



**HAL**  
open science

## **Crecimiento, eficiencia alimentaria y calidad de canal de conejos en crecimiento alimentados con dietas conteniendo dos productos derivados de la producción de linaza suplementados con dos niveles de vitamina E**

Davi Savietto, Carole Bannelier, Manon Despeyroux, Mathieu Guillevic, Michel Colin, Clarice Palacios, Thierry Gidenne

### ► **To cite this version:**

Davi Savietto, Carole Bannelier, Manon Despeyroux, Mathieu Guillevic, Michel Colin, et al.. Crecimiento, eficiencia alimentaria y calidad de canal de conejos en crecimiento alimentados con dietas conteniendo dos productos derivados de la producción de linaza suplementados con dos niveles de vitamina E. 48 Symposium de Cunicultura de ASESCU (2024), ASESCU - Asociación Española de Cuniculture, Apr 2024, Cordoba, España. hal-04566222

**HAL Id: hal-04566222**

**<https://hal.science/hal-04566222>**

Submitted on 2 May 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Crecimiento, eficiencia alimentaria y calidad de canal de conejos en crecimiento alimentados con dietas conteniendo dos productos derivados de la producción de linaza suplementados con dos niveles de vitamina E

*Growth, feed efficiency and carcass quality of growing rabbits fed diets containing two products derived from linseed production supplemented with two levels of vitamin E*

**Savietto D<sup>1</sup>\*, Bannelier C<sup>1</sup>, Despeyroux M<sup>1</sup>, Guillevic M<sup>2</sup>, Colin M<sup>3</sup>, Palacios C<sup>3</sup>, Gidenne T<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, F-31326 Castanet-Tolosan, France

<sup>2</sup>VALOREX, La Messoyais, F-35210 Combourtille, France

<sup>3</sup>COPRI, Coat Izella N°2, F 29830 Ploudalmézeau, France

\* [davi.savietto@inrae.fr](mailto:davi.savietto@inrae.fr)

## Resumen

El crecimiento, la eficiencia alimentaria y el perfil de ácidos grasos poliinsaturados (omega-6 y omega-3) fueron evaluados en conejos de engorde alimentados con dietas conteniendo dos nuevos productos derivados de producción de linaza. Un total de 400 conejos fueron distribuidos entre las cinco dietas experimentales (CTL: control, PL-O: mezcla de piel de linaza rica en grasa y harina de trigo (70:30); PL-E: PL + Vitamina E, HL-O: harina de linaza extrusionada rica en grasa, HL-E: HL + Vitamina E) a los 36 días de vida. A los 71 días de vida, 20 animales/dieta fueron sacrificados para cuantificar el perfil de ácidos grasos en el músculo longissimus dorsi. El crecimiento ( $\approx 40$  g/conejo/día), el consumo de pienso ( $\approx 129$  g/día) y el índice de riesgo sanitario (morbilidad + mortalidad  $\approx 44,5\%$ ) fueron similares entre las cinco dietas. La proporción de ácidos grasos poliinsaturados omega-6 fue superior en la dieta CTL respecto a las demás dietas ( $\approx 2,0$  puntos). Las dietas conteniendo PL y HL tuvieron un perfil de ácidos grasos con un mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 ( $\approx 3,7$  puntos) respecto a la dieta CTL, dando lugar a una mayor relación omega-6/omega-3 en la dieta CTL respecto a las demás dietas ( $\approx 4,3$  unidades).

