

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS
ALIMENTADOS CON DIETAS QUE CONTENGAN PASTA DE CÁRTAMO”.**

POR:

TOMAS ALEXANDER ARBEZ ABNAL.

TESIS:

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO" U.L.
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS
ALIMENTADOS CON DIETAS QUE CONTENGAN PASTA DE CÁRTAMO".

POR:
TOMAS ALEXANDER ARBEZ ABNAL.

TESIS:
APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA:


PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE
PRESIDENTE DEL JURADO


M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2013

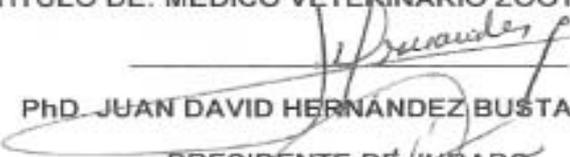
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO" U.L
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



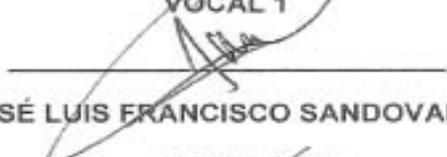
TESIS POR: TOMAS ALEXANDER ARBEZ ABNAL

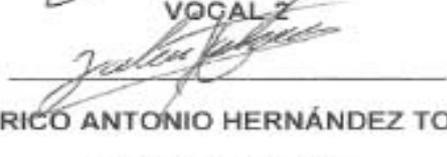
"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS
ALIMENTADOS CON DIETAS QUE CONTENGAN PASTA DE CÁRTAMO".

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORIAS Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE: MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


PHD. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE
PRESIDENTE DE JURADO


MC. ERNESTO MARTINEZ ARANDA
VOCAL 1


MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
VOCAL 2


FEDERICO ANTONIO HERNÁNDEZ TORRES
VOCAL SUPLENTE

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2013

AGRADECIMIENTOS

Sobre todo a **DIOS** por otorgarme el elemento más maravilloso que es la **VIDA** y hacerme entender lo que es el **VERDADERO AMOR** que es estar ahí sin importunar, apoyar sin forzar, ofrecer energía espiritual sin obligar, interesarse en el sufrimiento del ser querido pero no intervenir en sus conclusiones de aprendizaje.

A la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** al ser como una madre en el transcurso de mi educación profesional, al proporcionarme todos los instrumentos que necesité para forjar mi vocación y convertirme en un hombre de **ÉXITO**; enseñándome que hay que felicitar los triunfos de mis compañeros, elogiarlos y alegrarme sinceramente de su gran esfuerzo que igual como yo, le dedicaron a la profesión, mostrándome que debo ser tenaz para el estudio y así estar preparado para los obstáculos que se me presenten en la vida, para no incurrir actos delictivos que destruyan mi ética profesional, me hizo ver que en cada compañero de estudio sin importar su edad, su lugar de procedencia o religión hay algo digno de admirar; me advirtió que todo en la vida es cuestión de experiencia y aprendizaje para superarlos dignamente.

Al **Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP)** de Ajuchitlán, Colon., Querétaro. Principalmente al Dr. German Buendía Rodríguez por haberme aceptado para formar parte del proyecto que hoy en día vengo presentando como mi tesis, siendo un persona sencilla y humilde al apoyarme en mi

estancia en dicha institución, tanto en el aspecto material como en mi profesión, mostrándome que es una persona abierta a cualquier duda. Sabía que podía contar con él.

A los **SINODALES**, haciendo énfasis al PhD. Juan David Bustamante por la dedicación y la paciencia que mostro para sacar esta tesis que orgullosamente forma parte de mi vida y carrera profesional.

Para una **AMIGA** la Srta. Marlen Anahí Núñez. Por apoyarme en el transcurso de mi tesis en cualquier aspecto y momento, me mostro que con empeño y dedicación todo se puede, me dio aliento en seguir adelante y no dejar a medias las metas que me presenten en la vida.

DEDICATORIAS

ADIOS por ser la fuerza que me empuja hacia la superación, es algo que no se ve pero tenemos la certeza que está presente, es un impulso positivo, victorioso, generador de optimismo, es esa fuerza que todos recibimos al descubrir que existe una persona inalcanzable a quien quisiéramos AMAR, mejor conocido como **la FE**.

A TODA MI FAMILIA tanto mis padres, hermanos, tíos y abuelos que me enseñaron que no hay que juzgar a cada individuo ya que no crecimos donde ellos crecieron así que no sabemos que carencias tuvieron, que trato recibieron, las presiones económicas, sus problemas y sus preocupaciones. Dicen que la familia representa los cimientos de la dignidad del hombre, la edificación de la autoestima; un niño siete lo que vale en correspondencia al amor que los familiares le demuestran. Me mostraron que al asumir nuevos valores de reto las personas se van transformando. Al adquirir valores de orgullo nos convertimos en seres literalmente distintos de lo que fuimos en el pasado, gracias a ellos por brindarme confort en el transcurso de mi vida y primordialmente por su amor, sus consejos y motivaciones.

A la Sra. María Nicomedes Ayil la ser una grandísima persona que me apoyó en el transcurso de mi infancia, mi adolescencia; me enseñó que me debo tener **FÉ** a mí mismo, que no me debo rendirme, quebrantarme ante los problemas que se presentan, que el ayer quedo atrás y que solo pertenecemos al presente para llevar acabo mis sueños, y me recito que lo más importante en esta vida es que sea una persona **VERAZ**.

Para **TODOS MIS AMIGOS** que han sido honestos conmigo los de la infancia que fueron como mi segunda familia, los que conocí aquí en Torreón y en Querétaro, gracias por alegrar mi vida.

Para mi **MEJOR AMIGA** la Srta. Elizabeth Medellín Rosales, por mostrarme lo que es el verdadero amor hacia las mascotas, a ver los **valores intrínsecos** en las personas, gracias por brindarme tu cálida compañía.

ÍNDICE GENERAL

	Pagina
Índice de cuadros.....	VII
Índice de figuras	VIII
Resumen.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	6
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
3.2 Harina de cártamo.....	9
3.3 Pasta de cártamo	9
3.4 Cártamo en cerdos.....	12
3.4.1 Cerdos destetados	12
3.4.2 cerdos en crecimiento.....	12
3.4.3 pie de cría	13
3.5 Cártamo en aves de corral.....	13
3.6 Cártamo en conejos.....	15
3.7 Cártamo en peces.....	16
IV. MATERIALES Y METODOS.....	17
4.1 Materiales utilizados.....	17
4.2 Animales.....	18
V. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
5.1 Alimentación de los cerdos.....	28
5.2 Pesaje de los cerdos.....	29
VI. RESULTADOS.....	30
VII. DISCUSIÓN.....	35

VIII. CONCLUSIÓN..... 37

IX. LITERATURA CITADA 38

ÍNDICE DE CUADROS

	Pagina
1. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA PASTA DE CÁRTAMO.....	11
2. ANALISIS ECONOMICOS DE LOS INGREDIENTES.....	21
3. PRECIOS DE OPORTUNIDADES DE LOS ALIMENTOS.....	22
4. ANALISIS DE NUTRIENTES DE LOS INGREDIENTES.....	23
5. FORMULA DE LA DIETA 8% DE PASTA DE CÁRTAMO.....	24
6. FORMULA DE LA DIETA 16% DE PASTA DE CÁRTAMO.....	25
7. FORMULA DE LA DIETA 24% DE PASTA DE CÁRTAMO.....	26
8. FORMULA DE LA DIETA 32% DE PASTA DE CÁRTAMO.....	27
9. PESOS INICIALES Y FINALES POR TRATAMIENTO.....	30
10. CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO (FINAL), EN EL DÍA 35 POR TRATAMIENTO.....	31
11. GANANCIA DIARIA DE PESO (FINAL), EN EL DÍA 35 POR TRATAMIENTO.....	32
12. PROFUNDIDAD DE GRASA Y MUSCULO 10 COSTILLA AL DÍA 7 POR TRATAMIENTO.....	33
13. PROFUNDIDAD DE GRASA Y MUSCULO A LA ÚLTIMA COSTILLA AL DÍA 7 POR TRATAMIENTO.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Ubicación de los cerdos en jaulas individuales.....	19
2. Suministración del alimento por medio del registro de pesaje.....	28
3. Pesaje y utilización del ultrasonido en los cerdos.....	29
4. Peso inicial y final por tratamiento.....	30
5. Consumo Diario de Alimento (final), en el día 35 por tratamiento...	31
6. Ganancia Diaria de Peso (final), en el día 35 por tratamiento.....	32
7. Profundidad de Grasa y Musculo 10 costilla al día 7 por tratamiento.....	33
8. Profundidad de Grasa y Musculo a la Última costilla al día 7 por tratamiento.....	34

RESUMEN.

El trabajo de investigación se realizó en el área de jaulas individuales de engorda del CENID- Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP. Ubicado en Ajuchitlán, Colón Querétaro.

El objetivo fue Evaluar el comportamiento productivo de los cerdos al incluir pasta de cártamo a diferentes concentraciones de 8, 16, 24 y 32% en la primera fase de suplementación en la dieta.

