

**Universidad Autónoma de Sinaloa**  
**Colegio en Ciencias Agropecuarias**  
**Maestría en Ciencias Agropecuarias**



**TESIS:**

Influencia de la adición de extracto de *Macleaya cordata* en la presencia de *Escherichia coli* en bovinos de engorda

**Que para obtener el grado de Maestra en Ciencias Agropecuarias**

**PRESENTA:**

Ing. Luis Esteban Soto Moreno

**DIRECTOR DE TESIS:**

Dr. Rubén Barajas Cruz

**ASESORES:**

Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho

Dr. Javier Alonso Romo Rubio

Dr. Leopoldo Raúl Flores Aguirre

Dr. Miguel Ángel Rodríguez Gaxiola

Culiacán, Sinaloa, Junio de 2020

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **LUIS ESTEBAN SOTO MORENO**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CONSEJO PARTICULAR**

DIRECTOR DE TESIS

---

DR. RUBÉN BARAJAS CRUZ

ASESOR

---

DRA. SOILA MARIBEL GAXIOLA CAMACHO

ASESOR

---

DR. JAVIER ALONSO ROMO RUBIO

ASESOR

---

DR. LEOPOLDO RAÚL FLORES AGUIRRE

ASESOR

---

DR. MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ GAXIOLA

CULIACÁN, SINALOA, JUNIO DE 2020



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA**  
**COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 20 de enero del año 2020, el que suscribe Luis Esteban Soto Moreno, alumno del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 33109842, de la Unidad Académica Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Rubén Barajas Cruz y de la Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho y cede los derechos del trabajo titulado “Influencia de la adición de extracto de *Macleaya cordata* en la presencia de *Escherichia coli* en bovinos de engorda”, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE



Luis Esteban Soto Moreno

CORREO ELECTRÓNICO: [este86ban@gmail.com](mailto:este86ban@gmail.com)  
CURP: SOML860716HSLTRS01

## **DEDICATORIA**

A mi esposa, Cynthia Ochoa Cárdenas, por estarme apoyando y alentando a seguir adelante y no rendirme hasta cumplir mi objetivo, gracias por ser mi pilar y por haberme dado todo tu amor y comprensión en las buenas y en las malas.

A mis padres, Luis Esteban Soto Angulo y María del Socorro Moreno Beltrán, a mi hermana, Ariadna Soto Moreno, por darme siempre un buen ejemplo, estar ahí para darme un consejo, gracias por darme la vida y mantenerme feliz durante las etapas que me tocó vivir con ustedes.

A mi director de tesis, Rubén Barajas Cruz, por haberme mostrado un área nueva de conocimiento e instruirme de manera correcta en ella, gracias por darme su confianza y apoyarme durante mis estudios.

A Dios, por darme la fortuna de poner a todas estas personas en mi vida, las cuales me han ayudado a convertirme en la persona que soy.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis maestros, por su valiosa dedicación y por compartir conmigo todos sus conocimientos y motivarme a seguir estudiando.

A todos mis compañeros, amigos, familiares y a todas las personas que han estado conmigo a lo largo de todos estos años y me han brindado su apoyo incondicional y de manera personal este tiempo que fue muy importante para mí.

A mis compañeros y amigos Xitlalic Murillo, Teresa Heras, Diego Jiménez, Melissa Corona Palazuelos y a mi director de Tesis el Dr, Rubén Barajas, con los que compartí dos años de esta etapa, por sus consejos y apoyo durante todo el trabajo de Maestría.

A todas las personas que me ayudaron y estuvieron siempre a mi lado para lograr la culminación de mis estudios de Maestría en Ciencias Agropecuarias

Al equipo de trabajo de los Laboratorios de Parasitología y de Investigación en Nutrición y Producción Animal, por la ayuda y el apoyo brindado para realizar mi trabajo de tesis.

A la Universidad Autónoma de Sinaloa y al Colegio de Ciencias Agropecuarias, por toda la ayuda brindada para mi superación académica. Por siempre creer en mí abriéndome las puertas y nunca cerrándome las oportunidades que se me presentaban y por impulsarme a ser mejor persona y profesionalista cada día.

A La Ganadera Los Migueles, por brindarme su apoyo y realizar parte de mis experimentos en su unidad experimental.

## CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	i
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	
II. ANTECEDENTES.....	
2.1. <i>Escherichia Coli</i> .....	
2.2. Medios de transmisión.....	
2.3. Alternativas antimicrobianas.....	
2.4. <i>Macleaya cordata</i> .....	
III. HIPÓTESIS.....	
IV. OBJETIVO.....	
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	
VII. CONCLUSIÓN.....	
VIII. LITERATURA CITADA.....	

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
<b>Cuadro 1.</b>	Composición de la dieta ofrecida a los animales utilizados en el Experimento.	
<b>Cuadro 2.</b>	Presencia de <i>Escherichia coli</i> UFC/g de heces de materia seca.	
<b>Cuadro 3.</b>	Efecto de la adición de extracto de <i>Macleaya cordata</i> como Sangrovit en la presencia de <i>Escherichia coli</i> en heces de bovinos de engorda.	
<b>Figura 1.</b>	Representación gráfica del comportamiento de la cantidad de <i>E. coli</i> excretada en heces en respuesta a los niveles de Sangrovit adicionados a la dieta.	

