



---

---

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**USO DE GRANO DE CÁRTAMO EN ALIMENTACIÓN DE OVINOS EN FINALIZACION**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**PRESENTA**

**JOSÉ LUIS MORENO PRIEGO**

**DIRECTOR INTERNO DE TESIS**

**DR. MARCOS PÉREZ SATO**

**DIRECTOR EXTERNO DE TESIS**

**DR. GERMAN BUENDÍA RODRÍGUEZ**

**ASESOR**

**DR. EUTIQUIO SONI GUILLERMO**

**DR. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA**

La presente tesis titulada “uso de grano de cártamo en alimentación de ovinos en finalización” realizado por el alumno: José Luis Moreno Priego ha sido revisada y aprobado por el siguiente consejo particular para obtener el grado de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica

Escuela de Ingeniería Agronómica Zootecnista

Nombre

Firma

Director interno: Dr. Marcos Pérez Sato

\_\_\_\_\_

Director externo: Dr. Germán Buendía Rodríguez

\_\_\_\_\_

Asesor: Dr. Eutiquio Soni Guillermo

\_\_\_\_\_

Asesor: Dr. Carlos Alberto García Munguía

\_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi padre Juan por todo el apoyo y por darme la oportunidad de prepararme, por estar siempre a mi lado en los momentos buenos y malos y por enseñarme que con paciencia y perseverancia siempre lograremos nuestras metas.*

*A mis hermanas Vanessa, Noemí y Maricruz por todo el apoyo brindado en los momentos buenos y malos, por los consejos que me brindaron a lo largo de mi formación profesional, por enseñarme que siempre hay que luchar por lo que queremos y nunca darnos por vencidos.*

*A mis hermanos Juan Antonio, Misael, Jaime, Miguel, Jorge, Saúl, por el apoyo brindado en todo momento, la confianza en mí y por estar conmigo en todo momento y por todos los consejos que me brindaron a lo largo de mi formación profesional así como a lo largo de mi vida.*

*Al Doctor Sato por su apoyo, sus consejos, la confianza y por el tiempo dedicado para poder llegar a la culminación del presente trabajo.*

*Al Doctor Germán por el apoyo brindado y la facilitación para la realización de la presente investigación.*

*Al Doctor Eutiquio y Doctor Carlos por el apoyo brindado en la presente investigación, su amistad y su apoyo brindados en todo momento.*

*A mi amigo Carlos por su amistad, por estar siempre conmigo apoyándome en todo momento, por todos sus consejos y por nunca dejarme solo.*

## DEDICATORIA

*El presente trabajo lo dedico en especial a mi madre Maricruz y a mis hermanos Misael y Miguel que se adelantaron en el camino, gracias a ellos por darme la fuerza para seguir adelante.*

*A mi padre por enseñarme a ser responsable en todo momento, por guiarme por el buen camino y por apoyarme en todo momento.*

*A mis hermanos y sobrinos por confiar en mí, por apoyarme y motivarme a seguir adelante.*

# ÍNDICE GENERAL

---

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>SUMMARY</b> .....	v
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVO</b> .....	3
2.1 Objetivo general .....	3
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
4.1 Situación mundial .....	4
4.2 El cultivo de cártamo en México .....	5
4.3 Usos del cártamo .....	6
4.3.1 Semilla .....	6
4.3.2 Aceite .....	7
4.3.3 Pasta .....	8
4.4 Requerimientos edafoclimáticos .....	10
4.4.1 Ecología .....	10
4.4.2 Temperaturas .....	10
4.4.3 Fotoperiodo .....	11
4.4.4 Altitud .....	11
4.4.5 Latitud .....	11

4.4.6 Suelo .....	11
4.4.7 Salinidad .....	12
4.4.8 Humedad .....	13
4.5 Calidad de la carne .....	13
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>VIII BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>31</b>

## Indicé de cuadros

<b>Cuadro 1</b>	Composición nutricional de grano de cártamo.....	9
<b>Cuadro 2</b>	Composición de la dieta testigo 0 % de grano de cártamo.....	20
<b>Cuadro 3</b>	Análisis de nutrientes tratamiento 1 con 0% de grano de cártamo.....	21
<b>Cuadro 4</b>	Composición de la dieta con 10 % de grano de cártamo.....	21
<b>Cuadro 5</b>	Análisis de nutrientes tratamiento 2 con 10% de grano de Cártamo.....	22
<b>Cuadro 6</b>	Composición de la dieta con 15 % de grano de cártamo.....	22
<b>Cuadro 7</b>	Análisis de nutrientes tratamiento 3 con 15% grano de cártamo....	23
<b>Cuadro 8</b>	Composición de la dieta con 20 % de grano de cártamo.....	23
<b>Cuadro 9</b>	Análisis de nutrientes tratamiento 4 con 20% grano de cártamo....	24
<b>Cuadro 10</b>	Distribución de tratamientos en el experimento realizado en el INIFAP campo experimental Querétaro.....	25
<b>Cuadro 11</b>	Efecto de grano de cártamo en variables productivas en corderos en finalización.....	29

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de grano de cártamo en la respuesta productiva en 40 corderos machos enteros cruce Dorper-Pelibuey con un peso de  $28.31 \pm 4.12$  kg de PV inicial. Alojados en jaulas individuales con alimento y agua *ad libitum*, distribuidos en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos: T1= 0% grano de cártamo, T2= 10% grano de cártamo, T3= 15% grano de cártamo y T4= 20% grano de cártamo. La prueba duró 60 días, con 15 días previos de adaptación a las jaulas y a la dieta experimental, para la ganancia de peso los borregos fueron pesados a las 07:00 (semanalmente) en una báscula digital (capacidad 300 kg; precisión 0.05 kg). El CMS promedio de alimento no fue afectado significativamente por efecto de grano de cártamo (1.368 vs 1.415 vs 1.359 vs 1.334). La GDP (0.253 vs 0.306 vs 0.276 vs 0.291), En CA (5.40 vs 4.62 vs 4.92 vs 4.58) fue similar entre los tratamientos por lo que no existe diferencia significativa. La DAMS (65.89 vs 67.23 vs 66.94 vs 64.12) en esta variable se presentaron mejores resultados en el T2. Y en RC tampoco presento diferencia significativas entre tratamientos (49.15 vs 52.15 vs 51.97 vs 52.29). Se concluye que la utilización de grano de cártamo no mejora los parámetros productivos comparados con el tratamiento testigo, pero se recomienda realizar estudios con diferentes porcentajes de grano de cártamo.

