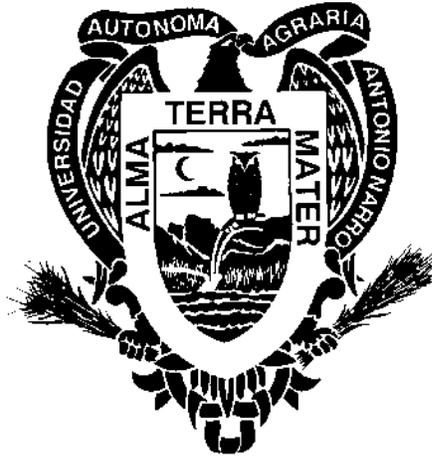


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



**CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL GENERO *Brassica* Y USO DE LA PASTA DE
CANOLA EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS**

Por:

RICARDO GUTIÉRREZ SANTOS

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

DEDICATORIA

Les dedico mis triunfos y logros a todas las personas importantes en mi vida y a dios, con mucho cariño y que gracias a ellos logre una meta más en mi vida.

A MIS ABUELOS

Rutila Ríos Castro, Soila Anzueto Ruiz, Juan M. Santos Yáñez.

Muy especialmente a mi abuelo **Ricardo Gutiérrez Ocaña**, mi segundo padre, un gran amigo y señor de respeto al cual le debo ser un Ingeniero Agrónomo Zootecnista, que gracias a sus consejos, ánimos, palabras y ayuda incondicional logre terminar mi carrera, a él le dedico este gran logro en mi vida y le tengo gran admiración.

A MIS PADRES

Limber Gutiérrez Ríos y Mercedes Santos Anzueto, por darme la vida, apoyarme, aconsejarme por el buen camino en los momentos que más los necesitaba, confiar y por creer siempre en mí ya que a pesar de la distancia ellos siempre estuvieron a mi lado en mis pensamientos. Gracias por su apoyo y su cariño.

A MIS HERMANOS

Juan Carlos Gutiérrez Santos y Jareth de Jesús Gutiérrez Santos, gracias por todo el cariño que me han brindado espero ser una buena persona para ustedes ya que soy el más grande quiero ser un ejemplo en su vida, recuerden “si lo deseas y te esfuerzas lo logras”, siempre contarán conmigo.

A MI NOVIA

Diana Paulina Juárez Domínguez, por todo tu apoyo en estos 7 años que hemos pasado juntos, por tus consejos, por ser mi compañera, por darme tu cariño y tu amor GRACIAS sabes que TE AMO MI AMOR y eres una parte muy importante de este logro en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por todas las cosas buenas y malas que me han pasado ya que las cosas buenas me alegraron la vida y las malas me hicieron fuerte y reflexionar de ellas, por ayudarme durante cada etapa de mi vida, por ser mi apoyo, por escuchar las cosas que me pasan, por guiarme en el camino correcto, por darme la fuerza para seguir adelante.

A MI QUERIDA UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, por darme la oportunidad de formar parte de esta gran familia que son los buitres de la Narro, a esta universidad le debo lo que soy gracias por formarme como Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

A MI ASESOR Y MAESTROS

Agradezco al M.C. Manuel Torres Hernández, por brindarme su apoyo y asesoría en la realización de este trabajo y a todos los maestros del departamento de producción animal por brindarme sus conocimientos durante mi formación como profesionista.

Agradezco al Ing. Jesús Mata Monsiváis, por brindarme su amistad y la oportunidad de pertenecer a la selección de futbol soccer de la universidad en la cual jugué con mucha alegría, pasión y defendí con respeto los colores de mi escuela.

A los ingenieros Felipe Abencerraje Rodríguez y Jesús Burfford Vázquez, por brindarme la ayuda para pertenecer a esta gran universidad, a los dos les agradezco de corazón ya que ustedes me apoyaron mucho desde el principio de mi carrera.

A MIS AMIGOS, PRIMOS E INTERNADO DE LA UNIVERSIDAD

Luis Ernesto, Roberto, Darinel, Eduar, Jarocho(+), Chico, Chava, Víctor, Pastor, Marcos, Gabrielito, Pedro, Lauren, Cristian, por todos los momentos de felicidad y tristezas que pasamos y su apoyo durante mi etapa como estudiante y en mi vida personal. Gracias al internado de la universidad que me acepto para vivir toda la etapa de mi carrera en el "Porfirio 9", del cual me llevo los mejores recuerdos de mi universidad fue mi casa y mi lugar de estudio.

INDICE

Titulo	pagina
INDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	9
INTRODUCCION.....	10
Objetivos.....	11
Justificación.....	11
REVISION DE LITERATURA.....	12
Descripción del Genero <i>Brassica</i>	12
Características botánicas.....	12
Usos de la canola en México.....	15
El cultivo de la canola.....	16
Selección del terreno.....	16
Preparación del terreno.....	16
Época de siembra.....	16
Densidad de siembra.....	16
Profundidad de siembra.....	16
Forma de siembra.....	16
Fertilización.....	17
Prácticas culturales.....	17
Plagas de la colza.....	17

Gorgojo del tallo de la colza.....	17
Gorgojo de la yema terminal.....	17
Gorgojo de las silicuas.....	18
Cecydomia	18
Meligetos de las cruciferas.....	18
Plaguillas de la colza.....	18
Plaguillas de la col.....	18
Enfermedades de la colza.....	18
Mancha negra de la colza.....	18
Pie negro de la colza.....	19
Podredumbre gris.....	19
Hernia de la col.....	19
Sclerotinia Sclerotiorum.....	19
Partes utilizadas de la canola.....	19
Diferentes usos de la canola.....	19
Aceite de canola o colza.....	19
Usos en alimentación humana.....	20
Uso medicinal.....	20
Uso en la producción de miel.....	20
Uso como forraje para animales.....	20
Uso como abono verde.....	21
Composición química de la colza.....	21
Pasta de canola, antecedentes y mercado.....	21
Pasta de canola composición nutricional.....	22

Proteínas y aminoácidos.....	22
Aceite.....	24
Aditivos.....	25
Carbohidratos y fibra.....	25
Minerales.....	26
Energía.....	26
Glucosinolatos.....	27
Otros componentes menores.....	28
Pasta de canola en la dieta de cerdos.....	28
Digestibilidad de aminoácidos.....	28
Tolerancia a glucosinolatos.....	29
Ingestión del alimento.....	30
La canola como ingrediente en alimento para cerdos.....	30
Cerdos en la etapa inicial (6 a 20 kg).....	31
Uso de la torta y la semilla completa de colza como fuentes de energía en cerdos en crecimiento.....	31
Cerdos en la etapa crecimiento – finalización (20-100).....	33
Cerdas reproductoras.....	33
Inclusión en la dieta de aceite y semilla de canola.....	34
Aspectos económicos de usar pasta de canola en la dieta.....	35
Aceite de canola para reducir el polvo en las naves de cerdos.....	35
Usos y características de los principales productos y subproductos de la Canola.....	37

Canola forrajera.....	37
Rastrojo de canola.....	37
Cultivo de la canola en México.....	37
Adaptación de variedades de canola y rendimiento en ganado holstein fressian en clima frio.....	38
Producción de canola y colza en México.....	39
Principales estados productores.....	40
Precios de la canola y la colza.....	40
CONCLUSION.....	42
LITERATURA CITADA.....	43
CITAS ELECTRÓNICAS.....	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación botánica, del genero <i>Brassica</i>	13
Cuadro 2. Composición de la semilla de la colza.....	15
Cuadro 3. Composición nutricional.....	22
Cuadro 4. Composición de aminoácidos de la pasta de canola sobre una base de según se recibió.....	23
Cuadro 5. Coeficiente de digestibilidad de los aminoácidos para cerdos y aves.....	25
Cuadro 6. Contenido mineral de la pasta de canola (10% base húmeda).....	26
Cuadro 7. Valores de energía disponible para la pasta de canola (10% base húmeda).....	27
Cuadro 8. Coeficiente de digestibilidad ileal efectiva en algunos aminoácidos esenciales en cerdos alimentados con pasta de canola y pasta de soya.....	28
Cuadro 9. Niveles máximos de inclusión (%) de pasta de canola que se recomienda incluir en la dieta de los cerdos.....	34
Cuadro 10. Valor económico de la pasta de canola, comparado con la pasta de soya con alto contenido de proteína, (47%) en alimentos balanceados menos costosos.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de la colza (taxonomía).....	12
Figura 2. Inflorescencia de la colza.....	14
Figura 3. Semilla de la canola.....	14
Figura 4. Producción de canola y colza en México.....	39
Figura 5. Principales estados productores.....	40
Figura 6. Precios de la canola y la colza.....	41

RESUMEN

La Canola es un descendiente de la Colza (*Brassica Napus* y *Brassica Campestris*), se originó en Canadá y después paso a varias partes del mundo hasta llegar a México, la cual se desarrolló mediante técnicas estándar de mejoramiento de semillas, con el fin de obtener niveles menores de ácido Eurico y bajos niveles de glucosinolatos, mismos que causan problemas a los animales. La semilla de Canola es pequeña, redonda y de color oscuro rojizo, se utiliza para extraer el aceite que contiene para usarse como aceite vegetal comestible para el ser humano y para los animales.

La canola tiene diferentes usos ya sea como aceite para alimentación de animales, como forraje, uso medicinal, producción de miel, abono verde y alimentación humana como es el caso de los aceites comestibles. Las partes que se consumen de esta planta son las hojas, flores y las semillas.

La pasta de canola en la dieta de los animales especialmente en los cerdos aporta buena cantidad de proteína, aminoácidos, carbohidratos, fibra, minerales y energía. Es un alimento de calidad y muy económico comparado con la soya que es más caro y contiene cantidades similares de nutrientes

La pasta de canola tiene bajos contenidos de glucosinolatos los cuales provocan malestares en los animales, la cantidad de glucosinolatos que tiene la canola es menor a las que el cerdo soporta, así que no hay problema en darse en la dieta de estos animales. Se puede dar en todas las etapas de los animales, pero muchos productores se resisten a usar pasta de canola extensamente en la dieta de cerdos en fase inicial hasta los 20 kg de peso vivo y de ahí en adelante la usan sin temores.

