

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA COLZA (*Brassica napus*) Y  
UTILIZACION DE CANOLA EN LA ALIMENTACION DE ANIMALES.**

**Por:**

**Antonieta de Jesús Carrizales Rodríguez**

**MONOGRAFÍA**

**Presentada como Requisito Parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Agosto 2018**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Características agronómicas de la colza (*Brassica napus*) y utilización de canola en la alimentación de animales

Por:

Antonieta de Jesús Carrizales Rodríguez

MONOGRAFÍA

Que somete a la consideración del H. jurado examinador como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Asesor principal

M.C. Manuel Torres Hernández

Coasesor

QFB Carmen Pérez Martínez

Coasesor

Ing. Roberto A. Villaseñor Ramos

Coordinador de la división de ciencia animal

Dr. José Dueñez Atanís



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Agosto 2018

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios**

Por estar conmigo en todo momento, por ser mi roca y mi luz. Por cada día con vida, los logros y aprendizajes, las enseñanzas que solo a tu, y a tu manera sabes dar. Esos momentos en los que mi fe esta prueba y siempre encuentro refugio, paciencia y motivación en ti mi señor.

### **A mi madre**

Por ser la persona más valiente y fuerte, la que es padre y madre a la vez, la mujer que no se rinde, la que deposita su confianza sin oportunidad a fallar, madre eres parte de mi inspiración.

### **A las personas más cercanas a mí**

Por permitirme conocer cada criterio, por captar de ustedes lo mejor de sí, pero sobre todo por la paciencia, la humildad que tienen conmigo.

### **A la vida**

Por darme el amor y por vivir cada momento enamorada de quien en el recorrido de mi vida encontré, Omar.

## **AGRADECIMIENTOS**

A **DIOS** por todos los días darme la bendición de la vida, las oportunidades y todos los logros que tengo en ella. Gracias por guiarme, y aunque en ocasiones no es sencillo, siempre me das fuerza para continuar y retomar el camino, gracias por todo, sabes que no hay palabras suficientes para agradecer todo lo que me das sin condición ni conveniencia, por ese gran amor a pesar de no merecerlo.

A la **UAAAN** por ser parte de los Buitres, darme una carrera profesional y por aportar a mi crecimiento como persona, por darme las herramientas para un campo laboral del que ya soy parte. Por enseñarme a la valorar cada día a la familia, la economía y la libertad, pero sobre todo por enseñarme a ser independiente.

A el **M.C. Manuel Torres Hernández** por la oportunidad de brindarme su apoyo en esta monografía, por la paciencia que me tubo, gracias profesor por ayudarme en este logro que es parte de mi formación profesional, me llevaré lo mejor de su gran conocimiento y trayectoria, pero sobre todo su amistad.

**GRACIAS**

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
Objetivo.....	4
Justificación .....	4
REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
Descripción botánica .....	5
Sinónimos .....	7
Nombres comunes.....	7
Origen.....	7
Distribución .....	8
Principales estados productores de canola en México .....	9
Producción de canola en el mundo.....	9
Características agronómicas .....	11
Variedades .....	11
Establecimiento del cultivo para la producción de forraje y aceite .....	13
Selección del terreno .....	13
Preparación del terreno.....	14
Métodos y densidad de siembra .....	15
Aplicación de riegos.....	16
Fertilización (Ortegòn, 2010; Alves, s/f) .....	17
Nitrógeno.....	17
Fósforo.....	17
Azufre .....	18
Control de malezas .....	18
Plagas y enfermedades de la colza .....	18
Mancha negra de la colza ( <i>Alternaria sp.</i> ).....	19

<b>Pie negro de la colza (<i>Phoma lingam</i>)</b> .....	19
<b><i>Sclerotinia sclerotiorum</i></b> .....	20
<b>Gorgojo del tallo de la colza (<i>Ceuthorrhynchus napi</i>)</b> .....	20
<b>Gorgojo de las silicuas (<i>Ceuthorrhynchus assimilis</i>)</b> .....	20
<b>Meligetos de las crucíferas (<i>Meligethes sp.</i>)</b> .....	21
<b>Pulguilla de la colza (<i>Psyllodes chrysocephala</i>)</b> .....	21
<b>Cosecha del grano</b> .....	21
➤ <b>“Vaina” para pájaros</b> .....	26
➤ <b>Pasta de canola</b> .....	26
➤ <b>Rastrojo de canola</b> .....	27
<b>Alimentación de animales con pasta de canola</b> .....	27
<b>Canola en alimentación de bovinos</b> .....	28
<b>Digestibilidad de aminoácidos</b> .....	31
<b>Alimentación con canola y la tolerancia de glucosinolatos</b> .....	32
<b>Canola en la alimentación de aves</b> .....	33
➤ <b>Canola para pollos de engorde</b> .....	35
➤ <b>Canola para gallinas ponedoras</b> .....	36
➤ <b>Pasta de canola para guajolotes</b> .....	36
➤ <b>Harina de canola para patos y gansos</b> .....	37
<b>Disponibilidad de aminoácidos</b> .....	37
<b>Alimentación con semilla y aceite de canola</b> .....	38
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	40
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	41

## ÍNDICE DE CUADROS

1. Cuadro de Clasificación científica de la colza o nabo.....	6
2. Cuadro de Países productores y distribución de canola-2007 (miles de toneladas).....	10
3. Composición química típica de la pasta de canola (12% de humedad).....	23
4. Cuadro de Componentes químicos de la colza por 100 gr.....	25
5. Energía media de la pasta de canola fuentes de proteína (basada en el 12% de humedad).....	29
6. Cuadro de Digestibilidad ileal estándar (DIE) de los aminoácidos de la pasta de canola en cerdos.....	31
7. Cuadro de Coeficientes verdaderos de digestibilidad en las aves de algunos aminoácidos esenciales en la pasta de canola y en la pasta de soya.....	35
8. Cuadro de coeficiente de digestibilidad ileal aparente de aminoácidos en la pasta de canola para aves.....	38
9. Cuadro de Niveles máximos recomendados de inclusión de pasta de canola % en dietas de aves.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Imagen de planta de colza.....	5
2. Imagen de tallo y raíz de la <i>Brassica napus</i> .....	6
3. Imagen de hojas de la colza.....	7
4. Imagen de flor de la colza.....	8
5. Imagen de principales productores de canola en México 1998-2008.....	9
6. Imagen de desarrollo del híbrido Hyola 401.....	12
7. Imagen de sistema radicular de la colza.....	14
8. Imagen de semilla de la colza.....	16
9. Imagen de lesiones necróticas en peciolo y tallo.....	20
10. Imagen de silicuas que presentan la coloración cremosa pajiza lista para cosecharse.....	22
11. Imagen de uso de la canola en la alimentación de bovinos.....	28
12. Imagen de pasta de canola.....	30
13. Imagen de alimentación de cerdos.....	32
14. Imagen de aves ponedoras alimentadas con pasta de canola.....	34
15. Imagen de guajolotes alimentados con pasta de canola.....	37



## RESUMEN

La canola o colza cultivada principalmente por su semilla, de la cual se obtiene aceite, es una herbácea que pertenece a la familia de las crucíferas. Produce semillas pequeñas y redondas, su color puede ser marrón, negro o amarillo con alto contenido de aceite. La canola es una planta oleaginosa originaria de Europa. En el siglo XVI se le conocía con el nombre de col y se pensaba que se había originado del nabo silvestre, ahora es conocida por sus nombres comunes: nabo, colpsa, aza, koltza, colza, canola. La colza es una planta anual que requiere climas templado-frío, húmedos con temperaturas relativamente bajas en la floración y suficiente reserva de agua en el suelo en esta época, en cuanto al suelo la colza no es exigente, aunque prefiere los fértiles, profundos y de textura media. La colza tiene diferentes variedades aunque el mejor comportamiento y rendimiento es del híbrido Hyola 401, seguidos por las variedades Monty y Scoop con alturas que oscilan de 1.3 a 1.35 m y rendimientos medios de 2.5 y 2.4 ton/ha las necesidades hídricas del cultivo de colza requieren de 450 a 500 mm de agua, a lo largo de su ciclo vegetativo. Los principales productos de colza utilizados actualmente en alimentación animal son variedades de (*Brassica napus*) con bajo contenido de ácido erúxico (< 15 miligramos/g) denominadas variedades doble cero. El ácido erúxico es un ácido graso monoinsaturado de cadena larga (22 átomos de carbono), difícilmente oxidable por el animal y que tiende a causar problemas cardiovasculares por su deposición en el músculo cardíaco. Los glucosinolatos no son tóxicos por sí mismos, pero la acción de la enzima mirosinasa, presente en el propio grano, o de enzimas de los microorganismos del aparato digestivo, da lugar a la formación de productos de hidrólisis (isotiocianatos

(ITC), oxazolidintionona (VTO) y nitrilos) que tienen efecto goitrogénico y reducen el consumo. Los niveles máximos recomendados de ITC y VTO son 3 y 6 mg/g. La colza tiene una concentración muy baja en almidón, pero un contenido apreciable de FND (28%) y de fibra digestible (7%), principalmente pectinas. La presencia de fibra soluble tiende a incrementar la viscosidad de la ingesta y a reducir la digestión y absorción de los aminoácidos. La semilla entera tiene un nivel muy elevado (40%) de grasa rica en ácido oleico y linoleico.