## SUMMARY

The effect of safflower grain production was evaluated in 40 male lambs response Dorper cross-Pelibuey whole weighing  $28.31 \pm 4.12$  kg of initial BW. Housed in individual cages with food and water ad libitum, distributed in a completely randomized design with four treatments: T1 = 0% safflower grain, grain T2 = 10% safflower, T3 = 15% safflower grain and T4 = 20 % safflower grain. The test lasted 60 days with 15 days prior to adapt to the cages and the experimental diet for weight gain sheep were weighed at 07:00 (weekly) on a digital scale (capacity 300 kg, accuracy 0.05 kg) . The average feed consumption of dry matter was not affected significantly by grain effect safflower (1.368 vs 1.415 vs 1.359 vs 1.334). The average daily gain (0.253 vs 0.306 vs 0.276 vs 0.291), feed conversion (5.40 vs 4.62 vs 4.92 vs 4.58) was similar between treatments so there is no significant difference. The apparent digestibility of dry matter (65.89 vs 67.23 vs 66.94 vs 64.12) in this variable showed better results in Q2. And in carcass yield nor I present significant difference between treatments (49.15 vs 52.15 vs 51.97 vs 52.29). It is concluded that the use of safflower not improve grain production parameters compared with the control treatment, but recommended studies with different grain percentage safflower.

## I. INTRODUCCIÓN

---

Los corderos necesitan de nutrimentos para ejecutar sus funciones fisiológicas de mantenimiento, producción y reproducción. En términos de prioridad el oxígeno es el nutriente más importante, seguido por agua, los nutrientes energéticos, los nutrientes nitrogenados (proteína y compuestos nitrogenados no proteicos), los minerales (macro elementos y elementos traza), y las vitaminas (A, D y E). Existen diferentes componentes que proporcionan la cantidad adecuada de nutrientes energéticos esenciales para la vida biológica y desarrollo productivo de los corderos. (Muñoz, 2000).

Los ingredientes que contienen y proveen proteínas son regularmente más costosos en comparación con aquellos que proveen energía. Esto hace que la suplementación de proteínas sea vista por los productores de ovinos como una opción más cara. Sin embargo, la suplementación de cualquier nutriente debe ser vista no desde el punto del costo por kilo de un ingrediente, si no desde un punto de vista costo beneficio (Varela, 2000).

Según los datos presentados por el Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (Siap, 2011), la población de corderos en el país experimento un incremento en los últimos años, pasando de 6.2 millones de cabezas de ovinos en 2001, a 8.1 millones de cabezas de ovinos en 2010. En el Sureste del país el aumento de la población ovina supero el promedio nacional, ya que mientras que la población a nivel nacional se logró incrementar en un 31% durante este periodo, En el Sureste se registró un aumento el 79%, destacando los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán.

Las semillas oleaginosas por su abundancia y por su riqueza proteica, que oscila normalmente entre 20 y 25 % de proteína llegando incluso al 38 % en el caso de la

soja, constituyen quizás la fuente más económica de proteínas con miras a la alimentación tanto humana, así como animal. Como quiera en ellas la razón calorías de origen proteico (calorías totales) es de dos a tres veces superior a la que corresponden a los cereales, y pueden constituir un excelente complemento alimenticio así como una importante fuente de proteína en ovinos.

El requerimiento nutricional se refiere a la cantidad de un nutriente que debe incluirse en una dieta equilibrada para así poder cubrir las necesidades de un animal sano en un entorno que favorezca su bienestar. Estas necesidades del animal están proporcionadas por su potencial genético. Las recomendaciones del NRC (1985) para ovinos en crecimiento consideran los requerimientos necesarios para maximizar la ganancia de peso, con un contenido de forraje en la dieta que varía entre un 10 a 40% sin hacer distinciones por sexo. En México, la engorda intensiva de ovinos es una actividad rentable que depende de dietas adecuadas según las condiciones específicas de cada explotación. En muchos casos, el potencial genético de los animales, como el borrego pelibuey, es inferior al considerado en las recomendaciones del NRC (1985).

La calidad de las dietas empleadas en México varía ampliamente, desde dietas concentradas sin forraje hasta aquellas de menor calidad, compuestas principalmente por subproductos agropecuarios y agroindustriales. Esta variabilidad en la calidad de la dieta provoca diferencias en el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, en comparación con lo establecido por el NRC (1985). En la mayoría de los estudios experimentales sobre dietas para la engorda de ovinos, se ha evaluado una única dieta para toda la fase de engorda. Esta práctica es adecuada para dietas de finalización en corderos de 25 a 30kg y más de seis meses de edad, pero no resulta para borregos más jóvenes y ligeros.

Además, las diferencias en el comportamiento las diferencias en el comportamiento productivo entre sexos durante la fase de engorda deben tenerse en cuenta en los procesos productivos.

## II. OBJETIVO

---

### 2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del grano de cártamo como fuente de proteína en el comportamiento productivo de ovinos.

## III. HIPÓTESIS

---

El uso de grano de cártamo como fuente de proteína en ovinos mejora los parámetros productivos en ovinos en finalización.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

---

### 4.1 Situación mundial

El cultivo del cártamo, una planta oleaginosa, es también conocido como alazor, azafrán bastardo, azafrancillo, azafrán romí, kusum, honghua y sufflower. El nombre del género *carthamus* proviene del árabe y hace referencia al color rojizo del tinte vegetal que se usaba para en alimentos y para teñir telas u otros objetos, mientras que el nombre de la especie *tinctorius* alude a la acción de teñir. Este colorante está compuesto generalmente por ácido cartaminico e inocartamina. Los principales centros de diversidad genética de esta especie se encuentran en Etiopía y la India. Se considera uno de los cultivos más antiguos, ya que se han encontrado semillas en tumbas egipcias con más de 4000 años de antigüedad, y su uso fue registrado en China hace unos 2200 años. (Claridades agropecuarias, 1994).

A nivel global, India lidera la producción de cártamo con un 36.5%, aunque la mayor parte de su producción se destina al consumo interno. Estados Unidos ocupa el segundo puesto con un 22.8%, mientras que México, con un 15.6% se posiciona como el tercer mayor productor. Los datos mundiales indican que en 2008 la superficie cultivada de cártamo fue de 691,436 Hectáreas, en comparación con las 722,160 hectáreas registradas en 2002, lo que representa una disminución del 6.33% en ese periodo.

El rendimiento mundial de esta oleaginosa entre los años 2002 al 2008 fue de 780 kg/ha. Estados Unidos de América obtuvo el mayor rendimiento promedio en este período (1,470 kg ha<sup>-1</sup>), seguido por, México (1,185 kg ha<sup>-1</sup>) y Etiopía (718 kg ha<sup>-1</sup>).

El aceite es el principal producto comercial derivado del grano de cártamo. Sin embargo, las exportaciones de este aceite han experimentado una notable caída, al igual que su producción en los últimos años, probablemente debido a los bajos rendimientos y al aumento en la producción de otras oleaginosas. Durante el periodo de 2002 a 2007, Estados Unidos se consolidó como el mayor exportador,

representando el 36.8 % de las exportaciones totales. Lo siguieron México y argentina, con el 34.1% y el 18.0% de volumen total exportado, respectivamente.

En 2007, los países que tuvieron mayor demanda de aceite de cártamo fue: México, Estados Unidos de América, Reino Unido, Japón, Países Bajos, y Alemania. Estos países contribuyen con el 94% del total de las importaciones. El volumen mundial de aceite de cártamo comercializado fue de 89 mil toneladas.