Palabras clave:

Canola, Cerdo, Pasta, Alimentación, *Brassica*, Glucosinolatos, Colza, Aceite, Semillas, Dieta, Carne.

INTRODUCCION

El cerdo es una especie que produce carne de excelente calidad nutricional para la alimentación humana, Es decir, su demanda a nivel mundial es elevada, no obstante que en algunos núcleos culturales como el islamismo, el judaísmo y el hinduismo se prohíbe su consumo (Roppa, 2005). Sin embargo, dada su especialización y su habilidad para convertir lo que consume a producto (carne, grasa) el cerdo es una especie que requiere una alimentación eficiente ya que de ella depende, además de la respuesta productiva de los animales, la rentabilidad de la granja porcina (Campabadal, 2009). Esta alimentación se basa, principalmente, en los granos de cereales como fuente de energía (principalmente maíz y sorgo), mismos que constituyen alrededor del 75% de la ración total alimenticia, que además, significa entre el 80 al 85 % de los costos totales de producción (Campabadal, 2009). No obstante, las dificultades para ofrecer una ración completa y efectiva se presenta en el renglón de las fuentes de proteína que aunque participan en menor proporción en la ración, significan el costo más alto de la dieta general. Es así, que la disponibilidad de fuentes proteicas que reemplacen parcialmente a la harina de soya como fuente básica de proteína se traducirá, en algunos casos, en una buena reducción de los costos totales de producción, significando mayores ingresos para el productor de cerdos.

En la búsqueda de esos alimentos sustitutivos, se ha evaluado el uso de la harina de pasta de canola, subproducto derivado del procesamiento de la colza (*Brassica campestris*) para la producción de aceites poli insaturados y que se obtuvo a través de cruzamientos de la *Brassica napus* y *Brassica campestris* buscando reducir los altos niveles de ácido erúxico a niveles tan bajos como menor a 2.0 % en la porción de aceite, así mismo, reducir los niveles de glucocinolatos en proporciones menores a 30 $\mu\text{mol/g}$ en la porción de pasta y por ende, en la porción de harina (Newkirk, 2009).

De esta manera, se busca contar con alimentos apropiados y adecuados para cerdos que reditúen buenas ganancias de peso sin afectar las características y la calidad de la canal. La oferta mundial de pasta de canola ha sufrido un incremento considerable en los últimos años, principalmente porque la demanda de aceites ricos en ácido linolénico se ha incrementado de manera importante (Leskanich *et al.*, 1997; citado por Rojo *et al.*, 2001).

El nombre de canola ha sido registrado para el nabo o colza (*Brassica campestris* y *Brassica napus*) precisamente cuando su contenido de ácidos grasos como el erúxico es menor al 2% y además, su contenido de glucosinolatos es menor a 30 mmoles/gramo de MS de semilla libre de aceite (Bell, 1984; Bell, 1993; citado por Rojo, 2001).

Objetivos

Se busca acopiar la mayor cantidad de información existente, concerniente a las características agronómicas, nutricionales y de otra índole que sirvan, principalmente, como fuente de alimento para animales de estómago sencillo como es el caso del cerdo.

Justificación

La disponibilidad de información concerniente a una nueva fuente alimentaria para animales, que permita reemplazar de manera ventajosa, tanto económica como nutricionalmente, ayudará al productor de cerdos a reducir la enorme dependencia de los alimentos importados, y consecuentemente, reducir los costos de producción.

REVISION DE LITERATURA

Descripción del género *Brassica*

Características botánicas

Brassica napus (figura 1) es una crucífera (cuadro 1) que puede ser anual o bienal, que alcanza alturas entre los 30 a 150 cm, es glauca, glabra o con pelos simples y gruesos. Su raíz es axonomorfa y en algunas variedades es muy engrosada, es pivotante y profundizante y cuando esta raíz tiene problemas para profundizar tiene facilidad para desarrollar raíces secundarias (Anónimo₁, 1997.; Anónimo₂ S/F).

Nombres comunes: colza, rutabaga, vainitas, nabillos, mostacillas, nabos aceiteros, canola.

Inglés: rapeseed, rape, oilseed, rappa, rappi, rapaseed.



Figura 1. Plantas de colza (canola)

(Fuente: www.scielo.or.co)

Las hojas inferiores son pecioladas pero las superiores son lanceoladas y enteras. Las flores son pequeñas, amarillas y se agrupan en racimos terminales. Los frutos son silicuas y el número de granos por vaina es de 20-25 según la variedad de colza. (www.agri-nova.com).

Es una planta anual, a veces bienal, cuando la siembra es tardía florece el año siguiente, es de tallo erecto y ramificado, que mide entre 0.5 y 1.70 m. Raíz, pivotante o principal, tuberoso y fusiforme. Las hojas son pecioladas, glaucas de color verde oscuro-azulado, glabro sin vello y de tacto suave. Las hojas basales son lirado-pinnatifidas, mientras que en la parte superior de la planta estas son oblongo-lanceoladas, delgadas, abrazadas al tallo y sésiles.

Cuadro 1. Clasificación botánica del género *Brassica*

Clasificación de las plantas	
Reino	Plantae – plantas
Subreino	Tracheobionta plantas vasculares
Superdivision	Spermatophyta plantas con semillas
División	Magnoliophyta o angiospermas plantas con flores
Clase	Magnolipsida o dicotiledóneas
Orden	Brassicaceae o Capparales
Familia	Brassicaceae o Brassicaceas o Crucíferas
Genero	<i>Brassica</i>
Especie	<i>B. napus</i>

(Fuente: www.botanical-online.com. 1999-2012; Vit, P. 2004).

La inflorescencia (figura 2) es un racimo terminal de flores amarillas, características de las crucíferas, con pétalos dispuestos en forma de cruz. Son hermafroditas y polinizadas por abejas, esto es, que por contar con cuatro nectarios, tratándose de una crucífera, se hace atractiva para las abejas polinizadoras, tornándose, de esta manera, en un elemento extraordinario para la industrialización de la miel de abejas (Ramírez, 2005). Florece entre mayo y agosto. El fruto es una silicua, de 5-11 cm de largo por 2-5.4mm de ancho. En el interior contiene entre 15 y 40 semillas. (www.botanicaonline.com).



Figura 2. Inflorescencia de la colza

(Fuente: [www. botanicaonline.com](http://www.botanicaonline.com))

Las semillas son esféricas (figura 3) miden de 2 a 2.5 mm de diámetro. Tienen un color castaño rojizo, y en algunos casos el color es negro. La semilla de la colza tiene una proporción (39%) importante de aceite (www.infoagro.com). Las características nutricionales de la semilla se describen en el (cuadro 2).



Figura 3. Semillas de colza

(Fuente: www.botanicaonline.com)

Esta semilla tiene una composición química (cuadro 2) que la ubica como una buena opción como alimento para animales.

Cuadro 2. Composición de la semilla de la colza (www.infoagro.com).

	%
Proteínas	21.08
Grasa	48.55
Fibra	6.42
Cenizas	4.54
Extractos no nitrogenados	19.41
Total	100.00

(Fuente: www.infoagro.com)

En los años 70 se patentó la canola, el nombre “canola” proviene del acrónimo inglés **can**adian **oil** **low** **acid**; nombre patentado en Canadá en 1978, que describe una serie de plantas con contenidos estándares de ácido erúxico y glucosinolatos, aptas para la producción de aceite comestible (Financiera Rural, 2011; www.botanical-online.com). En la actualidad, este cultivo adquiere relevancia estratégica, debido al boom de los cultivos bioenergéticos que se ha generado en el mundo (Ramírez, 2005).

Usos de la canola

Actualmente, esta planta se cultiva en todo el mundo para producir forraje, aceite vegetal para consumo humano, siendo los principales productores la Unión Europea, Canadá, Estados Unidos, Australia, China y la India (Diazgranado, 2012). No soporta temperaturas inferiores a los 2 o 3 °C bajo cero desde la germinación hasta el estado de roseta, en este estado puede aguantar hasta los 15 °C bajo cero (el frío le puede favorecer al desarrollo de la raíz). La colza se puede desarrollar a partir de los 400 mm de lluvia si estos están bien distribuidos, tienen sequía invernal y sufre con los encharcamientos. En la floración no convienen temperaturas altas. Puede cultivarse en cualquier tipo de suelo, soportando incluso una cierta acidez (www.agri-nova.com).

En México, el uso que se tiene de la canola y de su antecesor que es el nabo silvestre, ha sido como hortaliza, de la cual se consumen las ramas tiernas, como inflorescencias “corazones” y

como “vaina” para alimento para aves, pero ya se está utilizando como fuente de alimento en otros animales (www.oleaginosas.org.com).

El cultivo de la canola (Ramírez, 2005; Ortegón *et al.*, 2006; www.unavarra.es)

Selección del terreno.- Deberán de ser, preferentemente, terrenos mecanizables, lo que permitirá ahorrar costos en su cultivo, además de facilitar la siembra y la cosecha. Se debe cultivar a una altura máxima sobre el nivel del mar de 3950 m. Se cultiva en terrenos franco-arenosos, ricos en materia orgánica y con pH de 5.5 a 7.5.

Preparación del terreno.- La semilla de la canola es pequeña, por lo tanto, el terreno debe estar bien mullido con tiempo suficiente previo a la siembra. Arar el terreno adecuadamente y dar un paso de rastra.

Época de siembra.- La mejor época para la siembra es en el periodo comprendido entre el 15 de septiembre y el 15 de noviembre, cuando haya suficiente humedad en el suelo, para que la planta pueda completar, adecuadamente, su ciclo vegetativo.

Densidad de siembra.- Para sembrar una hectárea se requiere, aproximadamente, entre 4 a 6 kg de semilla certificada (dependiendo del sistema de siembra). En una siembra normal se tendrán entre 50 a 60 plantas/m².

Profundidad de siembra.- Dado el tamaño pequeño de la semilla, deberá sembrarse aproximadamente a una profundidad de 2 cm, para lograr una buena nacencia y evitar pérdida de semillas.

Forma de siembra.- La canola se siembra a chorrillo a una distancia de 25 cm entre surcos, cuando la siembra se hace de forma mecanizada, y de 40 cm cuando la siembra se hace de manera tradicional (a mano).