## RESUMEN

Influencia de la adición de extracto de *Macleaya cordata* en la presencia de *Escherichia coli* en bovinos de engorda

Luis Esteban Soto Moreno

Se utilizaron 30 toretes recién llegados al corral de engorda ( $225 \pm 20$  kg) para evaluar el efecto de la adición de extracto de *Macleaya cordata* en la presencia de *Escherichia coli* en bovinos de engorda. En grupos de cinco, los becerros se alojaron de manera aleatoria en seis corrales (6 x 12 m) y se alimentaron con una dieta 70% forraje: 30% concentrado (15.2% de PC, 1.35 Mcal de EN de mantenimiento) elaborada a base de ensilado de maíz. Se adaptaron durante 21 días al orden social, nuevo entorno y se estabilizó su consumo. Transcurrido el periodo de adaptación, de acuerdo a un diseño completamente al azar se asignaron 10 becerros (2 corrales) a uno de tres tratamientos: 1) Dieta de recepción sin extracto de *Macleaya cordata* (Testigo); 2) Testigo + 10 g diarios de extracto de *Macleaya cordata*/animal (S10) y 3) Testigo + 20 g diarios de extracto de *Macleaya cordata*/animal (S20). Se tomaron muestras de heces individuales el día 21 del experimento y después de transcurridos 28 días recibiendo los tratamientos, alícuotas de heces fueron sembradas en un medio selectivo e incubadas durante 24 h y se contabilizó el número de unidades formadoras de colonias (UFC). La ganancia de peso tendió a incrementar linealmente ( $P = 0.08$ ) a como se aumentó la cantidad de extracto de *M. cordata* en la dieta. La cantidad de UFC de *E. coli* en las heces disminuyó de manera lineal ( $P < 0.01$ ) a medida que se incrementó la cantidad de extracto de *M. cordata* adicionado a la dieta. Se concluye que la adición del extracto de *M. cordata* en la dieta contribuye a disminuir la cantidad de *E. coli* excretada por los bovinos en engorda y puede favorecer a una mejor ganancia de peso.

**Palabras clave:** bovinos, *Escherichia coli*, heces, *Macleaya cordata*.



## ABSTRACT

Influence *Macleaya cordata* extract on the *Escherichia coli* presence in the feedlot cattle

Luis Esteban Soto Moreno

30 newcomer feedlot steers ( $225 \pm 20$  kg) were used to evaluate the effect of adding *Macleaya cordata* extract in the presence of *Escherichia coli* in feedlot cattle. The steers were housed randomly in groups of 5 using 6 pens (6 x 12 m) and fed 70% forage:30% concentrate (15.2% CP, 1.35 Mcal of maintenance NE) produced from corn silage. They were given 21 days to establish the social order, new environment adaptation and consumption stabilization. After the adaptation period, according to a completely randomized design 10 calves (2 pens) were assigned to one of three treatments: 1) Reception diet without *Macleaya cordata* extracts (Control); 2) Control + 10 g *Macleaya cordata* extract/animal (S10) and 3) Control + 20 g *Macleaya cordata* extract/animal (S20) on a daily basis. On the 21<sup>st</sup> day of the experiment individual fecal samples were taken and 28 days later after receiving the treatments, feces aliquots were plated on selective medium and incubated for 24 h and the number of colonies forming units (CFU) were counted. Weight gain tended to increase linearly ( $P = 0.08$ ) as the amount of *M. cordata* extract was increased in the diet. The number of CFU of *E. coli* in feces decreased linearly ( $P < 0.01$ ) as the amount of *M. cordata* extract was increased in the diet. It is concluded that the addition of *M. cordata* extract in the diet helps to reduce the amount of *E. coli* excreted by feedlot cattle and may favor a better weight gain.

**Key words:** cattle, *Escherichia coli*, feces, *Macleaya cordata*.

## I. INTRODUCCIÓN

La *Escherichia coli* es una bacteria pobladora regular del tracto digestivo de bovinos. Esta bacteria es potencialmente patógena para los humanos cuando es ingerida en alimentos o agua contaminados con ella (Callaway, 2004). Aunque la infección por *E. coli* puede llegar a ser asintomática, es mucho más frecuente que curse con una serie de síntomas entre los que se incluyen diarrea sin sangre, diarrea con sangre, síndrome hemolítico urémico y trombótica púrpura trombocitopénica (Cray, 1995; Depenbusch, 2008). Los bovinos son los principales vectores de *E. coli* y la presencia de ella se utiliza como indicador de contaminación fecal de agua y alimentos (LeJeune, 2006). En los últimos años, los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos se han incrementado y estos se asocian con el consumo de verduras y frutas frescas contaminadas con bacterias patógenas para los humanos (Semenov, 2009).

Ante la tendencia mundial de reducir el uso de antibióticos en los animales destinados a la producción de alimentos (Juskiewicz, 2011), cobra interés la exploración de fuentes alternas como los aditivos fitogenéticos con actividad antimicrobiana (Windisch et al., 2007). Entre las opciones, se encuentra los preparados a partir de *Macleaya cordata* una planta de la familia de las Papaveráceas que contiene entre otros alcaloides a sanguinarina y cheleritrina, los preparados de *M. cordata* han inhibido *In vitro* el crecimiento de *Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas lachrymans* y *Xanthomonas vesicatoria*; y *in vivo* disminuyen la actividad de las bacterias relacionadas con la periodontitis en humanos (Liu, 2009; Chytilová, 2012); adicionalmente, la inclusión de preparados de *M. cordata* disminuye la actividad de la  $\beta$ -glucuronidasa y la  $\beta$ -glucosidasa de las bacteria que habitan en el ciego de los pollos de engorda (Juskiewicz, 2013); por lo que se plantea la hipótesis que la adición de extracto de *Macleaya cordata* a la dieta puede contribuir a disminuir la presencia de *Escherichia coli* excretada en las heces de bovinos en engorda. Este trabajo, se condujo con el objetivo de determinar la influencia de la adición de extracto de *Macleaya cordata* a la dieta en la presencia de *Escherichia coli* excretada en las heces de bovinos en engorda.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. *Escherichia coli*