En el tratamiento experimental se utilizó pasta de cártamo con diferentes concentraciones de 8, 16 24 y 32% en la primera fase que duro 28 días, y en la segunda fase solo se suministró una concentración del 32 % de pasta de cártamo (con paylean) que duró 21 días. Se utilizaron 48 cerdos hembras y machos castrados de línea terminal, los animales fueron divididas a cada uno de los tratamientos (4), con 12 repeticiones por tratamiento en la primera fase, y en la segunda fase se homogenizo el tratamiento del 32% de pasta de cártamo para finalizarlos. El experimento duró49 días, se registró el consumo diario de alimento (CDA), se registró el peso al inicio y al final (35 días); también la ganancia diaria de peso (GDP) y se aprovechó para la medición por ultrasonografía en tiempo real, la profundidad de grasa (PG10 y PGU) y del músculo largo dorsal (PM10 y PMU), a fin de estimar el crecimiento del tejido magro libre de grasa una vez en cada fase, el diseño experimental fue completamente al azar, en el que el efecto del sexo se distinguió con una aproximación factorial usando los procedimientos GLM y MIXED del paquete estadístico SAS. Los resultados obtenidos de la comparación de las

distintas dietas de cártamo no fueron significativas en el aspecto del comportamiento en el cerdo de engorda.

En conclusión la aplicación de pasta de cártamo en las dietas para cerdos de engorda, como un ingrediente alternativo para la producción tanto como en el comportamiento nos brinda expectativas favorables en torno a la nutrición del animal ya que es un ingrediente accesible con buena palatabilidad si se anexa saborizantes y una dieta bien balanceada en aminoácidos para no afectar la calidad de la carne, obtenemos buenos resultados.

Palabras clave: Pasta de cártamo, consumo, peso, nutrición animal, cerdos,

I. INTRODUCCIÓN

Ante el constante incremento de precio en las materias primas utilizadas para la elaboración de alimento en el área de producción porcícola principalmente en los cerdos de abasto en México, se hace necesario estudiar otros ingredientes que puedan contener las mismas características de calidad nutricional y un buen precio de oportunidad. La pasta de cártamo parece ser una buena opción para su uso en alimentación en cerdos. “La pasta de cártamo es poco empleada en la nutrición animal, por lo que las empresas que se dedican a la extracción de este aceite tendrán la posibilidad de ampliar su mercado al destinar esta pasta para alimentos de cerdos”.

El cártamo (*Carthamus tinctorius*) es una planta, de la familia de los cardos, originaria de la India, y que hoy su cultivo se ha extendido por todo el mundo, fue cultivado por sus flores, que son utilizadas en la fabricación de colorantes rojo y amarillo para la ropa, además de ser utilizada para el consumo humano. Hoy en día, el cártamo es cultivado principalmente por su aceite, que se utiliza para la alimentación humana y con fines industriales. (FAO, 2010).

Es una planta que se adapta a suelos poco fértiles, a diferentes climas y necesita poca agua, por lo que es una especie altamente adaptada a condiciones de aridez (Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas 2011).

Las plantas llegan a medir de 3 a 15 dm de altura con cabezas florales globulares y comúnmente, de colores brillantes amarillo, naranja o rojo, floreciendo

en pleno verano. Cada rama trae de una a cinco capítulos con 15 a 20 semillas por capítulo. Tradicionalmente, el cultivo fue utilizado por sus flores, que eran destinadas a la industria del colorante (amarillo y rojo) y de especias, especialmente antes del abaratamiento y disponibilidad de la anilina, y en medicinas. Desde 1950 a la fecha, la planta se cultiva para aceite vegetal extraído de sus semillas. También se produce jabón, harina de extracción y alimento. Su aceite se usa también para fabricar pinturas. (Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas 2011).

Existen dos tipos de semillas de cártamo las que producen un aceite llamado linoléico y oleico. El aceite de variedades linoléico contiene ácido linoléico alrededor del 70-80% y se utiliza para productos de aceite comestible tales como aceites para ensalada y las margarinas suaves. El aceite de las variedades oleico contiene aproximadamente 80% de ácido oleico y sirve como un aceite de cocina estable al calor, o como un aceite de secado o semi-secado para pinturas y otros recubrimientos superficiales (GRDC, 2010; Oelke et al., 1992).

El aceite se ha producido en forma comercial y para exportación por cerca de 50 años, primero como fuente de aceite para pinturas, y actualmente como aceite comestible. Alrededor de 60 países producen cártamo, aunque la mitad de esta producción mundial corresponde a la India (principalmente para el mercado de aceite vegetal doméstico) (Knowles, 1991; Li y Mündel, 1996). La producción en los Estados Unidos, México, Etiopía, Argentina, Australia y Kazajstán contribuyen con el resto. China siembra un área significativa de cártamo, pero sus flores se cosechan

para la preparación de medicinas tradicionales y los datos de cosecha no se divulgan internacionalmente (Li y Mündel, 1996).

La semilla de cártamo y sus productos se comercializan en todo el mundo. Los cinco principales productores son la India, EE.UU., México, Argentina y Kazajstán (FAO, 2011).

Uno de los subproductos es la pasta que contiene alrededor del 24 % de proteína y es muy rico en fibra; por ello es utilizada como suplemento proteico en la alimentación animal. Con el mismo fin, se usan sus semillas y hojas tiernas en la alimentación de aves (Knowles, 1989).

La pasta de cártamo es el producto obtenido de la molienda de la semilla de cártamo después de que la mayor parte del aceite ha sido extraído con medios mecánicos y/o con hexano (NMX-Y-176-SCFI-2005).

La producción de cártamo en México se inició en Guanajuato en 1905. En 1948 se extendió a los estados de Morelos y Jalisco. En 1956 se iniciaron estudios de la potencialidad del cultivo en la zona del Valle del Yaqui en Sonora, por el Centro de Investigación del Noroeste (Robles, 1980; ASERCA, 1994). Desde 1980 el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI) reporta a Sonora como el estado que mayor superficie de cultivo le dedicó a esta oleaginosa (INEGI, 1995-2007).

Durante mucho tiempo el cerdo fue utilizado por la humanidad como fuente de proteínas y grasa, luego de su domesticación lo crío de manera extensiva, pero en las últimas décadas la producción porcina se intensificó de una manera drástica.

Estos cambios están asociados a las nuevas exigencias del mercado donde se comenzaron a priorizar los cortes magros, por ende se empezó a seleccionar animales por características de la canal, eficiencia productiva y reproductiva.

En el ámbito de la producción porcina la cualidad más importante que se pretende obtener es el abastecimiento de carne para la población humana, por ello una de las etapas de mayor importancia en la nutrición del animal es el periodo que comprende el desarrollo y el engorde, pues aquí se consume entre el 75 y el 80 % del total de alimento que necesitara en su vida productiva. Siendo este rubro el principal costo de producción, la utilización eficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad de la operación porcina. Por este motivo, es importante precisar las necesidades nutritivas de los animales. Una alimentación deficiente implicará una disminución del crecimiento de los cerdos mientras que un exceso de nutriente representa un despilfarro que generalmente cuesta caro y sobre todo, como en el caso de la proteína y algunos minerales como el fósforo, contribuye al deterioro medioambiental.

El periodo de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este periodo ocurre cerca de los 20-40 kg de peso vivo (desarrollo) y termina de 100-120 kg (engorda o finalización)

La duración de la etapa de desarrollo es de unos 30 días; mientras que la engorda varía de 50 a 60 días. Para las nuevas líneas genéticas, estos valores cambian según la etapa que se dividan y el peso final al mercado.

Los caracteres de producción que interesa mejorar genéticamente en el ganado porcino se clasifican en, caracteres de crecimiento (ganancia media diaria e índice de consumo); caracteres de la canal (rendimiento de la canal y porcentaje de magro); y caracteres de la calidad de la canal (calidades tecnológicas y de composición de los tejidos). El objetivo de selección sobre los rendimientos de producción trata de mejorar el margen de beneficio reduciendo el costo alimentario y tomando a la vez en cuenta la calidad de la carne. La valoración de la canal está adquiriendo cada vez más importancia económica en los índices de selección. (Muñoz, Marotta, Lagreca y Rouco, 1998).

Desde un punto de vista nutricional, una alimentación adecuada requiere por un lado evaluar convenientemente el potencial nutritivo de las materias primas disponibles y la determinación de las necesidades nutritivas de los cerdos. Sin embargo, la determinación de las necesidades nutritivas no es una tarea fácil. De hecho, numerosos factores intrínsecos (p.ej.: el tipo genético, sexo, etc.) y extrínsecos (p.ej.: temperatura, estado sanitario, etc.) modifican las funciones metabólicas de los animales y en consecuencia, la cantidad de nutrientes que éstos necesitan para expresar de forma óptima su potencial de crecimiento y desarrollo del animal para luego obtener una eficiencia y calidad en la carne.

II. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento productivo en cerdos alimentados con dietas que incluyan pasta de cártamo, el cual implica determinar el consumo diario de alimento (CDA), la ganancia diaria de peso (GDP), profundidad de grasa dorsal en 10 y última costilla (PG10 y PGU) y profundidad de músculo en la 10 y última costilla (PM10 y PMU), para compararlos entre los diferentes niveles de concentraciones de pasta de cártamo en la etapa de finalización.

Hipótesis.

Se espera que la inclusión de subproductos oleaginosos como la pasta de cártamo en la alimentación porcícola, contribuya a mejorar o cumpla con los parámetros productivos de los animales así como tener un buen resultado en la condición corporal.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

El cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) es una herbácea anual, es una planta altamente ramificada que puede alcanzar los 0,3 a 1,5 m de altura. Cuenta con un extenso sistema de raíces con una fuerte raíz pivotante carnosa alcanzar 2-3 m de profundidad en las raíces laterales y delgado que exploran los primeros 30 cm del suelo (Ecoport, 2010; Oyen et al., 2007). Los tallos son glabros blanco verdoso, cilíndrico y de madera, cerca de la base. Las hojas son sésiles, dispuestas en una roseta en la base, de 4-20 cm de largo x 1-5 cm de ancho, de color verde oscuro brillante, las hojas superiores llevan muchas espinas afiladas. Cada vástago lleva una inflorescencia terminal. Esto es un capítulo globular, 1.3-3.5 cm de diámetro, que contiene 20 a 80 flores de color rojo anaranjado tubulares convertirse rojo obscuro durante la floración. Cada flor produce una fruta. Los frutos son aquenios cártamo, generalmente llamadas "semillas", rodeado de un casco de fibra gruesa. Son suaves, brillantes y angulares, cerca de 6-9 mm de largo, de color blanco o marrón y blanco con gris, marrón o rayas negras. Por lo general, contienen 33-60% y 40-67% del casco del núcleo (Baümler et al., 2006; Mündel et al., 2004; Ecoport, 2010; Oyen et al., 2007).