Fertilización.- Es un cultivo exigente en N y Fósforo. Se puede aplicar la fórmula 40 – 80 – 00, utilizando como fuente de N Nitrato de amonio y como fuente de fósforo superfosfato triple de calcio, depositando el fertilizante en el fondo del surco.

Prácticas culturales (Ramírez, 2005; Ortegón *et al.*, 2006; www.unavarra.es)

- a) **Riegos.-** Su mayor exigencia de humedad se ubica entre la siembra y cuando las plántulas alcanzan los 15 cm de altura
- b) **Deshierbes.-** Es totalmente necesario eliminar las malezas oportunamente para evitar la competencia de estas por nutrientes del suelo y para eliminar, además, plagas y enfermedades. La aplicación de herbicidas puede hacerse manual o mecánicamente.
- c) **Desahijé.-** Esta práctica se hace cuando el número de plantas por metro cuadrado supera las 60, y cuando la planta haya alcanzado los 10 cm de altura.

Plagas de la colza (www.agri-nova.com).

Gorgojo del tallo de la colza (*Ceuthorrhynchus napi*). La larva de este insecto deforma el tallo de la colza, se encorva y a menudo se hiende en una cierta longitud, la planta muy atacada florece más tarde y sus semillas maduran mal, si se trata químicamente se utiliza el Endosulfan o el Fosalon principalmente.

Gorgojo de la yema terminal (*Ceuthorrhynchus picitarsis*). Los adultos no causan daño, pero las larvas destruyen la yema terminal y obligan a la planta a producir brotes laterales y también se tratan con Endosulfan o el Fosalon.

Gorgojo de las silicuas (*Ceuthorrhynchus assimilis*). Los adultos muerden las jóvenes silicuas y las larvas roen a las semillas, pudiendo causar una disminución importante en la cosecha. Estas heridas pueden causar enfermedades en años húmedos. Se aplica Endosulfan o el Fosalon.

Cecydomia (*Dasyneura brassicae*). Las larvas de este insecto destruyen las silicuas en su totalidad. Con el Endosulfan y Fosalon se trata esta plaga.

Meligetos de las crucíferas (*Meligethes sp*). Los adultos son los encargados de roer los botones de la colza. Cuando comienza la floración los daños disminuyen. Las larvas apenas ocasionan daños en la colza.

Plaguilla de la colza (*Psyllodes chrysocephala*). Los adultos aparecen en los campos de la colza de otoño, poco después del nacimiento royendo las hojitas y pudiendo destruir gran cantidad de plantas, para el tratamiento se recomienda el Karate.

Plaguilla de la col (*Phyllotreta sp*). Los insectos adultos invernan en el suelo a partir de septiembre y aparecen en abril, para esto también se utiliza el Karate. (www.agri-nova.com).

Enfermedades de la colza (www.botanical-online.com).

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

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

Podredumbre gris (*Botrytis cinérea*). Es causada por un hongo que forma los esclerocios en los restos vegetales del suelo. Las paredes dañadas se recubren de un moho gris o parduzco. No se debe sembrar en suelos demasiados húmedos y hay que destruir los restos de la cosecha, estas serían las medidas preventivas.

Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*). Provoca la aparición en las raíces de Hernias o Tumores después se ennegrecen y se pudren, los primeros síntomas de esta enfermedad son la marchites temporal de las hojas y después la muerte de la planta. En suelos con pH igual o mayor a 7 no suele darse esta enfermedad.

Sclerotinia sclerotiorum. La planta atacada se recubre de un moho o pelusa blanquecina (www.agri-nova.com; Anónimo₃, s/f).

Partes utilizadas de la canola. Raíz, hojas, flores y semillas (www.botanical-online.com).

Diferentes Usos de la canola (www.botanical-online.com)

Aceite de canola o colza

Las semillas son ricas en aceite (hasta 45%) ricas en grasas monoinsaturadas y ácido linoleico. Este aceite se utiliza como lubricante para la fabricación de jabones y detergentes, para combustibles y biodiesel, en la alimentación e industria alimenticia y para prender antorchas. También se puede extraer ácido erúxico que se utiliza para fabricar productos químicos.

Usos en alimentación humana

Las hojas y las flores que están libres de pesticidas se pueden usar en la alimentación, las hojas de la colza se consumen en ensaladas, los ramilletes de flores inmaduras se consumen como brócoli. Los germinados se consumen en ensaladas y para dar sabor a salsas de mostazas. El aceite se utiliza en la alimentación como aceite alimentario en ensaladas, pasteles, panes, etc.

Uso medicinal

La raíz es medicinal y se emplea como diurética, emoliente, expectorante y contra los dolores reumáticos.

Uso en la producción de miel

Es una planta que produce néctar y polén, sin embargo, al igual que sucede con *B. nigra* (Kiew y Muid, 1999), es una planta que representa riesgos para las abejas debido al uso de insecticidas (Vit, 2004). La producción de canola permite así mismo, la explotación apícola del cultivo ya que es una planta melífera. A diferencia de otras especies de *Brassica* que producen miel de color ámbar oscuro (Crane, 1976) la miel de *B. napus* es de color ámbar claro y cambia a crema cuando está cristalizada, mostrando olor y sabor fuertes que algunas veces es desagradable (Vit, 2004).

Uso como forraje para animales

La planta sirve de forraje para animales debido a su bajo contenido de ácido erúsico (Weiss, 1983), fuente de proteínas vegetales. Es un cultivo barato, rápido y productivo. Las raíces son la principal fuente de forrajes, aunque también se utilizan las hojas. Esta es muy acuosa (85-90%), con alta digestibilidad (90%), pero pobre en proteínas. La alimentación con altas dosis de este tipo de forraje en vacas puede transmitir mal sabor a la leche. Existen cultivos dedicados a este uso, conocidos como colza forrajera.

Uso como abono verde

Como todas las crucíferas, esta planta es un buen abono verde de invierno. (www.botanical-online.com).

Composición química de la colza

Las plantas de la familia de la colza destacan por tener componentes llamados glucosinolatos. Estas sustancias aportan el sabor picante característico de la mostaza o la col. Las semillas son ricas en aceite (hasta 45%). Contienen seis glucosidos: gluconapina, glucobrassicinapina, glucoiberina, gluconasturtina, glucorapiferina (progoitrina) y sinalbina. Está presente la enzima mirosinasa. La planta es rica en mucilagos.

Las raíces son ricas en carbohidratos, aunque su alto contenido de agua lo hace un vegetal muy hipocalórico. Estas contienen ácido alantoideo y alantoina con propiedades cicatrizantes. Resulta un alimento muy adecuado en dietas de adelgazamiento, gastritis, úlceras, para personas con enfermedades cardiovasculares y en la diabetes. Información de la colza (cuadro 3). (www.botanical-online.com).

Pasta de canola, antecedentes y mercado

La canola es fruto de la colza (*Brassica napus*) que se obtuvo mediante técnicas de cruzamiento para obtener niveles bajos de ácido erucico en la porción de aceite y bajos niveles de glucosinolatos en la porción de pasta. La semilla de canola es pequeña y redonda, 2-2.5 mm de diámetro, la pasta de canola es una fuente de proteínas de amplio uso en forrajes. La pasta de canola y colza representan la segunda fuente de proteínas que más se venden en el mundo después de la pasta de soya. Los principales productores y usuarios de pastas de canola y colza son Australia, Canadá, China, la unión Europea y la India.

La semilla se tritura y después por lo general utilizan la pasta de canola para la industria de alimentos para animales de su propio país. La pasta de canola se obtiene y

comercia fácilmente y se vende usualmente a granel, como masa o pellets. (www.canolacouncil.org; citado por Newkirk, 2009).

Pasta de canola, composición nutricional

La composición nutricional de la pasta de canola (cuadro 3) se puede ver influida por condiciones ambientales durante el cultivo, las condiciones de la cosecha y en menor medida, por el cultivar y procesamiento de la semilla y la pasta. (Newkirk *et al.*, 2003).

Proteínas y aminoácidos

El mínimo de proteína cruda que garantiza la pasta de canola canadiense es de 36.0% (humedad 8.5%), aunque el contenido real de proteína es por lo general de 36-39%. El mínimo permite una variación anual en la composición de la semilla de canola debido a condiciones de cultivo. Además, el triturador de canola tiene cierta influencia en la composición de proteína de la pasta de canola cuando ajusta el nivel de aceite y carbohidratos (CGC, 2007).

Cuadro 3. Composición nutricional (www.botanical-online.com)

Componentes de la colza por 100g.			
Nutriente	Raíz	Hojas	Flores
Calorías (kcal)	46	61	37
Carbohidratos (g)	11	11.2	6.4
Proteínas (g)	1.1	2.9	4.3
Grasas (g)	0.1	1.7	0.4
Fibra (g)	0.8	1.8	1.5
Vitamina C (mg)	43	120	42
Vitamina B1 o Tiamina (mg)	0.07	0.08	0.04
Vitamina B2 o Riboflavina (mg)	0.07	0.15	0.02
Vitamina B3 o Niacina (mg)	1.1	0.5	1.2
Betacarotenos (Eq. mg)	-	2.680	3.200
Calcio (mg)	66	136	117
Fosforo (mg)	39	38	97
Hierro (mg)	0.4	4.6	3.4
Agua (g)	87	83.3	87.4

(Fuente: www.botanical-online.com)

La pasta de canola tiene un buen perfil de aminoácidos para alimento de los animales (cuadro 4). Al igual que muchas fuentes de proteína vegetal, la pasta de canola está limitada en lisina pero se destaca por tener altos niveles de metionina y cistina.

El contenido de aminoácidos varía con el contenido de proteína y se puede calcular multiplicando el contenido de proteína cruda de la pasta por una proporción de amino como porcentaje de la proteína, como se muestra en el (cuadro 4) (Newkirk *et al.*, 2003).

Cuadro 4. Composición de aminoácidos de la pasta de canola sobre una base de según se recibió.