El estiércol, la orina y otras excretas del ganado pueden ser la causa de algunos patógenos que pueden infectar y contaminar la comida que consumimos; un ejemplo de estos es la *Escherichia coli*, la cual puede sobrevivir en estas excretas por largo tiempo y pueden migrar del suelo al agua y viceversa (Zhao *et al.*, 1995). También se ha descubierto que la *E. coli* puede transmitirse vía aérea de las excretas del ganado a las verduras a campo abierto por medio del aire (Berry, 2015). Un gran número de enfermedades producidas por el consumo de alimentos se han atribuido a la *E. coli*, la cual se hallan normalmente en las excretas del ganado (Weinberg *et al.*, 2010).

La Comisión de las Comunidades Europeas ha identificado bacterias que son de particular preocupación para la salud animal y humana. Incluido en su lista están: *Salmonella* spp., *E. coli*, entre otras (Pell, 1997). Las heces de las vacas contaminadas pueden contener de  $10^2$  a  $10^7$  unidades formadoras de colonias (CFU) de células de *Salmonella* por  $g^{-1}$  de heces (Hancock, 1997). El ganado contaminado con *E. coli* O157:H7 (especialmente becerros) puede excretar niveles que oscilan de  $10^2$  a  $10^5$  CFU/ $g^{-1}$  (Himathongkham, 1999).

### 2.2. Medios de transmisión

A pesar de las mejoras modernas en la higiene para el sacrificio de animales y las técnicas de producción de alimentos, el tema de la seguridad alimentaria es una cuestión cada vez más importante de salud pública (WHO, 2002a). Se ha estimado que hasta el 30% de las personas en los países industrializados sufren de una enfermedad transmitida por los alimentos cada año y en el 2000 por lo menos dos millones de personas murieron a causa de enfermedades diarreicas en todo el mundo (WHO, 2002b). Por tanto, existe todavía la necesidad de nuevos métodos para reducir o eliminar los patógenos transmitidos por alimentos (Burt, 2004).

Enormes cantidades de estiércol de ganado lechero se producen continuamente alrededor de todo el mundo; se ha estimado que más de 100 millones de kilogramos de estiércol se producen diariamente en los Estados Unidos, y este se utiliza como

fertilizante para las tierras en el campo (Arthurs *et al.*, 2001). El estiércol puede ser tratado químicamente para matar los coliformes que contiene, pero estos métodos son caros y dañan al medio ambiente; además las temperaturas producidas anaerobiamente en las tratadoras de agua algunas veces son demasiado bajas como para matar a los patógenos (Arthurs *et al.*, 2001).

El estiércol de ganado se acumula en grandes cantidades en las zonas rurales y puede llegar a contaminar el suelo e incluso las aguas subterráneas (Weinberg *et al.*, 2010).

La sociedad occidental parece estar experimentando una tendencia hacia el consumo sustentable, con el deseo de usar menos aditivos sintéticos y productos con un menor impacto sobre el medio ambiente (Burt, 2004).

### **2.3. Alternativas antimicrobianas**

Es necesario buscar un control para algunos de los contaminantes relacionados con las heces de bovinos; el cual es el caso de los aceites esenciales, los cuales son sustancias olorosas volátiles contenidas en los vegetales (Torres, 2004). Su volatilidad les diferencia de los aceites fijos que producen los lípidos (Lizcano, 2008). Muchos productos a base de hierbas (hierbas y aceites esenciales) son utilizados actualmente en la Unión Europea y en otros lugares por la industria de la alimentación como aditivos (European Parliament and Council, 2003).

Los aceites esenciales (también llamados volátiles o aceites etéreos) son líquidos aceitosos aromáticos obtenidos de material vegetal de flores, brotes, semillas, hojas, ramas, cortezas, hierbas, madera, frutos y raíces (Guenther, 1948). Estos pueden ser obtenidos por expresión, fermentación, enflorado o extracción, pero el método de destilación es más comúnmente utilizado para fines comerciales en la producción de aceites esenciales (Van de Braak y Leijten, 1999). El término se cree que deriva del nombre acuñado en el siglo XVI por el reformador suizo de la medicina, Paracelsus von Hohenheim, él nombró el componente como una *Quinta essentia* (Guenther, 1948). Se estima que se conocen alrededor de 3,000 Aceites Esenciales, de los cuales unos 300 son de importancia comercial destinada principalmente para el mercado de saborizantes y fragancias (Van de Braak y Leijten, 1999). Ha sido durante mucho tiempo conocido que algunos Aceites Esenciales tienen propiedades antimicrobianas y

estos ya han sido revisado en el pasado al igual que las propiedades antimicrobianas que poseen, pero la mejora relativamente reciente de interés en el consumo sustentable ha dado lugar a una renovación del interés científico en estas sustancias (Tuley de Silva, 1996). Además de las propiedades antibacterianas, los Aceites Esenciales o sus componentes han mostrado propiedad antiviral, antimicótica, antitóxica, antiparasitaria e insecticida estas características están posiblemente relacionadas con la función de estos compuestos en las plantas (Burt, 2004).

