G. 1983. High and Low Erucic Acid Rapeseed Oils Production Usage Chemistry and toxicological Evaluation; Academic Press Canada, Ontario Canada P- 3-5.
- 15.- Lawrence B; V. Gunter, T. Mentele, M. Tachikawa, and K.Tanaka.1994 Socializing Nature Technoscience and Transformation of Rapeseed into Canola. Crop Sci. 34:607-614
- 16.-Nuttal, W.F., A. P. Moulin and L.J. Townley-Smith, 1992.Yield response of canola to nitrogen, phosphorus, precipitation and temperature. Agronomy-Journal. 84(5): 765-768.
- 17.-Palafox, A. 1973. El cultivo de la colza en los Valles altos. Circular CIAMEC nº38. México P- 1-5
- 18.-Pendium, S. 1990. Situación mundial de las oleaginosas y su perspectiva. Soya noticias 17(216):2-7.Mexico
- 19.- R.K Downey, G. Robbelen, 1989 Oil crops of the world, Ed. Graw Hill. U.S.A. P- 339-359.

- 20.-Robles, S.R. 1982. Producción de oleaginosas y textiles. Ed. Limusa cap nº8. Mexico P- 417-427
- 21.- Ruiz, B.C., A. Palafox de la B. and R.H.S. Azpiroz. 1983. Evaluación de 12 variedades de colza (Brassica napus) y (Brassica campestris) Chapingo Guerrero, México. Folleto Nº42 P- 26-31
- 22.- Sánchez, P.A. 1992. Cultivos oleaginosos. Manuales para la educación agropecuaria. Area producción vegetal No. 14 sep/trillas.Mexico. P- 59-66
- 23.- Shafii, B., K.A. Mahler, W.J. Price and D.L. Auld. 1992. Genotype x environment interaction effects on winter rapeseed yield and oil contet. Crop-Sci. 32(4):922-927.
- 24.- Stringam- Gr; Degenhardt- Df; Thiagarajah-MR ; Bansal Vk.1995 Quantum summer rape, canadian Journal of plant Science. 75:4, 903-904; 2 ref CAB Abstracts.
- 25.-Taylor, Aj; Smith, - CJ.1992 Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of irrigated canola (Brassica napus L.) grown on a red-brown earth in south eastern Australia. Australian Journal of Agricultural Research. 43: 7, 1629-1641; 28 ref CAB-Abstract.
- 26.-Tequida M. M;. 1995 Caracterización física y química de la semilla de canola y su aceite de cinco variedades cultivadas en el estado de Sonora, Hermosillo Sonora, Universidad de Sonora, Tesis de Maestría del Departamento de Investigación y posgrado en alimentos.- p 30-51
- 27.-- Woods, D.L. 1992. Comparative performance of mustard and canola in the peace river region. Canadian-Journal of-Plant-Science. 72(3):829-830. CAB-Abstracts.

# APENDICE

Cuadro.- 11 Cuadro de Analisis de varianza para la variable rendimiento en granos/P.U. de las 7 variedades de canola en la Costa de Hermosillo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	3	489678.65	163226.22	6.04**	0.006
Variedad	6	1287836.85	214639.47	7.94**	0.0004
Error	16	432338.50	27021.16		
Total	25	2209854.01			
CV= 26.54%		R <sup>2</sup> = 0.804			

Cuadro.- 12 Cuadro de Analisis de varianza para la variable peso hectolitrico de las 7 variedades de canola en la Costa de Hermosillo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	3	4.03876	1.3462	0.86 ns	0.4795
Variedad	6	60.54686	10.0911	6.48 **	0.0013
Error	16	24.90400	1.5565		
Total	25	89.48961			
C.V.=1.81%		R <sup>2</sup> = 0.722			

Cuadro.- 13 Cuadro de analisis de varianza para la variable peso de 1000 granos de las 7 variedades de canola en la Costa de Hermosillo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	3	0.1043	0.0347	0.19	0.9010
Variedad	6	1.0523	0.1753	0.96	0.4805
Error	16	2.9158	0.1822		
Total	25	4.0726			
C.V.=14.05%		R <sup>2</sup> = 0.2840			

Cuadro.- 14 Cuadro de analisis de varianza para la variable inicio de floración de las 7 variedades de canola en la Costa de Hermosillo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	3	15.0000	5.0000	1.96	0.1567
Variedad	6	1594.8571	265.80952	104.01	0.0001
Error	18	46.0000	2.55555		
Total	27	1655.8571			
C.V=1.88%		$R^2 = 0.9722$			

CUADRO 15 Cuadro de Analisis de varianza para la variable plena floración de las 7 variedades de canola en la Costa de Hermosillo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	3	12.28571	4.0952	0.47	0.7097
Variedad	6	2675.21428	445.8690	50.73	0.0001
Error	18	158.2142	8.7896		
Total	27	2845.7142			
C.V= 3.13%		$R^2 = 0.9444$			

Cuadro.- 16 Cuadro de analisis de varianza para la variable corte de las 7 variedades de canola de la Costa de Hermosillo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	3	27.8571	9.2857	0.55	0.6531
Variedad	6	2118.5000	353.0833	21.00	0.0001
Error	18	302.6428	16.8134		
Total	27	2449.0000			
C.V=2.982%		$R^2 = 0.8764$			

Cuadro.- 17 Cuadro de analisis de varianza para la variable periodo de floración de las 7 variedades de canola de la Costa de Hermosillo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	3	11.8571	3.9523	0.50	0.6867
Variedad	6	290.4285	48.4047	6.13	0.0012
Error	18	142.1428	7.8968		
Total	27	444.4285			
C.V.=29.14%		R <sup>2</sup> =0.6801			

Cuadro.- 18 Cuadro de analisis de varianza para la variable periodo de maduración de las 7 variedades de canola de la Costa de Hermosillo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Pr > F
Bloque	3	9.2857	3.0952	0.17	0.9142
Variedad	6	342.7142	57.1190	3.17	0.0267
Error	18	324.7142	18.0396		
Total	27	676.7142			
C.V.=9.93%		R <sup>2</sup> = 0.5201			