Es un cultivo de muchos propósitos, el cártamo se cultivó originalmente por sus flores que fueron utilizados en la fabricación de los tintes rojo y amarillo para la ropa y la preparación de alimentos, pero ahora se cultiva principalmente por su aceite, que se utiliza para fines alimentarios e industriales. Alazor es un cultivo menor con una producción mundial de alrededor de 650 millones de toneladas en 2009 (FAO,

2010). Hay dos tipos de variedades de cártamo el linoléico y el oleico. El aceite en variedades linoléico contiene ácido linoléico alrededor del 70-80% y se utiliza para productos de aceite comestible tales como aceites para ensalada y las margarinas suaves. El aceite de las variedades oleico contiene aproximadamente 80% de ácido oleico y sirve como un aceite de cocina estable al calor, o como un aceite secante o semi secante para pinturas y otros recubrimientos superficiales (GRDC, 2010; Oelke et al., 1992). Otras aplicaciones industriales incluyen jabón y "cera Roghan" para la industria (Dajue et al., 1996), Productos farmacéuticos, fórmulas infantiles, cosméticos y biodiesel (GRDC, 2010).

El cártamo contiene una fracción de proteína de la comida contiene dos glucósidos fenólicos, el matairresinol- β -glucósido amargo con sabor y el purgante 2-hydroxyarctiin- β -glucósido. Se pueden eliminar por extracción con agua o metanol, por la adición de β -glucosidasa (Darroch, 1990), O por una combinación de tratamientos físicos y enzimáticos (Jin et al., 2010).

La semilla de cártamo en una colección mundial de adhesiones contenían $28,3 \pm 4,5\%$ de aceite y $17.5 \pm 1.8\%$ de proteína (en base seca) (Li Gajue et al., 1993). Las semillas contienen un alto porcentaje de casco (aproximadamente 45%), lo que dificulta su uso en la alimentación animal (Hertrampf et al., 2000).

Varios productos de la semilla de cártamo se pueden utilizar como alimentos para animales: las propias semillas, el subproducto de la extracción de petróleo y de los cascos (Oelke et al., 1992). Las hojas jóvenes pueden comerse como verdura y

el follaje de cártamo y tallos pueden utilizarse como forraje verde, heno o ensilado (Ecoport, 2010; Oyen et al., 2007). Se trata de plantas forrajeras potencialmente valiosa para las zonas semiáridas y áridas (Landau et al., 2005; Dajue et al., 1996). El cártamo también se utiliza como heno especialmente si ha sufrido heladas. Como ensilaje debe estar preparado con azafrán en la etapa de florecimiento (Peiretti, 2009; Oyen et al., 2007).

3.2 Harina de cártamo

El subproducto del cártamo que viene siendo la harina de cártamo, se utiliza como un ingrediente proteínico para la alimentación de los animales. La descascarada mejora la eficiencia de trituración, pero la dureza de la cubierta de la semilla y la suavidad extrema del núcleo hace la operación costosa y económicamente viable sólo si existe un mercado para los cascos (GRDC, 2010; Smith, 1996). Comidas ricas en proteínas que contienen más de 40% de proteína puede obtenerse a través tamizar la comida regular y la eliminación de fragmentos de casco (Alvarez-Gonzalez et al., 2007). La calidad de la harina de cártamo es altamente variable, ya que depende de la cantidad de los cascos y de la extensión de la extracción de aceite.

3.3 Pasta de cártamo.

El valor de la harina de aceite depende del proceso. El contenido de aceite varía de 1% para las comidas extraídas con disolventes a 15% para los extraídos mecánicamente. El contenido de proteína es de aproximadamente 20-25% en la comida con cáscara, pero puede ser más del 40% en las comidas decorticados

(Dajue et al., 1996; Göhl, 1982). Contenido de fibra cruda es alrededor de 30-40% para la pasta con cáscara y puede ser tan bajo como 10% en la comida descascarillado (GRDC, 2010).

Cuando se compara con la pasta de soya, la calidad de la proteína de cártamo para la alimentación de animales monogástricos es baja debido a su deficiencia en la disponibilidad de la lisina, metionina e isoleucina (Darroch, 1990). La pasta de cártamo es una excelente fuente de P, Zn y Fe (Gowda et al., 2004). Contiene 3,5 veces más Fe que la pasta de soya. Su perfil de vitaminas es más pobre que la de otras pastas de semillas oleaginosas, pero es una buena fuente de biotina, riboflavina, niacina y con relación a la pasta de soya (Darroch, 1990).

CUADRO 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA PASTA DE CÁRTAMO.

ANÁLISIS PRINCIPAL	Unidad	Promedio	SD	Min	Max
MS	% Materia natural	93.2	1.5	92	94.8
La proteína cruda	% DM	24.8	4.2	20.7	30.5
Fibra bruta	% DM	33.3	7.5	24.9	39.2
ADF	% DM	42.3			
Extracto etéreo	% DM	9.4	2.4	6.5	12.4
Ceniza	% DM	4.4	1.2	3.2	6.1
La energía bruta	MJ / kg MS	21.4			
Minerales	Unidad	Promedio	SD	Min	Max
Calcio	g / kg MS	2.7	1.3	1.2	3.5
Fósforo	g / kg MS	6.7	1.4	5.9	8.3
Magnesio	g / kg MS	2.8			
Zinc	mg / kg de MS	64			
Cobre	mg / kg de MS	24			
Hierro	mg / kg de MS	422			
Aminoácidos	Unidad	Promedio	SD	Min	Max
Arginina	% De proteína	7.8			
Cistina	% De proteína	1.8			
Histidina	% De proteína	2			
Isoleucina	% De proteína	3.8			
Leucina	% De proteína	5.5			
Lisina	% De proteína	2.9		2.7	3.1
Metionina	% De proteína	1.4		1.3	1.5
Fenilalanina	% De proteína	5.2			
Treonina	% De proteína	2.9			
Triptófano	% De proteína	1.2			
Valina	% De proteína	4.9			

AFZ, 2011; Goss et al, 1954. ; Gowda et al, 2004. ; Lyman et al, 1956. ; Patel, 1966; Thomas et al, 1984.

3.4 El cártamo en cerdos.

La pasta de cártamo no es un alimento muy adecuado para los cerdos. La calidad de la proteína se debe a la deficiencia en aminoácidos esenciales baja. Comidas con cáscara no son utilizables por los cerdos debido a su excesivo contenido de fibra (Williams et al., 1973; Darroch, 1990). El decorticado mejora el valor nutricional de la comida para los cerdos de cártamo.

3.4.1 Cerdos destetados

No se recomienda la alimentación con harina de cártamo a cerdos destetados y cerdos que pesen menos de 45 kg (Chiba, 2001).

3.4.2 Cerdos en crecimiento.

La pasta de cártamo descascarado es usable para cerdos de crecimiento-finalización, pero sólo cuando se complementa con una fuente de proteína de alta en lisina. Hasta un 12% de pasta de cártamo podrían incluirse en la dieta si se cumple requerimiento de lisina (Darroch, 1990). Se ha sugerido que la pasta de cártamo no debe proporcionarse más de un 5 a un 10% o 12.5% de la proteína suplementaria en la dieta (Chiba, 2001).

La alimentación de cerdos en crecimiento (20 a 80 kg) con una dieta que contenía 17% de pasta de cártamo descortezado reduce el crecimiento y aumenta el tejido graso de la canal. La adición de lisina dio lugar a un pequeño aumento de

rendimiento, pero los resultados no son todavía inferiores a los obtenidos con la pasta de soya o suplementos de harina de pescado (Williams et al., 1973). Para finalizar hembras con alimentos que contengan dietas con pasta de cártamo más aminoácidos habían reducido el crecimiento, y se observó un pequeño aumento cuando la dieta de pasta de cártamo fue suplementado con harina de pescado en lugar de la lisina y metionina (Williams et al., 1974).

3.4.3 Pie de cría.

La pasta de cártamo descascarillada se puede incluir hasta 15% en la dieta de las cerdas gestantes, pero se debe limitar a niveles muy bajos para las cerdas en lactación (Darroch, 1990).

3.5 Cártamo en aves de corral.

Debido a su alto contenido de fibra, las semillas de cártamo y pasta de cártamo con cáscara son de escaso valor en aves de corral (Kohler et al., 1965). Sin embargo, el descascarado parcial o total, asociado con la formulación del alimento apropiado, puede permitir el uso de productos de cártamo en aves de corral.

El uso de cártamo descortezado es posible en las aves de corral si el nivel de energía se ajusta, con un cuidado especial a la suplementación con lisina y metionina. Los niveles de inclusión recomendados son menores para las aves jóvenes (5.8%) que para los pollos de engorde y gallinas mayores (10-15%). Semilla de cártamo pueden ser incluidos de manera segura en las dietas de pollos de engorde a un nivel del 10%.

Un descascarado completo resultó en una comida con un contenido de fibra cruda tan bajo como 2.4%, mientras que descascarillado parcial dejó 10 a 15% de fibra cruda, lo que resulta en una energía metabolizable 25% inferior (Farran et al., 2010). El valor energético también varía con el tipo de animal: ME se encontró que era mucho más alto (8,9 vs 5,4 MJ / kg) en las hembras que en los pollos (Petersen et al., 1976). Del mismo modo, la comparación entre jóvenes y mayores pavos mostraron una diferencia del 30% en ME (Halloran et al., 1973). La digestibilidad de las proteínas y los aminoácidos aumentó con el descascarado y era comparable a la de la pasta de soya (Farran et al., 2010).