Sin embargo, varias publicaciones indican que ciertos aceites esenciales pueden tener efectos beneficiosos sobre el rendimiento de los animales y el estado de salud, además de sus características sensoriales (Wenk, 2003). Estos efectos beneficiosos son: antimicrobiano, estimulación de las secreciones digestivas, coccidiostático, antihelmíntico, actividad antiinflamatoria y propiedades antioxidantes (Maenner, 2011). El uso de varios aceites esenciales *in vivo* e *in vitro* en aves indica que tienen acción antibacteriana, actuando mayormente sobre *Escherichia coli*, *Salmonella indiana*, *Listeria innocua* (Mathlouthi, 2011). Se ha demostrado que en humanos los aceites esenciales actúan deteniendo o retrasando la proliferación bacteriana (Bascones *et al.*, 2006).

#### **2.4. *Macleaya cordata***

Es una planta de la familia de las Papaveráceas, nativa de China y Japón, tiene hojas de color verde oliva o gris de 25 cm de largo, tallos altos con plumas aireadas de pétalos, las flores son tubulares, de color blanquecino o crema; se sabe que tiene efecto antimicrobiano y antiinflamatorio tanto en seres humanos como en animales de granja (Newton, 2002).

El extracto vegetal compuesto por *Macleaya cordata*; se sabe que tiene efecto antimicrobiano y antiinflamatorio tanto en seres humanos como en animales de granja (Newton *et al.*, 2002; Jankowski *et al.*, 2009). *Macleaya cordata* es un aditivo efectivo en la dieta de puercos, bovinos, aves e incluso peces (Rawling *et al.*, 2009). El alcaloide de la *Macleaya cordata* no es metabolizado en benzo[j.k]acridina la cual es potencialmente dañina, esta pasa a lo largo del intestino delgado y solo se llega a absorber alrededor del 2% (Zdarilova *et al.*, 2008).

La *Macleaya cordata* es un potente inhibidor de la enzima descarboxilasa, también reduce la pérdida de triptófano y fenilalanina; por lo tanto, más aminoácidos quedan disponibles para el animal y hay un mejor balance de proteínas (Juskiewicz, 2013).

*Macleaya cordata* reduce la presencia de *Salmonella* en heces de pollos (Pickler *et al.*, 2013). Otros efectos que se han encontrado son la mejora de conversión en pollos (Vieira, 2008), estimulación de la fagocitosis y la actividad lisosomática en cerdos (Gudev, 2004).

*Macleaya cordata* tiene actividad antibacteriana, ya que inhibe el crecimiento *in vitro* de algunas bacterias, tales como *Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas lachrymans* y *Xanthomonas vesicatoria* (Liu, 2009). En los seres humanos también se demostró que este extracto tiene ese efecto, ya que inhibió parcialmente la periodontitis, la cual es una inflamación alrededor de un diente causada por bacterias (Chytilová, 2012). En un estudio realizado con pollos suplementados con extracto de *Macleaya cordata* se encontró que este bajaba la actividad  $\beta$ -glucuronidasa y  $\beta$ -glucosidasa bacterianas en el ciego de estos pollos (Juskiewicz, 2013).

### III. HIPÓTESIS

La adición de extracto de *Macleaya cordata* a la dieta disminuye la presencia de *Escherichia coli* excretada en las heces de bovinos en engorda.

#### **IV. OBJETIVO**

Determinar la influencia de la adición de extracto de *Macleaya cordata* a la dieta en la presencia de *Escherichia coli* excretada en las heces de bovinos en engorda.



## V. MATERIAL Y MÉTODOS

La fase de campo se desarrolló en la Unidad Experimental para bovinos en Engorda Intensiva en Trópico Seco de la FMVZ-UAS que se encuentra en el interior de las instalaciones de Ganadera Los Migueles S .A. de C. V., en Culiacán, Sinaloa, con la siguiente localización geográfica: 24°51' de latitud Norte, 107°26' de longitud Oeste, 57msnm, temperatura media anual de 24.8 °C; máxima extrema 44.5 °C y mínima extrema de 1.5 °C, precipitación pluvial media anual de 665.6 mm, predominando el clima tropical seco (INEGI, 2000). La fase de laboratorio se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Nutrición y Producción Animal; y en el Laboratorio de Parasitología de la FMVZ-UAS, en Culiacán, Sinaloa.

Todos los animales que se utilizaron en este experimento fueron tratados de acuerdo con las recomendaciones de la *Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching* (Consortium, 1988). Se utilizaron 30 toretes recién llegados de 225 ± 20 kg; los bovinos se identificaron con arete de plástico numerado, se les colocó un implante anabólico en el tercio medio de la oreja (Component TES; Elanco Animal Health), se inmunizaron contra *Clostridia* (Ultrabac 7; Pfizer) y contra *Mannheimia haemolytica* (OneShot; Pfizer) y se aplicaron vitaminas A, D y E (Vitafluid; Virbac), se acomodaron en grupos de 5 alojados en 6 corrales (6 x 12 m); se les dio alimento a libre acceso en una dieta para su recepción la cual consta de 70% forraje y 30% concentrado (15.2% de PC, 1.35 Mcal de EN<sub>m</sub>), a base de ensilado de maíz (Cuadro 1). A los animales se les dio un periodo de adaptación de 21 días para que se estableciera el orden social, se adaptaran a su nuevo entorno y se estabilizara su consumo.