Aminoácido	Promedio % (36% base PC)	Proporción, como % de PC
Alanina	1.57	4.36
Arginina	2.08	5.78
Aspartato + Asparagina	2.61	7.25
Cistina	0.86	2.39
Glutamato + Glutamina	6.53	18.14
Glicina	1.77	4.92
Histidina	1.12	3.11
Isoleucina	1.56	4.33
Leucina	2.54	7.06
Lisina	2.00	5.56
Metionina	0.74	2.06
Metionina + Cistina	1.60	4.44
Fenilalanina	1.38	3.83
Prolina	2.15	5.97
Serina	1.44	4.00
Treonina	1.58	4.39
Triptófano	0.48**	1.33**
Tirosina	1.16**	3.22**
Valina	1.97	5.47

(Fuente: Newkirk *et al.*, 2003) (**Degussa, Aminodat 3.0, www.aminoacidsandmore.com) (www.canolacouncil.org).

La digestibilidad biológica de los aminoácidos esenciales para absorción en el intestino delgado de los cerdos y aves se presenta en el (cuadro 5). Para los cerdos, la verdadera digestión ileal varía entre 82-100%, estos valores por lo general son 10% menos que para la pasta de soya. (Newkirk *et al.*, 2003).

Aceite

El contenido de aceite de la pasta de canola canadiense es relativamente alto al 3.5%, comparado con el 1-2% en las pastas de canola que se produce en la mayoría de los demás países sobre todo porque en Canadá se devuelven las gomas de canola a la pasta de canola a 1-2% (Newkirk *et al.*, 2003).

Cuadro 5. Coeficiente de digestibilidad de los aminoácidos para cerdos y aves

Aminoácidos	Cerdos digestibilidad ileal aparente (%)*	Cerdos digestibilidad ileal estándar (%)*	Pollo de engorda digestibilidad ileal aparente (%)**
Alanina	78	80	79
Arginina	86	87	86
Aspartato + Asparagina	74	76	75
Cistina	80	81	74
Glutamato + Glutamina	85	87	82
Glicina	76	78	73
Histidina	83	84	84
Isoleucina	77	78	72
Leucina	81	82	76
Lisina	74	75	78
Metionina	86	87	79
Fenilalanina	81	83	81
Prolina	76	78	75
Serina	76	78	71
Treonina	72	75	69
Triptófano	77	80	78***
Tirosina	77	80	58****
Valina	75	77	76

(Fuente: *Sauvant *et al.*, 2002) (**Newkirk *et al.*, 2003) (**Ravindran *et al* 2006) (****Perttila *et al* 2002). (www.canolacouncil.org).

Las gomas se obtienen durante la refinación del aceite de canola y consiste en glicolípidos, fosfolípidos y cantidades variables de triglicéridos, esteroides, ácidos grasos, etc. Añadir gomas a la pasta de canola aumenta el valor energético de la pasta de canola. Se ha mostrado que añadir hasta 6% de gomas a la pasta de canola no va en detrimento del valor alimenticio de la pasta de canola (McCuaig y Bell, 1981).

Aditivos

El aceite de canola cruda contiene una porción de material fosfolípido que se remueve durante el proceso. Este material se conoce comúnmente como “gomas” y en Canadá se vuelve a incluir en la pasta en el desolventizador – tostador en un nivel de 1 a 2%. También, en las plantas trituradoras que tienen además refinamiento del aceite, pueden agregarse a la pasta las hojuelas de jabón aciduladas, a un nivel de 1 a 2%. Estos agregados sirven para reducir lo polvoroso de la pasta y lo que es más importante, aumenta su valor de energía metabolizable.

En algunos países las gomas y las hojuelas de jabón se usan para otros fines y no se agregan a la pasta. Esta es la razón principal por la que la pasta de canola canadiense tiene mayores niveles de aceite que la pasta de otros países (Hickling, 2001).

Carbohidratos y fibra

La matriz de carbohidratos de la pasta de canola es bastante compleja. El nivel de almidón, azúcares libres y polisacáridos solubles sin almidón en la pasta de canola alcanza un total de cerca del 15%. Esto debe resultar en una aportación significativa a la energía digerible. Sin embargo parece ser que estos carbohidratos están protegidos por paredes celulares y que su aportación real a la energía digerible es modesta (Bell, 1993; Slominski y Campbell, 1990). El 12% de fibra cruda es más elevado que el que se encuentra en la pasta de soya porque, a diferencia de la pasta de soya, la cascarilla de la canola se queda en la pasta y la cascarilla es una proporción relativamente alta de la semilla de canola.

Minerales

Los datos señalan que la pasta de canola es una fuente relativamente buena de minerales esenciales (cuadro 6), en comparación con las otras pastas de oleaginosas de origen vegetal. La pasta de canola es una fuente especialmente buena de selenio y fósforo.

El contenido de sodio de la canola puede variar según si se añadieron o no los jabones derivados de la refinación a la pasta (usualmente se trata de sales de sodio de los ácidos grasos) (Bell *et al.*, 1999).

Cuadro 6. Contenido mineral de la pasta de canola* (10% base húmeda)

Mineral	Promedio
Calcio (%)	0.63
Fósforo (%)	1.08
P disponible (%)	0.3-0.5**
Sodio (%)	0.10
Cloro (%)	0.10
Potasio (%)	1.22
Azufre (%)	0.85
Magnesio (%)	0.54
Cobre (mg/kg)	5.8
Hierro (mg/kg)	166
Manganeso (mg/kg)	52
Molibdeno (mg/kg)	1.4
Zinc (mg/kg)	58
selenio (mg/kg)	1.1

(Fuente: *Bell *et al.*, 1999) (www.canolacouncil.org)

Energía

Los valores de energía de la pasta de canola para los cerdos se observan en el cuadro 7. Se reconoce que los niveles de energía varían según la composición de nutrientes, especialmente proteínas, aceites y fibra. Los valores de energía reflejan la composición de la pasta de canola que se produce en Canadá. En los cerdos, las bases de datos reportan cierta variabilidad en los niveles de energía. Hay estudios canadienses y

Europeos que indican que la fracción de energía de la pasta es 69 a 72% digerible (Bell *et al.*, 1999; Bell y Keith, 1989; Bourdon y Aumaitre, 1990). Cerca del 95% de las muestras de pasta de canola caen dentro del rango de 3000 a 3270 kcal DE/kg con un valor promedio de 3100. Los valores de energía neta para cerdos se tomaron de las ecuaciones de predicción de Noblet (Ajinomoto, 1996).

Cuadro 7. Valores de energía disponible para la pasta de canola (10% base de humedad)

Animal	Valor promedio	
Cerdos	DE (kcal/kg)	3100
	ME (kcal/kg)	2900
	NE (kcal/kg)	1750

(Fuente: Bell *et al.*, 1999; Bell y Keith, 1989; Bourdon y Aumaitre, 1990; www.canolacouncil.org)

Glucosinolatos

El bajo contenido de glucosinolatos de la canola constituye la principal mejora a la calidad de la pasta. Los glucocinolatos de la canola están compuestos de dos tipos principales, alifatic e índole. Los glucocinolatos alifatic siguen siendo la forma predominante, son aproximadamente 12 μ moles/g de pasta. La pasta de canola contiene aproximadamente 4 μ moles/g glucosinolatos índole. El contenido total de glucosinolatos de la pasta de canola canadiense es de aproximadamente 16 μ moles/g. En comparación, la pasta de colza tradicional contiene entre 120 y 150 μ moles/g de glucosinolatos en total. El problema de los glucosinolatos es que se descomponen en aglucones tóxicos, que tienen una serie de efectos negativos en los animales. Existen muchos tipos diferentes de glucosinolatos con distintos productos derivados - tiocianato, isotiocianato, oxazolidinetionona (goitrina) y nitriles. Cada uno de estos productos va a tener efectos únicos en el animal. La mayoría va a inhibir la producción de la hormona tiroides e inhibidores del crecimiento, pero otros van a afectar el hígado. La razón por la que los glucosinolatos se expresan en una base molecular (μ moles/g) más que en una base de peso (mg/kg) es que los glucosinolatos tienen pesos moleculares significativamente distintos, según el tamaño de su cadena lateral alifatic. Además del efecto tóxico de los glucosinolatos, su sabor

amargo provoca en muchos animales una reducción en la ingestión de alimentos (Newkirk *et al.*, 2003).

Otros componentes menores

Hay unos cuantos componentes menores de la pasta de canola que pueden tener efectos anti-nutritivos (Bell, 1993). Los taninos están presentes en la pasta de canola en un rango de 1.5% a 3.0% y en las variedades de semillas color café aparecen en mayor cantidad que de las variedades de semillas de color amarillo. Los taninos en la pasta de canola no parecen tener los mismos efectos negativos en sabor y digestibilidad de proteínas que los que tienen en otras plantas. La pasta de canola contiene de 0.6% a 1.8% de sinapina lo que puede resultar en un sabor a pescado en los huevos de gallina, tradicionalmente se ha pensado que la sinapina da un sabor amargo a la canola y por ello afecta a la ingesta de alimento (Clandini, 1961). La pasta de canola contiene también de 3% a 6% de ácido fitico. Igual que el ácido fitico en otras plantas, menos de la mitad de este fósforo es digerible por los monogástricos (Newkirk, 2009).

La pasta de canola en la dieta de cerdos

Digestibilidad de aminoácidos

Un aspecto clave para el uso de niveles elevados de pasta de canola es balancear dietas para mínimos de aminoácidos digeribles. La digestibilidad de aminoácidos esenciales es menor en la pasta de canola que en la pasta de soya (Heartland, 1998), como aparece en el cuadro 8.

Cuadro 8. Coeficiente de digestibilidad ileal efectiva en algunos aminoácidos esenciales en cerdos alimentados con pasta de canola y pasta de soya (Heartland L, 1998).

Aminoácidos	Digestibilidad Pasta de canola (%)	Digestibilidad Pasta de soya (%)
Lisina	78	90
Metionina	86	91
Cistina	83	87
Treonina	76	87
Triptófano	75	90

(Fuente: Heartland, 1998; www.canolacouncil.org)

Cuando la pasta de canola sustituye a la pasta de soya en la dieta, los niveles globales de aminoácidos digestibles, especialmente lisina y treonina, disminuirán cuando la dieta esta balanceada para el total de niveles de aminoácidos.