La proteína de la colza tiene una utilización digestiva alta pero inferior (alrededor de un 10%) a la de la soja. Su perfil de aminoácidos esenciales se complementa bien con el de los granos de leguminosas, por su elevada concentración en aminoácidos azufrados. Por ello, son frecuentes asociaciones colza/guisante o colza/habas en piensos de monogástricos. La colza (especialmente la harina) es una buena fuente de proteína degradable. También es rica en S, Se, biotina, colina y niacina, aunque es deficitaria en Cu. Por su riqueza en fibra y ácido fólico (3-6%) la disponibilidad de Ca, Mg, P, Zn, Cu y Mn es baja. La semilla entera de colza es un ingrediente adecuado en piensos de vacas de alta producción por su contenido en grasa, proteína y fibra digestible. Su empleo reduce la concentración en la leche de ácidos grasos de cadena corta y media y aumenta la de ácidos grasos de cadena larga (n=18 átomos de carbono). La utilización de semilla entera debe restringirse en rumiantes por el efecto negativo de la grasa insaturada sobre la digestión de la fibra.

## INTRODUCCION

Normalmente, en la formulación de alimentos para animales, los ingredientes más utilizados son granos de cereales y harina de soya, ingredientes costosos y que con frecuencia sufren variaciones en los precios, lo cual se refleja en el poco margen de utilidades para el productor agropecuario (Anónimo, s/f). Ello ha conducido a los investigadores en el área de alimentación animal a la búsqueda de alimentos alternativos que llenen los requerimientos de nutrientes para las diferentes fases de la producción sin que los costos se eleven demasiado y sin menoscabo del rendimiento de los animales.

Es decir, que es necesario buscar la disponibilidad de alimentos proteicos y energéticos de buena calidad nutricional que cubran los requerimientos de los animales y permitan reducir los costos de producción, y en este tenor, los subproductos derivados de vegetales juegan un papel fundamental (FAO, 2007). De esta manera, se han llevado a cabo investigaciones con diferentes productos y subproductos de la agroindustria que coadyuvan a lograr una producción animal rentable y de calidad.

Esta investigación alimentaria alternativa se ha enfocado principalmente en la búsqueda de las mejores opciones para el uso de energía, proteínas y minerales, tratando de dilucidar los niveles máximos, mínimos y óptimos de la inclusión de estos derivados o subproductos vegetales en las dietas prácticas de los animales (González, 2014). En estos alimentos alternativos se incluyen raíces como la yuca (*Manihot sculenta*), tubérculos como la papa (*Solanum sp.*), subproductos de la industria cervecera como la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), plantas forrajeras

principalmente leguminosas y pastas derivadas de la extracción de aceites como es el caso de la canola, subproducto proveniente del procesamiento de la colza (*Brassica napus*. L. Y *Brassica rapa* var oleífera Metzg.), planta anual también conocida como Colsa y Rape, es una crucífera ampliamente cultivada a nivel mundial y que se obtuvo de la hibridación natural de la col (*Brassica oleràcea* L.) y el nabo silvestre (*Brassica campestris* L.) (Aguilar, 2007) que requiere climas templados-fríos y cuya semilla entera contiene aproximadamente 40% de grasa rica en ácido oleico y linoleico (FEDNA, 2011). Esta pasta llamada canola se ha venido utilizando en la alimentación animal desde hace ya un buen tiempo, sin embargo, su uso se ha visto limitado por la presencia de algunos agentes químicos que en un momento dado pudieran significar problemas digestivos en los animales. A partir de los años 70-80 Canadá logró cambios importantes en sus características tecnológicas y le dio el nombre de Canola (Canadian Oil Low Acid) (Newkirk, 2009).

## **Objetivo**

El propósito de esta revisión bibliográfica es traer a la luz las características importantes en el cultivo de la colza y el uso de la pasta llamada canola en la alimentación animal, tanto rumiantes como de estómago sencillo.

## **Justificación**

La disponibilidad de la información referente a este cultivo y sus derivados pondrá al alcance de los productores una opción más para la alimentación de los animales de granja.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Descripción botánica

La planta conocida como colza (*Brassica napus* L.) se cultiva principalmente por su semilla, de la cual se obtiene aceite, es una herbácea que pertenece a la familia de las Crucíferas (figura 1). Sin embargo, originalmente esta planta se utilizaba como recurso forrajero en los años 50 en China, pero posteriormente fue transformada en una colza oleaginosa (Aguilar, 2007).

---



---

Figura 1. Plantas de colza

---

(Fuente: <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=808> s/f)

Su raíz es de tipo pivotante con muchas raíces secundarias, su tallo es erecto con alturas de 1.50 a 2.00 metros (figura 2). Hojas alternas de color verde azulado y morfología variada (figura 3), inflorescencia racimosa con flores con cuatro pétalos en cruz (figura 4), el fruto es una vaina silicua de 5 a 6 cm de largo con 20 a 25 granos por vaina, produce semillas pequeñas y redondas y cuyo color puede ser marrón,

negro o amarillo con alto contenido de aceite. De esta planta existen dos tipos, el de invierno y el de primavera (Anònimo<sup>2</sup>, s/f).

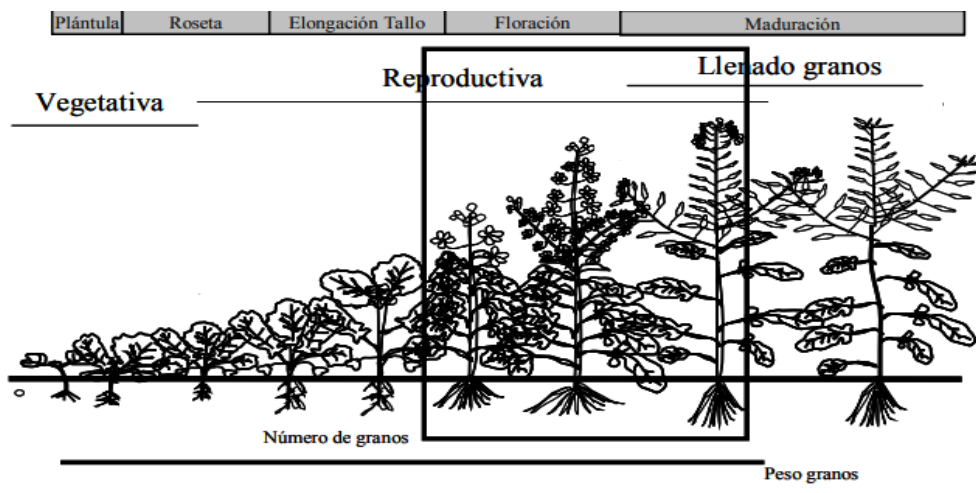


Figura 2. Tallo y raíz de la *Brassica napus*

(Fuente: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2011> )

Es una planta perteneciente a la familia de las crucíferas (cuadro 1), y es también conocida como nabo.

Cuadro 1. Clasificación científica de la colza o nabo

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Angiospermas</i>
Orden	<i>Brassicales</i>
Familia	<i>Brassicaceae (Cruciferas)</i>
Género	<i>Brassica</i>
Especie	<i>B. napus</i>
Nombre binomial	<i>Brassica napus</i>

(Fuente: Herbario UPNA, Dep. Prod. Agraria. [www.unavarra.es](http://www.unavarra.es))



---

Figura 3. Hojas de la colza

---

(Fuente: <http://www.cooperativaacor.com/es/colza/sec/71/2017.>)

### **Sinónimos**

*Brassica campestris* DC, *Brassica napobrassica* Mill; *Brassica oleifera* Moench,  
*Brassica rapa*.

### **Nombres comunes**

Nabo, coplsa, aza, koltza, colza, canola.

### **Origen**

La canola es una planta oleaginosa originaria de Europa. En el siglo XVI se le conocía con el nombre de col y se pensaba que se había originado del nabo silvestre. La canola se modificó a partir de la colza, a comienzos de los 70's y tiene una composición química diferente, con 2% máximo de ácido erúico. Existen estrictas normas de calidad que rigen la canola y aquellos productos que no cumplen con ellas no deberían utilizar este término (Ayala, 2006).



---

Figura 4. Flor de la colza

(Fuente: [http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Bras\\_napu\\_p.htm](http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Bras_napu_p.htm). s/f)

### **Distribución**

De origen desconocido, se haya presente principalmente en el centro y sur de Europa y en el oeste de Asia. En la península Ibérica se encuentra de forma generalizada, el nabo concentrado principalmente en Galicia (80%) y la colza forrajera más extendida en áreas mediterráneas (Aizpuru *et al.*, 1999).

Es una de las especies exóticas más comunes de México. En el país está registrada en Baja California Norte y Baja California Sur, Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas, solo falta en la península de Yucatán (Villaseñor y Espinoza, 1998).



