



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



EFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTOS DE *Quillaja saponaria*  
SOLA Y ASOCIADA CON *Yucca schidigera*, A DIETAS DE PERROS,  
SOBRE LA EMISIÓN DE MALOS OLORES Y CONSISTENCIA  
FECAL EN PERROS

**BORIS ANDRÉS FIGUEROA REYES**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la  
Producción animal

PROFESOR GUÍA: MARÍA SOL MORALES S.

SANTIAGO, CHILE  
2014



EFFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTOS DE *Quillaja saponaria*  
SOLA Y ASOCIADA CON *Yucca schidigera*, A DIETAS DE PERROS,  
SOBRE LA EMISIÓN DE MALOS OLORES Y CONSISTENCIA  
FECAL EN PERROS

**BORIS ANDRÉS FIGUEROA REYES**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la  
Producción Animal

NOTA FINAL: .....

		NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA:	MARÍA SOL MORALES S.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO:	JUAN IGNACIO EGAÑA M.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO:	ALICIA VALDÉS O.	.....	.....

**SANTIAGO, CHILE**  
2014

MEMORIA DE TÍTULO

**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTOS DE *Quillaja saponaria* SOLA Y ASOCIADA CON *Yucca schidigera*, A DIETAS DE PERROS, SOBRE LA EMISIÓN DE MALOS OLORES Y CONSISTENCIA FECAL EN PERROS”.**

**“EFFECT OF THE ADDITION OF EXTRACTS OF *Quillaja saponaria* ALONE AND ASSOCIATED WITH *Yucca schidigera*, IN DOG DIETS, ON THE PRODUCTION OF BAD ODORS AND FECAL CONSISTENCY IN DOGS”.**

**Boris Andrés Figueroa Reyes**

Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Financiado por Desert King Chile.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto de la adición en la dieta de perros, del extracto de *Quillaja saponaria* (QS), sola y/o asociada con *Yucca schidigera* (YS), sobre la consistencia fecal, evaluada cualitativamente mediante el “Score” fecal y la emisión de gases, generadores del mal olor fecal, como: amoníaco (NH<sub>3</sub>), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y tetrahidrotiofeno (THT).

Se utilizaron 22 perros, ubicados en caniles individuales y alimentados por 7 días con una dieta Control, (sin extractos), que luego se distribuyeron en 3 grupos. Los cuales fueron alimentados por 25 días con una dieta Control, dieta QS (que poseía extracto de QS) y dieta QS + YS (que poseía extracto de QS con YS), respectivamente.

Durante el ensayo, los animales alimentados con las dietas experimentales, se recolectaron las heces producidas, en 5 días diferentes y se evaluó la consistencia fecal, mediante el uso del “Score” fecal, que clasifica las heces de duras a blandas con puntajes de 0 a 5. Posteriormente se determinó las concentraciones de H<sub>2</sub>S, THT y NH<sub>3</sub>, durante un período de 8 hrs., con mediciones cada una hora; las lecturas de los compuestos se determinaron cada 10 segundos por 3 minutos en cada hora.

La dieta QS + YS generó una disminución ( $P \leq 0,05$ ) del “Score” fecal pero este se mantuvo cercano a 4, que es considerado como aceptable, y el factor individual del perro resultó ser una variable más significativa ( $P \leq 0,001$ ), que la dieta ( $P = 0,027$ ).

Todas las variables consideradas en el modelo estadístico, en la determinación de gases, fueron altamente significativas ( $P \leq 0,001$ ), es decir el efecto del perro, la dieta y el tiempo de medición.

Las dietas con agentes desodorizantes generaron una disminución ( $P \leq 0,05$ ) de la producción de H<sub>2</sub>S, THT y NH<sub>3</sub>, con respecto a la dieta Control, pero la dieta QS + YS generó una mayor disminución ( $P \leq 0,05$ ) en la producción de THT con respecto a la dieta QS, sin haber diferencias en los otros gases.