**Palabras clave:** *Oryctolagus cuniculus*, piel de linaza, harina de linaza, perfil de ácidos.

## Abstract

Growth, feed efficiency and polyunsaturated fatty acid profile (omega-6 and omega-3) were evaluated in fattening rabbits fed diets containing two novel products derived from the flaxseed oil production. A total of 400 rabbits were distributed among the five experimental diets (CTL: control, PL-O: mixture of high fat flaxseed chaff and wheat flour (70:30); PL-E: PL + Vitamin E, HL-O: high fat extruded flaxseed meal, HL-E: HL + Vitamin E) at 36 days of age. At 71 days of age, 20 animals/diet were euthanized to quantify the fatty acid profile in the *longissimus dorsi* muscle. Growth ( $\approx 40$  g/rabbit/day), feed consumption ( $\approx 129$  g/day), and the health risk index (morbidity + mortality  $\approx 44.5\%$ ) were similar among the five diets. The proportion of omega-6 polyunsaturated fatty acids was higher in the CTL diet with respect to the other diets ( $\approx 2.0$  points). The diets containing PL and HL had a fatty acid profile with a higher percentage of omega-3 polyunsaturated fatty acids ( $\approx 3.7$  points) relative to the CTL diet, resulting in a higher omega-6/omega-3 ratio in the CTL diet relative to the other diets ( $\approx 4.3$  units).

**Keywords:** *Oryctolagus cuniculus*, linseed chaff, linseed meal, fatty acids profile.

## Introducción

Diferentes estrategias nutricionales favorecen el incremento del contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) del tipo omega-3 en la carne de los conejos. Entre ellas podemos citar la incorporación directa de

aceites (pescado: Rodríguez *et al.*, 2017; o linaza: Eiben *et al.*, 2011) en los piensos, así como la utilización de granos enteros (Bianchi *et al.*, 2010) o harinas de linaza (Dal Bosco *et al.*, 2004).

Con un nivel de eficacia variable, las distintas estrategias nutricionales utilizadas para aumentar los PUFA omega-3 en la carne de conejo, difieren en términos de aplicación prácticas o impacto medioambiental. El aceite de pescado suscita preocupaciones sobre la sostenibilidad del recurso y es propenso a la oxidación. El aceite de linaza, por su parte, es vulnerable a la oxidación mientras la linaza cruda tiene una baja digestibilidad (acceso limitado a la grasa y a la presencia de factores antinutritivos como los cianógenos).

Frente a estos retos, proponemos un enfoque innovador. Seleccionando específicamente semillas de linaza ricas en omega-3 y sometiénolas a tratamientos adecuados, podemos superar las limitaciones de las estrategias citadas anteriormente. En el presente trabajo, estudiaremos los efectos de dos nuevos ingredientes (uno obtenido a partir de tratamiento mecánico, incluido el fraccionamiento de las semillas para concentrar las fracciones de fibra soluble y/o insoluble y los lignanos y el otro sometido a un tratamiento termo-mecánico para aumentar la digestibilidad de la grasa y eliminar las toxinas) en el crecimiento, eficiencia alimentaria y calidad de canal de conejos de engorde.

## Material y métodos

El experimento fue realizado en la instalación experimental INRAE GenPhySE (<https://doi.org/10.17180/ftvh-x393>) entre mayo y junio 2023. Los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Ministerio de Educación Nacional, Enseñanza Superior e Investigación de Francia (número de acuerdo: 34192-2022021018355953).

### Dietas experimentales

Se diseñaron cinco dietas iso-energéticas ( $\approx 15,8$  MJ/kg) e iso-proteicas ( $\approx 181$  g/kg) para evaluar la influencia de dos nuevos productos de linaza [(1) mezcla (70:30) de piel del grano de linaza grasa (PL) con harina de trigo y (2) harina de linaza con alto contenido en grasa (HL)] sobre el crecimiento, la eficiencia alimentaria y la calidad de la canal de conejos. Las dietas conteniendo PL y HL fueron diseñadas para contener una cantidad similar de ácidos grasos omega-3 ( $\approx 2,4$  g/kg MS) resultando en una proporción omega-6/omega-3 de  $\approx 2,0$  g/kg de MS. Los ingredientes y la composición química de las dietas experimentales figuran en la **Tabla 1**.

### Animales y procedimientos experimentales

Un total de 400 conejos (de ambos sexos, ratio 1:1) fueron alojados en jaulas experimentales (largo  $\times$  ancho  $\times$  alto: 90  $\times$  46  $\times$  60 cm) entre 36 y 71 días de vida (destete y sacrificio, respectivamente). Al destete, los gazapos con un peso vivo similar fueron distribuidos aleatoriamente a una de las cinco dietas experimentales. También se tuvo en cuenta la camada de origen ( $n = 80$ ), siendo un gazapo de cada camada asignado a una de las dietas experimentales. Cada una de las jaulas contenía cinco conejos. En todo momento, los conejos tuvieron libre acceso al agua y al pienso.