## Principales estados productores de canola en México

Los cuatro principales estados productores de canola (Figura 5), fueron también los estados que destinaron mayor superficie al cultivo, en este caso, 26% de Tlaxcala, 22% de Tamaulipas y Sonora respectivamente, y 12% el Estado de México. La (TMCA) fue superior a la del volumen de producción, pues a un ritmo de 12.45%, la superficie pasó de 842 hectáreas en el año 2000, a 2,422 hectáreas en el año 2008 (SAGARPA, 2008).

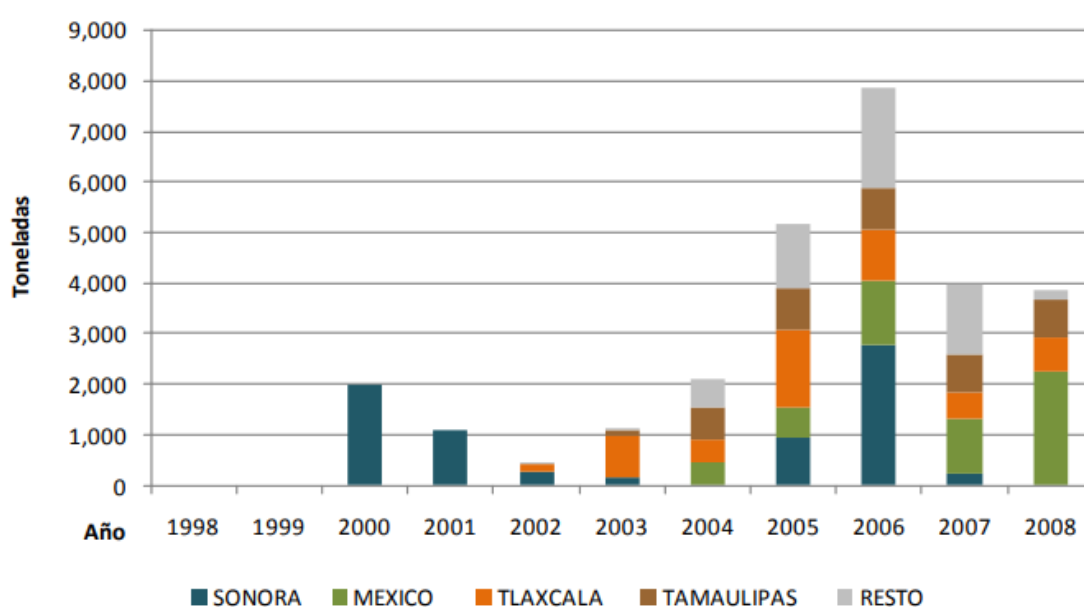


Figura 5. Principales productores de canola en México 1998-2008

(Fuente: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios>. 2008)

## Producción de canola en el mundo

En Australia, el Abares (Oficina Australiana de Agricultura y Recursos Económicos, por sus siglas en inglés) elevó su estimación de producción de canola 17/18 a 2.85 millones de toneladas, debido a la mejora de los cultivos en Australia Occidental, que

compensó la desmejora de los cultivos en Nueva Gales del Sur que sufrieron exceso de precipitaciones, luego de una fuerte sequía. Para la temporada 18/19, el Grain Strategy dio a conocer su primera proyección para la UE, que es el máximo productor a nivel mundial, y el valor fue de 22.6 millones de toneladas, que sería el máximo en cuatro años. Esto a pesar de que este año el área sembrada permaneció incambiada, en 6.7 millones de hectáreas, pero descendiendo en Alemania y Polonia y aumentando en Francia y el Reino Unido.

En Canadá, el país mayor productor de canola en América, para este año se espera una producción de 20.2 millones de toneladas, según la Agencia de Estadísticas de Canadá. Esta estimación se da en el marco de una anterior de 19.71 millones de toneladas en setiembre. A todo esto, en Ucrania este año se espera que la producción aumente 60 % con respecto al año pasado, llegando a 2.1 millones de toneladas según el IGC, y para 2018 se estima que aumente 14 % el área, llegando a 890 mil hectáreas. (Agrotemario, 2011-2018). Producción de canola a nivel mundial 2007 (cuadro 2).

---

Cuadro 2. Países productores y distribución de canola-2007 (miles de toneladas)

---

<b>País</b>	<b>2007</b>
China	10,375
Canadá	8,864
India	7,097
Alemania	5,320
Francia	4,554
Resto	13,269
<b>Total</b>	<b>49,479</b>

---

(Fuente: [http://www.oleaginosas.org/cat\\_61.shtml](http://www.oleaginosas.org/cat_61.shtml))

## **Características agronómicas**

La colza es una planta anual que requiere climas templado-fríos, húmedos, con temperaturas relativamente bajas en la floración y suficiente reserva de agua en el suelo, en esta época. Las temperaturas elevadas favorecen el desarrollo vegetativo y reducen el crecimiento. Es decir, la colza es considerada una planta asentada en latitudes superiores a los 50° N.

En cuanto a los suelos, la colza no es exigente, aunque prefiere los fértiles, profundos y de textura media. Soporta, incluso, una cierta acidez o salinidad. En cambio, las tierras muy fuertes o con mal drenaje, y en años húmedos, son desaconsejables, ya que es una planta muy sensible al encharcamiento (De León *et al.*, 1978).

## **Variedades**

De los genotipos de canola evaluados tanto híbridos como variedades de polinización libre, el mejor comportamiento y rendimiento se ha obtenido con semilla certificada del híbrido Hyola 401 (figura 6), seguido por las variedades Monty y Scoop, estos genotipos presentan ciclos similares de 140 a 145 días, con alturas de planta que oscilan de 1.30 a 1.35 m y rendimientos medios de 2.5 y 2.4 ton/ha.

La semilla de los tres genotipos mencionados es de importación, por lo que se debe hacer la compra con anticipación para tener la semilla disponible al momento de la siembra

---



---

Figura 6. Desarrollo del híbrido Hyola 401

---

(Fuente: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/2010>)

La semilla del genotipo Hyola 401 por ser híbrido se debe comprar semilla certificada cada año, para tener la certeza de que sea un híbrido F1 y no solo grano, que produce plantas con características muy diferentes a las producidas por la semilla original en aspectos como desarrollo, porte, ciclo vegetativo y principalmente potencial de rendimiento, que llega a disminuir del 20 al 40 % y en ocasiones hasta el 50 %. En las variedades de polinización libre, después de comprar la semilla por primera vez, el grano que se cosecha de estas se puede utilizar como semilla para siembra de dos a tres ciclos más sin disminuir rendimiento, siempre y cuando no haya otra variedad

diferente sembrada junto a ella con la que se pueda mezclar, además, hay que llevar a cabo una selección para tener semilla de buen tamaño, que no cause problemas al momento de la siembra y que tenga buen vigor para la emergencia de la planta (INIFAP, 2010)

### **Establecimiento del cultivo para la producción de forraje y aceite**

La planta de la canola es muy exigente en lo que respecta a necesidades medio ambientales, requiriendo condiciones específicas para cada una de sus etapas fenológicas, por lo que la época de siembra debe ser en el momento más adecuado (Aguirrezàbal *et al.*, 2003). Un aumento en el número de horas de radiación normalmente se asocia con aumento de la temperatura y un mayor gasto energético (Kruger *et al.*, 2011). Se ha demostrado (Rao y Mandham, 1991) que cuando esta planta crece en ambientes con temperatura adecuada da mejores rendimientos que cuando se establece en ambientes con temperaturas inadecuadas. McGregor (1981) señala que temperaturas mayores a 27°C durante el periodo de floración propician reducción de la fertilidad de las flores por esterilidad de los ovarios, infertilidad del polen y la interrupción de llenado de las silicuas.

### **Selección del terreno**

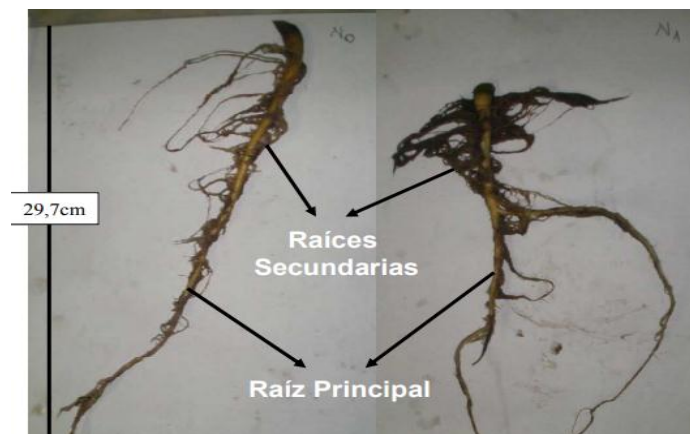
a) preparar el terreno en profundidad por ser la colza una planta de raíz pivotante.

b) preparar la superficie del suelo para que la tierra quede fina y sin terrones por ser la semilla de colza muy pequeña (Toledo, 2013).