**Palabras claves:** *Yucca shidigera* — *Quillaja saponaria* — “Score” Fecal — NH<sub>3</sub> — H<sub>2</sub>S —THT.

## ABSTRACT

The objective of this study was to assess the impact of adding extract of *Quillaja saponaria* (QS) by itself, and/or associated to *Yucca schidigera* (YS), to dog diet on the consistency of the stool, which was qualitatively assessed by a fecal Score, and on the production of gas such as ammonia (NH<sub>3</sub>), hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) and tetrahydrothiophene (THT), responsible of fecal bad odor.

Twenty-two dogs were used, located in individual cages and fed with a control diet (without extracts) for 7 days, which were organized in three groups and fed for 25 days with a control diet, an "QS" diet (with QS extract) and a "QS + YS" diet (with QS and YS extract) respectively.

During the course of the study, the stool of the dogs fed with experimental diets were collected in 5 different days and the fecal consistency was assessed with a fecal score, which classifies the stool from hard to soft with scores ranging from 0 to 5. Subsequently, was determined the concentrations of H<sub>2</sub>S, THT and NH<sub>3</sub>, during a period of 8 hours; readings of the compounds were determined every 10 seconds for 3 minutes every hour.

The QS + YS diet caused a decrease ( $P \leq 0,05$ ) of the fecal score, which was closer to 4, considered acceptable, while the individual dog factor was a more significant variable ( $P \leq 0,001$ ) than the diet ( $P = 0,027$ ).

All of the considered variables in the statistical model, in the determination of gases, were highly significant ( $P \leq 0,001$ ), i.e. dog factor, diet and measuring time.

The diets with deodorizing agents resulted in a decrease ( $P \leq 0,05$ ) of the production of H<sub>2</sub>S, THT and NH<sub>3</sub>, when compared to the Control diet, but the QS + YS diet resulted in a lower production of THT ( $P \leq 0,05$ ) when compared the QS diet, with no differences in the production of other gases.

**Key Words:** *Yucca schidigera* — *Quillaja saponaria* — Fecal Score — NH<sub>3</sub> — H<sub>2</sub>S — THT.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, los perros son un integrante más de las familias y en muchos hogares, ya no viven en los patios, si no dentro de las casas. Esta convivencia mucho más estrecha, implica un contacto más directo con la mascota, como también con heces de los animales y por ello se busca disminuir sus propiedades desagradables, como su olor nauseabundo.

Su olor desagradable, es generado por la actividad fermentativa de la flora microbiana intestinal, sobre los nutrientes no absorbidos. Los compuestos generados, son principalmente ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico), compuestos sulfurosos (ácido sulfhídrico y mercaptanos), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y aminas volátiles (metilamina, etilamina, cadaverina y putrescina) y fenoles e índoles (20). El aroma fecal, se debe a la mayor o menor presencia de estos compuestos, siendo la interacción entre estos el principal responsable (24).

El  $\text{NH}_3$  posee un olor muy penetrante con propiedades irritantes y nauseabundas, afectando la salud y el bienestar de los animales y personas (5). La principal fuente generadora de  $\text{NH}_3$  es la urea, la que es hidrolizada rápidamente por la ureasa microbiana presente en las heces (20).

Otros compuestos responsables del mal olor de las heces son aquellos que contienen Azufre, porque poseen un muy bajo umbral de detección para la nariz humana, y van desde el olor putrefacto de los mercaptanos al olor de huevo podrido del ácido sulfhídrico  $\text{H}_2\text{S}$  (20). Estos compuestos azufrados, son generadores del mal olor de las heces, eructos y mal aliento (42). Especialmente el  $\text{H}_2\text{S}$ , responsable del mal olor en las flatulencias de perros (13) y es el compuesto azufrado predominante en las heces. El  $\text{H}_2\text{S}$  se produce en el intestino grueso a través del metabolismo bacteriano, en primer lugar por la reducción del sulfato a sulfhídrico por acción de bacterias reductoras (12) y en segundo lugar por la fermentación de los aminoácidos que contienen azufre, cisteína y metionina (15).

Para lograr una disminución de los malos olores de las heces se han buscado soluciones para modificar la población de la flora digestiva. En este ámbito existe una creciente preocupación por la búsqueda de productos naturales, entre las que las saponinas aparecen como una posible solución, las que también hoy se avalúan para su uso en dietas de mascotas.