La pasta de canola es un ingrediente muy eficaz en cuanto a costo en la dieta de cerdos se refiere, casi en todas partes del mundo. Sin embargo, en algunos países se ha limitado su uso debido a opiniones infundadas acerca de que es tóxico y tiene mal sabor. Las preocupaciones acerca de la toxicidad y sabor son válidas para la “pasta de colza”, pero no para la pasta de canola. Además, el que algunos usuarios no puedan dar cuenta apropiada de la digestibilidad de nutrientes en la pasta de canola ha llevado a ciertos problemas debidos a menor rendimiento de los cerdos. Los datos actuales muestran que la pasta de canola cuando se formula correctamente en la dieta de los cerdos, va apoyar altos niveles de ingestión de alimentos y un rendimiento eficiente (Hickling, 2001).

Tolerancia a glucosinolatos

En ocasiones se usan al mismo tiempo y en el mismo alimento balanceado pasta de colza con alto contenido de glucosinolatos y pasta de canola con bajos contenidos de glucosinolatos. En lugar de restringir los niveles de inclusión tanto de la pasta de canola como de la colza es preferible formular a un nivel máximo de glucosinolatos en la dieta y permitir que la computadora elija la mejor combinación óptima de menor costo de pasta de colza y pasta de canola (Hickling, 2001).

Algunos investigadores han examinado específicamente el nivel máximo de glucosinolatos que pueden tolerar los cerdos en su dieta. En una revisión de las primeras investigaciones sobre la pasta de canola, surgió un nivel máximo de glucosinolatos en la dieta de cerdos de 2.5 μ moles/g (Bell, 1993).

Al utilizar más de 2.5 μ moles/g de glucosinolatos en la dieta, se presentan efectos negativos en la ingestión de alimento, índice de crecimiento y función de la tiroides (Schone *et al.*, 1997). Dado que la pasta de canola contiene en promedio 16 μ moles/g esto correspondería a un nivel máximo de inclusión de pasta de canola de 12.5% en la dieta de cerdos en crecimiento.

Esta quizá es una recomendación excesivamente cautelosa puesto que los cerdos tendrán un buen rendimiento con dietas que tengan más del 20% de pasta de canola, lo que daría como resultado un contenido de glucosinolatos en la dieta de más de 3 μ moles/g (Schone *et al.*, 1997).

Ingestión del alimento

Para la pasta de canola, hay varias posibles influencias negativas sobre la ingestión del alimento, incluso glucosinolatos (provoca sabor amargo en el alimento), taninos, sinapina, fibra y balance de minerales, pero en realidad la pasta de canola tiene bajos niveles de glucosinolatos (Hickling, 2001).

La canola como ingrediente en alimento para cerdos

El Canadian International Grains Institute estima que los productores porcinos de Manitoba pueden ahorrar entre 2 a 5 dólares en el coste de criar un cerdo mediante el uso de canola como fuente de proteína. La harina de canola contiene niveles de 35-36% de proteína, nivel mucho más alto que las necesidades reales del cerdo, por lo tanto, suministrarla con cereales equilibrara la ingesta nutritiva total (Hickling, 1994)

El director de tecnología del Canadian International Grains Institute, Dave Hickling, señala que un ingrediente con más proteína sería algo como la soja, con el 46-47%. Dice que es la relación precio que da una ventaja real a la canola en dietas de cerdos. Actualmente el precio de la harina de canola es relativo al precio de la harina de soja.

En el Oeste de Canadá y particularmente en Manitoba, la harina de canola se comercializa normalmente al 55-60% del precio de la harina de soja. Si se observa el contenido de proteína, aminoácidos, energía y todos los otros componentes nutritivos en harina de canola, su valor nutritivo es más alto. Probablemente se sitúa alrededor del 65-70%, por lo tanto la harina de canola se convierte en una fuente económica de proteína (Hickling, 1994)

Esto significa que si se utiliza en el alimento en lugar de harina de soja, se puede reducir el coste total de la ración de forma bastante significativa y, por lo tanto, el coste de producir un cerdo. Hickling admite que la cantidad ahorrada variará, sin embargo, afirma que no es inusual ver un ahorro de 2 a 4 o 5 dólares en el coste de pienso durante la vida de un animal (Hickling, 1994)

Cerdos en la etapa inicial (6 a 20kg)

Para los cerdos en etapa inicial, es necesario limitar los niveles de pasta de canola en la dieta. El rendimiento del peso del animal vivo en cerdos jóvenes se deteriora según aumentan los niveles de pasta de canola en la dieta. Esto probablemente se debe a los niveles de fibra y a la presencia de taninos, sinapina y (tal vez) glucosinolatos en la pasta (Bourdon y Aumaitre, 1990; Lee y Hill, 1983). Por lo general los productores se resisten a usar pasta de canola extensamente en la dieta de cerdos en fase inicial, hasta los 20 kg de peso vivo.

Uso de la torta y la semilla completa de colza como fuentes de energía en cerdos en crecimiento

Trabajos previos han reportado que la torta de colza presenta una baja concentración de energía debido a su alto contenido de proteína y fibra y bajo contenido en aceite y almidón. Además, han recomendado que su uso debe ser limitado al 12.5% en cerdos en crecimiento, debido a su contenido de glucosinolatos. Sin embargo en los últimos años, los fitomejoradores han logrado seleccionar variedades de colza con más bajos

niveles en glucosinolatos y fibra (principalmente lignina), aumentando su contenido de proteína (38 a 49%). Esta mejora ha permitido incrementar el contenido de energía neta a 2.41 Mcal/kg para la torta de colza comparada con datos previos (1.61 Mcal/kg) o con la torta de soya (1.94 Mcal/kg) (NRC, 1998).

Recientemente, una prueba de crecimiento realizada en el Prairie Swine Centre (Saskatoon, Canadá), con niveles crecientes de torta de colza en dietas basadas en trigo y cebada y balanceadas por aminoácidos digestibles y energía neta, mostró que el uso de hasta el 22.5% de torta de colza en la dieta no afecta el desempeño en cerdos en crecimiento (entre 35 – 65 kg) (Montoya y Leterme, 2010)

La semilla completa de la colza puede llegar a suplir el bajo contenido de energía de la torta de colza, debido a su alto contenido de grasa (44%). Un valor de energía neta de 3.53 Mcal/kg ha sido reportado en el Prairie Swine Centre. Es importante anotar que la semilla debe ser molida adecuadamente para poder liberar las gotas de aceite atrapadas dentro de sus paredes celulares (Montoya y Leterme, 2010)

Niveles crecientes de incorporación de la semilla completa en dietas balanceadas, mostraron un mejor índice de conversión alimenticia en cerdos en crecimiento entre (35 – 65 kg) cuando el nivel de incorporación a la dieta fue de hasta el 15%. Este mejor desempeño es atribuido a una mayor eficiencia de la grasa de la dieta en la deposición de tejido adiposo comparado con los carbohidratos. No obstante, el precio de esta dieta fue 11% más alto comparado al control y su costo-beneficio disminuyó solamente en un 3% (Montoya y Leterme, 2010)

En conclusión, niveles de incorporación de hasta 22.5 y 15% de torta y de la semilla completa de colza, respectivamente, pueden ser utilizados sin detrimento del desempeño productivo en cerdos en crecimiento. La semilla completa de colza puede aportar 47% más de energía neta comparada con la torta, convirtiéndola en una fuente

alternativa de energía en la formulación de dietas para cerdos. Sin embargo su uso dependerá del precio del aceite (Montoya y Leterme, 2010).

Cerdos en la etapa de crecimiento y finalización (20-100 kg)

En las etapas de crecimiento y finalización de los cerdos, se puede usar pasta de canola en altos niveles en la dieta y la pasta va a soportar un rendimiento excelente en el cerdo; en estudios realizados se ha mostrado que cuando se balancean las dietas según los niveles de aminoácidos, el rendimiento es igual que con la pasta de soya (Hickling *et al.*, 1994). En este sentido, (Gómez *et al.*, 1998) señalan que es factible la sustitución de harina de soya por harina de canola en razón de 15 % en dietas para cerdos en la etapa de finalización sin que se afecte el rendimiento de los animales. El Consejo de la Canola de Canadá (1989) indica que con fundamento en experimentos llevados a cabo en la década de los 80, recomienda como nivel máximo de canola 12 % para cerdos en crecimiento, y 18 % para cerdos en finalización. En trabajos llevados a cabo por (Rojo *et al.*, 2001) señalan que la sustitución parcial de harina de soya por harina de canola (50%) en raciones para cerdo sacrificados a los 100 kg de peso vivo, no mostró efectos negativos sobre el rendimiento en canal, porcentaje de carne y espesor del tocino. (Zanotto *et al.*, 2009) en un trabajo con cerdos en la fase de crecimiento finalización (25.8 a 102.6 kg de peso vivo) sustituyendo la harina de soya por canola, señalan que un nivel de sustitución de 40% se reflejó en altas ganancias de peso, asociadas a mejor rendimiento en canal y, en consecuencia, también mayor rendimiento en carne; lo que no sucedió con niveles de sustitución de 20, 60 y 80%.

Cerdas reproductoras

La pasta de canola se ha aceptado ampliamente para uso en la dieta de las cerdas maduras y jóvenes durante las épocas de gestación y lactancia. Flipot y Dufour, (1977) no encontraron ninguna diferencia en el comportamiento reproductor de las cerdas alimentadas con dietas con o sin la adición del 10% de pasta de canola. (Lee *et al.*, 1985) no encontró ninguna diferencia en el rendimiento reproductor de cerdas jóvenes de una misma camada. Los estudios realizados en la universidad de Alberta (Lewis *et al.*, 1978) no han mostrado diferencia en el comportamiento reproductor de las cerdas jóvenes en dos ciclos de reproducción cuando

fueron alimentadas con dietas que tenían hasta el 12% de pasta de canola. La mayoría de productores actualmente aceptan la pasta de canola como fuente de proteína alternativa para cerdas reproductoras en sus diferentes etapas de producción (Newkirk, 2009). Así mismo, se señala que la inclusión de canola en niveles del 20% de la ración total no afecta el rendimiento de cerdas lactantes.