Una vez estabilizado el consumo, el día 20 después del arribo de los animales (día 0) se tomaron muestras de heces individuales; las heces se colocaron inmediatamente en bolsas de plástico, cerradas e identificadas, las mismas que se transportaron de inmediato al Laboratorio de Investigación en Nutrición y Producción Animal de la FMVZ-UAS; las muestras de heces fueron divididas en 2 sub-muestras por animal, la primera se destinó a la determinación del contenido de materia seca, la cual se obtuvo

introduciendo muestras por duplicado de las en heces en una estufa de aire forzado a 110 °C durante 24 h.

**Cuadro 1.** Composición de la dieta ofrecida a los animales utilizados en el Experimento

Ingredientes	Proporción en la materia seca de la dieta, %
Ensilado de maíz	46.10
Rastrojo de Maíz	25.33
Pasta de soya	16.28
Melaza de caña	8.29
Ganamin Total Sinaloa	2.61
Ganbuffer	1.38
Total	100%
Análisis calculado (en base seca) <sup>1</sup>	
Proteína cruda, %	15.21
Energía neta de mantenimiento, Mcal/kg	1.358
Energía neta de ganancia, Mcal/kg	0.793

<sup>1</sup> Valores calculados con base a valores publicados (NRC, 2000)

Las otras sub-muestras fueron conducidas al Laboratorio de Parasitología de la FMVZ-UAS en donde se procesaron para cuantificar la presencia de unidades formadoras de colonias de *Escherichia coli*: se pesó 1 g de cada muestra en tubos de ensayo a los que se les agregó 9 mL de buffer de fosfato, se homogenizaron y se diluyeron a la  $1 \times 10^{-3}$ ; posteriormente se sembraron en cajas de Petri en un medio de cultivo selectivo para *E. coli*: CHROMagar® ECC (CHROMagar; París, Francia), las cajas de Petri se colocaron de forma invertida en una incubadora a 39 °C por 24 h; transcurrido el tiempo de incubación se realizó el conteo y se obtuvieron los resultados, los cuales se

transformaron a  $\log^{10}$  (Maenner, 2011). Después se hizo el cálculo para obtener el total de UFC/g de heces mediante la siguiente fórmula:

$$\text{UFC/g de heces} = \frac{(\text{promedio de colonias contables}) (\text{peso de muestras})}{(\text{Dilución usada}) (\text{Porción de la dilución extendida})}$$

Los resultados del conteo de UFC de *E. coli* en las muestras frescas de heces, fueron ajustadas por el contenido de materia seca de las heces determinado previamente y los resultados se expresaron en UFC de *E. coli* / g de materia seca de heces de bovino. Los animales se pesaron individualmente y este peso se consideró como el peso inicial (peso día 1). Los animales de acuerdo con un diseño completamente aleatorizado (Hicks, 1973), se asignaron a uno de tres tratamientos: 1) Dieta de recepción sin extracto de *Macleaya cordata* (Testigo), 2) Testigo + 10g diarios de extracto de *Macleaya cordata*/animal (S10) y 3) Testigo + 20g diarios de extracto de *Macleaya cordata*/animal (S20). El extracto de *Macleaya cordata* fue proporcionado en forma de Sangrovit-RS® (Phytobiotics; Eltville, Alemania). En los animales asignados a consumir los tratamientos con *M. cordata*, la cantidad de Sangrovit® equivalente a la dosis por corral (cinco animales) se dispersó en 1 kg de maíz molido, esta mezcla fue adicionada en la parte superior del comedero inmediatamente después de que se sirvió el alimento, se mezcló manualmente con el alimento contenido en el tercio superior del comedero (Top dress), en los corrales destinados al grupo control, se adicionó al comedero 1 kg de maíz molido y se mezcló en la forma detallada previamente. Después de 28 días de haber estado consumiendo los tratamientos, los toretes fueron pesados nuevamente (peso final) y se tomaron muestras de heces de cada uno de los animales de acuerdo al procedimiento descrito anteriormente. La ganancia de peso se calculó como la diferencia de peso inicial y final, dividido entre los 28 días que duró el periodo.

Previo al análisis, los resultados de UFC/g de heces BS fueron transformados a  $\log^{10}$  de  $X + 150000$  para normalizar los datos ( $P > 0.05$ ); posteriormente fueron sometidos a un Análisis de Varianza para un diseño completamente al Azar (Hicks, 1973). La comparación en el comportamiento lineal o cuadrático de la cantidad de *E. coli* en heces se exploró con el uso de polinomios ortogonales y de manera adicional se valoró

la influencia de la adición o no de Sangrovit en la dieta con una comparación de contrastes ortogonales (Hicks, 1973), el contraste fue: 0 vs. S10 + S20. Debido a que los polinomios y el contraste indicaron diferencia en los resultados del día 0 ( $P < 0.01$ ), se valoró su probable influencia en los resultados del día 28 con un análisis de covarianza (Hicks, 1973), en el que los valores del día 0 se utilizaron como la co-variable asociada. Todos los cálculos estadísticos se desarrollaron con la versión 9 del paquete computacional Statistix® (2007). Estableciendo como diferencia significativa  $P \leq 0.05$ .