## Saponinas

Las saponinas reciben ese nombre por sus propiedades anfipáticas y su capacidad de formar jabones (11). Son glucósidos que se encuentran en abundancia en el reino vegetal y poseen un núcleo hidrofóbico, que puede ser de naturaleza esteroide o triterpénica llamado sapogenin (18) y una segunda parte que consiste en una o varias cadenas de azúcar soluble en agua (14).

Dentro de las saponinas las más utilizadas son las derivadas de los extractos de *Quillaja saponaria* y de la *Yucca schidigera*, que se han clasificado como GRAS (generalmente reconocidos como seguro) en EE.UU. por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) para el consumo animal y humano (14, 23, 35).

La *Quillaja saponaria* es un árbol que crece en la zona central de Chile con clima Mediterráneo (2) puede medir entre 15 a 20 metros de altura y es la fuente comercial más común de saponinas triterpénicas (30), posee una concentración de entre un 8,5 a un 16,4 % de saponinas (2). Tradicionalmente se utiliza su corteza como fuente de saponinas, donde se hierve en grandes tanques, y el extracto se concentra por evaporación (7).

Los extractos de *Quillaja saponaria* son extensamente usados en la industria, en productos para el cuidado personal y como coadyuvantes de vacunas (2, 29, 37). Como agente larvicida de mosquitos (30) y para aumentar la permeabilidad intestinal a medicamentos (6).

Al incluirlo en dietas de rumiantes se ha informado que disminuye la población protozoaria del rumen (25, 31) y de  $\text{NH}_3$  en el líquido ruminal, en condiciones *in vitro* (31). En ovinos se ha observado una disminución de la concentración de  $\text{NH}_3$  y ácidos grasos volátiles en el rumen (33).

La *Yucca schidigera* es un pequeño árbol de la familia Agavaceae (1, 23) que crece en México y el sudoeste de EE.UU, en el desierto de Mohave (38, 40), también es conocida como Yuca de Mohave o Daga Española. Es una planta con una altura promedio de 4,5 metros (41) y es conocida por los aborígenes de la zona como el árbol de vida, debido a su capacidad de promocionar la salud (35). Se caracteriza por poseer un alto contenido de saponinas de naturaleza esteroideal, alcanzando una concentración del 10 % (28, 34). Existen dos productos obtenidos del tronco de la Yucca que están disponibles en el mercado: estos incluyen troncos

secados y pulverizados (polvo de *Yucca*) o bien, zumo obtenido por presión mecánica y térmicamente condensado (extracto de *Yucca*) (35).

El extracto de *Yucca schidigera*, es la fuente comercial más usada de saponina esteroideal y se ha utilizado en el ganado e industria para controlar la acumulación de  $\text{NH}_3$  y reducir el olor en excreciones animales, por su aplicación directa en instalaciones de criadero o bien, por su adición en la dieta (8). Al incluirlo en dietas de cerdos, se redujo la concentración de  $\text{NH}_3$  (9). También se ha reportado que genera una disminución de  $\text{NH}_3$  y olores en las deyecciones de las aves de corral (43); en cultivos de camarones genera una disminución de la contaminación acuática de  $\text{NH}_3$  (39, 40); en rumiantes reduce las poblaciones de protozoos del rumen (17, 44) y la producción de  $\text{CH}_4$  (32). En ratas la adición de *Yucca* a la dieta reduce la actividad de la ureasa y de las enzimas que intervienen en el metabolismo del ciclo de la urea (10); en pollos también produjo una disminución de la actividad de la ureasa intestinal y fecal (27). En perros y gatos mejoró y redujo la intensidad del aroma fecal (21, 22); en perros también produjo una disminución en la concentración de  $\text{H}_2\text{S}$  en los gases (13).