#### **4.2 El cultivo de cártamo en México**

Las oleaginosas son una opción viable para el cultivo durante el ciclo otoño-invierno. En México, el cártamo ha sido uno de los granos más utilizados en la agricultura. Esta oleaginosa destaca por su alto contenido de aceite, que oscila entre el 37% y el 41%, dependiendo de la variedad. Algunas presentan hasta un 75% de ácido oleico y un 12% de ácido linoleico, mientras que otras tienen la proporción inversa: 75% de ácido linoleico y 12% de oleico. Esta composición hace que el aceite de cártamo sea altamente beneficioso para el consumo humano, ya que ambos tipos de ácidos ayudan a reducir los niveles de colesterol en la sangre, lo que contribuye a la prevención de enfermedades cardiovasculares.

El cártamo es una planta capaz de adaptarse a áreas con poca precipitación y baja humedad relativa. Incluso en condiciones de riego, utilizando solo el 50% del agua requerida por el cultivo del trigo (equivalente a 3.5 mil metros cúbicos), este cultivo puede generar cosechas de hasta cuatro toneladas por hectárea. Gracias a esta capacidad, combinada con los bajos costos de producción, el cártamo resulta ser una opción muy rentable para los agricultores.

La producción de cártamo en México ha enfrentado dificultades en los últimos años, registrando una disminución del 13.5% entre 1996 y 1998. No obstante, entre 1998 y 2000, la producción experimentó una leve recuperación del 2%. Los principales

estados productores en el país son Sonora, Baja California, Baja California Sur, San Luis Potosí, Jalisco, Sinaloa y Tamaulipas. En los primeros tres, el cártamo se cultiva principalmente con riego, mientras que en los demás se emplean sistemas de riego, humedad residual y cultivo de temporal. De estos estados, únicamente Sonora y Baja California Sur producen aceite de cártamo con un alto contenido de ácido oleico. Otros estados que también han logrado cultivar cártamo con éxito, y que podrían ser alternativas productivas, incluyen Durango, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y Michoacán.

En la actualidad, la demanda de aceite de cártamo para consumo humano en México está en constante aumento, lo que obliga al país a importar alrededor de cuatro millones de toneladas de semillas y aceites crudos cada año. Esto genera una considerable salida de divisas. Por ello, es crucial impulsar la producción de oleaginosas en el país, donde el cártamo se presenta como una de las opciones más prometedoras.

### **4.3 Usos del cártamo**

En el pasado, la panta joven y las semillas de cártamo se utilizaban como alimento para el ganado, pero hoy en día su mayor valor reside en el aceite extraído de sus semillas. Este aceite se distingue por su alto contenido de ácidos grasos oleico y linoleico. Comercialmente, existen variedades con un elevado porcentaje de ácido linoleico, que se destina tanto al consumo humano como a la industria, en donde se emplean en la fabricación de jabones y como agente secante en pinturas y barnices para evitar el amarilleo. Otras variedades, son ricas en ácido oleico, se utilizan en aderezos para ensaladas y frituras, así como para recubrir alimentos previniendo la absorción o pérdida de humedad. Además, el aceite de cártamo se emplea en cosméticos por su baja capacidad alergénica, en medicamentos y en la formulación de alimentos infantiles. Se ha informado que estos ácidos grasos son muy beneficiosos para la salud humana, ya que ayudan a reducir los niveles de colesterol en la sangre (Berglund- *et al.*, 1998).

### **4.3.1 Semilla**

El fruto del cártamo es la semilla, que posee una cubierta dura y fibrosa que protege el grano, compuesto por dos cotiledones y un embrión. El color de la semilla suele variar entre tonos crema y blanco, aunque en algunas variedades puede mostrar matices de gris y café. La semilla de cártamo es altamente resistente, lo que le permite ser almacenada por largos periodos de tiempo sin perder su calidad.

A nivel global, las semillas de las diferentes variedades de cártamo presentan una proporción aproximada del 60% de almendra y 40% de cascara, aunque existe una enorme variación en el germoplasma. Los programas de mejoramiento genético buscan desarrollar variedades con un mayor porcentaje de almendra y menor cantidad de cascara, ya que esto incrementa el contenido de aceite. En general, tanto a nivel nacional como mundial, la semilla de cártamo contiene entre un 35% o un 40% de aceite, mientras que la cascara restante posee un 24% de proteína.

### **4.3.2 Aceite**

El aceite de cártamo con alto contenido de ácido oleico es de excelente calidad, caracterizado por su color amarillo y sabor suave, además de ser libre de ceras. Los lípidos en nuestra dieta pueden diferenciarse por las características de los ácidos grasos que los componen. En términos bioquímicos, se habla de insaturación cuando dos átomos de carbono adyacentes en la cadena pierden un átomo de hidrógeno cada uno, formándose un doble enlace en lugar de uno simple. Los ácidos grasos sin enlaces dobles se consideran saturados; aquellos con un solo enlace doble son monoinsaturados, y los que tienen dos o más dobles enlaces se llaman poliinsaturados.

Los alimentos como la leche, el queso, el tocino y la yema de huevo son ricos en grasas saturadas, mientras que el aceite de oliva es predominantemente mono insaturado y los aceites de maíz, girasol y soja son ricos en grasas poliinsaturadas.

Durante las últimas dos décadas, se recomendaba el consumo de grasas poliinsaturadas (ricas en ácido linoleico) para reducir los niveles de colesterol en la sangre, lo que ayuda a prevenir la obstrucción arterial y los infartos. Sin embargo estos ácidos pueden reducir los niveles de colesterol “bueno” necesario para las células. Recientes estudios han demostrado que los aceites ricos en ácidos monoinsaturados (altos en ácido oleico) son capaces de disminuir el colesterol “malo” sin afectar el colesterol “bueno”.

El índice de yodo refleja el grado de instauración de los ácidos grasos en un aceite, a mayor índice menor saturación. Por esta razón los aceites ricos en ácidos linoleicos tienden a tener un índice de yodo más alto que los aceites oleicos (Weiss, 1971).

#### **4.3.3 Pasta**

La cascara o pasta residual que queda tras la extracción del aceite es rica en proteínas y fibra, y se utiliza como suplemento proteico en la alimentación del ganado y aves. La semilla entera también se emplea como alimento para pájaros, mientras que la planta completa puede servir como forraje para el ganado si se cosecha antes de la floración (Weiss, 1971) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición nutricional de grano de cártamo

<b>Composición nutricional</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Materia seca	%	92,00
Energía metabolizable (aves)	Mcal/Kg	1,19
Energía digestible (cerdos)	Mcal/Kg	1,48
Proteína	%	23,00
Metionina	%	0,34
Metionina + Cistina	%	0,70
Lisina	%	0,72
Calcio	%	0,34
Fosforo disponible	%	0,30
Ácido linoleico	%	0,90
Grasa	%	1,40
Fibra	%	30,00
Ceniza	%	5,40

*Cita: (Weiss, 1971)*

## **4.4 Requerimientos edafoclimáticos**

### **4.4.1 Ecología**

El cultivo del cártamo tiene la capacidad de adaptarse a regiones con poca precipitación y baja humedad relativa, lo que le permite resistir tanto a enfermedades que afectan las raíces como las que dañan las hojas.