Inclusión en la dieta de aceite y semilla de canola

El aceite de canola se da como alimento de rutina a todo tipo de cerdos (cuadro 9). El aceite de canola crudo es a menudo una fuente de energía muy económica y un buen eliminador de polvo en el alimento. También se incluye la semilla de canola como fuente de proteínas y energía; sin embargo, por lo general se limita a una inclusión del 10% en la dieta ya que niveles más elevados dan como resultados una grasa más blanda en la canal (Kracht *et al.*, 1996).

La semilla de canola debe molerse antes de darse a los animales. Puede darse cruda, pero un tratamiento con calor puede resultar benéfico, siempre y cuando no se utilice calor excesivo en su tratamiento, ya que esto puede reducir la digestibilidad de aminoácidos.

Cuadro 9. Niveles máximo de inclusión (%) de pasta de canola que se recomienda incluir en la dieta de los cerdos.

Tipo de dieta del animal	Nivel máx. de inclusión	Razones para este nivel
Cerda etapa inicial	5	Palatabilidad
Cerda crecimiento/finalización	No hay limite	
Cerda en lactancia	15	Reduce fermentación de intestino
Cerda en gestación	No hay limite	

(Fuente: Newkirk, 2009; www.canolacouncil.org).

Aspectos económicos de usar pasta de canola en la dieta

El valor de la pasta de canola en relación a otros ingredientes que son fuente de proteínas, como la pasta de soya, varían según el tipo de animal y según el nivel de rendimiento del animal. La pasta de canola tiene varias características nutritivas fuertes que le añaden un buen balance de aminoácidos con niveles especialmente elevados de metionina, cistina e histidina. Tiene también niveles elevados de fósforo, por otra parte la pasta de canola está limitada por sus niveles relativamente bajos de lisina y energía.

A menudo se llama proteína complementaria a la pasta de canola porque su balance de aminoácidos, específicamente los altos niveles de metionina y cistina, pueden complementar otras fuentes de proteína como pasta de soya y arvejas forrajeras (guisantes), que tienen pocos aminoácidos.

Hay factores subjetivos y no nutritivos que pueden influir a veces en el valor de la pasta de canola. Por ejemplo, es posible que se prefieran las fuentes vegetales de proteína a las animales para evitar enfermedades. Esto está a favor de la pasta de canola, así mismo la preferencia por un ingrediente que no sea un organismo genéticamente modificado o por un ingrediente de color más claro estaría en contra de la pasta de canola. (El cuadro 10) muestra el valor de la pasta de canola relativo al de la pasta de soya con alto contenido de proteína en algunos alimentos típicos menos costosos (Newkirk, 2009).

Aceite de canola para reducir el polvo en las naves de cerdos

Los científicos de Praire Swine Center en Saskatoon, informaron que el rociar pequeñas cantidades de aceite, parece ser la manera más efectiva y económica de mejorar la calidad del aire en las naves de los cerdos. Hace varios años que estos investigadores empezaron a estudiar varios métodos para mejorar la calidad del aire en

las naves de cerdos. Lee Whittington del servicio de información indica que esta parece ser la manera más económica y costo efectivo (www.3tres3.com)

Cuadro 10. Valor económico de la pasta de canola, comparado con la pasta de soya con alto contenido de proteína (47%) en alimentos balanceados menos costosos.

Tipo de alimento	Valor de la pasta de canola comparado con pasta e soya
Gallina ponedora	65 – 75
Pollo para engorda etapa inicial	60 – 70
Pollo para engorda crecimiento/final	55 – 65
Cerdo, etapa inicial	60 – 65
Cerdo crecimiento	65 – 75
Cerdo final	65 – 75
Cerdo gestación	65 – 75
Cerdo lactancia	60 – 70
vacuno	75 – 85

Fuente: Newkirk, 2009; www.canolacouncil.com)

El aceite se aplica con una pistola rociadora de mochila en los suelos, parques, separadores y cerdos donde actúa como un imán que atrae el polvo cuando circula en el aire. Para determinar la efectividad del aceite, este se sometió a varias presiones y temperaturas. Se probó con todo tipo de aceites y todos funcionaron de igual forma pero el tema es utilizar el más económico y el aceite de canola es muy económico. El otro factor que determina el buen trabajo con este proyecto es no utilizar demasiado aceite, no se tiene que aplicar con gotas grandes, tampoco se debe nebulizar el aceite ya que se debe evitar que entre en el aire como contaminante. Lo que se quiere conseguir es que valla directamente al suelo o a las espaldas de los cerdos y que actúe como un imán para sacar el polvo del aire. Con este trabajo se logra reducir de un 79-80% de polvo (www.3tres3.com).

Usos y características de los principales productos y subproductos de la canola

Canola forrajera

La colza o canola forrajera es una planta de ciclo muy corto (2.5 – 3 meses), capaz de abastecer de grandes producciones en etapas críticas. Las variedades resistentes al frío pueden ser sembradas en otoño para producir forraje a fines de invierno. Su uso más frecuente es en pastoreo controlado mediante cerco eléctrico, aunque también se puede cortar para silo o forraje verde. (www.oleaginosas.org)

Rastrojo de canola

Como el rastrojo de maíz o de otros cereales de grano pequeño, el de canola también se puede emplear después de la cosecha del grano para la alimentación del ganado, como sustrato para la producción de champiñones y para la elaboración de composta. Un estudio realizado por la unión ganadera regional de Sonora demuestra que con 8.8% de proteína cruda y 47% de fibra cruda, el rastrojo de canola es de mejor calidad que el de maíz, sorgo y trigo (Muñoz, 1999).

El cultivo de la canola en México

En México, tradicionalmente se ha considerado a la canola como maleza que afecta a los cultivos de cebada, trigo, alfalfa; además, se le utiliza como hortaliza y de ella se consumen las ramas tiernas con inflorescencias denominadas *corazones*, también se usan como vainas para el consumo de los pájaros (Financiera Rural, 2011). Se tienen registros a partir del año 2000 de la siembra de canola en México, con superficie máxima sembrada en 2009 de 12,511.9 hectáreas, de las cuales solo se lograron cosechar 2181.1 hectáreas. El rendimiento que se ha obtenido ha sido de 1.3 ton/ha. Se ha dado impulso al cultivo de esta crucífera, de tal manera que bajo condiciones de temporal y riego se explota en los estados de Tamaulipas, Sonora, Tlaxcala, Estado de México y Puebla. A Partir de 2006se inició un programa de mejoramiento genético de la canola por el INIFAP habiéndose liberado en el año 2010 las variedades mexicanas

conocidas como “ORTEGON” y “CANORTE” generadas en el Campo experimental Río Bravo. Caracterizadas por: Ortegón tiene una altura de 126 cm, su floración se inicia a los 64 días post siembra y alcanza la madurez fisiológica a los 136 días, tiene un rendimiento de grano de 2,970 kg/ha y su contenido de aceite es de 40.2%; en tanto que Canorte alcanza 114 cm de altura, inicia floración a los 56 días , llega a la madurez fisiológica a los 132 días y el rendimiento de grano es de 2,530 kg/ha, logrando un contenido de aceite de 38% (Díaz, S/F; INIFAP Río Bravo, 2011; Financiera Rural, 2011).

Se señala (CONASIPRO, 2008) que para el año 2006 el consumo aparente de semillas oleaginosas en México fue de 5.5 millones de toneladas y el país solo produjo 0.5 millones de toneladas (9%), lo cual propició que se tuvieran que importar alrededor de 5 millones de toneladas. De ese total de importaciones de oleaginosas llevadas a cabo en 2006, el 91% fue de soya y canola y solo de canola la importación fue de 1.2 millones de toneladas, lo que manifiesta la importancia del mercado interno actúa de este producto.

En el Estado de México, en cortes realizados al inicio de floración en Primavera-Verano, aproximadamente a los 80 días de la siembra se han obtenido hasta 9.0 ton/ha de materia seca. En siembras de Otoño-Invierno en el Valle de Toluca se han cosechado hasta 7.5 ton/ha de MS, con 22% de proteína y 18% de fibra cruda en forraje del primer corte. El valor alimentario de una colza de verano explotada tres meses después de la siembra es de 0.93 Unidades Forraje Leche (UFL)/KG MS y de 175 de Materiales Nitrogenados totales/kg de MS (7.2) (Aguilar, 2003).

Adaptación de variedades de canola y rendimiento en ganado holstein fressian en clima frio

En el municipio de Perote, Veracruz debido a las condiciones climatológicas que prevalecen en esta región, la falta de alimento se presenta constantemente para el ganado bovino con enfoque lechero; es una de las limitantes para las personas dedicadas a esta actividades, ya que se vean afectadas económicamente en virtud de

que la producción en épocas de invierno y sequía se ven afectadas por la falta de alimento para sus animales, por este motivo se propuso conocer el potencial productivo y aceptación por el ganado lechero de tres variedades de canola (*Brassica ssp*), en comparación con la alfalfa. Los resultados de este experimento demostraron que se puede lograr una producción importante de forraje (50 ton/ha), que esto puede ser la solución para la falta de forrajes locales, puesto que la mayoría de la población se dedica a la producción de maíz, frijol, haba, trigo, avena y cebada. Estos trabajadores consideran a la canola como una maleza por lo cual invierten su dinero en combatirla o eliminarla y esto les ocasiona un gasto innecesario (www.clubensayos.com, 2011).