Se han postulado varios mecanismos para explicar el efecto de las saponinas sobre el olor fecal, tales como la inhibición de la ureasa, o la modificación de la microflora digestiva, por sus propiedades antiprotozoarias y antibacterianas (43), modificando la concentración de algunos productos metabólicos microbianos en el intestino grueso (21). También, se menciona un cambio en la permeabilidad del intestino grueso, que altera las concentraciones de los compuestos responsables del mal olor fecal o la unión de uno o más de estos compuestos odoríferos, reduciendo su disponibilidad y por lo tanto su capacidad de producir olor (22). Además el extracto de *Yucca schidigera* posee una fracción glicoproteica que se une al amoníaco (16), evitando que este se volatilice y produzca olor.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Animales y alojamiento.**

El trabajo experimental se realizó en el Centro de Investigación en Nutrición y Alimentación de Mascotas (CINAM) perteneciente a la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.

Se utilizaron 22 perros adultos de ambos sexos de las razas Beagle, Bóxer y Labrador: 5 hembras, (2 labrador y 3 beagle) y 17 machos, (5 bóxer y 12 beagle), los cuales fueron



asignados en forma aleatoria, dentro de los tres grupos experimentales, previamente ordenados por peso.

Se mantuvieron durante todo el trabajo experimental, alojados en caniles individuales techados de 1,65 mt. de ancho por 2,0 mt. de largo, unidos a un patio exterior de 1,65 mt. de ancho por 2,5 mt. de largo. Los animales disponían de agua a libre disposición durante todo el período experimental.

Adicionalmente se evaluó la condición corporal al inicio del ensayo (CC) con la escala desarrollada en el centro de cuidados para mascotas de Nestlé Purina (19). (Figura 1).

## 2. Dietas.

Se evaluaron 3 dietas secas formuladas para satisfacer los requerimientos nutritivos establecidos por la AAFCO (3), para dietas de perros adultos y estas eran:

- Dieta “Control” que corresponde a una dieta comercial para perros adultos elaborado por la empresa Nutripro® y no contenía aditivos desodorizantes fecales.
- Dieta “QS” la dieta Control, a la que se le incorporó 150 ppm de “Nutrafito Cake 10®”, aditivo que contiene solo extracto de *Quillaja saponaria*, incluido en una mezcla de un excipiente mineral (carbonato de Ca) y vegetal.
- Dieta “QS + YS” la dieta Control, con la inclusión de 150 ppm de “Nutrafito Plus®” que contiene una mezcla de extractos de *Quillaja saponaria* y de *Yucca schidigera* en proporciones de 85:15, respectivamente.

Durante el transcurso del ensayo se tomaron 4 muestras de cada dieta y se analizaron para determinar el contenido de: humedad, materia seca, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, extracto no nitrogenado, cenizas, calcio y fósforo, de acuerdo a las técnicas descritas por la AOAC, 1995 (4). También se estimó su contenido de energía metabolizable, de acuerdo a la fórmula de predicción propuesta por el NRC, 2006 (26) y de los factores Atwater modificados.

## 3. Manejo Alimentario.

Durante los primeros 7 días todos los canes recibieron la dieta Control y posteriormente fueron divididos, en 3 grupos, y asignados al azar a las dietas Control, QS y QS + YS, grupos

conformados por 8, 7, y 7 perros, respectivamente, con las cuales fueron alimentados por un período de 25 días.

Durante el período experimental, las dietas fueron suministradas en un nivel de mantención; es decir, en una cantidad tal, que los perros mantuvieran su peso. Para ese fin los animales se pesaron, y se calculó la cantidad de ración tal como ofrecida (TCO) para cada animal, y ajustándose a la condición corporal de cada uno de ellos. Las dietas fueron suministradas una vez al día. (Tabla 1).

#### 4. Recolección de muestras fecales.

Durante el período experimental, se realizaron 5 muestreos fecales individuales, cada uno de los cuales a lo largo del ensayo, tuvo una duración de 3 días.

Los 5 muestreos se realizaron, después del período de acostumbramiento de 7 días con la dieta Control y de 2 días para sus respectivas dietas; siendo el 1<sup>er</sup> muestreo en los días 10, 11, 12; el 2<sup>do</sup> muestreo, en los días, 14, 15, 16; el 3<sup>er</sup> muestreo, en los días 18, 19, 20; el 4<sup>to</sup> muestreo, en los días, 24, 25, 26 y el 5<sup>to</sup> muestreo, en los días, 30, 31 y 32.