Modelo matemático diseño completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y$  = La variable de respuesta

$\mu$  = El promedio general

$T_i$  = El efecto del tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = El error experimental

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2; se presentan los resultados de la Presencia de *Escherichia coli* UFC/g de heces en base a materia seca, antes de ser transformados, no se muestra evidencia de análisis estadístico dado que no fueron analizados por no cumplir con el criterio de distribución normal ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 2.** Presencia de *Escherichia coli* UFC/g de heces en base a materia seca<sup>1</sup>

Variable	Sangrovit® g/día			SEM <sup>2</sup>
	0	10	20	
Día 0	7.32 x 10 <sup>5</sup>	5.22 x 10 <sup>5</sup>	1.51 x 10 <sup>5</sup>	0.971 x 10 <sup>5</sup>
Día 28	4.44 x 10 <sup>5</sup>	2.85 x 10 <sup>5</sup>	0.84 x 10 <sup>5</sup>	0.787 x 10 <sup>5</sup>
Día 28 Ajustado <sup>3</sup>	4.31 x 10 <sup>5</sup>	2.82 x 10 <sup>5</sup>	1.02 x 10 <sup>5</sup>	0.898 x 10 <sup>5</sup>

<sup>1</sup> UFC = unidades formadoras de colonias; los valores no mostraron una distribución normal ( $P < 0.05$ ), por lo tanto, los resultados del análisis no son confiables, solo se presentan de manera informativa.

<sup>2</sup> Error estándar de la media.

<sup>3</sup> Los valores de las medias de mínimos cuadrados fueron ajustados por un análisis de covarianza; Día 0 UFC/g fue utilizado como co-variable asociada; sin embargo no afectó significativamente a Día 28 UFC/g ( $P = 0.75$ )

Los resultados del efecto de la adición de extracto de *Macleaya cordata* como Sangrovit en la presencia de *Escherichia coli* en heces de bovinos de engorda se presentan en el Cuadro 3, los mismos resultados se presentan de manera gráfica en la Figura 1. En tanto que el Efecto de la adición de extracto de *Macleaya cordata* como Sangrovit en la ganancia de peso en bovinos de engorda se presenta en el Cuadro 4. La cantidad de *E. coli* en las heces disminuyó de manera lineal ( $P < 0.01$ ) a medida que se incrementó la cantidad de Sangrovit adicionado, lo que indica que la actividad antibacteriana atribuida al extracto de *M. cordata* (Liu, 2009) se manifestó disminuyendo la presencia de *E. coli*, este resultado explica de alguna manera la tendencia lineal ( $P = 0.08$ ) a incrementar la ganancia de peso de los animales a medida que se aumentó la cantidad de extracto de *M. cordata* que recibieron.

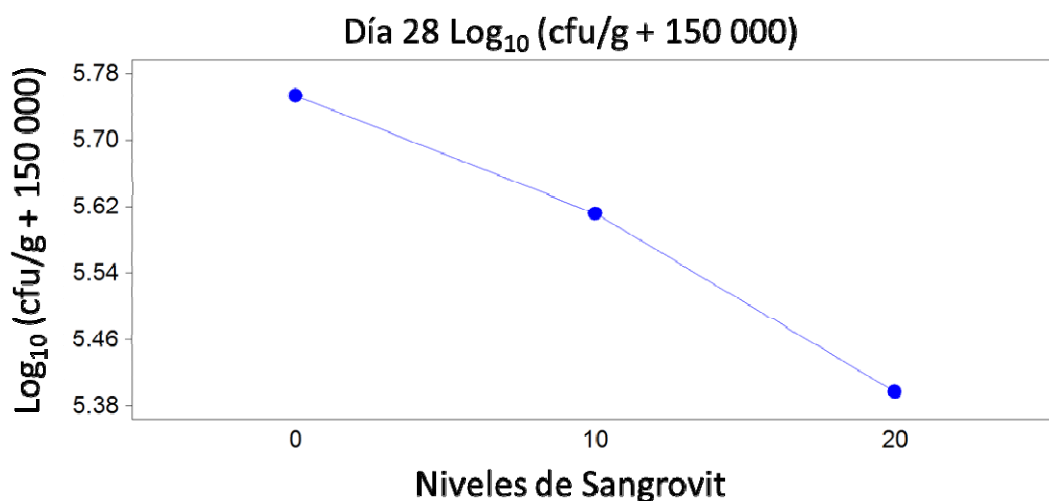
**Cuadro 3.** Efecto de la adición de extracto de *Macleaya cordata* como Sangrovit en la presencia de *Escherichia coli* en heces de bovinos de engorda<sup>1</sup>

Variable	Sangrovit g/día			SEM <sup>2</sup>	Contrastes	Polinomios	
	0	10	20			0 vs. 10+20	Lineal
Día 0	5.940	5.790	5.470	0.066	< 0.01	< 0.01	0.31
Día 28	5.754	5.612	5.397	0.067	< 0.01	< 0.01	0.67
Día 28 Ajustado <sup>3</sup>	5.752	5.611	5.340	0.079	0.03	0.02	0.67

<sup>1</sup> Los valores originales de *E. coli* cfu/g de heces de materia seca, se transformaron a Log<sub>10</sub> (UFC/g + 150 000) para ser normalizados ( $P > 0.05$ ).

<sup>2</sup> Error estándar de la media.

<sup>3</sup> Los valores de las medias de mínimos cuadrados fueron ajustados por un análisis de covarianza; Día 0 Log<sub>10</sub> (UFC/g + 150 000) fue utilizado como co-variable asociada; sin embargo no influyó significativamente a Día 28 Log<sub>10</sub> (UFC/g + 150 000) ( $P = 0.96$ ).



**Figura 1.** Representación gráfica del comportamiento de la cantidad de *E. coli* excretada en heces en respuesta a los niveles de Sangrovit adicionados a la dieta.

No se encontró en la literatura investigaciones en bovinos relacionadas con la adición de *M. cordata* y la respuesta productiva, sin embargo, estos resultados coinciden con el aumento en la ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos en engorda que fueron suplementados con *M. cordata* (Vieira, 2008).