En cuanto al tipo de suelos para obtener buenos resultados, los ideales son los francos, franco - arcillosos, franco - arenosos, profundos y de buena permeabilidad, es decir aquellos suelos buenos para trigo. Resulta importante elegir el terreno que tengan baja infestación de malezas crucíferas tipo nabo y mostaza. Permeabilidad y buen drenaje son aspectos importantes ya que no soporta inundaciones temporales (Alves, s/f).

### Preparación del terreno

Su sistema radicular (figura 7) es muy sensible a las formas de preparación del terreno y a los provocados por una estructura inadecuada. Su raíz puede deformarse y detener su crecimiento debido a obstáculos como pajas no descompuestas, presencia de una capa dura en el suelo, etc.



---

Figura 7. Sistema radicular de la colza

(Fuente: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2011.>)

Una buena preparación del suelo facilitará el enraizamiento, favorecerá la resistencia al encamado y permitirá, además, un mejor aprovechamiento del agua, puntos todos ellos esenciales para asegurar el éxito del cultivo (De León *et al.*, 1978). Las labores preparatorias deben perseguir como objetivo principal preparar el terreno de la manera más adecuada de manera que permita un buen desarrollo radicular, buscando que la tierra quede fina y blanda (Bustamante *et al.*, 1998).

### **Métodos y densidad de siembra**

La semilla de colza es muy pequeña (figura 8), aproximadamente mide 2 mm de diámetro y con un peso unitario de 0.004g, la población recomendada de 80 plantas/m<sup>2</sup> se puede obtener, en sistema donde se realiza remoción del suelo, con densidades de 4.5 a 5.5 kg/ha, según condiciones de la cama de siembra.

La colocación de la semilla en el suelo no debe exceder los 2-3 cm para un rápido y uniforme establecimiento de las plantas (Villar *et al.*, 2008).

La siembra se hace en surcos de 80 cm de ancho por lo general, en los que se deposita la semilla, con esto se garantiza el paso de la cultivadora para el control mecánico de la maleza y con ello se pueda facilitar el control de plagas y enfermedades (INIFAP, 2008). Se sugiere utilizar 3.0 kg de semilla/ha con un mínimo del 85 % de germinación; con esta cantidad, se tiene la posibilidad de tener 30 plantas por metro lineal en surcos de 0.80 m (INIFAP, 2010).



---

Figura 8. Semilla de la colza

(Fuente: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/2010.>)

### **Aplicación de riegos**

El agua requerida para la plántula es aproximadamente de 400-500 mm en todo el período de desarrollo del cultivo, esto se ve influenciado según el tipo de suelo y las condiciones climáticas. La semilla de colza requiere una alta proporción de su peso en agua para germinar. Si las condiciones de humedad no son adecuadas se producen nacimientos no uniformes que pueden afectar el patrón final de plantas y la evolución total del cultivo, hasta llegar al final del ciclo con plantas que presentan diferentes estados de desarrollo que complican la cosecha (Silva *et al* 2010).

Deficiencias de agua en estados tempranos de crecimiento vegetativo reducen la expansión foliar y el crecimiento radical. De esta manera se ve afectada la absorción de agua y nutrientes, y la producción de materia seca en ese momento y en el futuro.



En caso de ocurrir un déficit en ese momento, las hojas entrarán prematuramente en senescencia, se verá reducido el número y tamaño de racimos, el tamaño y cantidad de silicuas por racimo y el tamaño y cantidad de semillas por silicua (Martino *et al*, 1999).

### **Fertilización (Ortegón, 2010; Alves, s/f)**

La colza es una oleaginosa de invierno. Se tiene el conocimiento de que las especies productoras de aceite son rústicas y no muy exigentes en cuanto a la fertilización nitrogenada; sin embargo, para la canola es importante mantener un buen equilibrio entre los elementos nitrógeno, fósforo y azufre en el suelo. Es conveniente realizar un análisis de suelo donde se va a sembrar el cultivo para conocer de manera adecuada los niveles de fertilización que se requieren.

### **Nitrógeno**

En general, se recomienda una dosis entre 90 y 120 kilogramos por hectárea, dependiendo del tipo de suelo, el nivel nutrimental del mismo, tiempo de descanso, cultivo anterior, el manejo agronómico en general y del ciclo del cultivar utilizado, aplicándolo en forma fraccionada que normalmente se recomienda 1/3 al momento de la siembra y el complemento a los 50- 55 días después de la siembra y antes del riego de auxilio.

### **Fósforo**

La canola, por ser una especie productora de aceite, requiere de fósforo, ya que este elemento es indispensable en la síntesis de los ácidos grasos, además de que

interviene en el mecanismo de captación de energía para la fotosíntesis, y por lo tanto, el rendimiento de esta especie depende, en buena medida, de la presencia de este elemento, el cual por su poca movilidad en el suelo se sugiere aplicarlo en su totalidad al momento de la siembra.

### **Azufre**

En los tipos de suelos donde se tienen problemas de compactación, salinidad en sus diferentes grados, y carbonatos, entre otros, se sugiere fertilizar las tierras con productos que suministren azufre, como son el sulfato de amonio como fuente principal de nitrógeno, y el ácido sulfúrico como mejorador de suelo, según sea el caso.

### **Control de malezas**

Es necesario llevar a cabo un buen control de malezas en forma temprana, dado que la competencia de las malezas con el cultivo ocurre en las etapas tempranas del desarrollo de la planta, pudiéndose aplicar un producto en presiembra, como puede ser Trifuralina a razón de 2 l/ha (Alves, s/f).

### **Plagas y enfermedades de la colza**

Este cultivo se ve afectado por plagas y enfermedades que son causadas por diversas variables en el ambiente, como el clima y el suelo entre otras, que atacan las hojas, pétalos, silicuas y tallos de la planta.

La colza (*Brassica campestris* y *B. napus*), es un cultivo de actualidad en la agricultura española a tenor del interés que parece llevar asociado.

Un hecho que acompaña generalmente a la introducción y posterior intensificación de un nuevo cultivo, en una zona geográfica dada, es la paulatina aparición y extensión de las enfermedades que le afectan (García *et al.*, 1978).

La colza puede ser afectada por diversos tipos de hongos, entre los más importantes pueden citarse *Sclerotinia*, *Phoma* y *Fusarium*. Estos hongos pueden perpetuarse generando daños económicos de distinta intensidad cuando se presentan condiciones de manejo y climáticas favorables; en este contexto, la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes constituyen alternativas apropiadas de manejo.

La *Alternaria sp.*, es otra de las enfermedades fúngicas que suelen producir daños económicos importantes en este cultivo (Ayala, 2006).

**Mancha negra de la colza (*Alternaria sp.*).**

Esta enfermedad provoca manchas alargadas en el tallo y los peciolo como se observa en la (figura 9). Requiere un ambiente de humedad relativa alta y temperaturas superiores a los 18 °C. La lluvia disemina las esporas dentro de la misma planta y a otras próximas, y el viento se encarga de transportarlas a grandes distancias.

**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.

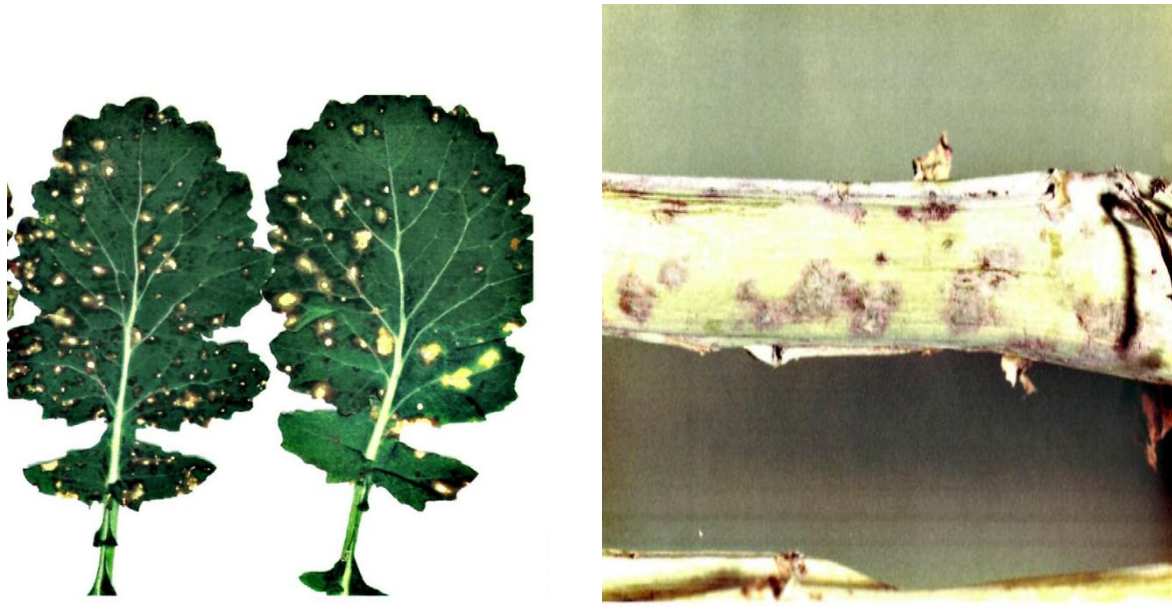


Figura 9. Lesiones necróticas en peciolo y tallos.