El peso vivo y la ingesta de pienso fueron evaluados semanalmente entre 36 y 71 días de vida. La mortalidad fue verificada diariamente. A los 71 días de vida, 100 conejos (20 animales de cada régimen, de ambos sexos) fueron sacrificados. El peso de la canal caliente y de la canal fría (24 horas a 4°C), así como el peso del hígado, de los riñones y del contenido graso fueron determinados según Blasco *et al.* (1996). Finalmente, el perfil de ácidos grasos fue determinado por cromatografía gaseosa en muestras ( $n = 20$ /dieta) del longissimus dorsi.

### Análisis estadísticos

El programa R (<https://cran.r-project.org/>) versión 4.3.1 fue utilizado en los análisis de los datos. Los datos de peso vivo fueron analizados utilizando un modelo mixto teniendo la dieta como efecto fijo y el animal anidado a la jaula como efecto aleatorio. Los datos de ingestión de pienso fueron analizados utilizando un modelo mixto teniendo la dieta como efecto fijo y la jaula como efecto aleatorio. Se utilizó un modelo binomial teniendo la dieta como efecto principal en el análisis de los datos de morbilidad y mortalidad y un modelo lineal (dieta como efecto principal) en el análisis de la canal y del perfil de ácidos grasos.

**Tabla 1.** Ingredientes y composición química de las dietas experimentales.

Ingredientes (g/kg)	Dietas experimentales*				
	PL-O	PL-E	CTL	HL-O	HL-E
Avena	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Cebada	103,0	115,0	121,0	116,0	112,0
Harina de girasol	129,0	130,0	132,0	181,0	187,5
Harina de soja	152,0	150,0	100,0	92,5	87,5
Alfalfa deshidratada	200,0	200,0	422,0	200,0	200,0
Paja de trigo	180,0	154,0	30,0	138,0	105,0
Pulpa de remolacha	40,0	40,0	30,0	30,0	50,0
Harina de linaza extrusionada (HL)	-	-	-	77,5	78,0
Piel de linaza (PL) y harina de trigo (70:30)	31,0	31,0	-	-	-
Fosfato monocalcico	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Sal (NaCl)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Suplemento Mineral y Vitamínico†	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Suplemento de Vitamina E y Selenio‡	-	15,0	-	-	15,0
<b>Composición Química (g/kg MS)</b>					
Materia seca (MS)	92,5	92,1	91,8	92,5	92,3
Energía (MJ/kg MS)	15,7	15,9	15,7	15,9	15,9
Proteína bruta	179,0	179,0	172,0	189,0	188,0
Fibra detergente neutro	339,0	317,0	322,0	342,0	309,0
Fibra detergente ácido	217,0	193,0	198,0	192,0	181,0
Lignina detergente ácido	54,0	48,0	69,0	49,0	48,0
Celulose	163,0	145,0	129,0	143,0	134,0
Lípidos totales	27,0	29,0	24,0	31,0	32,0
Ácidos grasos totales (g/kg MS)	14,3	14,3	12,2	15,9	16,2
C18:2 (n-6)	4,4	4,5	4,2	5,2	5,2
C18:3 (n-3)	2,5	2,1	0,9	2,4	2,4
n-6/ n-3 ratio	1,8	2,1	4,7	2,1	2,2