Se encontró que hasta un 22% de pasta de cártamo descascarillada pudo mantener el crecimiento en pollos de engorde cuando se añadió lisina, mientras que las dietas no suplementadas se obtenía casi la mitad del rendimiento (Mohan et al., 1984). Sin embargo, la tasa de inclusión del 30% condujo a evento de rendimiento inferior con la suplementación de lisina. Algunos primeros informes mencionan que se presentan problemas al administrar concentraciones muy altos de comidas cártamo (Ramana-Rao et al., 1971). La pasta de cártamo descascarillada fue también utilizada eficazmente en pollos cuando se añadieron lisina y metionina (Wylie et al., 1972). Algunos estudios incluso afirman que es posible mantener el rendimiento del pollo con la pasta de cártamo con cáscara con dietas iso-energéticos, pero esto requiere de fuentes de energía caros para complementar la dieta, tales como altos niveles de grasa (más del 10% en este experimento) (Thomas et al., 1983).

En pollos de engorda, las semillas de cártamo han sido probados a niveles de hasta 20% en las dietas de la cual se ajustaron la energía y proteína. Las semillas tienen la ventaja de proporcionar más energía que la pasta de cártamo. En este estudio, el rendimiento del crecimiento y de la canal no se vieron afectados los rasgos, y sólo el colesterol se redujo significativamente (Malakian et al., 2011).

Cuando hasta 10% de semillas de cártamo fueron probados en las dietas, hubo una tendencia de disminución del rendimiento ligeramente aunque este efecto no fue significativo (Hosseini-Vashan et al., 2008a). En un ensayo similar, la inclusión de las semillas de cártamo en la dieta induce cambios en la composición de ácidos grasos en la yema del huevo, y en particular un aumento en ácido linoléico (Hosseini-Vashan et al., 2008b).

3.6 Cártamo en conejos.

La pasta de cártamo que se incluyó a 60% en la dieta (sustituyó totalmente a la harina de alfalfa) dio lugar a una producción de leche (peso de los gazapos a las 3 semanas) y una tasa de crecimiento joven (a las 8 semanas) similares a los obtenidos con la dieta de control (Harris et al., 1980).

3.7 Cártamo en peces.

Debido a su alto contenido de fibra la semilla de cártamo y el aceite de cártamo no son muy buenos ingredientes para peces. Sólo parcialmente o totalmente descascarado pasta de cártamo se debe utilizar. Se debe evitar en dietas de inicio y crecimiento, y alimentar a los peces herbívoros y omnívoros en lugar de los carnívoros. La pasta de cártamo debe incluirse a una tasa máxima de 5-7%, y se requiere la suplementación de lisina y metionina (Hertrampf et al., 2000).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el área de jaulas individuales de engorda del CENID- Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP. Ubicado en Ajuchitlán, Colón Querétaro este cuenta con 5,483 habitantes, localizado oeste del Estado en la latitud Norte 20°34' a 20°56' y en la longitud Oeste 99°56' a 100°16, con una altitud media de 1900 metros sobre el nivel del mar, el suelo es de tipo volcánico, con un clima templado semiseco con una temperatura promedio anual de 17.4° C. Durante los meses de mayo y junio se registra la temperatura más alta, 33 °C. El extremo opuesto se registra en los meses de diciembre a enero con cero grados y la precipitación pluvial media anual es de 574 mm. Las lluvias son más abundantes en verano (INEGI 2013). Las jaulas tienen una superficie con 30 % de piso de malla trenzada de acero inoxidable y el resto es de piso de cemento, cada jaula tiene un comedero individual, con un bebedero tipo chupón ubicado en la parte opuesta del comedero el cual tiene un ángulo de 90° con una altura de 60 cm. La superficie de cada jaula es de 2.16 m².

4.1 Material utilizado.

- Cubeta de 10 litros, para servir el alimento.
- Bascula digital TORREY® de 20 kg. Para pesar el alimento suministrado.
- Aceite vegetal Natura® presentación de 10 litros.
- Bascula portátil para ganado, capacidad de 150 kg.
- Ultrasonografía en tiempo real (ALOKA S-500).

- Cucharón para 1.5 kg. Con mango en la parte posterior.
- Carretilla TRUPER® de 65 litros.
- Animales (48 cerdos divididos en 4 grupos de 12 cada uno)

4.2 Animales:

Dependiendo de la disponibilidad y la homogeneidad de los animales, se usaron 48 cerdos (hembras y machos castrados) de línea terminal cruza yorkshire y landrace con edad de 116 días y un peso inicial promedio de 64 kg., los cerdos fueron manejados convencionalmente hasta los 14 días antes del inicio del experimento, los animales se distribuyeron al azar en las jaulas individuales. La variación asociada al sexo (machos castrados y hembras) hizo que se removieran desde la aleatorización. Los animales fueron asignados a cada uno de los tratamientos (4) de 8, 16, 24 y 32 % de pasta de cártamo, con 12 repeticiones por tratamiento.

Los cerdos de cada tratamiento fueron muequeados en el área de las orejas antes del destete y se integró el uso de etiquetas de registro (ident. del cerdo/tratamiento) en cada jaula y cubeta personal, para llevar un control más preciso a la hora de pesarlos y administrar el tratamiento corresponde a cada uno de ellos.



Figura 1. Ubicación de los cerdos en jaulas individuales.

V. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos fueron analizados con Diseño Completamente al Azar, en el que el efecto del sexo se distinguió con una aproximación factorial usando los procedimientos GLM y MIXED del paquete estadístico SAS.

Las dietas se establecieron con base en un programa de formulación a costo mínimo. Los principales ingredientes son sorgo, pasta de soya, pasta de cártamo, sebo y melaza de caña. Todas las dietas fueron fabricadas en harina. Para el cálculo de las dietas experimentales, se partió de una dieta con una inclusión de 8, 16, 24 y 32% de pasta de cártamo anexándole con 2 aditivos Tylan (tilosina) y V-Vovitall (ácido benzoico) en la primera fase. Todas las dietas se formularon a una misma densidad de EN, lisina digestible, Ca y P; la proporción de aminoácidos esenciales se calculará con base al perfil de proteína ideal. Todas las dietas incluirán 3-5% de melaza para reducir los polvos.

CUADRO 2. ANALISIS ECONOMICOS DE LOS INGREDIENTES.

Fórmula: 22 - EZ, Fase 6 [60 - 75 kg]

Fecha: 08/07/2013 11:52 PM

Asesor: jac

Uso: Cártamo, 8%.

<u>FORMULA</u>		<u>RANGOS DE PRECIOS</u>				<u>COSTO DE RESTRICCIONES</u>		
<u>CD</u>	<u>INGREDIENTE</u>	<u>PESO</u>	<u>MIN.</u>	<u>REAL</u>	<u>MAX.</u>	<u>MIN.</u>	<u>MAX</u>	<u>COSTO</u>
200	<u>SORGO, GR.</u> <u>8.5% T08</u>	<u>743.800</u>	<u>3.712</u>	<u>4.000</u>	<u>4.588</u>	<u>0.000</u>		<u>\$ 0.00</u>
181	<u>Soya, pasta 47%</u> <u>U-VP</u>	<u>106.000</u>	<u>7.993</u>	<u>8.130</u>	<u>9.465</u>	<u>0.000</u>		<u>\$ 0.00</u>
240	<u>Cártamo, pasta</u> <u>27% AcM-O</u>	<u>80.000</u>	<u>0.000</u>	<u>3.960</u>	<u>4.175</u>	<u>0.000</u>	<u>80.0</u>	<u>\$ 0.21</u>
008	<u>Melaza de caña,</u> <u>80°Brix</u>	<u>35.000</u>	<u>0.930</u>	<u>2.530</u>	<u>Infinito</u>	<u>35.000</u>	<u>50.0</u>	<u>\$ 1.60</u>
075	<u>Sebo</u>	<u>11.000</u>	<u>8.509</u>	<u>12.200</u>	<u>13.904</u>	<u>6.000</u>		<u>\$ 0.00</u>
011	<u>Calcio, carbonato</u> <u>[CaCO3]</u>	<u>6.140</u>	<u>0.000</u>	<u>0.390</u>	<u>21.764</u>	<u>0.000</u>		<u>\$ 0.00</u>
015	<u>L-Lisina.HCl</u>	<u>3.950</u>	<u>2.056</u>	<u>29.920</u>	<u>52.466</u>	<u>0.000</u>		<u>\$ 0.00</u>
013	<u>Sal, NaCl - I</u>	<u>3.600</u>	<u>0.000</u>	<u>2.550</u>	<u>Infinito</u>	<u>3.600</u>	<u>3.6</u>	<u>\$ 4.88</u>
172	<u>Fosfato, Orto</u> <u>18/21 Tecámac</u>	<u>2.900</u>	<u>0.000</u>	<u>9.110</u>	<u>28.499</u>	<u>0.000</u>		<u>\$ 0.00</u>
*NR	<u>Aditivos</u>	<u>2.000</u>	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>	<u>Infinito</u>	<u>0.200</u>		<u>\$ 0.00</u>
291	<u>Vitaminas, pmx</u> <u>NTXLP</u>	<u>2.000</u>	<u>0.000</u>	<u>44.320</u>	<u>Infinito</u>	<u>2.000</u>		<u>\$ 46.65</u>
016	<u>L-Treonina</u>	<u>1.450</u>	<u>0.570</u>	<u>34.680</u>	<u>78.546</u>	<u>0.000</u>		<u>\$ 0.00</u>