(Fuente: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_plagas](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas), 1998)

### ***Sclerotinia sclerotiorum*.**

La planta atacada se recubre de un moho o pelusa blanquecina (InfoAgro s/f).

### **Plagas de la colza**

#### **Gorgojo del tallo de la colza (*Ceuthorrhynchus napi*).**

La larva de este insecto deforma el tallo de la colza, que se encorva y a menudo se corta en una cierta longitud. La planta muy atacada florece más tarde y sus semillas maduran mal.

#### **Gorgojo de las silicuas (*Ceuthorrhynchus assimilis*).**

Los adultos muerden las silicuas jóvenes y las larvas roen las semillas, pudiendo causar una disminución importante en la cosecha. Estas heridas además, pueden ser

puerta de entrada de enfermedades en años húmedos. En los tratamientos se recomiendan los mismos productos anteriores (Endosulfán y Fosalón).

**Meligetos de las crucíferas (*Meligethes sp.*).**

Los adultos son los encargados de roer los botones de la colza; estos ataques son más importantes cuantos más jóvenes son los botones. Cuando comienza la floración los daños disminuyen. Las larvas apenas ocasionan daños en la colza.

**Pulguilla de la colza (*Psyllodes chrysocephala*).**

Los adultos aparecen en los campos de colza de otoño, en general poco después del nacimiento, royendo las hojitas y pudiendo destruir gran cantidad de plantas. Para el tratamiento se recomienda el Karate a dosis de 40-80 cc/hl.

**Cosecha del grano**

La cosecha del grano de canola se debe realizar cuando las silicuas presenten una coloración crema pajiza y el grano adquiera un color marrón oscuro. Si se cuenta con un determinador de humedad, se deben realizar muestreos al azar en la parcela y obtener una muestra compuesta. El nivel máximo de humedad que debe tener el grano para la cosecha fluctúa entre 10 y 12 % (INIFAP, 2010).

Uno de los mayores problemas del cultivo de la colza es su cosecha, debido a la fácil dehiscencia de sus frutos, que se abren en la madurez, se observa claramente en la figura 10, y lanza las semillas a cierta distancia. Además, la maduración de los frutos es desigual. Por ello la cosecha debe realizarse antes que la totalidad de las silicuas estén maduras (Toledo, 2013).



---

Figura 10. Las silicuas presentan la coloración crema pajiza, lista para cosecharse

---

(Fuente: <https://www.zoom-nature.fr/chelidoine-comme-un-petit-coquelicot/>. s/f)

### **Pasta de canola**

La pasta o torta de canola es el subproducto que se obtiene después de la extracción del aceite, es una pasta que contiene cerca de 34% de proteína y un 15% de fibra cruda y es una pasta que, al igual que la harina de soya puede ser utilizada para alimentar rumiantes, cerdos y aves (Figueroa, 2007). Es una harina muy versátil en todo tipo de alimento y es la favorita en la alimentación de gallinas y pavos (Beltranena, s/f). Su composición nutricional es como se ilustra en el cuadro 3, donde se aprecia que su contenido de proteína cruda tiene un nivel muy adecuado para la alimentación de animales; sin embargo es bueno aclarar que la composición nutricional se puede ver afectada por las condiciones ambientales durante el cultivo, las condiciones de la cosecha y por la variedad y procesamiento de la semilla y la pasta misma (Newkirk *et al.*, 2003).

---

Cuadro 3. Composición química típica de la pasta de canola (12% de humedad)

---

COMPONENTE	PROMEDIO
Proteína cruda (Nx6.25 %)	36
Proteína desviada del rumen (%)	35
Aceite (%)	3.5
Ácido linoleico (%)	0.6
Ceniza	6.1
Fibra cruda (%)	12.0
Taninos (%)	1.5
Sinapina	1.0
Ácido fitico (%)	3.3
Glucosinolatos ( $\mu\text{mol/g}$ )	7.2

---

(Fuente: Newkirk *et al.*, 2003)

### **Características químicas de la canola o colza**

La canola o colza 00 se desarrolló a partir de la colza (*Brassica napus* y *Brassica campestris/rapa*) con el fin de obtener menores niveles de ácido erúxico (<2%) en la porción aceitosa y bajos niveles de glucosinolatos (<30  $\mu\text{mol/g}$ ) en la porción de la pasta.

La torta de canola después de la extracción del aceite queda con un porcentaje alto (35-40%) de proteína cruda, la cual se caracteriza por tener un menor contenido de lisina y un mayor contenido de aminoácidos azufrados (metionina y cistina) que el de la torta de soya; y su utilización se vuelve estratégica cuando los precios de la pasta de soya son altos. Su contenido de fibra en detergente neutro (FDN) es mayor que el de la torta de soya, debido a que la cascarilla de la semilla está presente en la torta, representando casi el 30% de la misma; lo que ocasiona que el contenido de energía

digestible de la torta de canola sea menor (2.6 vs 3.4 Mcal/kg) que el de la torta de soya (Mariscal *et al.*, 2008).

Inicialmente, el aceite extraído de la colza no se consideró apto para el consumo humano, debido a que contenía altas cantidades de ácido erúcico y glucosinolatos.

- ✓ El ácido erúcico es un tipo de grasa tóxica que se encuentra en las semillas y aceites de las plantas Crucíferas.
- ✓ Los glucosinolatos también están presentes en toda la familia de las Crucíferas, y son responsables, por ejemplo, del sabor picante de la col, la mostaza o el rábano. Estas sustancias, en altas dosis (como en un aceite), pueden tener efectos anti-nutritivos.

Sin embargo, hacia los años 1970, se trabajó para descubrir nuevas variedades de la colza con un nivel inferior de estas sustancias tóxicas.

- ✓ Las semillas son ricas en aceite (hasta 45%). Contienen seis glucósidos: gluconapina, glucobrasicanapina, glucoberina, gluconasturtina, glucorapiferina (progoitrina) y sinalbina. Esta presente la enzima mirosinasa.
- ✓ La planta es rica en mucílagos.

Las raíces son ricas en carbohidratos, aunque su alto contenido en agua las hace un vegetal muy hipocalórico cuadro 4. Estas contienen ácido alantoideo y alantoína con propiedades cicatrizantes. Resulta un alimento muy adecuado en dietas de adelgazamiento, gastritis, úlceras, para personas con enfermedades cardiovasculares y en la diabetes. A demás pigmentos naturales antioxidantes: betacarotenos en hojas y flores (Anónimo s/f.).



El aceite de colza ha demostrado ser una de las mejores fuentes de biodiesel, y una cantidad cada vez mayor de harina de colza ha elevado el nivel de interés entre los nutricionistas y productores por igual. En general, la colza es considerada un buen reemplazo, aunque sólo sea parcialmente, a la harina de soja en la mayoría de las dietas de los animales.

Cuadro 4. Componentes químicos de la Colza por 100g.

<b>Nutriente</b>	<b>Raíz</b>	<b>Hojas</b>	<b>Flores</b>
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: [https://www.botanical-online.com/nabo\\_brassica\\_napus.htm](https://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm). s/f)

En promedio, la harina de colza contiene una base como alimento (90% de materia seca) de proteína cruda de 36-38%, un 10-12% de fibra cruda, 1.2% de lípidos (aceite), 6.8% de cenizas, menos de 1 % de calcio, y 1.2% de fósforo total.

La composición varía ampliamente dependiendo de factores tales como el origen, las condiciones de cultivo, el proceso de fabricación y el grado de extracción de petróleo, en otros términos biodiésel (Anónimo s/f.)

Su uso más frecuente es en pastoreo controlado mediante cerco eléctrico, aunque también se puede cortar para silo, o suministrar como forraje verde. En el Estado de México, en cortes realizados al inicio de floración en 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 (Aguilera, 2007).

➤ **“Vaina” para pájaros.**

Originalmente el nabo silvestre y ahora la canola se comercializan en México como “vaina” para alimento de los pájaros. La etapa ideal para la cosecha de la canola con este fin, es cuando la planta ha terminado la floración y la mayor parte de las silicuas (vainas) han llenado, lo cual se logra aproximadamente a los 90 días de la siembra en primavera-verano

➤ **Pasta de canola.**

La pasta o torta de canola es el producto obtenido del grano de canola, después de haberle extraído el aceite. Contiene cerca de 34% de proteína y 15% de fibra

cruda. Al igual que la pasta de soya se utiliza para la alimentación del ganado bovino, porcino y aves.

➤ **Rastrojo de canola.**

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

### **Alimentación de animales con pasta de canola**

La canola (*Brassica napus*) ha sido desarrollada a través del mejoramiento genético de la colza, buscando la obtención de cultivares con niveles reducidos de ácido erúsico y glucosinolatos nocivos para el organismo animal (Figueiredo *et al.*, 2003).