### **4.4.2 Temperaturas**

Durante su primera fase de desarrollo (conocida como “roseta” el cártamo requiere temperaturas frescas. Esta etapa que dura entre seis y ocho semanas corresponde a un periodo de crecimiento lento, después la planta experimenta un crecimiento rápido, donde el tallo principal se desarrolla y se inicia el proceso de ramificación. A medida que las temperaturas aumentan, favorecen el crecimiento vegetativo, la floración y la fructificación (Robles, 1980).

El cártamo necesita condiciones templadas a frías en sus etapas iniciales y un ambiente más cálido conforme avanza su ciclo de crecimiento. La temperatura óptima oscila entre 20 °C a 35°C. Temperaturas inferiores a 5°C o 10°C pueden retrasar el desarrollo y causar daño por fríos, dependiendo de su duración y la etapa en la que se encuentre el cultivo. En cambio temperaturas superiores a los 40°C perjudican la polinización, afectando así la calidad y cantidad de la semilla (Robles, 1980).

#### **4.4.3 Fotoperiodo**

El cártamo no es altamente sensible al fotoperiodo a diferencia de otras especies, aunque algunos genotipos dentro del germoplasma global pueden mostrar ciertas variaciones en su comportamiento.

#### **4.4.4 Altitud**

Las mejores áreas para el cultivo de cártamo se encuentran entre los 0 y 800 metros sobre el nivel del mar (msnm). A mayores altitudes especialmente por encima de los 1000 msnm la producción disminuye considerablemente. En México los principales estados productores como Tamaulipas, sonora, Sinaloa y baja california, están ubicados a altitudes entre 0 y 100 msnm. Sin embargo en la región de la laguna de Chapala, situada a 1950 msnm se ha obtenido buenos resultados en ciclos recientes.

#### **4.4.5 Latitud**

Las áreas más favorables para el cultivo del cártamo están localizadas entre los 40° de latitud norte y 40° de latitud sur, excluyendo las zonas cercanas al ecuador, donde las altas temperaturas y la humedad excesiva impiden el adecuado desarrollo de la planta. El cártamo necesita temperaturas frías en las primeras etapas y condiciones secas para evitar enfermedades.

#### **4.4.6 Suelo**

El cartamo prospera mejor en suelos profundos, fértiles y bien drenados, siendo los suelos de clase I y II los más adecuados para obtener buenos rendimientos. En suelos de clase III y IV se pueden presentar problemas de raíces y limitaciones en la disponibilidad de humedad (Kaffka, 2000). Aunque esta planta se adapta a una amplia variedad de suelos, los suelos de textura media producen los mejores resultados, seguidos de los arenosos y en último lugar los arcillosos. En suelos arcillosos el exceso de humedad puede favorecer el desarrollo de hongos, mientras

que en suelos más ligeros el agua en exceso se evapora o drena rápidamente, reduciendo el riesgo de problemas en las raíces.

#### **4.4.7 Salinidad**

La salinidad excesiva en el suelo puede afectar de manera significativo el rendimiento de la mayoría de cultivos, con afectos que van desde reducciones leves hasta pérdidas completas, dependiendo del tipo de cultivo y la severidad del problema. En comparación con otras plantas el cártamo muestra una mayor tolerancia a la salinidad aunque sigue siendo superado por cultivos como la cebada, el algodón, la remolacha y el trigo. Sin embargo el cártamo es especialmente vulnerable durante su etapa de germinación lo que puede reducir considerablemente la población inicial del cultivo.

La salinidad inhibe el porcentaje de germinación lo que causa una menor emergencia de las plantas, después de este punto las plantas que sobreviven a condiciones salinas suelen tener un crecimiento lento y desarrollarse de manera deficiente, con un tamaño reducido y un crecimiento raquítrico. La tasa de transpiración también disminuye y la estructura celular se ve afectada lo que adelanta la floración y acorta el ciclo vegetativo. En algunos casos los capítulos no llegan a florecer completamente y cuando lo hacen puede que no se produzca grano e incluso cuando grano llega a formarse en ocasiones no logra completarse el proceso de llenado lo que resulta en semillas de menor tamaño y peso.

Además la salinidad afecta de manera negativa el porcentaje de aceite contenido en las semillas, disminuyendo su calidad y rendimiento (Palacios, 1990; Soltanpour, 2001).

#### **4.4.8 Humedad**

El cártamo requiere menos humedad que otros cultivos para su desarrollo, aunque inicialmente se pensó que era resistente a la sequía, esta idea surgió debido a que en algunas regiones el nivel freático es más elevado lo que facilita el acceso de la

planta al agua subterránea. Su sistema radicular es particularmente profundo, alcanzando entre dos a tres metros lo que le permite extraer la humedad necesaria para completar su ciclo vital. En algunas zonas de California se han encontrado plantas de cártamo con raíces que profundizan hasta 3.7 metros en suelos profundos y bien drenados.

En suelos con baja capacidad de retención de agua la falta de humedad afecta el crecimiento de la planta, reduciendo su área foliar, altura, número de ramas, capítulos y cantidad de semillas por planta (Hashemi, 1994).

## **4.5 Calidad de la carne**

La calidad de la carne se evalúa principalmente a través de sus características fisicoquímicas que incluyen propiedades organolépticas como el color, la ternura, la jugosidad, textura y el sabor. Estas propiedades son esenciales tanto para la percepción sensorial del consumidor como para su medición mediante instrumentos especializados. La combinación de estas características influye directamente en la aceptación de la carne en el mercado y determina su valor nutricional y gastronómico.

### **4.5.1 Textura y jugosidad**

La textura de la carne depende de diversos factores que influyen en la fuerza requerida para cortarla, estos factores incluyen el manejo del animal antes de la muerte, la genética, el tipo de músculo, la raza, el método de sacrificio y el tratamiento postmortem de la canal, también influye la maduración de la carne que involucra la actividad de enzimas endógenas y exógenas. Entre las técnicas empleadas para mejorar la textura de la carne se encuentra la estimulación eléctrica de alto voltaje, que ha mostrado efectos positivos en la ternura. (Mota-rojas et al., 2011).

La jugosidad y la ternura son dos atributos clave de la carne destinada al consumo directo. La jugosidad está relacionada con la capacidad de la carne para retener agua, lo cual se debe a las interacciones entre las proteínas y el agua mediante puentes de hidrogeno y fuerzas dipolo-dipolo. EL agua se encuentra en la carne en dos formas: una parte está unida a las proteínas formando una monocapa, mientras que otra parte está atrapada en capilares, poros y células, Lo que permite su libre movimiento. Factores como la concentración de proteínas, el grado de desnaturalización de estas y la presencia de compuestos de bajo peso molecular (como azúcares o alcoholes) afectan la capacidad de retención de agua.