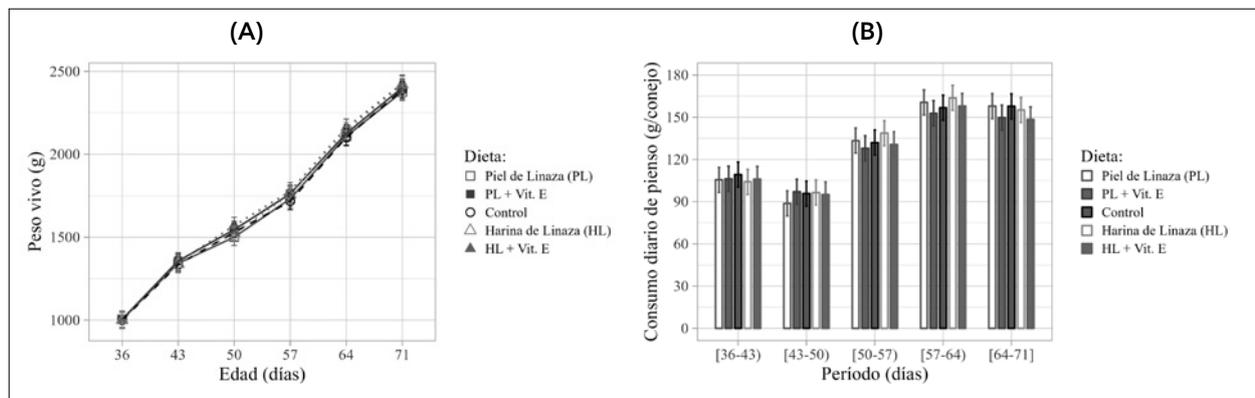
\*Dietas experimentales: piel del grano linaza (PL-O), piel del grano de linaza + vitamina E (PL-E), Control (CTL), harina de linaza (HL-O) y harina de linaza + vitamina E (HL-E).

†WISIUM SUPER 84 S. Vitaminas: A (3a672a), 1 600 000 UI/kg; D3 (3a671), 120 000 UI/kg; E (3a700) 1 000 UI/kg. Oligoelementos: Cooper (3b405), 2 200 mg/kg; Magnesio (3b502), 400 mg/kg; Zinc (3b603), 6 000 mg/kg; Iodo (3b201), 40 mg/kg; Selenio (3b801), 10 mg/kg.

‡WISIUM WIMIX VIT E SE 0.5-1 6. Vitaminas: E (3a700), 5 000 UI/kg. Oligoelementos: Selenio (3b801), 20 mg/kg; Selenio (3b802), 5 mg/kg. Conservantes: Acido cítrico (1a330), 380 mg/kg. Antioxidantes: BHT (E321), 1 500 mg/kg; Galato de propilo (E310), 375 mg/kg.

## Resultados y discusión

La utilización de PL y de la HL (con o sin suplemento adicional de vitamina E) no ha alterado el crecimiento de los animales respecto a la dieta control (**Figura 1A**). La ganancia media diaria entre 36 y 71 días de edad estuvo en el entorno de los 40 g/conejo/día (PL-O: 40,9; PL-E: 41,0; CTL: 40,0; HL-O: 39,6; HL-E: 40,3;  $P>0,20$ ). El consumo diario de pienso fue similar entre las dietas experimentales (**Figura 1B**). En el primer período, la ingestión de pienso fue de 106,3 g/conejo, bajando a 94,6 g/conejo en el segundo periodo. Esta reducción estuvo relacionada con la elevada tasa de morbilidad + mortalidad observada entre 41 y 53 días (44,5%; 88 conejos mórbidos y 90 muertos); sin diferencias entre las dietas (PL-O: 51,2%; PL-E: 42,5%; CTL: 42,5%; HL-O: 42,5%; HL-E: 43,8%;  $P=0,75$ ). Después del tratamiento antibiótico, el consumo de pienso alcanzó niveles normales en los periodos [57-64] y [64-71], llegando a 158,4 y 153,8 g/conejo, respectivamente. A lo largo del experimento, todos los casos de morbilidad y las muertes estuvieron relacionados a problemas digestivos.



**Figura 1.** (A) Peso vivo (g) y (B) consumo de pienso en función de la dieta.

Dal Bosco *et al.* (2004) tampoco observaron diferencias en el crecimiento, el consumo de pienso y en la mortalidad en conejos de engorde alimentados con una dieta conteniendo 80 g/kg de harina de linaza suplementada con vitamina E respecto a una dieta control de composición química similar (ej. proteína bruta, energía digestible y fibras). A pesar de la tasa de morbilidad y mortalidad haber sido elevada, no se puede atribuir una relación de causa entre la utilización de los productos derivados de la linaza y la aparición de los problemas digestivos observados. Según Palla y Gilani (2015), en preparaciones aisladas de yeyuno de conejo, el aceite de linaza produjo una inhibición dependiente de la dosis tanto de las contracciones espontáneas como de las inducidas por potasio en el yeyuno de conejo. Estos mismos autores observaron una ausencia de efecto espasmódicos de los mucílagos en el yeyuno de conejo.