La pasta de canola se ha demostrado como un suplemento de proteína aceptable para el ganado vacuno de carne, en el cuadro 5 se analizan los ensayos de la pasta de canola, en sustitución de varios productos de proteína vegetal. Esta aceptación se basa en una serie de ensayos de investigación que demuestran el valor de la pasta de canola para promover el crecimiento de los terneros jóvenes, así como el crecimiento y acabado del ganado (Slominski *et al.*, 2015)

## Canola en alimentación de bovinos

La pasta de canola es una fuente de proteína altamente apetitosa (figura 11) para rumiantes y esto se ha demostrado repetitivamente en experimentos de alimentación. Se examinaron los efectos de la alimentación con pasta de canola en comparación con la pasta de colza con diferentes niveles de glucosinolatos residuales en becerros de 5 meses de edad. Los becerros alimentados con pasta de canola con menos de 20  $\mu\text{mol/g}$  de glucosinolatos consumieron menos alimento que los becerros consumiendo la dieta sin pasta de canola (1.10 vs 1.08 kg, respectivamente). Sin embargo, los becerros alimentados con un concentrado que contenía alimento rico en glucosinolatos de colza ( $> 100 \mu\text{mol/g}$ ), sólo consumieron 0.76 kg.



---

Figura 11. Uso de canola en la alimentación de bovinos.

(Fuente: <http://canolamazing.com/wordpress/wp-content/uploads/>, 2016)

---

Cuadro 5. Energía media de la pasta de canola fuentes de proteína (basada en el 12% de humedad)

---

<b>Componente de energía</b>	<b>Valor</b>
Nutrientes digestibles totales (NDT %)	68.0
Energía digestible (ED, Mcal/Kg)	2.82
Energía metabolizable (EM, Mcal/Kg)	2.30
Energía metabolizable de mantenimiento (EMM, Mcal/Kg)	1.48
Energía neta para ganancia (ENg, Mcal/Kg)	0.90
Energía neta para lactación (ENI, Mcal/Kg)	1.44

---

(Fuente: <http://canolamazing.com/wordpress/wp-content/uploads/> 2015.)

Se suplementaron dietas para novillos de engorda con pasta de canola, destilados de trigo, de maíz o destilados de maíz de alto contenido proteínico con urea. Todos los suplementados con proteína dieron un mejor rendimiento y una mayor ingesta de materia seca. La digestibilidad total fue más alta con pasta de canola, y la proteína total que entraba en el duodeno fue mayor para los destilados de maíz de alto contenido proteico, además de la urea. La suplementación con pasta de canola mejoró el consumo y la ganancia de peso en novillos de engorda. Los novillos alimentados con pasta de canola tuvieron ganancias medias diarias numéricamente superiores que alimentando con destilados de maíz y las ganancias estadísticamente más altas que los novillos que recibieron destilados de trigo (Slominski *et al.*, 2015)

## Canola en la alimentación de porcinos

La producción de la canola a partir de la colza ha hecho de la pasta de canola un alimento convencional para los cerdos, en especial para los cerdos en desarrollo-finalización. Los esfuerzos de ingeniería genética en la canola para reducir las concentraciones de los principales factores anti-nutritivos, glucosinolatos y ácido erúcico fueron revolucionarios. Estos adelantos produjeron una pasta de canola con un valor nutricional mayor que la pasta de colza, en la (figura 12) se observa una molienda más fina. La pasta de canola es mejor aceptada por los cerdos, pero todavía quedan ciertas limitaciones en el perfil nutritivo digestible de la pasta de canola, especialmente por lo que se refiere a la energía. Por lo tanto, la pasta de canola se incluye actualmente en las dietas de los cerdos principalmente para ofrecer aminoácidos (Newkirk 2009).

---



---

Figura 12. Pasta de canola

(Fuente: <http://canolamazing.com/wordpress/wp-content/uploads/>. 2015)

## Digestibilidad de aminoácidos

Elemento fundamental para usar altos niveles de pasta de canola en la dieta de los cerdos es tener un balance correcto de la dieta para aminoácidos digeribles. Más aún, es necesario monitorear la proteína cruda y el contenido de humedad de la pasta de canola. Hay experimentos recientes que sugieren claramente que los aminoácidos en la dieta mostrados en el (cuadro 6) de los cerdos., deben formularse sobre la base de la digestibilidad verdadera o estandarizada de los aminoácidos. La digestibilidad de los aminoácidos esenciales es menor en la pasta de canola que en la pasta de soya. [National Research Council (NRC), 1998].

Cuadro 6. Digestibilidad ileal estándar (DIE) de los aminoácidos de la pasta de canola en cerdos

<b>Aminoácido</b>	<b>Die % de MS</b>
Alanina	80.3
Arginina	90.7
Aspartato + asparagina	78.6
Cistina	81.8
Glutamato + glutamina	89.5
Glicina	77.7
Histidina	87.2
Isoleucina	81.2
Leucina	81.4
Lisina	80.3
Metionina	85.4
Fenilalanina	73.8
Prolina	84.6
Serina	83.4
Treonina	77.9
Tirosina	78.4
Valina	78.3

(Fuente: <http://canolamazing.com/wordpress/wp-content/uploads/> 2015)

## Alimentación con canola y la tolerancia de glucosinolatos

Los glucosinolatos son un factor principal anti-nutricional para los cerdos. Durante el desarrollo de la pasta de canola, varios investigadores definieron el nivel máximo de glucosinolatos que los cerdos pueden tolerar. En una revisión de las primeras investigaciones sobre la pasta de canola, se sugirió un nivel máximo de 2.5  $\mu\text{mol/g}$  de glucosinolatos. Dos estudios subsecuentes apoyaron esta recomendación en general.



Figura 13. Alimentación de cerdos

(Fuente: <https://laporcicultura.com/alimentacion-del-cerdo/>. s/f)

- ✓ En el primer estudio, cerdos en desarrollo con un peso aproximado de 20-50 kg en la (figura 13) fueron alimentados con una serie de dietas que contenían los mismos niveles de pasta de canola, pero que variaban en el contenido total de glucosinolatos de 0-19  $\mu\text{mol/g}$ .

Un nivel mayor de a los 2.4  $\mu\text{mol/g}$  de glucosinolatos en la dieta tuvo efectos negativos en la ingestión de alimento, el índice de crecimiento y función tiroidea.



- ✓ En el segundo estudio, el máximo nivel inocuo se determinó a 2.0  $\mu\text{mol/g}$  de la dieta.

Dado que la pasta de canola canadiense contiene en promedio 6  $\mu\text{mol/g}$  de glucosinolatos, esto correspondería a un nivel máximo de inclusión de canola de 33% en la dieta de cerdos en desarrollo. Estudios recientes han demostrado que los cerdos en desarrollo-finalización tendrán un buen rendimiento con dietas que contengan hasta 25% de pasta de canola, lo que resultaría en un contenido de glucosinolatos en la dieta de aproximadamente 1.5-2  $\mu\text{mol/g}$ . El glucosinato de la canola y por ende el de la dieta que contiene pasta de canola, varía. Un estudio reciente con dietas que contienen 26% de pasta de canola midió 2.2  $\mu\text{mol/g}$  de glucosinolatos.

El nivel máximo tolerable de glucosinolatos en las dietas de los cerdos sigue siendo de interés, y los esfuerzos de los fitogenetistas en la canola seguirán enfocados a una mayor reducción que garantice que los glucosinolatos no sean factor limitante para alcanzar niveles de inclusión de pasta de canola más altos de 25% (Newkirk, 2009).

### **Canola en la alimentación de aves**

Se usa pasta de canola en todo tipo de alimentos para aves. Sin embargo, dado el relativamente bajo valor de energía para las aves, se favorece por razones económicas en las gallinas ponedoras y en pavos (figura 14), más que en los alimentos de alta energía para pollos de engorda. Además, algunos usuarios de forraje han expresado ciertas opiniones en contra de usar pasta de canola en el alimento de las aves por razones de salud y rendimiento, incluso hemorragias en el hígado, en las ponedoras

tamaño reducido de los huevos, problemas en las piernas de los pollos de engorda, menor ingestión de alimento y menor índice de crecimiento.



---

Figura 14. Aves ponedoras alimentadas con pasta de canola

(Fuente: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2683/alimentacion-de-ponedoras-con-pasta-de-canola/>. 2015)

La opinión negativa de la pasta de canola es inmerecida ya que casi todos estos problemas se pueden eliminar, o por lo menos manejar con eficiencia, una vez entendidos ciertos puntos fundamentales en las áreas de digestibilidad de aminoácidos, efectos de glucosinolatos y balance de minerales en la dieta (Newkirk, 2009). Cuando se usan altos niveles de pasta de canola en aves es necesario equilibrar las dietas a mínimos digeribles de aminoácidos. Es menor la digestibilidad (cuadro 7) de aminoácidos esenciales en la canola que en la soya (Newkirk, 2009).