A nivel bioquímico tanto la textura como la retención de agua resultan de los cambios en los ciclos de contracción y relajación de los músculos, así como de la acción de enzimas endógenas y exógenas sobre el tejido muscular, estos procesos son esenciales para determinar la calidad final de la carne (Huff-Lonergan y col., 2010).

#### **4.5.2 Color**

Al igual que la textura, el color de la carne está definido por varios factores tales como el tipo y cantidad de pigmentos que se encuentran en el músculo. También influye el tipo de fibras que componen al músculo y su arreglo espacial, lo que define el grado de dispersión de la luz incidente y de penetración del haz lumínico. Cada músculo difiere en su contenido de mioglobina de acuerdo con la edad del animal, el tipo de músculo, la cantidad de circulación sanguínea, la actividad muscular y la disponibilidad del oxígeno. Finalmente, la presencia de grasa intramuscular modifica al brillo superficial y afecta a la difracción o reflexión de la luz. El pigmento más abundante es la mioglobina, dado que la hemoglobina se elimina casi en su totalidad durante el desangrado de los animales en el proceso de matanza. Este está constituido por una parte proteica, la apomioglobina o globina, y un grupo prostético hemo con un centro fierro rodeado de cuatro pirroles que forman un anillo de porfirina. Al oxidarse el fierro el grupo hemo requiere una carga positiva y enlaza ligandos cargados negativamente, como los nitritos, compuestos responsable de las reacciones de nitrosación de los productos cárnicos curados.

Debido a que el color de la carne es el resultado del estado de oxidación de la hemoproteína hemoglobina, el pH del medio tiene un efecto profundo en esta característica de calidad. Por tanto, la incidencia de carne PSE o de corte oscuro, a la vez que afecta a la textura y jugosidad, también altera el color en función del cambio de pH (McKee y Sams, 1997; Guardia y col., 2004).

#### **4.5.3 Sabor y Aroma**

La carne cruda contiene a los precursores no volátiles del sabor de carne, aunque el sabor característico de la carne se forma durante la acción enzimática o de temperatura cuando precursores reaccionan a través de una serie compleja de reacciones. La cantidad y naturaleza de los precursores presentes depende de varios factores como alimentación del animal (Mottram y col., 2003), maduración de la carne (Koutsidis y col., 2008), y variaciones genéticas (Lawrie, 1998). Entre los principales precursores del aroma a carne están inosin monofosfato, aldehídos, pirrolidina, y la tiamina. Esta última es fundamental en la formación de los compuestos de aroma de carne 2-metil-3-furantiol y bis-(2-metil-3-furil) disulfuro (Huang y Ho, 2011). La degradación de la tiamina genera compuestos conteniendo átomos de azufre que se suponen son la clave para la formación de aromas cárnicos en productos procesados. La tiamina, a la vez de su importancia como generador de aromas cárnicos, es un nutriente traza importante en el manejo antemortem. Existe una correlación entre el sabor de la carne y la irritabilidad o agresividad del animal, ya que según Schaefer y col. (2001), esta condición de irritabilidad se observó cuando había deficiencia de algunas vitaminas, incluyendo niacina, ácido pantoténico, vitamina B6, vitamina C, y tiamina. Al tratar térmicamente a la carne y producirse reacciones de Maillard, se generan gran número de sustancias volátiles responsables del aroma y sabor a carne, en donde la naturaleza de los compuestos generados depende fundamentalmente de la intensidad del tratamiento aplicado.

#### 4.5.4 Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua (CRA) de la carne se refiere a la habilidad de la carne para mantener el agua, tanto la que obtiene naturalmente como la que se añade cuando se le aplica una fuerza externa. Esta retención ocurre dentro de una red de fibras musculares y está influenciada por dos mecanismos principales:

**Acción de las cargas eléctricas de las proteínas:** Las proteínas musculares tienen cargas eléctricas que permiten fijar firmemente una cantidad determinada de moléculas de agua.

**Configuración especial de la red muscular:** La estructura de las fibras musculares pueden ser más o menos abiertas, lo que influye en la capacidad de contener y retener moléculas de agua.

La CRA está directamente relacionada con aspectos clave de la calidad de la carne como la suavidad, la jugosidad y el color. Además factores como el pH de la carne y los cambios que ocurren tras la muerte del animal (cambios postmortem) también afectan significativamente esta capacidad.

#### 4.5.5 PH

Cuando el PH se aleja del punto isoeléctrico de las proteínas musculares (alrededor de pH 5.5) estas adquieren una carga neta que provoca la repulsión entre sí, lo que ensancha la matriz proteica. Este ensanchamiento intensifica la atracción entre las proteínas y el agua, incrementando así la capacidad de retención de agua (CRA).

## **Cambios postmortem**

Después del sacrificio el músculo posee una alta CRA, debido a que los filamentos de actina y miosina se deslizan libremente entre ellos, la matriz está extendida y el pH del músculo está cerca del 7.0 conforme ocurren los cambios postmortem, el pH comienza a disminuir hasta acercarse al punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares, lo que coincide con la aparición del rigor mortis, durante el cual el sarcomero se contrae y su tamaño disminuye. Estos procesos provocan una reducción en la CRA.

Posteriormente durante la fase de resolución del rigor mortis y la maduración de la carne el pH vuelve a aumentar debido a degradación enzimática de la estructura miofibrilar y la liberación de compuestos aminorados, lo que causa un incremento moderado en la CRA.

### **4.5.6 Propiedades funcionales de la carne**

La capacidad de la carne para ser procesada depende de sus propiedades funcionales, fundamentales en la elaboración de productos procesados como los embutidos. Además de la retención de agua (CRA) las propiedades funcionales más relevantes son **emulsificación**, la **gelificación** y la **cohesión**.

#### **Capacidad de emulsificación**

Una emulsificación es un sistema donde dos fases líquidas inmiscibles se dispersan una de otra. Las proteínas presentes en la carne, principalmente las miofibrilares actúan como agentes emulsionantes, adsorbiéndose en la interfaz entre la fase acuosa y la grasa. Los grupos neutros de las proteínas se orientan hacia las partículas de grasa, mientras que los grupos iónicos se dirigen hacia la matriz acuosa (Totouss y Guerrero, 2006).

El proceso de emulsificación es sensible a varios factores

**CRA y pH:** Cambios en la capacidad de retención de agua y en el pH, tanto antes como después del rigor mortis, pueden alterar la capacidad de emulsificación.

**Proteínas miofibrilares:** EL tipo, la concentración y el grado de desnaturalización de estas proteínas son cruciales ya que afectan la estabilidad y la eficiencia de emulsión.

#### **4.5.7 Capacidad de gelificación**

La gelificación en productos cárnicos es el resultado de la desnaturalización y agregación de proteínas que forman una red estructurada. Este proceso produce una estructura sólida, incrementa la capacidad de retención de agua, espesa la mezcla, fija partículas y estabiliza emulsiones y espumas.

Las proteínas clave responsables de la formación de geles son la actina y miosina. La miosina tiene un rol crucial en la textura y la creación de geles inducidos por calor debido a que sus cabezas se agregan de manera irreversible, formando una red tridimensional que da lugar a una estructura firme (Totousaus y Guerrero, 2006).