Producción de canola y colza en México

La producción de colza en México ha sido muy reducida a partir del año 2000, pues de la producción nacional de ambas semillas (colza y canola) en el periodo de 2000 a 2009, el 88.8% correspondió a la canola y el 11.2% restante a la colza, como se muestra en la (figura 4). (www.financierarural.gob.mx)

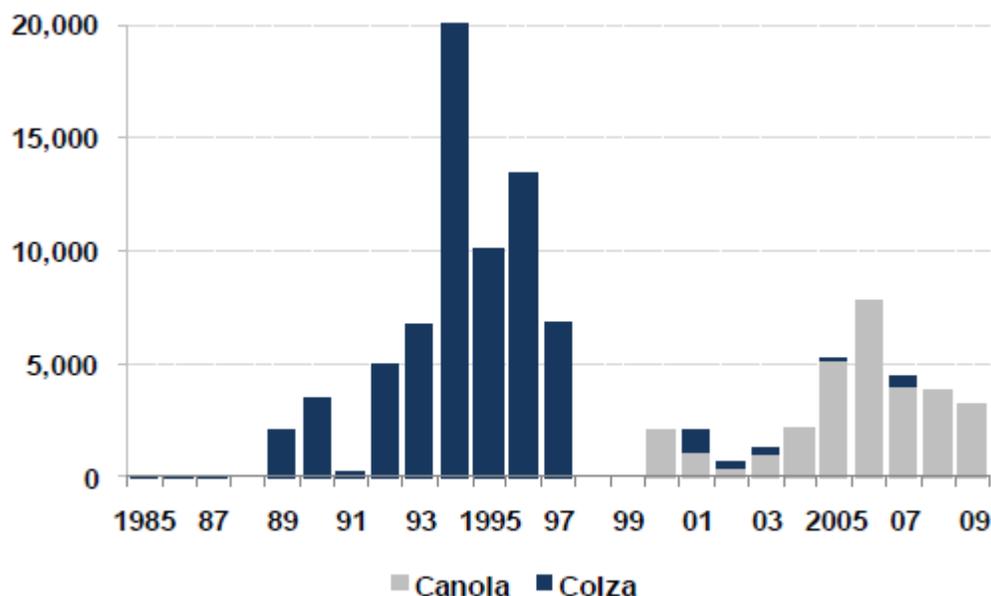


Figura 4. Producción de canola y colza en México (toneladas).

(Fuente: www.financierarural.gob.mx, mayo 2011).

Principales estados productores

Puebla, Tlaxcala, Tamaulipas y Michoacán son los estados que han producido colza en algún momento entre los años 2000 y 2009. El principal productor de canola en el país en el año 2009 fue el estado de México con una producción de 1,889.4 toneladas (58.7% del total). Le siguieron en orden de importancia Tlaxcala 21.2%, Puebla 9.0%, Hidalgo 7.0% y Veracruz 2.3% del total nacional respectivamente, como se muestra en la (figura 5) (www.financierarural.gob.mx).

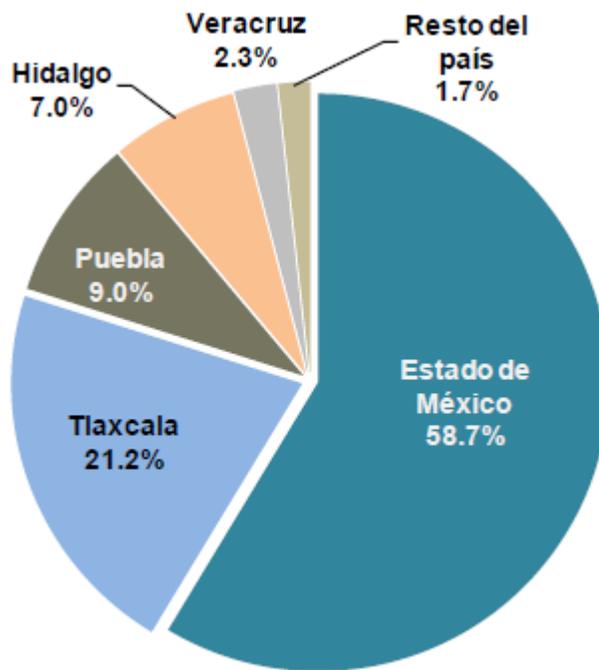


Figura 5. Principales productores de canola en México en 2009.

(Fuente: www.financierarural.gob.mx, mayo 2011).

Precios de la canola y la colza.

El precio medio rural de la colza registro una tendencia alcista entre los años 2000 y 2003, hasta alcanzar un precio de \$3,500/ton, en este último año, (figura 6). En 2005 dicho comportamiento dio un giro al presentarse una caída de poco más de 30% en el precio y ubicarse en \$2,400/ton (figura 6).

En 2007 el último año en donde se registró producción de esta oleaginosa, el precio se incrementó ligeramente respecto al año 2005 al situarse en \$2,467.5/ton.

La tendencia alcista del precio pagado al productor mexicano de canola es aún más clara que la presentada en el caso de la colza, ya que en nueve años el precio sufrió un incremento del 131.3% al pasar de \$2,248.3/ton en el año 2000 a \$5,200.4/ton en el año 2009, como se muestra en la (figura 6). (www.financierarural.gob.mx)

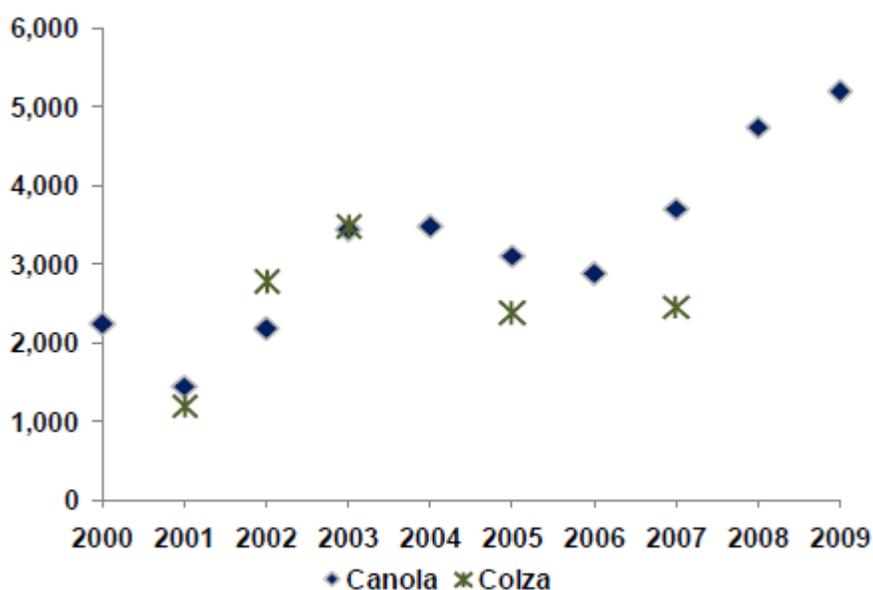


Figura 6. Precios de la canola y la colza en México.

(Fuente: www.financierarural.gob.mx, mayo 2011)

CONCLUSIONES

Del análisis de la información obtenida en esta revisión bibliográfica se puede concluir que el cultivo de la canola (*Brassica napus*) constituye una buena alternativa para la alimentación de animales, tanto rumiantes como de estómago sencillo. La pasta de canola es un ingrediente eficaz en cuanto a costo en la dieta de cerdos en casi todas partes del mundo, pero en algunos países se ha limitado su uso debido a opiniones que se han difundido acerca de que es tóxico y que tiene mal sabor para los animales, pero eso no es válido, ya que se ha demostrado que la pasta de canola cuando se formula correctamente en la dieta de cerdos, va a aportar altos niveles de la ingesta del alimento y hay un buen rendimiento de los animales.

La planta sirve como buen forraje para los animales, es una buena fuente de proteína y energía, es un cultivo muy barato, rápido, productivo y que se puede cultivar en México en regiones que reúnan las características climáticas para este propósito (templado y frío). Tiene un 90% de digestibilidad y contiene una buena cantidad de aminoácidos.

A la canola se le pueden dar diferentes usos tanto en la alimentación humana como en la alimentación de animales, uno de ellos sería el uso de la semilla que se le aprovecha muy bien el aceite que de ella se extrae ya que contiene buena cantidad de nutrientes y es de calidad para la alimentación tanto humana como animal.

LITERATURA CITADA

Aguilar, F.P., Ortiz, T.C. 2003. Canola: alternativa de cultivo para la conversión productiva del estado de México. Ficha tecnológica sistema-productivo.CETOL.INIFAP. Citado por Ingeniero Pablo Aguilar Figueroa. Canola: una excelente alternativa para la conversión productiva en valles altos de México.

Ajinomoto. 1996. Noblets Net Energy Calculator. Version 1.0. Disponible en: www.lysine.com. Consultado en: marzo de 2013.

Anónimo₁.1997. Disponible en: www.agri-nova.com, 1997. Consultado en: marzo de 2013.

Anónimo₂. S/F. Flora pratense y forrajera cultivada de la Península Ibérica. Herbario UPNA. Departamento de Producción Agraria. Disponible en: www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Bras_napu_p.htm. Consultado en: Abril de 2013.

Anónimo₃. S/F. Industria de los cereales y derivados. El cultivo de la colza. Disponible en: www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/colsa.htm. Consultado en: mayo de 2013.

Barbour, G.W. and Sim, J.S. 1991. Energía metabolizable verdadera y la verdadera disponibilidad de aminoácidos en la canola y productos de lino para las aves de corral. Poultry Sci. 70:2154-2160

Bell, J.M. 1993. Los factores que afectan el valor nutritivo de la pasta de canola: a review. Can. J. anim. Sci. 73:679-697.

Bell, J.M. and M.O. Keith. 1989. Factores que afectan la digestibilidad de los cerdos de energía y proteína en el trigo, la cebada y el sorgo dietas suplementadas con harina de canola. Anim. Feed. Sci. Technol. 24:253-265

Bell, J.M. and M.O. Keith. 1991. Un estudio de la variación en la composición química de la pasta de canola comercial producido en las plantas de trituración del oeste de Canadá. Can. J. Anim. Sci. 71:469-480.

Bell, J.M., M.O. Keith and D.S. Hutcheson. 1991. Evaluación nutricional de muy bajo contenido de glucosinolatos canola. Can. J. anim. Sci. 71:497-506.

Bell, J.M., G. Rakow and R.K. Downey. 1999. Composición mineral de las semillas sin aceite de Brassica napus, b. rapa y B. juncea afectados por la ubicación y el año. Can. J. anim. Sci. 79:405-408.

Bell, J.M., M.O. Keith and C.S. Darroch . 1988. Lysine supplementation of grower and finisher pig diets based on high protein barley, wheat and soybean meal or canola meal, with observation on thyroid and zinc status.Can. J. Anim. Sci. 68:931-840.

Bourdon, D. and A. Aumaitre. 1990. Semillas de colza y comidas bajas en glucosinolatos de colza: efecto de los tratamientos tecnológicos sobre la composición química, contenido de energía digestible y vale la alimentación de cerdos en crecimiento. Anim. Feed. Sci. Technol. 30:175-191.