No se observaron diferencias estadísticas en el peso de la canal caliente, del hígado y de los riñones entre las dietas experimentales (**Tabla 2**) a diferencia de Eiben *et al.* (2011) quienes observaron un aumento en el peso de la canal caliente y refrigerada en conejos alimentados con dietas ricas en aceite (de girasol y de linaza) suplementadas con vitamina E. Pero las diferencias observadas en estos parámetros pueden estar relacionadas con el contenido energético más elevado en las dietas conteniendo aceite respecto a la dieta control (10,6 vs 11,4 MJ/kg). El peso de la canal refrigerada de las dietas conteniendo PL y HL (con o sin vitamina E suplementar) fue similar a la dieta control. Además, el peso de la canal refrigerada de la dieta HL-E fue  $\approx 61$  g superior a la dieta PL-O. El peso de la grasa (escapular y perirrenal) de las canales de la dieta HL-O fue  $\approx 6,4$  g superior al peso graso de la dieta CTL; sin diferencias estadísticas entre las demás dietas.

Las dietas conteniendo PL y HL (con o sin vitamina E suplementar) tuvieron una proporción de ácidos grasos saturados (SFA total) más baja ( $\approx 1,5$  puntos porcentuales) y una proporción ácidos grasos poliinsaturados (PUFA total) superior ( $\approx 1,7$  puntos porcentuales) respecto a la dieta CTL. Sin embargo, la proporción de los ácidos grasos PUFA omega-6 fue superior en la dieta CTL respecto a las demás dietas ( $\approx 2,0$  puntos porcentuales), conteniendo estas un porcentual más elevado en ácidos grasos PUFA omega-3 ( $\approx 3,7$  puntos porcentuales); resultando en una proporción de omega-6/omega-3 superior en la dieta CTL respecto a las dietas conteniendo PL y HL ( $\approx 4,3$  unidades). Estos resultados corroboran las observaciones de Dal Bosco *et al.* (2004), quienes observaron patrones similares en los cambios del perfil de ácidos grasos en el músculo *longissimus dorsi* de conejos suplementados con harina de linaza y 200 mg/kg de vitamina E (valores superiores a los 80 mg/kg de vitamina E en las dietas con un suplemento adicional).

**Tabla 2.** Peso de la canal y perfil de los ácidos grasos (*Longissimus dorsi*) en función de la dieta.

Parámetros	Dietas experimentales*					P-valor (Contrastes)
	PL-O	PL-E	CTL	HL-O	HL-E	
Peso canal y órganos (g)						
Canal caliente	1470	1474	1477	1511	1519	$\geq 0,208$
Canal refrigerada (24h a 4°C)	1401 <sup>A</sup>	1402 <sup>AB</sup>	1408 <sup>AB</sup>	1442 <sup>AB</sup>	1463 <sup>B</sup>	$\geq 0,046$
Hígado	71,9	69,8	72,5	74,5	72,7	$\geq 0,907$
Riñones	16,2	15,3	15,9	15,9	15,9	$\geq 0,239$
Grasa (escapular y perirrenal)	19,5 <sup>AB</sup>	19,8 <sup>AB</sup>	17,7 <sup>A</sup>	24,1 <sup>B</sup>	22,4 <sup>AB</sup>	$\geq 0,003$
<b>Perfil de ácidos grasos (%)</b>						
SFA total ‡	35,4 <sup>AB</sup>	35,6 <sup>B</sup>	36,7 <sup>C</sup>	34,9 <sup>AB</sup>	34,8 <sup>A</sup>	$< 0,001$
MUFA total †	30,4	30,6	31,1	31,5	31,4	$\geq 0,067$
PUFA total ‡	33,0 <sup>B</sup>	33,0 <sup>B</sup>	31,5 <sup>A</sup>	33,7 <sup>B</sup>	33,3 <sup>B</sup>	$\leq 0,037$
Omega 6 (n-6)	25,5 <sup>A</sup>	25,5 <sup>A</sup>	27,7 <sup>B</sup>	25,8 <sup>A</sup>	25,8 <sup>A</sup>	$< 0,001$
Omega 3 (n-3)	7,53 <sup>B</sup>	7,17 <sup>B</sup>	3,54 <sup>A</sup>	7,09 <sup>B</sup>	7,12 <sup>B</sup>	$< 0,001$
Ratio n-6/n-3	3,46 <sup>A</sup>	3,62 <sup>A</sup>	7,91 <sup>B</sup>	3,63 <sup>A</sup>	3,62 <sup>A</sup>	$< 0,001$