La recolección de las heces se realizó a primera hora en la mañana, posterior al suministro de la ración diaria y previa limpieza del lugar.

El contenido fecal fue recolectado individualmente, del cual se obtuvo una muestra de 30 g. la que fue almacenada en bolsas plásticas de 15,5 cm. de ancho por 17 cm. de alto.

#### 5. Determinación de la consistencia fecal.

Inmediatamente después de recolectada cada muestra fecal, y almacenada en la bolsa plástica se procedió a evaluar la consistencia fecal, mediante una escala de 1 a 5 (36). Donde: 1 es diarrea acuosa; 1,5 diarrea; 2 húmeda sin forma; 2,5 húmeda, algo de forma; 3 húmeda formada; 3,5 bien formada, pegajosa; 4 bien formada; 4,5 dura y seca y 5 dura, seca y quebradiza.

#### 6. Determinación de la producción de compuestos olorosos fecales.

La medición de los gases liberados desde las heces se realizó con un equipo marca Dräger modelo MiniWarm, el cual posee sensores electroquímicos para la cuantificación de 3 tipos diferentes de gases: Ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), Tetrahidrotiofeno  $C_4H_8S$  (THT) y Amoníaco ( $NH_3$ ). La sensibilidad del equipo es de 1 ppm para Ácido sulfhídrico y Amoníaco y de 0,1 ppm para Tetrahidrotiofeno.

Las muestras fecales, fueron almacenadas en bolsas plásticas, y se mantuvieron a una temperatura alrededor de  $24^{\circ}C$  durante el transcurso de las mediciones.

En cada muestra fecal se evaluaron los compuestos generadores del mal olor fecal, durante un período de 8 hrs., con mediciones cada una hora; las lecturas de los compuestos se determinaron cada 10 segundos por 3 minutos en cada hora.

Previo a la primera medición, se procedió a mezclar la muestra fecal para homogenizar su contenido y aumentar la superficie de contacto con el aire. Este procedimiento se repitió antes de cada una de las mediciones.

La medición de gases, se realizó ubicando el equipo MiniWarm en la entrada de la bolsa, ajustándola con un elástico, para evitar el escape de los gases y/o la entrada de aire a la bolsa. No se hizo un contacto directo del equipo con las heces, para evitar la saturación de los sensores.

## 7. Análisis estadístico.

Los datos obtenidos del "Score" fecal se normalizaron aplicando la prueba del arcoseno utilizando el programa Excel 2010, y se analizaron, mediante un análisis de varianza y comparaciones múltiples de Tukey, utilizando el programa estadístico InfoStat (2004).

En el análisis se utilizó el siguiente modelo matemático, considerando las variables señaladas:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + P_j + D_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Respuesta observada

$\mu$  = Media poblacional

$R_i$  = Efecto del i-ésimo factor dieta ( $i= 1,2,3$ )

$P_j$  = Efecto del j-ésimo factor perro ( $j=1,2,3,\dots,22$ )

$D_k$  = Efecto del k-ésimo período ( $k=1,2,3,4,5$ )

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

Para el análisis estadístico de las emisiones de gases, los datos recolectados por el equipo MiniWarm fueron descargados a un computador, mediante el programa GasVision 5.8.5. Estos datos fueron analizados a través de un análisis de varianza con medidas repetidas y test de Tukey, utilizando el programa estadístico InfoStat (2004).

En el análisis se utilizó el siguiente modelo matemático, considerando las variables señaladas:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + P_j + D_k + D_k(HI) + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Respuesta observada

$\mu$  = Media poblacional

$R_i$  = Efecto del i-ésimo factor dieta ( $i= 1,2,3$ )

$P_j$  = Efecto del j-ésimo factor perro ( $j=1,2,3,\dots,22$ )

$D_k$  = Efecto del k-ésimo período ( $k=1,2,3,4,5$ )

$HI$  = Efecto del l-ésimo horario ( $l=1,2,3,\dots,8$ )

$\epsilon_{ijkl}$  = Error experimental

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. Análisis químico proximal (AQP)**

La composición química de las tres dietas (Tabla 2), fue similar, con la variación propia de la metodología analítica utilizada. La composición química de las dietas evaluadas, se

ajustaron a los requerimientos de mantención para perros adultos recomendados por la AAFCO (3). La adición de extractos de *Quillaja saponaria* o de *Yucca schidigera* con *Quillaja saponaria*, en dosis de 150 ppm, no afectó la composición química de las dietas.