Cuadro 7. Coeficientes verdaderos de digestibilidad en las aves de algunos aminoácidos esenciales en la pasta de canola y en la pasta de soya

Aminoácidos	Digestibilidad de la pasta de canola	Digestibilidad de la pasta de soya
Lisina	0.79	0.90
Metionina	0.92	0.93
Cistina	0,82	0,82
Treonina	0.71	0.81
Triptófano	0.78	0.84

(Fuente: Huang *et al.*, 2006; Nadeem *et al.*, 2005; Ravindram *et al.*, 2006:)

### ➤ **Canola para pollos de engorde**

Normalmente, la menor energía en la pasta de canola comparada con otras fuentes de proteína como la pasta de soya, limita su uso por razones económicas en los alimentos de pollos de engorda de alta energía. Sin embargo en los alimentos a base de maíz, el nivel de inclusión de la pasta de canola que conviene por razones económicas es entre el 10 y 20 por ciento, según informe de la Guía de Canola, publicado por el Consejo de Canola de Canadá (Anónimo, 2015). Ya se ha determinado que los bajos niveles de *glucosinolatos* que quedan en la pasta de canola no incrementan la mortalidad de los pollos de engorde, así como tampoco reducen la ingestión de alimentos por estas aves, pudiéndose usar hasta en 30% sin que afecte el rendimiento de estos pollos, pero siempre y cuando la dieta sea formulada sobre una base de aminoácidos digeribles (Ramesh *et al.*, 2002).

Los bajos niveles de glucosinolatos que quedan en la pasta de canola no afectan de forma negativa la mortalidad ni la ingestión de alimento de los pollos de engorda.

Estudios llevados a cabo señalan que es posible usar hasta 30% de pasta de canola sin afectar el rendimiento, pero será necesario formular la dieta sobre la base de aminoácidos digeribles (Newkirk y Classen, 2002; Ramesh *et al.*, 2006).

➤ **Canola para gallinas ponedoras**

Desde el punto de vista económico, la pasta de canola es un alimento eficaz y común en las dietas para ponedoras (figura 15); la investigación sobre su uso en estas aves ha demostrado que estimula la alta producción de huevos y no tiene ningún efecto sobre la cantidad de huevos que se producen (Pèrez-Maldonado y Barràn, 2004; Marcu *et al.*, 2005) de manera que se puede concluir que la inclusión de harina de canola en dietas para ponedoras propicia:

- a) Alta producción de huevo
- b) No reduce el consumo de alimento
- c) No reduce el número de huevos producidos
- d) No reduce el tamaño del huevo

➤ **Pasta de canola para guajolotes**

Se ha demostrado (Waibel *et al.*, 1992) que la pasta de canola es una excelente fuente de proteína para guajolotes en crecimiento (figura 16), por lo que es práctica común alimentar pavos con altos niveles de pasta de canola en las fases de crecimiento y finalización.



---

Figura 15. Guajolotes alimentados con pasta de canola

(Fuente: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2685/alimentacion-de-pavos-y-patos-con-pasta-de-canola/>. 2015)

### ➤ **Harina de canola para patos y gansos**

No se han encontrado problemas cuando se añade harina de canola a la dieta de estas aves. Los gansos tienen mayor capacidad digestiva que otras aves y por ello son más eficientes para digerir la pasta de canola (Jamroz *et al.*, 1992). Su digestibilidad es similar en los patos.

### **Disponibilidad de aminoácidos**

Una clave para la utilización de altos niveles de inclusión de pasta de canola en aves como se muestran en el (cuadro 8), es formular las dietas sobre una base de aminoácidos disponibles (Slomiski, 2015).

Cuadro 8. Coeficiente de digestibilidad ileal aparente de aminoácidos en la pasta de canola para aves

<b>Aminoácido</b>	<b>Pollos de engorda</b>	<b>Ponedoras</b>	<b>Pavos</b>	<b>Patos</b>
Alanina	0.79	0.79	0.75	0.66
Arginina	0.88	0.89	0.79	0.71
Aspartato+asparagina	0.76	0.76	0.72	0.6
Cisteína	-	-	0.67	0.67
Glutamato+glutamina	0.87	0.87	0.86	0.81
Glicina	0.77	0.76	0.72	0.59
Histidina	0.81	0.81	-	-
Isoleucina	0.77	0.76	0.75	0.65
Leucina	0.81	0.79	0.79	0.73
Lisina	0.79	0.82	0.76	0.66
Metionina	0.92	0.93	0.86	0.80
Fenilalanina	0.80	0.79	0.75	0.73
Serina	0.74	0.72	0.74	0.70
Treonina	0.71	0.70	0.73	0.64
Tirosina	0.79	0.78	-	-
valina	0.77	0.75	0.72	0.62

(Fuente: <http://canolamazing.com/wordpress/wp-content/uploads 2015>)

### **Alimentación con semilla y aceite de canola**

De rutina se agrega al alimento el aceite de canola como fuente de energía para los pollos en engorda. Además de su valor de energía, es buena fuente de ácido linoleico. Las dietas de los pollos de engorda en la primera etapa (cuadro 9), basadas en cebada o trigo en lugar de maíz, pueden resultar deficientes en ácido linoleico especialmente cuando las demás fuentes de grasa alimentaria están saturadas, como el cebo, por ejemplo. En estas situaciones, es común añadir 1.0-1.5% de aceite de canola a la dieta.

---

Cuadro 9. Niveles máximos recomendados de inclusión de pasta de canola % en dietas de aves

---

<b>Tipo de dieta animal</b>	<b>Nivel máximo de inclusión</b>	<b>Razones para el nivel máximo de inclusión</b>
Pollos de iniciación	10	-
Pollos en crecimiento	20	Nivel de energía.
Pavo en crecimiento	30	-
Gallina ponedora	10	Posibles efectos en mortalidad.
Ave de cría	5	Menor tamaño de huevos y de peso de polluelo.
Pato y ganso	15	-

---

(Fuente: <https://cigi.ca/wp-content/uploads/2009>; Newkirk, 2009)

La grasa entera de canola, luego del tratamiento con calor y la reducción del tamaño de la partícula, es un sustento protéico y un ingrediente de energía muy importante en los alimentos de pollos de engorda en países como Dinamarca. Los niveles máximos de inclusión que se recomiendan y las razones para limitar el uso de la pasta de canola en las dietas de las aves. Se trata de recomendaciones de cautela, pero basadas en técnicas de formulación del alimento donde se da cuenta de la digestibilidad de aminoácidos y el balance catión-anión. Es posible garantizar niveles de inclusión de pasta de canola más elevados, si son atractivos desde el punto de vista económico (Newkirk, 2009)

## CONCLUSIÓN

La colza o canola (*Brassica napus*) es una fuente de alimentación alternativa para animales domésticos. En la alimentación humana juega un papel importante ya que su aceite es uno de los mejores en términos de calidad para la nutrición y salud humana.

La canola que nace a partir de la colza, con modificaciones genéticas para la reducción de ácido erúxico y glucosinolatos ha sido uno de los ingredientes principales en las dietas de los animales como una fuente de proteína y aminoácidos que incrementan la producción zootécnica, además de ser un atractivo en la reducción de gastos ya que su precio es menor a la de otras fuentes proteicas como lo es la soya.

En México la canola o colza es un cultivo que ha sido implementado por instituciones como SAGARPA e INIFAP con el fin de producir variedades con bajos porcentajes de ácido erúxico y glucosinolatos así como para la extracción de aceites.



## LITERATURA CITADA

Agri Nova Science. Disponible en: [www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_\\_colsa.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo__colsa.asp). Consultado en: mayo de 2017.

Agrotemario, 2011-2018. Crece la proyección de la producción de canola en el mundo. Agosto 2017. Disponible en: <http://agrotemario.com/noticia/19848/crece-la-proyeccion-de-produccion-de-canola-en-el-mundo>. Consultado en abril de 2018.

Aguilera, P. 2007. Comité nacional sistema-producto oleaginosas. Alternativas para el desarrollo., Canola, una excelente alternativa para la conversión productiva en valles altos de México. Disponible en: [http://www.oleaginosas.org/impr\\_122.shtml](http://www.oleaginosas.org/impr_122.shtml). Consultado en enero de 2018.

Aguirrezàbal, L.A.N., Y. Lavaud G.A.A., Dosio, N. Izquierdo, F.H. Andrade y L.M. González, 2003. Intercepted solar radiation during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. *Crop Science*. 43:152-161.

Aizpuru, E.1999. Flora pratense y forrajera cultivada de la península ibérica. Herbario UPNA. Departamento de producción agraria. Disponible en: [http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Bras\\_napu\\_p.htm](http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Bras_napu_p.htm). Consultado en: marzo de 2017.

Alves, D. (s/f). Una nueva alternativa de invierno. Disponible en: [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90\\_51.htm](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R90/R90_51.htm). Consultado en enero de 2018.

Anónimo. 2015. El sitio avícola. Uso de canola para alimentar pollos de engorde. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2684/uso-de-canola-para-alimentar-pollos-de-engorde/>. Consultado en febrero de 2018.

Aguilar, F.P. 2007. Alternativas para el desarrollo. Canola, una excelente alternativa para la conversión productiva en valles altos de México. Disponible en: [http://www.oleaginosas.org/impr\\_122.shtml](http://www.oleaginosas.org/impr_122.shtml). Consultado en: enero de 2018.

Anónimo (s/f). Harinas de colza en las dietas de alimentación de los cerdos. Disponible en: <http://razasporcinas.com/harina-de-colza-en-las-dietas-de-alimentacion-de-los-cerdos/>. Consultado en enero de 2018.