<u>190</u>	<u>Minerales traza,</u> <u>PMZ60, NTX</u>	<u>0.800</u>	<u>0.000</u>	<u>18.600</u>	<u>Infinito</u>	<u>0.800</u>		<u>\$ 20.93</u>
<u>*NR</u>	<u>MicroSource</u>	<u>0.500</u>	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>	<u>Infinito</u>	<u>0.200</u>		<u>\$ 0.00</u>
<u>*NR</u>	<u>Ronozyme-VP</u>	<u>0.300</u>	<u>0.000</u>	<u>138.60</u>	<u>Infinito</u>	<u>0.200</u>		<u>\$ 0.00</u>
<u>017</u>	<u>DL-Metionina</u>	<u>0.280</u>	<u>5.197</u>	<u>59.840</u>	<u>257.39</u>	<u>0.000</u>		<u>\$ 0.00</u>
<u>*NR</u>	<u>Ronozyme P</u> <u>(CT)</u>	<u>0.200</u>	<u>0.000</u>	<u>126.00</u>	<u>Infinito</u>	<u>0.200</u>		<u>\$ 0.00</u>
<u>127</u>	<u>L-Triptófano</u>	<u>0.080</u>	<u>7.512</u>	<u>476.00</u>	<u>613.33</u>	<u>0.000</u>		<u>\$ 0.00</u>

<u>PESO:1,000.000</u>	<u>COSTO:\$ 4,808.13</u>	<u>COSTO POR TONELADA:\$</u> <u>4,808.13</u>
------------------------------	---------------------------------	---

CUADRO 3. PRECIOS DE OPORTUNIDADES DE LOS ALIMENTOS.

<u>COD INGREDIENTE</u>	<u>REAL</u>	<u>OPORT.</u>
254 Maíz, blanco 7.4%	4.500	3.901
142 Maíz, amarillo 8%	4.850	4.009
027 Trigo, grano 11.6% Gto.	5.020	4.384
110 Pescado, harina M010	14.000	12.075
063 Trigo, salvado	3.520	2.506
089 Arroz, Salvado 7.5%	3.200	1.525
070 Aceite de Soya, crudo	18.100	12.200

CUADRO 4. ANALISIS DE NUTRIENTES DE LOS INGREDIENTES.

CD	NUTRIENT.	MIN	REAL	MAX	COST.	CD	NUTRIENT.	MIN	REAL	COSTO \$
002	EM, (Mcal)		3.154		\$ 0.00	060	EN(Mcal)	2.440	2.439	2,047.12
003	Proteína cruda (%)	14	14.017	17	\$ 38.98	004	P.Digestible (%)	10.00	11.23	0.00
009	Lisina (%)		.842		\$ 0.00	010	Lys. Digestible (%)	0.720	0.722	376.49
013	Treonina (%)		0.602		\$ 0.00	014	Thr. digestible (%)	0.504	0.503	355.43
015	Triptófano (%)		0.166		\$ 0.00	016	Trp digestible (%)	0.140	0.141	4,841.99
011	Met + Cys (%)	0.43	0.486		\$ 0.00	047	Metionina (%)		0.246	0.00
048	Met digestible (%)	.216	.217		\$661.11	052	Ile digestible (%)	0.480	0.485	0.00
053	Val digestible (%)	.540	0.562		\$ 0.00	019	Ca (%)	0.380	0.381	71.70
020	P (%)		0.340		\$ 0.00	051	Fósforo digestible (%)	0.120	0.121	510.25
028	Se (ppm)	.200	0.200		\$ 0.00	030	Zn (ppm)	96.00	96.56	0.00
043	Vitamina A (UI/g)	9.35	12.500		\$ 0.00	031	Vitamina. E (UI/g)	0.045	0.063	0.00
033	Colina (mg/kg)	650	691.307		\$ 0.00	035	Niacina (mg/kg)	22.000	31.26	0.00
036	Pantotenico, Ácido	16.5	26.297		\$ 0.00					

CUADRO 5. FORMULA DE LA DIETA 8% DE PASTA DE CÁRTAMO.

INGREDIENTE	MACRO	CHECK
Sorgo, grano	740.00	740.00
Soya, pasta	106.00	846.00
Cártamo, pasta	80.00	926.00
MICRO	29.00	955.00
Melaza	35.00	990.00
Sebo	10.00	1000.00

INGREDIENTE	MACRO	CHECK
Sorgo, grano	220.00	220.00
Soya, pasta	30.00	250.00
Cártamo, pasta	20.00	270.00
MICRO	17.00	287.00
Melaza	10.00	297.00
Sebo	3.00	300.00

INGREDIENTE	MICRO	CHECK
Carbonato de Ca	6.140	6.140
Soya, pasta	0.000	6.140
L-Lisina	3.950	10.090
Sorgo, grano	3.800	13.890
Sal	3.600	17.490
Ortofosfato	2.900	20.390
Vevovitall	2.000	22.390
Vitaminas, premezcla	2.000	24.390
L-Treonina	1.450	25.840
Sebo	1.000	26.840
Minerales, premezcla	0.800	27.640
MicroSource	0.500	28.140
Ronozyme VP	0.300	28.440
DL-Metionina	0.280	28.720
Ronozyme HipHos	0.200	28.920
L-Triptófano	0.080	29.000

INGREDIENTE	MICRO	CHECK
Cártamo, pasta	4.000	4.000
Sorgo, grano	3.140	7.140
Carbonato de Ca	1.842	8.982
Soya, pasta	1.800	10.782
L-Lisina	1.185	11.967
Sal	1.080	13.047
Ortofosfato	0.870	13.917
Vevovitall	0.600	14.517
Vitaminas, premezcla	0.600	15.117
Melaza	0.500	15.617
L-Treonina	0.435	16.052
Sebo	0.300	16.352
Minerales, premezcla	0.240	16.592
MicroSource	0.150	16.742
Ronozyme VP	0.090	16.832
DL-Metionina	0.084	16.916
Ronozyme HipHos	0.060	16.976
L-Triptófano	0.024	17.000

CUADRO 6. FORMULA DE LA DIETA 16% DE PASTA DE CÁRTAMO.

INGREDIENTE	MACRO	CHECK
Sorgo, grano	670.00	670.00
Cártamo, pasta	160.00	830.00
Soya, pasta	81.00	911.00
Melaza	35.00	946.00
MICRO	34.00	980.00
Sebo	20.00	1000.00

INGREDIENTE	MACRO	CHECK
Sorgo, grano	200.00	200.00
Cártamo, pasta	45.00	245.00
Soya, pasta	20.00	265.00
MICRO	19.00	284.00
Melaza	10.00	294.00
Sebo	6.00	300.00

INGREDIENTE	MICRO	CHECK
Carbonato de Ca	6.500	6.500
L-Lisina	4.300	10.800
Sorgo, grano	8.100	18.900
Sal	3.600	22.500
Ortofosfato	2.650	25.150
Vevovitall	2.000	27.150
Vitaminas, premezcla	2.000	29.150
L-Treonina	1.650	30.800
Sebo	1.000	31.800
Minerales, premezcla	0.800	32.600
MicroSource	0.500	33.100
Ronozyme VP	0.300	33.400
DL-Metionina	0.300	33.700
Ronozyme HipHos	0.200	33.900
L-Triptófano	0.100	34.000

INGREDIENTE	MICRO	CHECK
Soya, pasta	4.300	4.300
Sorgo, grano	3.430	7.730
Cártamo, pasta	3.000	10.730
Carbonato de Ca	1.950	12.680
L-Lisina	1.290	13.970
Sal	1.080	15.050
Ortofosfato	0.795	15.845
Vevovitall	0.600	16.445
Vitaminas, premezcla	0.600	17.045
Melaza	0.500	17.545
L-Treonina	0.495	18.040
Sebo	0.300	18.340
Minerales, premezcla	0.240	18.580
MicroSource	0.150	18.730
Ronozyme VP	0.090	18.820
DL-Metionina	0.090	18.910
Ronozyme HipHos	0.060	18.970
L-Triptófano	0.030	19.000

CUADRO 7.FORMULA DE LA DIETA 24% DE PASTA DE CÁRTAMO.

INGREDIENTE	MACRO	CHECK
Sorgo, grano	600.00	600.00
Cártamo, pasta	240.00	840.00
Soya, pasta	59.00	899.00
Melaza	35.00	934.00
MICRO	34.00	968.00
Sebo	32.00	1000.00

INGREDIENTE	MACRO	CHECK
Sorgo, grano	180.00	180.00
Cártamo, pasta	70.00	250.00
Soya, pasta	15.00	265.00
MICRO	16.00	281.00
Melaza	10.00	291.00
Sebo	9.00	300.00

INGREDIENTE	MICRO	CHECK
Carbonato de Ca	6.880	6.880
L-Lisina	4.600	11.480
Sorgo, grano	8.600	20.080
Sal	3.600	23.680
Ortofosfato	2.300	25.980
Vevovitall	2.000	27.980
Vitaminas, premezcla	2.000	29.980
L-Treonina	1.800	31.780
Sebo	0.000	31.780
Minerales, premezcla	0.800	32.580
MicroSource	0.500	33.080
Ronozyme VP	0.300	33.380
DL-Metionina	0.300	33.680
Ronozyme HipHos	0.200	33.880
L-Triptófano	0.120	34.000

INGREDIENTE	MICRO	CHECK
Sorgo, grano	2.580	2.580
Carbonato de Ca	2.064	4.644
Cártamo, pasta	2.000	6.644
Soya, pasta	2.000	8.644
L-Lisina	1.380	10.024
Sal	1.080	11.104
Soya, pasta	0.700	11.804
Ortofosfato	0.690	12.494
Vevovitall	0.600	13.094
Vitaminas, premezcla	0.600	13.694
Sebo	0.600	14.294
L-Treonina	0.540	14.834
Melaza	0.500	15.334
Minerales, premezcla	0.240	15.574
MicroSource	0.150	15.724
Ronozyme VP	0.090	15.814
DL-Metionina	0.090	15.904
Ronozyme HipHos	0.060	15.964
L-Triptófano	0.036	16.000

CUADRO 8. FORMULA DE LA DIETA 32% DE PASTA DE CÁRTAMO.