Los factores que influyen en la gelificación incluyen

**Temperatura:** El calor promueve la desnaturalización y posterior agregación de proteínas.

**PH:** Afecta la carga neta de proteínas, influyendo en cómo interactúan entre sí y en la estructura final del gel.

**Sales: modifican** la estructura cuaternaria de las proteínas y su distribución de carga, determinando la naturaleza y solidez del gel.

#### **4.5.8 Capacidad de cohesión**

Es fundamental en los productos reestructurados como los jamones cocidos, donde piezas de carne se adhieren unas a otras a través de un proceso térmico. Las proteínas miofibrilares son solubilizadas por medio de acción mecánica en un medio salino, esta solución proteica recubre las piezas de carne, las que una vez puestas en contacto entre ellas y al aplicar calor, se adhieren entre sí.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

---

### 5.1 Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el cual se ubica en el municipio Querétaro, Querétaro que se localiza al oeste del estado de Querétaro sus coordenadas son: latitud 20° 35'17" N, longitud 100°23'17" O, altitud sobre el nivel del mar 1826 m. Colindancias al norte con el estado de Guanajuato y el municipio de el Marqués; al sur con los municipios de Huimilpan Corregidora y el estado de Guanajuato; al oeste con el estado de Guanajuato.(INEGI, 2010).

#### 5.1.1 Clima

El 51% de la superficie del estado presenta clima seco y semiseco localizado en la región centro; el 24.3% presenta clima cálido subhúmedo en la región de la Sierra Madre Oriental; el 23% presenta clima templado subhúmedo localizado en la región sur, centro y noreste; el 1% presenta clima cálido húmedo hacia el noreste y el restante 0.7% presenta clima templado húmedo al noreste de estado.

La temperatura media anual del estado es de 18°C, la temperatura máxima promedio es de 28°C y se presenta en los meses de abril y mayo, la temperatura mínima promedio es de 6°C durante el mes de enero. La precipitación media estatal es de 570 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a septiembre. La agricultura es de gran importancia para el estado, en donde sobresale el cultivo de maíz, alfalfa, cebolla, lechuga, sorgo, forrajes, frijol, cebada y col, entre otros productos; esta se desarrolla principalmente en las regiones de clima seco y semiseco, pero requiere de riego.

## **5.2 Establecimiento del experimento**

### **5.2.1 Unidades experimentales**

Fueron utilizados 40 corderos Dorper-Pelibuey de  $28.31 \pm 4.12$  kg de PV inicial, alojados en jaulas individuales con alimento y agua *ad libitum*, distribuidos en jaulas individuales y sometidos a un periodo de adaptación de 15 días.

### **5.2.2 Dietas**

Las dietas fueron formuladas para ovinos machos enteros Dorper-Pelibuey con un peso vivo promedio de  $28.31 \pm 4.12$  kg de acuerdo con los requerimientos marcados por el NRC, (1985). La composición de las dietas fue la siguiente:

**Cuadro 2. Composición de la dieta testigo 0 % de grano de cártamo.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Kg/ton</b>
Sorgo 9%	659,926
Soya 46%	107,894
Maíz rolado	100,000
Rastrojo con maíz	70,000
Melaza	40,000
Lapiza ovinos	15,000
Urea	7,180
<b>Total</b>	<b>1000</b>

### 3. Análisis de nutrientes tratamiento 1 con 0% de grano de cártamo.

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>
E.M RUM (MC/KG)	2,900
PROT. DIG. RUM (%)	11,503
FIBRA (%)	3,951
FIBRA NEUTRO DIG (%)	14,181
FOSFORO TOTAL (%)	0,304

### Cuadro 4. Composición de la dieta con 10 % de grano de cártamo.

<b>INGREDIENTE</b>	<b>Kg/ton</b>
DDG	307,105
Maíz rolado	206,000
Sorgo 9%	201,000
Grano de cártamo	100,000
Rastrojo con maíz	100,000
Melaza	60,000
Lapiza ovinos	15,000
Alfalfa	10,000

**Total**                      **1000**

---

**5. Análisis de nutrientes tratamiento 2 con 10% de grano de cártamo.**

---

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>
E.M. RUM (MC/KG)	3,000
PROT. DIG. RUM. (%)	9,429
FIBRA (%)	8,162
FIBRA NEUTRO DIG (%)	23,136
FOSFORO TOTAL	0,353

---

**Cuadro 6 . Composición de la dieta con 15 % de grano de cártamo.**

---

<b>Ingrediente</b>	<b>Kg/ton</b>
Sorgo 9%	534,737
Grano de cártamo	150,000
DDG	120,263
Rastrojo con maíz	100,000
Melaza	60,000
Lapiza ovinos	15,000
Alfalfa 19%	10,000

Urea	10,000
<b>Total</b>	<b>1000</b>

**7. Análisis de nutrientes tratamiento 3 con 15% grano de cártamo.**

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>
E.M. RUM (MC/KG)	3,257
PROT. DIG. RUM. (%)	8,669
FIBRA (%)	5,656
FIBRA NEUTRO DIG (%)	16,810
FOSFORO TOTAL (%)	0,267

**Cuadro 8 . Composición de la dieta con 20 % de grano de cártamo.**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>Kg/ton</b>
Sorgo 9%	502,105
Grano de cártamo	200,000
DDG	102,895
Rastrojo con maíz	100,000
Melaza	60,000
Lapiza ovinos	15,000
Alfalfa 19%	10,000

Urea 10,000

---

**Total 1000**

---

**9. Análisis de nutrientes tratamiento 4 con 20% grano de cártamo.**

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>
E.M. RUM (MC/KG)	3,427
PROT. DIG. RUM. (%)	8,169
FIBRA (%)	5,314
FIBRA NEUTRO DIG (%)	15,250
FOSFORO TOTAL (%)	0,245

---

### **5.2.3 Alimentación de los animales**

El consumo diario de alimento fue medido restando el rechazo de lo ofrecido; para la ganancia de peso los borregos fueron pesados a las 07:00 (semanalmente) en una báscula digital (capacidad 300 kg; precisión 0.05 kg); y la conversión alimenticia fue calculada con las dos variables previas.

### **5.2.4 Tratamientos experimentales**

La prueba duró 60 días, con 15 días previos de adaptación a las jaulas y a la dieta experimental.

El total de corderos fue distribuido de manera aleatoria en los siguientes tratamientos (Cuadro 10):

**Cuadro 10. Distribución de tratamientos en el experimento realizado en el  
INIFAP campo experimental Querétaro**

Tratamiento 1	10 corderos alimentados con una dieta con 0 % de grano de cártamo.
Tratamiento 2	10 corderos alimentados con una dieta con 10 % de grano de cártamo.
Tratamiento 3	10 corderos alimentados con una dieta con 15 % de grano de cártamo.
Tratamiento 4	10 corderos alimentados con una dieta con 20 % de grano de cártamo.