\*Dietas experimentales: piel del grano linaza (PL-O), piel del grano de linaza + vitamina E (PL-E), Control (CTL), harina de linaza (HL-O) y harina de linaza + vitamina E (HL-E).

‡SFA total: suma de los ácidos grasos saturados (C10:0; C12:0; C14:0; C16:0; C18:0; C20:0; C22:0; C24:0) con los SFA de cadena ramificada (C15:0-iso; C15:0-anteiso; C17:0-iso; C17:0-anteiso) y los SFA de cadena impar (C15:0; C17:0; C21:0; C23:0).

†MUFA total: suma de los ácidos grasos monoinsaturados -cis (C14:1, C16:1n9-cis7, C16:1n7-cis7, C18:1n9-cis9, C18:1n7-cis11, C18:1-cis15, C20:1; C20:1n7-cis13, C22:1n11 y C24:1n15-cis9) y -trans (C18:1 -trans8-9; C18:1 -trans11) con los MUFA de cadena impar (C15:1n5 -cis10; C17:1n7 -cis10).

‡PUFA total: suma de los ácidos grasos poliinsaturados Omega 6 (C18:2n6c LA, C18:3n6 GLA, C20:2n6, C20:3n6, C20:4n6, C22:2n6, C18:2n6 -trans9-12; otros isómeros C18:2) y Omega 3 (C18:3n3 ALA; C20:3n3 -cis11,14,17; C20:5n3 EPA; C22:4n3 DPA; C22:6n3 DHA) con los ácidos linoleicos conjugados (CLA -cis9, -trans11; CLA -cis12, -trans10).

## Conclusiones

---

La mezcla piel de linaza con harina de trigo (70:30) y harina de linaza extrusionada rica en grasa son dos ingredientes de interés en nutrición de conejos de engorde. Su uso favorece la acumulación de ácidos grasos poliinsaturados tipo omega-3, aumentando la calidad de la canal sin afectar el crecimiento ni el riesgo sanitario (morbidez + mortalidad) durante el engorde.

## Agradecimientos

---

Agradecemos al personal de la granja experimental por el cuidado diario de los animales y a la Unión Europea (PRIMA Omega-Rabbit Project) por financiar el estudio.

## Bibliografía

---

- Bianchi M, Petracci M, Cavani C. 2010. The influence of linseed on rabbit meat quality. *World Rabbit Sci*, 17: 97-107.
- Blasco A, Ouhayoun J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Sci* 4: 93-99.
- Dal Bosco A, Castellini C, Bianchi L, Mugnai C. 2004. Effect of dietary  $\alpha$ -linolenic acid and vitamin E on the fatty acid composition, storage stability and sensory traits of rabbit meat. *Meat Sci* 66: 407-413.
- Eiben Cs, Végi B, Virág Gy, Gódor-Surmann K, Kustos K, Maró A, Odermatt M, Zsédely E, Tóth T, Schmidt J, Fébel H. 2011. Effect of level and source of vitamin E addition of a diet enriched with sunflower and linseed oils on growth and slaughter traits of rabbits. *Livest Sci* 139: 196-205.
- Rodríguez M, Carro MD, Valiente V, Formoso-Rafferty N, Rebollar P.G. 2017. Effects of dietary fish oil supplementation on performance, meat quality, and cecal fermentation of growing rabbits1. *J Anim Sci* 95: 3620-3630.
- Palla AH, Gilani A-H. 2015. Dual effectiveness of Flaxseed in constipation and diarrhea: possible mechanism. *J Ethnopharmacol* 169: 60-68.