INGREDIENTE	MACRO	CHECK
Sorgo, grano	540.00	540.00
Cártamo, pasta	320.00	860.00
Soya, pasta	36.00	896.00
Melaza	35.00	931.00
MICRO	26.00	957.00
Sebo	43.00	1000.00

INGREDIENTE	MACRO	CHECK
Sorgo, grano	160.00	160.00
Cártamo, pasta	95.00	255.00
MICRO	13.00	268.00
Sebo	12.00	280.00
Soya, pasta	10.00	290.00
Melaza	10.00	300.00

INGREDIENTE	MICRO	CHECK
Carbonato de Ca	7.250	7.250
L-Lisina	4.900	12.150
Sorgo, grano	0.000	12.150
Sal	3.600	15.750
Ortofosfato	2.110	17.860
Vevovitall	2.000	19.860
Vitaminas, premezcla	2.000	21.860
L-Treonina	1.950	23.810
Sebo	0.000	23.810
Minerales, premezcla	0.800	24.610
MicroSource	0.500	25.110
Ronozyme VP	0.300	25.410
DL-Metionina	0.250	25.660
Ronozyme HipHos	0.200	25.860
L-Triptófano	0.140	26.000

INGREDIENTE	MICRO	CHECK
Carbonato de Ca	2.175	2.175
Sorgo, grano	2.000	4.175
L-Lisina	1.470	5.645
Sal	1.080	6.725
Cártamo, pasta	1.000	7.725
Sebo	0.900	8.625
Soya, pasta	0.800	9.425
Ortofosfato	0.633	10.058
Vevovitall	0.600	10.658
Vitaminas, premezcla	0.600	11.258
L-Treonina	0.585	11.843
Melaza	0.500	12.343
Minerales, premezcla	0.240	12.583
MicroSource	0.150	12.733
Ronozyme VP	0.090	12.823
DL-Metionina	0.075	12.898
Ronozyme HipHos	0.060	12.958
L-Triptófano	0.042	13.000

5.1 Alimentación de los cerdos.

Los cerdos fueron alimentados a saciedad, en dos comidas diarias (0800 y 1800h) y el estudio partió de un programa de alimentación en 1 fase de 28 días, a partir de los 64 kg de peso inicial promedio, con lo que se llevó a los cerdos hasta aproximadamente de 110 a 120 kg de peso corporal.

Al inicio del experimento se administró 2.5 kg de alimento/día a todos los cerdos y después diariamente se registró el alimento ofrecido sirviéndolo en dos partes en la mañana y en la tarde, haciendo una estimación de lo que dejó en el comedero (sobrante del alimento) o si lo dejó limpio al día siguiente y al final de cada semana se retiraron los rechazos y por diferencia se estimó el consumo diario de alimento (CDA).



Figura 2. Pesaje del alimento.

5.2 Pesaje de los cerdos.

Los cerdos fueron pesados semanalmente, utilizando una báscula portátil para ganado, con capacidad de 150 kg. En el cual se aprovechó para la medición por ultrasonografía en tiempo real (ALOKA S-500), la profundidad de grasa y del músculo largo dorsal a fin de estimar el crecimiento del tejido magro libre de grasa una vez en cada fase.



Figura 3. Pesaje y utilización del ultrasonido en los cerdos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

CUADRO 9. PESOS INICIALES Y FINALES POR TRATAMIENTO.

Nivel de cártamo	8%	16%	24%	32%	
TRT	1	2	3	4	Eem
Peso inicial, kg	65.375	63.437	63.145	63.77	1.531
peso día 35, kg	102.104	101.854	99.041	100.391	1.80

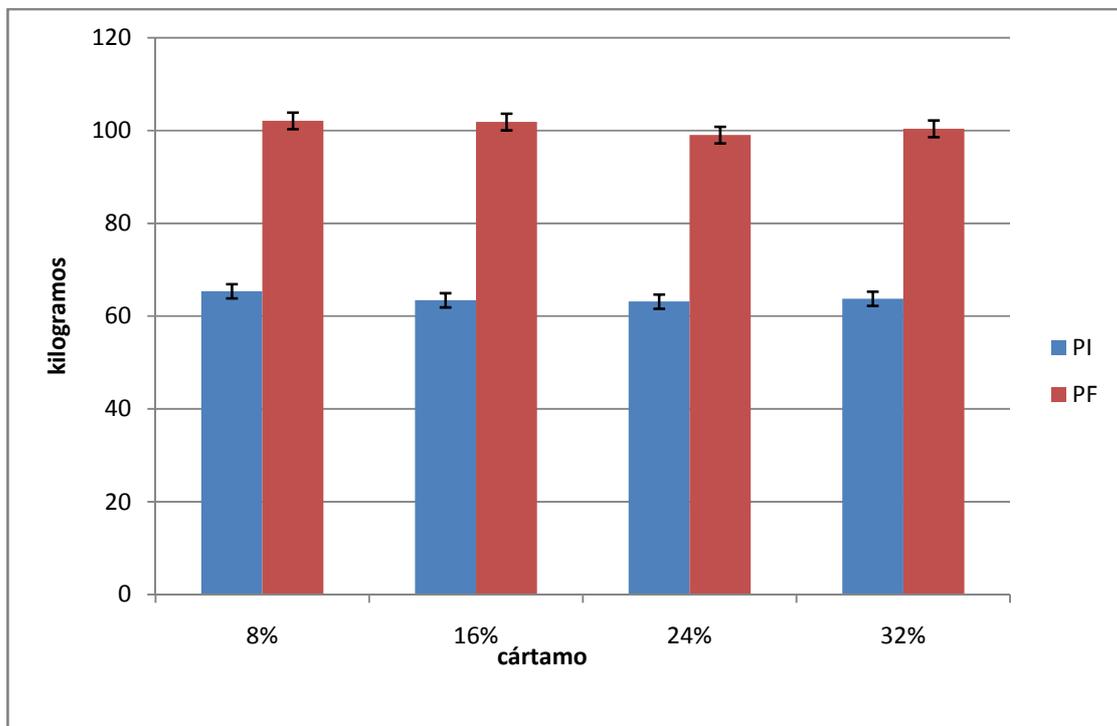


Figura 4. Peso inicial y final por tratamiento.

CUADRO 10. CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO (FINAL), EN EL DÍA 35 POR TRATAMIENTO.

Nivel de cártamo	8%	16%	24%	32%	
TRT	1	2	3	4	Eem
CDA día 35, kg	3.473	3.459	3.426	3.38	0.11

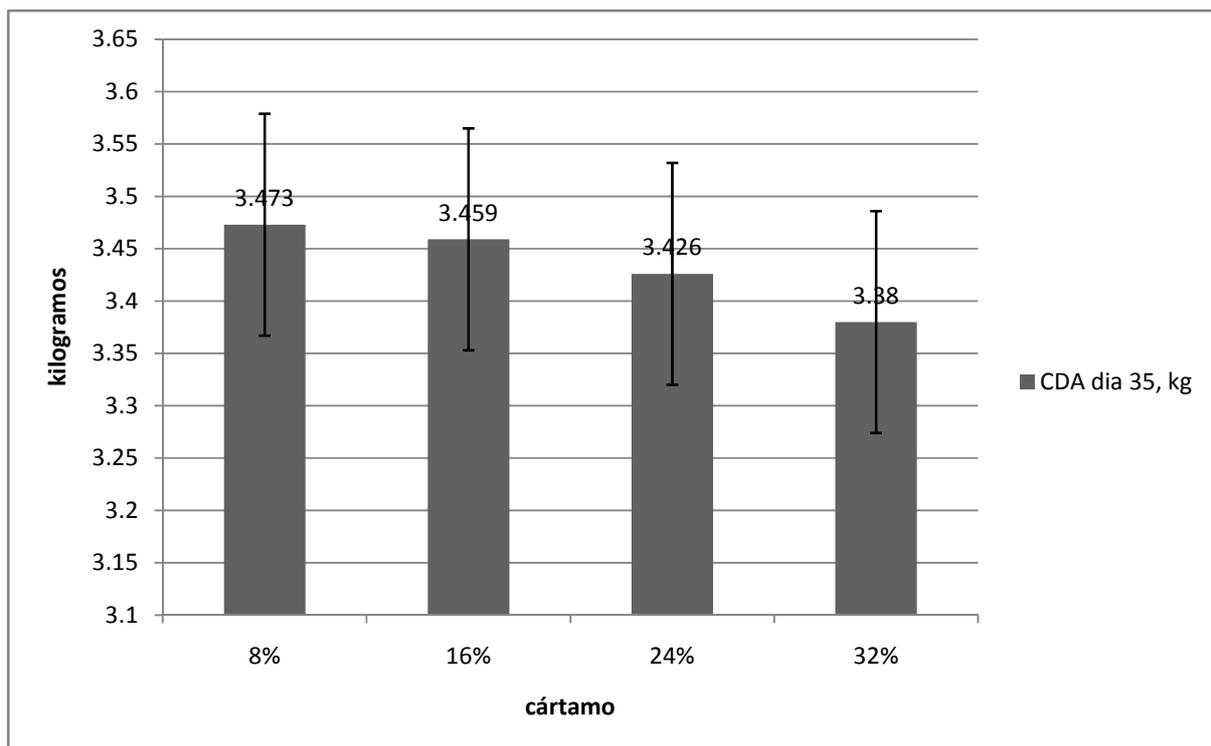


Figura 5. Consumo Diario de Alimento (final), en el día 35 por tratamiento.