Cuadro 4. Efecto de la adición de extracto de *Macleaya cordata* como Sangrovit en la ganancia de peso en bovinos de engorda.

Variable	Sangrovit g/día			SEM <sup>1</sup>	Contrastes	Polinomios	
	0	10	20			0 vs. 10+20	Lineal
Peso inicial, kg	229.60	240.00	230.44	3.480	0.20	0.87	0.03
Peso final, kg	263.90	279.90	272.78	4.160	0.03	0.15	0.04
Peso final Ajustado, kg <sup>2</sup>	267.10	274.45	275.25	3.245	0.06	0.08	0.44
Ganancia diaria, kg/día	1.225	1.425	1.512	0.109	0.08	0.08	0.68
Ganancia diaria Ajustada, kg/día <sup>3</sup>	1.202	1.464	1.494	0.116	0.06	0.08	0.44

<sup>1</sup> Error estándar de la media.

<sup>2</sup> Valores de las medias de mínimos cuadrados ajustados por análisis de co-varianza, utilizando el peso inicial como co-variable asociada ( $P < 0.01$ ).

<sup>3</sup> Valores de las medias de mínimos cuadrados ajustados por análisis de co-varianza, utilizando el peso inicial como co-variable asociada, no hubo significancia ( $P = 0.34$ ).

## VII. CONCLUSIÓN

Los resultados del presente experimento sugieren que el extracto de *M. cordata* contribuye a disminuir la cantidad de *E. coli* excretada por los bovinos en engorda y puede favorecer a una mejor ganancia de peso.



## VIII. LITERATURA CITADA

- Arthurs, C. E., G. N. Jarvis, and J. B. Russell, 2001. The effect of various carbonate sources on the survival of *Escherichia coli* in dairy cattle manure. *Curr. Microbiol.* 43:220–224.
- Bascones, A. y Morante, S. 2006. Antisépticos orales. Revisión de la literatura y perspectiva actual. *Avances en Periodoncia*, 31: 31-59.
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94:223– 253.
- Callaway, T. R., Anderson, R. C., Endrington, T. S., Genovese, K. J., Bischoff, K. M., Poole, T. L., Jung, Y. S., Harvey, R. B. and Nisbet, D. J. 2004. What are we doing about *Escherichia coli* O157:H7 in cattle? *J. Anim. Sci.* 82:E93-E99.
- Chytilová, K., Galandáková, A., Pazdera, J., Rajnochová Svobodová, A., Simánek, V. 2012. Effect of *Macleaya Cordata (Willd )R.Br.* Extract on Expression of Inflammatory Markers and Oxidative Stress in Gingival Fibroblasts. *Ceská Stomatologie Roc.* 2:47-56.
- Consortium. 1988. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. Consortium for Developing a Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. Champaign, IL.
- Cray, W. C. and Moon, H. W., 1995. Experimental infection of calves and adult cattle with *Escherichia coli* O157:H7. *Appl. Environ. Microbiol.* 61:1586.
- Depenbusch, B. E., Nagaraja, T.G., Sargeant, J. M., Drouillard, J. S., Loe, E. R., and Corrigan, M. E. 2008. Influence of processed grains on fecal pH, starch concentration, and shedding of *Escherichia coli* O157 in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 86:632-639.
- European Parliament and Council. 2003. Regulation (EC) No. 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Off. J. Eur. Union L*, 268:29–43.
- Gudev, D., Popova-Ralcheva, S., Moneva, P., Bonovska, M., Valchev, G., Valcheva. A. 2004. Effect of supplemental Sangrovit on some biochemical indices and leukocytes phagocytic activity in growing pigs. *Archiva Zootechnica*, 7:19-26.
- Guenther, E., 1948. *The Essential Oils*. D. Van Nostrand, New York.

- Hancock, D.D., Rice, D.H., Herriott, D.E., Besser, T.E., Ebel, E.D. and Carpenter, L.V. 1997. Effect of farm manure-handling practices on *Escherichia coli* O157H7 prevalence in cattle. *J. Food Prot.* 60:363-366.
- Hicks, C.R. 1973. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Himathongkham, S., Bahari, S., Riemann, H. and Cliver, D. 1999. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* in cow manure and cow manure slurry. *Federation of European Microbiological Societies (FEMS) Microbiology Letters* 178:251-257.
- INEGI, 2000. *Anuario Estadístico del Estado de Sinaloa*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. Aguascalientes, Ags. México.
- Jankowski, J.; Zdun´czyk, Z.; Jus´kiewicz, J.; Kozłowski, K.; Lecewicz, A.; Jeroch, H., 2009: Gastrointestinal tract and metabolic response of broilers to diets with the *Macleaya cordata* alkaloid extract. *Archiv fur Geflugelkunde*, 73:95–101.
- Juskiewicz, J., Gruzauskas, R., Zdunczyk, Z., Semaskaite, A., Jankowski, J., Totilas, Z., Jarule, V., Sasyte, V., Zdunczyk, P., Raceviciute-Stupeliene, A. and Svirnickas, G. 2011. Effects of dietary addition of *Macleaya cordata* alkaloid extract on growth performance, caecal indices and breast meat fatty acids profile in male broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 95:171–178.
- Juskiewicz, J., Zdunczyk, Z., Gruzauskas, R., Dauksiené, A., Raceviciute-Stupeliené, A. and Totilas, Z. 2013. Comparative effects of dietary phytobiotic (*Macleaya cordata* alkaloid extract) and probiotic (*Pedococcus acidilactima* 18/5 m) preparations as single supplements or in combination on fermentative processes in the broiler chickens caeca. *Veterinarija Ir Zqqttechnika (Vet MedZoot)*. 62:1392-2130.
- LeJeune, J. T. and Wetzel, A. N., 2006. Preharvest control of *Escherichia coli* O157 in cattle. *J. Anim. Sci.* 85:E73-E80.
- Liu, H., Tan, M., Zhou L., Yang, H., Ma, Z. and Wang, J. 2009. Inhibitory Activity of the Extracts of *Macleaya cordata*, *Reynoutria japonica* and *Scutellaria baicalensis* on Plant Pathogens. *Nat Prod Res Dev* 21;403-419.
- Lizcano, R. A., y Vergara, G. J. 2008. Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y/o aceites esenciales de las especies vegetales *Valeriana pilosa*, *Hesperomeles ferruginea*, *Myrcianthes rhopaloides* y *Passiflora manicata*.