## 2. “Score” fecal

El “Score” fecal, para las tres dietas fue cercano a 4, es decir que las heces estaban bien formadas, permitiendo su fácil recolección, existiendo diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) sólo entre la dieta Control y la dieta QS + YS (Tabla 3). La dieta QS no se diferenció de la dieta Control ni de la QS + YS ( $P > 0,05$ ). La dieta Control presentó el mayor “Score” fecal.

En relación a los diferentes factores evaluados, todos resultaron ser significativos ( $P \leq 0,05$ ), siendo el efecto individual del perro, más significativo ( $P \leq 0,001$ ) que la dieta ( $P = 0,027$ ).

El “Score” fecal a lo largo del período experimental mostró diferencias entre la dieta QS y las otras dos (Gráfico 1). Las dietas Control y QS + YS, presentaron una mantención en las dos primeras evaluaciones, para luego un aumento del “Score”, alcanzando un “peak” en la 4<sup>ta</sup> evaluación y luego una ligera caída en la última evaluación. El Score fecal de la dieta QS + YS presentó una mayor variación con respecto las otras dos dietas. En la dieta QS el “Score” fue más errático a lo largo del ensayo, presentando un comportamiento diferente, de aumento y disminución entre evaluaciones.

## 3. Ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), tetrahidrotiofeno (THT) y Amoníaco ( $NH_3$ ).

### 3.1 Ácido sulfhídrico ( $H_2S$ )

El comportamiento del  $H_2S$  durante los periodos de medición (Gráfico 2), presentó una dinámica propia y diferente entre dietas, aún cuando se apreció que las dietas con aditivos, presentaron una concentración final inferior a la inicial, mientras que la dieta Control tuvo una concentración final similar a la inicial. La dieta QS, tuvo un aumento de su concentración al comienzo, estabilizándose entre la 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> evaluación, que son las con mayor variación, para posteriormente tener un descenso hasta la 5<sup>ta</sup> evaluación, que es la que posee una menor variación. La dieta QS + YS, en general, tuvo un descenso continuo desde la 1<sup>era</sup> evaluación hasta la última, con un pequeño aumento en la 3<sup>era</sup> evaluación, alcanzando una concentración final, menor que las otras dietas. La 1<sup>era</sup> evaluación, se caracterizó por tener la mayor variación y la 4<sup>ta</sup> evaluación por tener la menor. La dieta Control, presentó un aumento hasta la 2<sup>da</sup>

evaluación y posteriormente disminuyó, hasta la 4<sup>ta</sup> evaluación para tener un ligero aumento final. En las dos últimas evaluaciones alcanzó una concentración mayor que las dietas con agentes desodorizantes. En general la dieta Control se caracterizó en tener una mayor variación con respecto a las otras dietas, especialmente en la 3<sup>era</sup> evaluación.

Todas las variables consideradas en el modelo estadístico fueron altamente significativas ( $P \leq 0,001$ ). La dieta Control presentó una mayor liberación de  $H_2S$  con respecto a las que contenían agentes desodorizantes y esta diferencia fue significativa ( $P \leq 0,05$ ). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en la producción de  $H_2S$  entre las dietas QS y QS + YS, lo que indicaría que el extracto de *Yucca schidigera* no tuvo una mayor incidencia en la liberación de  $H_2S$ , posiblemente debido a que la concentración de *Yucca schidigera* en la dieta QS + YS no fue la suficiente para marcar una diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) con la dieta QS, a pesar que existen trabajos que demuestran que si genera un efecto en la liberación de  $H_2S$  en perros (13).