CUADRO 11. GANANCIA DIARIA DE PESO (FINAL), EN EL DÍA 35 POR TRATAMIENTO.

Nivel de cártamo	8%	16%	24%	32%	
TRT	1	2	3	4	Eem
GDP día 35, kg	1.049	1.097	1.025	1.046	0.05

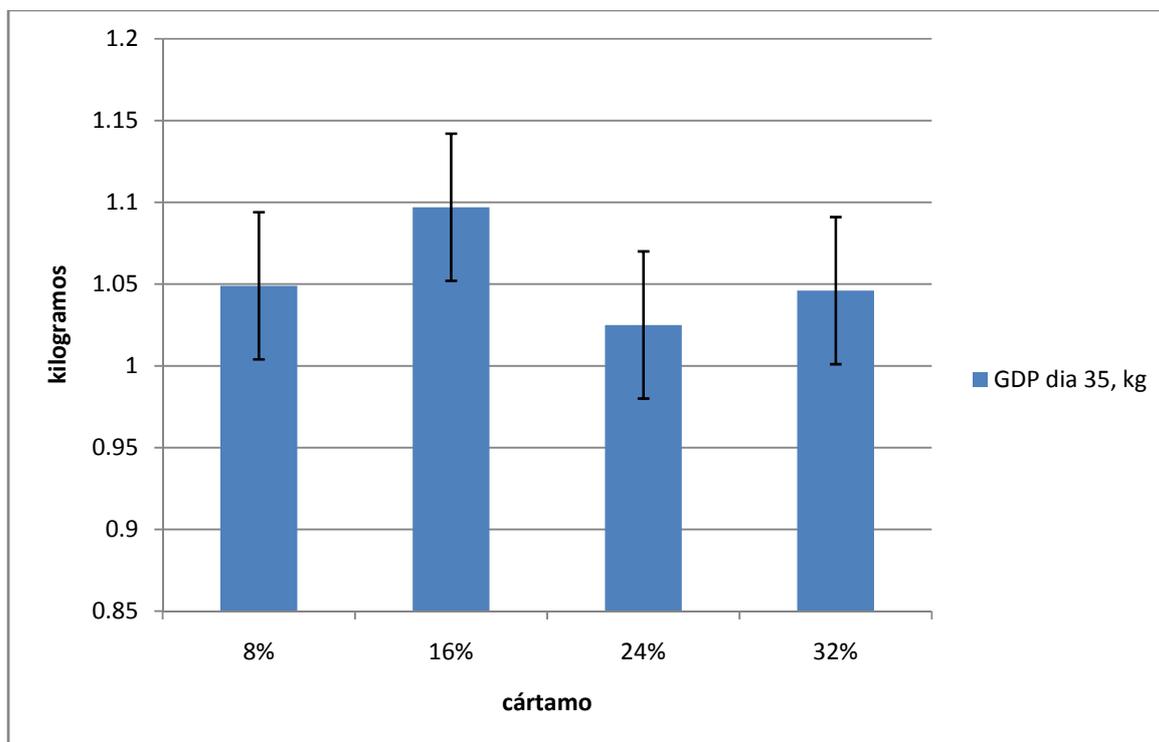


Figura 6. Ganancia Diaria de Peso (final), en el día 35 por tratamiento.

CUADRO 12. PROFUNDIDAD DE GRASA Y MUSCULO 10 COSTILLA AL DÍA 7 POR TRATAMIENTO.

Nivel de cártamo	8%	16%	24%	32%	
TRT	1	2	3	4	eem
PG10 día 7, cm	0.901	1.008	0.925	0.9	0.04
PM10 día 7, cm	3.627	3.883	3.7	3.908	0.08

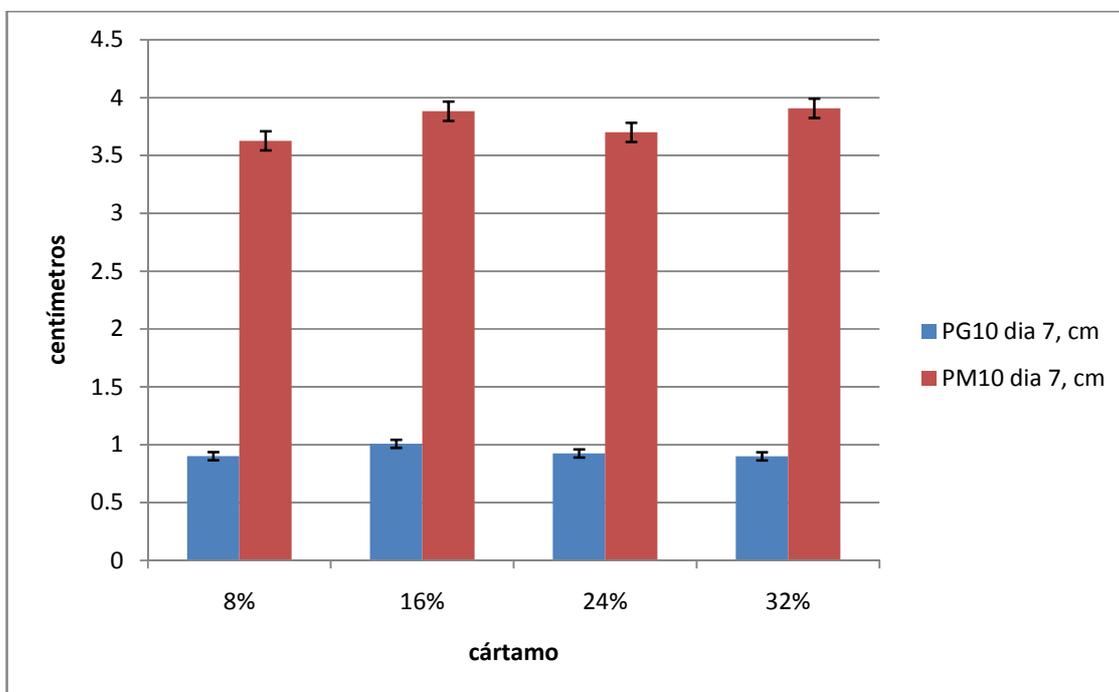


Figura 7. Profundidad de Grasa y Musculo 10 costilla al día 7 por tratamiento.

CUADRO 13. PROFUNDIDAD DE GRASA Y MUSCULO A LA ÚLTIMA COSTILLA AL DÍA 7 POR TRATAMIENTO.

Nivel de cártamo	8%	16%	24%	32%	
TRT	1	2	3	4	Eem
PGU día 7, cm	0.788	0.883	0.875	0.758	0.04
PMU día 7, cm	3.616	3.9	3.666	3.916	0.08

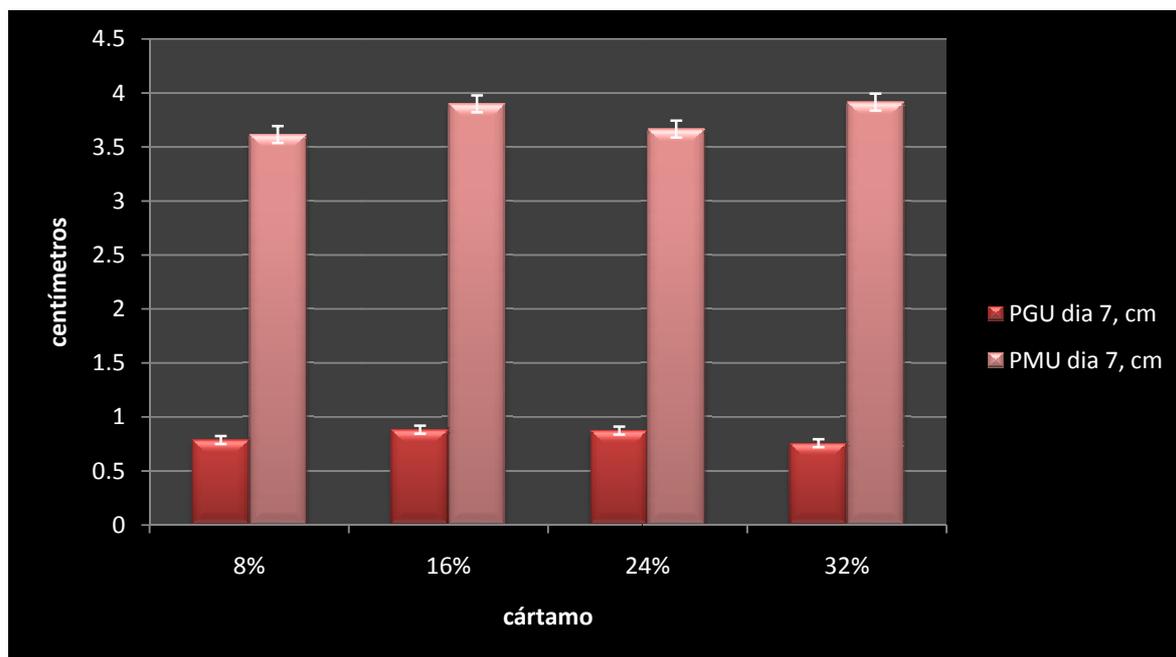


Figura 8. Profundidad de Grasa y Musculo a la Última costilla al día 7 por tratamiento.