Anónimo, (s/f). Alimentos alternativos para aumentar la eficiencia de la producción y el mantenimiento de los precios de mercado de los cerdos. Disponible en: <http://razasporcinas.com/alimentos-alternativos-para-aumentar-la-eficiencia-de-la-produccion>. Consultado en: mayo de 2017.

Anónimo, (s/f.). Propiedades de la canola o colza (*Brassica napus*). Revista del mes de BOTANICAL. Disponible en: [https://www.botanical-online.com/nabo\\_brassica\\_napus.htm](https://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm). Consultado en enero de 2018.

Ayala, A. I. (s/f). Propiedades de la canola o colza (*Brassica napus*). Disponible en: Revista del mes de botánica. [http://www.botanical-online.com/nabo\\_brassica\\_napus.htm](http://www.botanical-online.com/nabo_brassica_napus.htm). Consultado en marzo de 2017.

Ayala, L. 2006. Canola. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/canola-913784.html>. Consultado en enero de 2018.

Beltranena, E. 1994. Alimentación de harina de canola a aves. Canola Council de Canadá.

Bustamante. A. Alles, M. Espadas y J. Muñoz. 1998. Centro de capacitación y experiencias agrarias: El cultivo de la colza forrajera. Disponible en: [http://www.cime.es/WebEditor/Pagines/file/Butlleti\\_dinformacio\\_tecnica\\_centre\\_capacitacio/07.pdf](http://www.cime.es/WebEditor/Pagines/file/Butlleti_dinformacio_tecnica_centre_capacitacio/07.pdf). Consultado en marzo de 2017.

Comité Nacional Sistema-producto: Oleaginosas .2008. Cultivo de canola en México. Disponible en: [http://www.oleaginosas.org/art\\_196.shtml](http://www.oleaginosas.org/art_196.shtml). Consultado en marzo de 2017.

De León, M. R., P. García, R. González, F. Insua y A. Alcántara. 1978. La colza oleaginosa: Ministerio de agricultura. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1978\\_17.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1978_17.pdf). Consultado en marzo de 2017.

Díaz, L. I. 2000. Proceso de producción y evaluación financiera del cultivo de canola (*Brassica napus*) en el ciclo otoño invierno en el municipio de Querendaro en el estado de Michoacán. Tesis de licenciatura. CIRNEINIFAP. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/220/T16503%20%20%2020DIAZ%20LARA,%20IDELVINA%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>. Consultado en enero de 2018.

FAO, 2007. Problemáticas de la utilización de alimentos. Departamento de pesca y acuicultura. Disponible en: <http://www.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=topic&fid=2888>. Consultado en: mayo de 2017.

FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). 2011. Semilla colza 00. Disponible en: [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/semilla-colsa-00](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/semilla-colsa-00). Consultado en: mayo de 2017.

Figueiredo, D., A.E. Murakami, M.A. Pereira, A.C. Furlan y F.L. Toral. 2003. Desempenho e morfometria da mucosa de duodeno de frangos de corte alimentados con farelo de canola durante el periodo inicial. Revista Brasileira de Zootecnia. 32:1321-1329.

González, S.R. 2014. Los productos y subproductos vegetales, animales y agroindustriales: una alternativa para la alimentación de la tilapia. Revista Bio Ciencias. 2(4):240-251.

Huang, K.H., X. Li, V. Ravindran y W.L. Bryden. 2006. Comparison of apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients measured with broilers, layers and roosters. Poultry Sci. 85:625-634.

INFOAGRO.(s/f). Industria de los cereales y derivados. El cultivo de la colza. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/colza.htm>. Consultado en enero de 2018.

INIFAP. 2008. La canola en el estado de Hidalgo. Disponible en: <http://www.hidalgoproduce.org.mx/canola1.pdf>. Consultado en enero de 2018.

INIFAP. 2010. Guía para cultivar canola bajo riego en Michoacán. Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3443/3426%20Guia%20para%20cultivar%20canola%20riego%20en%20Mich..pdf?sequence=1>. Consultado en enero de 2018.

- Jamroz, D., A. Wiliczkiwicz y J. Skorupinska. 1992. The effect of diets containing different levels of structural substances on morphological changes in the intestinal walls and the digestibility of the crude fibre fraction in geese (Part. 3). *Jour. Anim. Feeds Sci.* 1:37-50.
- McGregor, D.I., 1981. Pattern of flower and pod development in rapeseed. *Can. Jour. of Plant Sci.* 61:275-282.
- Marcu, N., E. Banto, M. Sut-Gherman, M. Dinea, O. Lodu y J. Ceghezi. 2005. The effect of soybean meal substitution with rape meal in laying hens nutrition. *Bul. Univ. Stinte. Agric. Med. Vet. Cluj-Napoca Seria Zooteh. Biotehnol.* 60:138-142.
- Mariscal, G., T. C. Reis, J. E. Parra, 2008. Determinación de los coeficientes de digestibilidad ileal aparente y estandarizada de la proteína y aminoácidos de la torta de canola en lechones recién destetados. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/2950/295023531002/>. Consultado en enero de 2018.
- Martino, D.L. y F. Ponce de León .1999. Canola: Una alternativa promisoría. Disponible en: <file:///C:/Users/Mega/Downloads/111219240807140032.pdf>. Consultado en enero de 2018.
- Nadeen, M.A., A.H. Gilani, A.G. Khan y Mahr-UN-Nisa. 2005. Amino acids availability of poultry feedstuffs in Pakistan. *Int. Jour. Agric. Biol.* 7:985-989.
- Newkirk., R. 2009. Pasta de canola. Guía para la industria de forrajes 4ta edición. Disponible en: [www.canolacouncil.org](http://www.canolacouncil.org). Consultado en: febrero de 2018.
- Newkirk, R.W. y H.L. Classen. 2002. The effects of toasting canola meal on body weight, feed conversion efficiency and mortality in broiler chickens. *Poult. Sci.* 81:815-825.
- Newkirk, R.W., H.L. Classen, T.A. Scott y M.J. Edney. 2003. The digestibility and content of amino acids in toasted and non-toasted canola meals. *Can. Jour. Anim. Sci.* 83:131-139.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of swine. 10th Revised Edition. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/zootecnia/biblioteca2012/NRC520swine%201998>. Pdf. Consultado en: febrero de 2018.
- Péres-Maldonado, R.A. y K.M. Barram. 2004. Evaluation of Australian canola Meal for production and egg quality in two-layer strains. *Proc. Aust. Poult. Symp.* Pp 171-174.
- Ramesh, K.R., G. Devegowda y H. Khosravinia. 2006. Effect of enzyme addition to broiler diets containing varying levels of double zero rapeseed meal. *Asian –Aust. Jour Anim. Sci.* 19:1354-1360.
- Ravindran, G., V. Ravindran y W.L. Bryden. 2006. Total and ileal digestible tryptophan contents of feedstuffs for broilers chickens. *Jour. Sci. Food Agric.* 86:1132-1137.
- Rao, M.S., y N.J. Mandham. 1991. Comparison of Chinoli (*Brassica campestris*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. *Jour. Agric. Sci.* 117:177-187.
- SAGARPA. 2008. Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional. Informe 2008. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios>. Consultado en: abril de 2018.

Silva, C. J., J. Castillo, L. Iriarte y N. Villegas. 2010. Cultivo de colza bajo riego en Mendoza. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo\\_de\\_colza\\_bajo\\_riego\\_en\\_mendoza.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo_de_colza_bajo_riego_en_mendoza.pdf). Consultada en enero 2018.

Slominski, B., Evans, E., Pierce, A., Broderick, G., Zijlstra, R., Beltranena, E., y Drew, M. (2015). Canola council of Canadá. Guía para la industria de alimentos animales. 5ta edición, 2015. Disponible en: [http://canolamazing.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/10/canola\\_meal\\_feeding\\_guide\\_2015\\_spanish.pdf](http://canolamazing.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/10/canola_meal_feeding_guide_2015_spanish.pdf). Consultada en febrero de 2018.

Toledo, 2013. Cultivo de la colza (*Brassica napus*). Disponible en: [https://www.slideshare.net/rubentoleado144/colza-2013?next\\_slideshow=1](https://www.slideshare.net/rubentoleado144/colza-2013?next_slideshow=1). Consultado en marzo de 2017.

Villar, J. y G. Cencig. 2008. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno. Colza en siembra directa. Disponible en: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/miscelaneas/109/trigo2008\\_089.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/miscelaneas/109/trigo2008_089.pdf). Consultado en enero del 2018.

Villaseñor R., J. y F. J. Espinosa G. 1998. Ficha informativa. Brassicaceae= Cruciferae, Brassica rapa L, Nabo de campo (sugerido). Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/melazasdemexico/brassicaceae/brassica-rapa/fichas/ficha.thm>. Consultado en marzo de 2017.

Waibel, P.E., S.L. Noll, S. Hoffbeck, Z.M. Vickers y R.E. Salmon. 1992. Canola meal in diets for market turkeys. Poul. Sci. 71:1059-1066.