### 5.2.5 Análisis estadístico

Se realizaron cuatro tratamientos con 10 repeticiones cada uno, se usó el diseño estadístico completamente al azar con tres tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento durante el periodo del experimento

El modelo que se utilizo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$J = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en el  $i$  ésimo tratamiento de la  $j$  ésima repetición

$\mu$  = Media general  $t$  = Efecto del  $i$  ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error aleatorio.

### **5.3 Variables a evaluar**

#### **5.3.1 Consumo de materia seca**

Se pesó diariamente el alimento durante toda la fase experimental, se registró la cantidad de alimento ofrecido y el rechazo al día siguiente, se registra en gramos o kilogramos.

#### **5.3.2 Ganancia diaria de peso (GDP)**

Los corderos se pesaron al inicio del experimento y posteriormente a las 07:00 (semanalmente) en una báscula digital (capacidad 300 kg; precisión 0.05 kg). La ganancia diaria de peso (GDP) se obtuvo de la diferencia entre el peso final menos el peso inicial entre los días del periodo y se reporta en gramos o kilogramos.

#### **5.3.3 Conversión alimenticia (CA)**

Se utilizaron los datos de los pesos de los corderos y el consumo de alimento. La CA se calculó como el producto del consumo de alimento entre la ganancia de peso en kilogramos.

### **5.4 Procedimiento de análisis químico proximal de la dieta y las heces**

El día 45 fueron tomadas muestras de heces de 24 h, se pesó el total de heces y 10% de las muestras fueron mezcladas y secadas en una estufa a 55 °C y molidas. En muestras de la dieta y heces fue determinada la materia seca (MS), materia orgánica (MO), nitrógeno (N) y cenizas (AOAC, 1990). La digestibilidad aparente (DA) se calculó con la fórmula (Merchen, 1988).

$$\text{Digestibilidad aparente de la MS} = \frac{\text{MS consumida } \left(\frac{g}{d}\right) - \text{MS fecal } \left(\frac{g}{d}\right)}{\text{MS consumida } \left(\frac{g}{d}\right)} \times 100$$

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

### 6.1 Ganancia diaria de peso

En el Cuadro 11 se presentan algunas variables productivas, se puede observar que la ganancia diaria de peso fue mayor significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con la inclusión de 10 % esto comparado con inclusión de 0 % y 15 % respectivamente. Sin embargo también se observa que fue similar en GDP cuando se comparó con los animales que recibieron el 20 % de grano de cartamo; por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos un 10 % resultó en GDP similares a los reportados por en NRC (1985) para ovinos machos enteros con un peso vivo promedio de  $28.31 \pm 4.12$  kg. Así mismo los animales empleados en este estudio presentaron mejores ganancias que los utilizados por otros autores ( $213 \text{ g día}^{-1}$ ) cuando evaluaron la cruce Dorper x Pelibuey, empleando una dieta con 16 % de PC y  $2.9 \text{ Mcal EM kg}^{-1} \text{ MS}$  (Silva et al, 2006).

### 6.2 Consumo de materia seca

En cuanto al consumo de materia seca (Cuadro 11) se observa que no existe diferencias significativas (1368, 1415, 1359, 1334) para los tratamientos T1, T2, T3, T4 respectivamente. Si se compara con los requerimientos sugeridos por los valores de las tablas (NRC, 1985) los requerimientos de CMS son de  $900 \text{ g día}^{-1}$ ; con la inclusión de grano de cártamo a diferentes porcentajes se están cumpliendo los requerimientos de CMS en el experimento realizado.

### 6.3 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia nos indica la cantidad de alimento que necesita el animal para producir un kilogramo de carne, en esta variable se observa que para este experimento no existe diferencia significativa (Cuadro 11); estos valores son

menores a los obtenidos por Partida et al. (2009) y Álvarez et al. (2003), quienes encontraron valores de 6.6 y 8.6 respectivamente para conversión alimenticia en borregos. Es importante mencionar que las dietas utilizadas por Partida et al. (2009) y Álvarez et al. (2003) contenían 14.0 y 11.6 % de proteína bruta respectivamente, comparado con el 9.50 % en promedio, con las dietas utilizadas en el presente experimento.

#### **6.4 Digestibilidad aparente de la materia seca**

En cuanto a la DAMS podemos observar que existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos 1 comparados con los tratamientos 2 y 3 respectivamente, no así con el tratamiento 4 (Cuadro 11). En un estudio donde se utilizó semilla de girasol, semilla de linaza y semilla de canola se obtuvieron resultados de 58.44 estos resultados fueron reportados por Machmüller (2000); con los resultados obtenidos en el presente experimento sobrepasamos el valor reportado por este autor con cualquiera de los tratamientos lo que nos indicaría que la inclusión de grano de cártamo en las dietas nos proporciona mejores resultados en DAMS en el T2.

#### **6.5 Rendimiento de la canal**

El rendimiento de la canal, Se define como la relación entre el peso de la canal y el peso vivo expresado en porcentaje, en el presente experimento podemos observar que no existen diferencias significativas en cuanto a los tratamientos utilizados T1,T2,T3,T4 (49.15,52.15,51.97,52.29) respectivamente (Cuadro 11) y si comparamos los resultados obtenidos con lo que plantea Montiel-Hernández (2014) y Hernández- Espinoza et al (2012) estos autores manejan 47.4 y 49.4 respectivamente, en el presente experimento tenemos diferencias significativas en cuanto a lo que plantean estos dos autores teniendo un mejor rendimiento de la canal con las dietas formuladas con grano de cártamo como fuente de proteína.

GDP	253 <sup>b</sup>	306 <sup>a</sup>	276 <sup>b</sup>	291 <sup>ab</sup>	34.099	0.375	0.219
CMS	1368	1415	1359	1334	26.261	0.289	0.278
CA	5.40	4.62	4.92	4.58	0.296	0.120	0.596
DAMS	65.89 <sup>b</sup>	67.23 <sup>a</sup>	66.940 <sup>a</sup>	64.12 <sup>b</sup>	2.658	0.186	0.359
R.C.	49.15	52.15	51.97	52.29	1.589	0.496	0.075

**Cuadro 11. Efecto de grano de cártamo en variables productivas en corderos en finalización.**

Variables	% cártamo				EL	EC
	0	10	15	20	EEM	P>

<sup>a, b</sup> Medias en una hilera con diferente literal, son diferentes ( $P \leq 0.05$ ); EEM = error estándar de la media; EL=efecto lineal; EC=efecto cuadrático; GDP = Ganancia diaria de peso; CMS = Consumo de materia seca; CA = Conversión alimenticia; DAMS=digestibilidad aparente de la materia seca. R.C. = Rendimiento en canal (%).

## VII. CONCLUSIONES

---

Los resultados obtenidos de la investigación “uso de grano de cártamo en alimentación de ovinos en finalización”, nos permite concluir lo siguiente:

- En cuanto a la variable ganancia diaria de peso la inclusión de un 10% de cártamo mejoró significativamente esta variable.
  