VII. DISCUSIÓN

La Ganancia Diaria de Peso registrada durante el periodo de experimento de 35 días en cerdos para el grupo de 16 % de pasta de cártamo que fue el más alto de 1.097 kg/día, comparado con la pasta de cártamo de 24% que fue el más bajo con 1.025 kg/día de ganancia, manifiesta una diferencia nada significativa de .072 kg. Esto se debe a que las dietas establecidas para los 4 tratamientos experimentales se ajustaron a las necesidades nutricionales de aminoácidos esenciales (lisina, metionina, Treonina, isoleucina) y energía que carecía la pasta de cártamo, el consumo diario de alimento (CDA) el más alto fue de 3.473 kg/día con el tratamiento de 8% de pasta de cártamo, comparado con la pasta de cártamo de 32 % que fue el más bajo de 3.38 kg/día que las diferencias son insignificativas debido a la anexión de la melaza y el cebo para hacerlo más palatable el alimento y este pudo ser consumido sin ningún problema; la medición de Profundidad de Grasa y Musculo de la décima y última costilla no se encontraron cambios notables entre los tratamientos de cártamo.

La aplicación de la pasta de cártamo como un ingrediente para la sustitución en el balanceo de raciones para dietas en cerdos finalizados prácticamente se obtuvo buenos resultados entre los diferentes porcentajes de 8, 16, 24 y 32% y refuto lo que había obtenido (Williams et al., 1973), que dieta que contenía 17% de pasta de cártamo descortezado reduce el crecimiento y aumenta el tejido graso de la canal; o lo que le había dado como resultado, que la pasta de cártamo no debe proporcionarse más de un 5 a un 10% o 12.5% de la proteína suplementaria en la dieta (Chiba, 2001).

Por ello es una opción de gran importancia en el sector de la porcicultura por su valor al ser económico y la disponibilidad de la producción en que se encuentra en el país.

VIII. CONCLUSIÓN

La aplicación de pasta de cártamo en las dietas para cerdos de engorda, como un ingrediente alternativo para la producción tanto como en el comportamiento y la calidad de carne nos brinda expectativas favorables en torno a la nutrición del animal; por ello el porcicultor tendría mejores beneficios económicos.

Hoy en día factores como cambios climáticos, acceso de tierras para la agricultura, así como el descenso del agua, hace menos accesibles ciertos alimentos o ingredientes para las dietas de los animales, por ello la pasta de cártamo como subproducto, vendría siendo una oportunidad para el productor.

Debido a los altos precios de ciertos ingredientes como la soya que tiene una alta demanda en la fabricación de las dietas para el animal, hace que sea más costosa la alimentación, por ello la pasta de cártamo es una opción favorable para sustituir cierta parte de este ingrediente, y así poder hacer más económica la nutrición del cerdo, con la diferencia de que su administración vendría siendo en dietas de finalización para obtener el peso óptimo al sacrificio.

La pasta de cártamo es un ingrediente con una alta producción en México, el cual lo hace accesible y económico para la producción porcícola.

IX. LITERATURA CITADA.

- Alimentos para animales - Pasta de cártamo -Especificaciones de calidad (cancelará a la nmx-y-176-1992)
- Álvarez-González, CA; López-González, B.; Gutiérrez-Leyva, R.; Goytortúa-Bores, E.; Civera-Cerecedo, R., 2007. El uso de cártamo *Carthamus tinctorius* productos en dietas para tilapia *Oreochromis niloticus* . Efectos sobre el crecimiento y la digestibilidad aparente. Caribe y América Latina Acuicultura 2007, 6-9 de noviembre de 2007. San Juan, Puerto Rico.
- Bäumlér, E. ; Cuniberti, A. ; Nolascoa, S. M. ; Riccobene, I. C., 2006. Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. *J. Food Eng.*, 72 (2): 134-140.
- Chiba, L. I., 2001. Proteins supplements. In: A. J. Lewis and L. L. Southern (eds.) *Swine nutrition* (second edition). p 35. CRC Press LLC, Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Dajue, L. ; Mündel, H. H., 1996. Safflower. *Carthamus tinctorius* L.. In: *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*.7. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy.

- Darroch, C. S., 1990. Safflower meal. In: Nontraditional feed sources for use in swine production, Thacker, P. A., and R. N. Kirkwood, Eds., Butterworths, Boston, 373.
- FAO, 2010. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Farran, M. T. ; Barbour, G. W. ; Usayran, N. N. ; Kayouli, C., 2010. Metabolizable energy and amino acid digestibility of decorticated extruded safflower meal. *Poult. Sci.*, 89:1962-1966.
- Gajue Li et al., 1993. Geológico House Publishing, Beijing, China.
- Göhl, B., 1982. Les aliments Betail du sous les tropiques. FAO, División de Producción et Santé Animale, Roma, Italia.
- Gowda, N. K. S. ; Ramana, J. V. ; Prasad, C. S. ; Khub Singh, 2004. Micronutrient content of certain tropical conventional and unconventional feed resources of Southern India. *Trop. Anim. Health Prod.*, 36 (1): 77-94.
- GRDC, 2010. Raising the bar with better safflower agronomy - Autumn 2010. GRDC - Grain research and Development Corporation.
- Halloran, H. R.; Almquist, H. J., 1973. Metabolizable energy determinations of safflower meals for turkeys. *Poult. Sci.*, 52 (4): 1674-1676.
- Harris, J. D., 1980. Comparing alfalfa, safflower meal, beet pulp and grape pomace as roughage sources. *Second World Rabbit Congress, Barcelona*, 2: 176-180.

- Hertrampf, J. W.; Piedad-Pascual, F., 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers, 624 pp.
- Heuzé V., Tran G., Chapoutot P., Bastianelli D., F. Lebas, Renaudeau D., 2012. Semilla de cártamo (*Carthamus tinctorius*) y harina de aceite. Feedipedia.org. Un programa por el INRA, el CIRAD, AFZ y la FAO.
- Jin QingZhe; Zou XiaoQiang; Shan LiAng; Wang XingGuo; Qiu AiYong , 2010. beta-D-glucosidase-catalyzed deglucosidation of phenylpropanoid amides of 5-hydroxytryptamine glucoside in safflower seed extracts optimized by response surface methodology. J. Agric. Food Chem., 2010, 58 (1): 155–160.
- Just, A. 1982. The net energy value of crude (catabolized) protein for growth in pigs. Livest. Prod. Sci. 9:349-360.
- Kohler, G. O. ; Kuzmicky, D. D. ; Palter, R. ; Guggolz, I. ; Herring, V. V., 1965. Safflower Meal. J. Am. Oil Chem. Soc., 43 (6): 413-415.
- Landau, S. ; Molle, G. ; Fois, N. ; Friedman, S. ; Barkai, D. ; Decandia, M. ; Cabiddu, A. ; Dvash, L. ; Sitzia, M., 2005. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as a novel pasture species for dairy sheep in the Mediterranean conditions of Sardinia and Israel. Small Rumin. Res., 59: 239–249.
- Mohan, L. ; Reddy, C. V. ; Rao, P. V. ; Siddiqui, S. M., 1984. Safflower (*Carthamus tinctorius* Linn.) oilcake as a source of protein for broilers. Indian J. Anim. Sci., 54 (9): 870-873.

- Noblet, J., and J. van Milgen. 2004. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. *J. Anim. Sci.* 2004. 82(E. Suppl.):E229-E238.
- Noblet, J., H Fortune, X S Shi and S Dubois. 1994. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 72:344-354.
- Oelke, E. A. ; Oplinger, E. S. ; Teynor, T. M. ; Putnam, D. H. ; Doll, J. D. ; Kelling, K. A. ; Durgan, B. R. ; Noetzel, D. M., 1992. Safflower. *Alternative Field Crop Manual*, University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension.
- Oyen, L. P. A. ; Umali, B. E., 2007. *Carthamus tinctorius L.*. Record from Protabase. van der Vossen, H. A. M.; Mkamilo, G. S. (Editors). *PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale)*, Wageningen, Netherlands.
- Peiretti, P. G., 2009. Effects of growth stage on chemical composition, organic matter digestibility, gross energy and fatty acid content of safflower (*Carthamus tinctorius L.*). *Livest. Res. Rural Dev.*, 21 (12).
- Petersen, C. F. ; Meyer, G. B. ; Sauter, E. A., 1976. Comparison of metabolizable energy values of feed ingredients for chicks and hens. *Poult. Sci.*, 55 (3): 1163-1165.
- Quiniou, N., and J. Noblet. 2012. Effect of the dietary net energy concentration on feed intake and performance of growing-finishing pigs housed individually. *J. Anim. Sci.* 90:4362-4372.

- Ramana-Rao, N. V. ; Reddy, C. V. ; Siddiqui, S. M. ; Mathur, C. R., 1971. Comparative feeding value of groundnut oil meal and safflower oil meal in chick rations. Indian Vet. J., 48 (3): 288-295.
- Sitio Web Oficial del Municipio de Colón.
- Smith, J. R., 1996. Safflower. The American Oil Chemists Society.
- Thomas, V. M. ; Katz, R. J. ; Auld, D. A. ; Petersen, C. F. ; Sauter, E. A. ; Steele, E. E., 1983. Nutritional value of expeller extracted rape and safflower oilseed meals for poultry. Poult. Sci., 62: 882-886.
- Walker, J., 2006. Oleaginosas, en raciones para ganado de carne. Dakota del Servicio de Extensión Cooperativa del Sur, extensión adicional ExEx2058.
- Williams, K. C. ; Daniels, L. J., 1973. Decorticated safflower meal as a protein supplement for sorghum and wheat based pig diets. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 13 (60): 48-55.
- Williams, K. C. ; O'Rourke, P. K., 1974. Decorticated safflower meal as a protein supplement in diets fed either restrictively or ad libitum to barrow and gilt pigs over 45 kg live weight. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 14 (66): 12-16.
- Wylie, P. W. ; Talley, S. M. ; Freeman, J. N., 1972. Substitution of linseed and safflower meal for soybean meal in diets of growing pullets. Poult. Sci., 51: 1695-1701.