Canola Council of Canada. 1989. Canadian caqnola meal. Maximum inclusión rates. Canola Council of Canada. Winnipeg, Canada.

Campabadal, C. 2009. Guía Técnica para Alimentación de Cerdos. Disponible en: www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/00144.pdf. Consultado en: Mayo de 2013.

Carlos A. Montoya y Pascal Leterme trabajan en el Prairie Swine centre, 2105 8th Street east, Saskatoon, sk, s7h 5n9, Canadá.

CGC, 2007. Calidad del oeste canadiense de canola. Comisión de Granos Canadiense. Laboratorio de Investigación de Granos. Winnipeg, Canada. Disponible en: www.cgc.ca. Consultado en: marzo de 2013.

Clandinin, D.R. 1961. Estudios de harina de aceite de semilla de colza: 4 efecto de sinapina, la sustancia amarga en harina de aceite de semilla de colza, en el crecimiento de chickens. Poultry sci. 40:484-487.

COPA. 2008. Canandian Oilseed Processors Association. Trading Rules. <http://copaonline.net/winnipeg,Manitoba>.

CONASIPRO. 2008. El cultivo de canola en México. Disponible en: http://www.oleaginosas.org/art_196.shtml. Consultado en: mayo de 2013.

Crane, E. 1976. Honey: A comprehensive survey. Heinemann.London, U.K.. 608 pp.

Diazgranado, G. R. D. 2012. Sabías que hay una planta llamada canola?. Disponible en:
<http://enbuenasmanoselartedecurar.lacoctelera.net./post/2012/07/26/sa...> Consultado en: marzo de 2013.

Díaz, h.R.S. S/F. Metodología para la producción de canola en sus diferentes usos en el Estado de México. Disponible en:
www.utep.inifap.gob.mx/...Metodologia%20para%20la%20produccion%20de. Consultado en: mayo de 2013.

Flipot, P. and J.J. Dufour. 1977. Reproductive performance of gilts fed rapeseed meal cv. Tower during gestation and lactation. Can J. anim. Sci. 57:567-571.

FINANCIERA RURAL. 2011. Monografía de colza/canola. Disponible en:
www.financierarural.gob.mx/...Monografia%20colsa_canola%20. Consultado en: marzo de 2013.

Gómes, P.C., D.L. Zanotto, A.L.Guidoni, M.F.M. Gomes y A.H. Nascimento. 1998. Uso do farelo de canola para suínos na fase de terminacao. Rev Bras. Zootecn. 27:749-753.

Hickling, D. 1994. Canola ensayos de alimentación del cerdo comida en el oeste de Canadá. Canola Council of Canadá. Winnipeg, Canada.

Hickling, D. 1996. Canola meal hog feeding trials in Mexico. Canola Council of Canada. Winnipeg, Canada.

INIFAP.2010. Podrían reducirse importaciones de canola en México con las primeras variedades mexicanas liberadas por INIFAP, Rí Bravo. Disponible en:
www.inifapcime.gob.mx/eventos/2011/VARIEDADESCANOLA.pdf. Consultado en: mayo de 2013.

Kiew, R. y M. Muid. 1991. Beekeepingin Malaysia. Pollen Atlas. United Selangor PressSdn Bhd. Selangor, Malasia. 185 pp.

King, R.H., P.E. Eason, D.K. Kerton and F.R. Dunshea. 2001. Evaluation of solvent-extracted canola meal for growing pigs and lactating sows. *Aust. J. Agric. Res.* 52:1033-1041.

Lee, P.A., R. Hill and E.J. Ross. 1985. Studies on rapeseed meals from different varieties of rape in the diets of gilts II. Effects on farrowing performance of gilts, performance of their piglets to weaning and subsequent conception of the gilts. *Br. Vet. J.* 141:592-602.

Lee, P.A. and R. Hill. 1983. Voluntary intake of growing pigs given diets containing rapeseed meal from different types and varieties of rape as the only protein supplement. *Br. J. nutr.* 50:661-671.

Lewis, A.J., F.X. Aherne and R.T. hardin. 1978. Comportamiento reproductivo de las cerdas alimentadas (torre) de la harina de colza de bajo contenido de glucosinolatos. *Can. J. anim. Sci.* 58:203-208

Leskanich CO, Mathews KR, Warkup CC, Noble RC, Hazzledine M. The effect of dietary oil containing (n-3) fatty acids on the fatty acid, physicochemical and organoleptic characteristics of pig meat. *J anim sci.* 1997; 75:673-317.

Mc Cuaig y Bell, 1981. Efectos de las encías de colza en el valor nutritivo de las dietas para cerdos en crecimiento y finalización. *Can. J. anim. Sci.* 61:463-467.

Mullan, B.P., J.R. Pluske, J. allen and D.J. Harris. 2000. Evaluación de canola en el oeste australiano, para cerdos en crecimiento. *Aust. J. agric. Res.* 51:547-553.

Muñoz, V.S., 1999. Guía para producir Canola en el sur de Sonora. Folleto para productores no. 33. Campo experimental del valle del yaqui. INIFAP. Sonora. 28 p.

NRC. 1998. Nutrient requirements of swine. 10th rev. Ed., national acad. Press, Washington, DC.

NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed., national acad. Press, Washington.

Newkirk, R. 2009. Pasta de Canola. Guía para la industria de forrajes. Canola council. 4^a. Ed. CIGI. 47pp.

Newkirk, R.W., H.L. Classen., T.A. Scott, and M.J. Edney 2003. The digestibility and content of amino acids in toasted and non-toasted Canola meals. *Can. J. Anim. Sci.* 83:131-139.

Newkirk, R.W., H.L. Classen., T.A. Scott, and M.J. Edney. 2003a. the digestibility and content of amino acids in toasted and non-toasted canola meals. *Can. J. anim. Sci.* 83:131-139.

Newkirk, R.W., H.L. Classen and M.J. Edney. 2003b. efectos de la pre-prensa extracción por solvente en el valor nutricional de la comida para los pollos de engorde. *Anim. Feed sci. Tech.* 104:111-119.

Ortegón, M., A., S., A. Díaz, F., J. González Q. e I. Garza Cano. 2006. La temperatura en la etapa reproductiva del cultivo de canola (*Brassica napus* L.). *Agric. Téc. Méx.* 32(3): 1-6. México, sept./dic. 2006.

Ramírez, T.J. 2005. Cultivo de la canola en la sierra peruana. Disponible en: <http://www.andiupra.com/CultivoCanola.htm>. Consultado en: marzo de 2013.

Ravindran, G., V. Ravindran, and W.L. Bryden, 2006. Total and ileal digestible tryptophan contents of feedstuffs for broiler chickens. *J. sci. food agric.* 86:1132-1137.

Roppa, L. 2005. Producción mundial de cerdos. Situación actual y perspectivas. Disponible en: [www. Porkworld.com.br](http://www.Porkworld.com.br). Consultado en: Marzo de 2013.

Rojo GA, Balderas OMB, Cuarón IJA. 2 Capacidad de consumo para compensar bajas necesidades energéticas en la dieta de cerdos en finalización. Memorias del Congreso de la Asociación mexicana de especialistas en nutrición animal (AMENA, AC). Puerto Vallarta, Jal. [en prensa] 2001.

Rojo, G.A., M.V.G. Pérez, U.A. Bayardo, C.H. Correa y I.J.A. Cuarón. 2001. Canola meals as a protein supplement in diets for finishing pigs. *Téc. Pec. Méx.* 39:179-192.

Sauvant, *et al.*, 2002. D., J.M. Pérez and G. Tran. 2002. Tablas de composición y valor nutricional de los materiales de alimentación Wageningen editoriales académicas, ediciones del INRA.

Schone, F., B. Groppel, A. Henning, G. Jahreis and R. Lange. 1977a. Harina de colza, metimazol, tiocianato y yodo afecta el crecimiento y la tiroides. Las investigaciones sobre la tolerancia glucosinolatos en el cerdo. J. Sci. Food agric. 74:69-80.

Vit, P. 2004. *Brassica napus* L. Ficha botánica de interés apícola en Venezuela. Revista de la Facultad de Farmacia. 46(1):60-61.

Weiss, E.A. 1983. Oilseed Crops. Longman, London U.K. 660 pp.

Zanotto, D.L., J.V. Ludke, A.L. Guidon, P.C. Gomez, P.A.r. Brum y L.C. Ajala. 2009. Utilizacáo do farelo de canola em dietas para suínos em crescimento e terminacáo. Arch. Zootec. 58(224):717-728.

CITAS ELECTRÓNICAS

- Taxonomía, planta de la canola, consultado en:
http://www.oleaginosas.org/cat_61.shtml

- Semilla de la canola, consultado en:
http://www.oleaginosas.org/cat_61.shtml

- Características botánicas, consultado en:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/colza.htm>

- Exigencias del cultivo, consultado en:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/colza.htm>

- Plagas de la colza, consultado en:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/colza.htm>

- Enfermedades de la colza, consultado en:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/colza.htm>

- Adaptación de variedades de canola y rendimiento en ganado holstein fressian en clima frio, consultado en:
<http://clubensayos.com/Ciencia/Adaptaciones-De-Variedades-De-Canola/91261.html>

- Clasificación botánica más información, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Composición de la semilla de la colza, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Usos de la canola en México, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Propiedades de la canola o la colza, características de la canola, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Estudio de la colza y la canola, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Partes utilizadas de la canola, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Diferentes usos de la canola, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Composición de la colza, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Información de la colza, componentes, consultado en:
http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm

- Pasta de canola, antecedentes y mercado, consultado en:
<http://www.canola-council.org>
- Antecedentes de la pasta de canola, consultado en:
[http://copaonline.net/winnipeg, Manitoba](http://copaonline.net/winnipeg,Manitoba)
- Producción de la canola y colza en México
<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural>
- Principales estados productores
<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural>
- Precios de la canola y la colza, consultado en:
<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural>
- Aceite de canola para reducir el polvo en las naves de cerdos, consultado en:
http://www.3tres3.com/abstracts/aceite-de-canola-para-reducir-el-polvo-en-las-naves-de-cerdos_12818/
- canola forrajera, consultado en:
http://www.oleaginosas.org/impr_122.shtml