Frente a microorganismo patógenos y fitopatógenos. Pontificia Universidad Javeriana. Tesis para grado de Microbióloga Industrial.

- Maenner, K., Vahjen, W. and Simon, O. 2011. Studies on the effects of essential-oil based feed additives on performance, ileal nutrient digestibility, and selected bacterial groups in the gastrointestinal tract of piglets. *J. Anim. Sci.* 89:2106-2112.
- Mathlouthi, N., Bouzaienne, T., Oueslati, I., Recoquillay, F., Hamdi, M., Urdaci, M. and Bergaoui, R. 2011. Use of rosemary, oregano, and a commercial blend of essential oils in broiler chickens: In vitro antimicrobial activities and effects on growth performance. *J. Anim. Sci.* 90:813-823.
- Newton, S. M.; Lau, C.; Gurcha, S. S.; Besra, G. S.; Wright, C. W., 2002: The evaluation of forty-three plant species for in vitro antimycobacterial activities: isolation of active constituents from *Psoralea corylifolia* and *Sanguinaria canadensis*. *Journal of Ethnopharmacology*, 79:57–67.
- Pell, A. N. 1997. Manure and Microbes: Public and Animal Health Problem? *J Dairy Sci* 80:2673–2681.
- Pickler, L., Beirão, B. C. B., Hayashi, R. M., Durau, J. F., Lourenço, M. C., Caron, L. F. and Santin, E. 2013. Effect of sanguinarine in drinking water on *Salmonella* control and the expression of immune cells in peripheral blood and intestinal mucosa of broilers. *J. appl. Poult. res.* 22:430–438.
- Rawling, M. D.; Merrifield, D. L.; Davies, S. J., 2009: Preliminary assessment of dietary supplementation of Sangrovit on red tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and health. *Aquaculture*, 294:118–122.
- SAGARPA. 2011. Cifras anuales Sinaloa. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx) (consulta, marzo 2014).
- Semenov, A. V., Van Overbeek L., and Ariena and Bruggen, H. C. 2009. Percolation and Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium in Soil Amended with Contaminated Dairy Manure or Slurry. *Appl. Environ. Microbiol*, 75:3206-3215.
- Statistix. 2007. Statistix User's Manual, Release 9.0. Analytical Software, Tallahassee, FL.
- Torres, C. M., 2004. Investigación en la transformación secundaria de frutos, tubérculos, flores, hojas o tallos de especies pertenecientes a ecosistemas andinos. Informe técnico. Jardín botánico José Celestino Mutis., Bogotá, D. C. Pág. 2-14.

- Tuley de Silva, K. (Ed.), 1996. A Manual on the Essential Oil Industry. United Nations Industrial Development Organization, Vienna.
- Van de Braak, S.A.A.J., Leijten, G.C.J.J., 1999. Essential Oils and Oleoresins: A Survey in the Netherlands and other Major Markets in the European Union. CBI, Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries, Rotterdam, p. 116.
- Vieira, S. L., Oyarzabal, O. A., Freitas, D. M., Berres, J., Peña, J. E. M., Torres, C. A. and Coneglian, J. L. B. 2008. Performance of Broilers Fed Diets Supplemented with Sanguinarine-Like Alkaloids and Organic Acids. J. Appl. Poult. Res. 17:128–133.
- Weinberg, Z., Chen, Y., Khanal, P., Pinto, R., Zakin, V. and Sela, S. 2010. The effect of cattle manure cultivation on moisture content and survival of *Escherichia coli*. J. Anim. Sci. 89:874-881.
- Wenk, C. 2003a. Growth promoter alternatives after the ban on antibiotics. Pig News Inf. 24:11N–16N.
- WHO, 2002 (a). Food safety and foodborne illness. World Health Organization Fact sheet 237, revised January 2002. Geneva.
- WHO, 2002 (b). World health report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. Geneva, World Health Organization, 30 October 2002. ISBN 92 4 156207 2 ISSN 1020-3311, p. 248.
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C. and Kroismayr A. 2007. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. J. Anim. Sci. 86:E140-E148.
- Zdarilova, A., Vrublova, E., Vostalova, J., Klejdus, B., Stejskal, D., Proskova, J., Kosina, P., Svobodova, A., Vecera, R., Hrbac, J., Cernochova, D., Vicar, J., Ulrichova, J., Simanek, V. 2008: Natural feed additive of *Macleaya cordata*: safety assessment in rats a 90-day feeding experiment. Food and Chemical Toxicology, 46:3721–3726.
- Zhao, T., M. P. Doyle, J. Shere, and L. Garber. 1995. Prevalence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in a survey of dairy herds. Appl. Environ. Microbiol. 61:1290–1293.