- El consumo de materia seca y conversión alimenticia no fueron afectadas significativamente en ninguno de los cuatro tratamientos.
  
- La digestibilidad aparente de la materia seca fue significativamente mejor con la inclusión de un 10% de grano de cártamo.
  
- El rendimiento de la canal no fue afectada por ninguna inclusión de cártamo esto comparado con el tratamiento testigo.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

---

1. Álvarez, M.G.; Melgarejo, V.L. y Castañeda, N.Y. 2003. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobiumcyclocarpum*) y pollinaza. *Rev Vet Méx*, 34: 39-46.
2. Berglund, D.R., N. Riveland and J. Bergman, 1998. Safflower production. North Dakota State University- Extensión Service.
3. Claridades Agropecuarias, 1994. [www. Infoaseca.gob.mx](http://www.infoaseca.gob.mx).
4. Gallo, C. 2012. Transporte y reposo pre-sacrificio en bovinos y su relación con la calidad de la carne. En: *Bienestar Animal y Calidad de Carne*. D. Mota Rojas, I. Guerrero, M.E. Truhillo (eds.). B.M. Editores. México D.F. pp. 15- 36.
5. Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science* 75: 249-257.
6. Guardia, M.D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M.A., Gispert, M., Diestre, A. 2004. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. *Meat Sci* 67:471–8.
7. Hashemi, D. A. 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought stress. *Crop Research (Hisar)* 7 (3): 313-319.
8. Huang, T.C., Ho, C.T. 2011. Flavors and flavor generation of meat products. *In: Handbook of Meat and meat Processing*. Aalhus, J., Cocolin, L., Guerrero Legarreta, I., Nollet, L., Purchas, R., Stanfield, P., Xiong, Y., Schilling, M. (eds.). CRC Press, Nueva York. pp. 107-137.

9. Huff-Lonergan, E., Zhang W., Lonergan, S.M. 2010. Biochemistry of postmortem muscle—Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science* 86(1):184– 195.
10. INEGI. 2010. Cartas topográficas. En <http://inegi.gob.mx/geo/default.asp>.
11. Kaffka, S.R., T. E. Kearney, P.D. Knowles, P.D., and Millar, M.D. 2000. Safflower production in California. <http://agric.ucdavis.edu/crops/oilseed/safflower.htm>
12. Koutsidis, G., Elmore, J.S., Oruna-Concha, M.J., Campo, M.M., Word, J.D., Mottram, D.S. 2008. Water-soluble precursors of beef flavor. Part II: Effect of postmortem conditioning. *Meat Science* 79:270–7.
13. Lawrie, R.A. 1998. *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing Ltd.. Abigton, Cambridge, Inglaterra.
14. Machmüller, A., D. A. Ossowski, M. Kreuzer. 2000. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseeds and crystalline fat on methane release, digestión and energy balance in lambs. *Animal Feed Science and Technology* 85, pag. 41-60.
15. McKee, S.R., Sams, A.R. 1998. Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics. *Poultry Science* 77:169–74.
16. Merchen, N. R. 1988. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: *The ruminant animal - Digestive physiology and nutrition*. Church, D. C. (editor), Chap. 9, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. pp. 172-201.
17. Mota-Rojas, D., Roldán-Santiago, P., Guerrero-Legarreta, I. 2011. Electrical stimulation in meat processing. En: Hui, Y., Aalhus, J., Cocolin, L., Guerrero Legarreta, I., Nolle, L., Purchas, R., Stanfield, P., Xiong, Y., Schilling, M. *Handbook of Meat and meat Processing*. CRC Press. pp. 323-332.

18. Mottram, D.S., Koutsidis, G., Oruna-Concha, M.J., Ntova, M., Elmore J.S. 2003. Analysis of important flavor precursors in meat. En: Handbook of Flavor Characterization. Deibler, K.D., Delwiche J. (eds.). Marcel Dekker. Nueva York, pp. 463–71.
19. Muñoz R. L., 2000. Estrategias de alimentación en ovejas de crías. Memorias del curso avances en nutrición ovina. 172p.
20. NRC. 1985. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press, Washington, D. C.
21. Palacios, S. J.E. 1990. Respuesta del cultivo de cártamo a diferentes niveles de salinidad en el suelo en el Valle del Mayo, Son. Avances de la Investigación-CIANO N° 27. O-I 1989-1990. pp. 95-96.
22. Partida, P.J.; Braña, V.D. y Martínez, R.L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. Téc Pecu Méx, 47: 313-322.
23. Peeters, E., Driessen, B. & Geers, R. 2006 Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, vitamin E, and herbs on stress responses and pork quality. Journal of Animal Science, 84:1827-1838.
24. Robles, S. R. 1980. Cultivo del cártamo. In Producción de oleaginosas y textiles. Editorial LIMUSA. México. pp 331-391.
25. Rosmini, M.R. 2006. Métodos de insensibilización y matanza. En: Ciencia y Tecnología de Carnes. Hui, Y., Guerrero legarreta, I., Rosmini, M. (eds.). Editorial LIMUSA. México, pp. 43-64.

26.Schaefer, A.L, Dubeski, P.L., Aalhus, J.L., Tong, A.K.W. 2001. Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat quality aberrations.Journal of Animal Science 79:E91-E101.

27.SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera). 2011. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Sagarpa.

Disponible:

[http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_siap/integracion/EstadisticaBasica/Pecuاريو/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/ovino.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/integracion/EstadisticaBasica/Pecuاريو/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/ovino.pdf) (Consultado el 8 de octubre de 2011).

28.Silva ANJ, Ramírez GJA, Corral FG, Hernández BJ, Jiménez CJA, 2006. Ganancia de peso y evaluación de la canal de cuatro grupos raciales de ovinos de pelo en el estado de Chihuahua [resumen]. Reunión nacional de investigación pecuaria. Veracruz, Ver: 221.

29.Soltanpour, P.N., and h. Follett. 2001. Crop tolerance to soil salinity. Crop Series N° 0.505. Colorado State University Cooperative Extensión. [www.colostate.edu/pubs/crops/00505.html](http://www.colostate.edu/pubs/crops/00505.html) Stumpf,P. K. 1975. Biosynthesis of saturated and unsaturated fatty acids by maturing *Carthamus tinctorius* L. seeds. JACOS. 52: 484-490.

30.Terlouw, E. M. C., Arnould, C., Auperin, B., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Deiss, V., Lefevre, F. Lensink, B. J. andMounier, L. 2008. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. Animal 2 (10): 1501– 1517.

31. Totosaus, A., Guerrero Legarreta, I. 2006. Propiedades funcionales de la carne. En: Ciencia y Tecnología de Carnes. Hui, Y., Guerrero legarreta, I., Rosmini, M. (eds.). Editorial LIMUSA. México, pp. 235-242.
32. Varela Á. H., 2000. Bases y criterios en el balanceo de dietas para ovinos. Memorias del curso avances en nutrición ovina. 172p.
33. Weiss, E. A. 1971. Castor, Sesame and Safflower. Barnes and Noble, Inc., New York. pp. 529-744.