### 3.2 Tetrahidrotiofeno (THT)

Al comparar las 3 dietas durante los períodos de medición (Gráfico 3) se pudo apreciar un descenso de la concentración de THT en el tiempo. La concentración final de THT para las tres dietas fue similar entre ellas y menor que las iniciales.

La dieta QS presentó un descenso continuo y sostenido, con una estabilización en las dos últimas evaluaciones. En general presentó una menor variación, en comparación a las otras dos dietas, especialmente en la 5<sup>ta</sup> evaluación. La dieta QS + YS presentó un rápido descenso en las primeras evaluaciones, alcanzando la menor concentración en la 3<sup>era</sup> evaluación, pero después presentó un ligero incremento en la 4<sup>ta</sup> evaluación y entre las dos últimas evaluaciones hay igual producción de THT. La 1<sup>era</sup> evaluación se caracterizó por tener una alta variación. La dieta Control, presentó una ligera estabilización inicial y luego un descenso lento con un ligero incremento en la última evaluación, esta dieta se caracterizó por presentar una mayor variación, especialmente en su 1<sup>era</sup> evaluación.

Todas estas variables en el modelo estadístico fueron muy significativas ( $P \leq 0,001$ ). Entre todas las dietas, hubo diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), siendo la dieta Control la que presentó las concentraciones más altas, seguido por la dieta QS y finalmente la dieta QS + YS. Lo que indicaría que la adición de agentes desodorizantes en la dieta comercial de perros,

serviría para disminuir la producción de THT y al agregar extracto de *Yucca schidigera* en la relación utilizada, se potenciaría el efecto desodorizante del extracto de *Quillaja saponaria*.

### 3.3 Amoníaco (NH<sub>3</sub>)

Al analizar el comportamiento del NH<sub>3</sub> durante los periodos de medición (Gráfico 4), se observó que cada dieta presentó una dinámica propia y diferente entre ellas, aún cuando se aprecia que todas las dietas presentaron una concentración final inferior a la inicial, pero en la dieta Control hubo un aumento en su última evaluación. La dieta QS tuvo un aumento seguido por un descenso, desde la 2<sup>da</sup> hasta la 4<sup>ta</sup> evaluación. Entre las dos últimas evaluaciones hay igual producción de NH<sub>3</sub>, alcanzando una concentración final menor a la inicial. La dieta QS + YS tuvo un descenso sostenido de la concentración de NH<sub>3</sub>, alcanzando niveles inferiores a los iniciales, pero en la 3<sup>era</sup> y 4<sup>ta</sup> evaluación hubo las mismas concentraciones, donde la 4<sup>ta</sup> evaluación se caracterizó, por poseer la menor variación y la 1<sup>era</sup> evaluación, la mayor.

La dieta Control, tuvo un incremento inicial, seguido por un descenso continuo, alcanzando su menor concentración en la 4<sup>ta</sup> evaluación, con un aumento de su concentración final, que es menor al inicial. En general presentó una mayor variación en comparación a las otras dietas, a excepción de la 4<sup>ta</sup> evaluación. La dieta Control se caracterizó por presentar mayores concentraciones de NH<sub>3</sub> que las dietas con agentes desodorizantes, a excepción de la 1<sup>era</sup> evaluación, donde la dieta QS + YS presentó una mayor concentración y la 3<sup>era</sup> evaluación, donde fue superada por la dieta QS.

Todas las variables consideradas en el modelo estadístico fueron significativas ( $P \leq 0,001$ ) y las dietas con agentes desodorizantes, presentaron concentraciones de NH<sub>3</sub> significativamente menores ( $P \leq 0,05$ ), que la dieta Control. Sin embargo no se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las dietas QS y QS + YS, lo que indica que el extracto de *Yucca schidigera* no tuvo una mayor incidencia en la liberación de NH<sub>3</sub>. A pesar que hay estudios que demuestran que genera una disminución en la producción de NH<sub>3</sub> (9, 40), y que el extracto de *Yucca schidigera*, posee una fracción que liga el NH<sub>3</sub> (16).

Un estudio, demuestra que el extracto de *Yucca schidigera* tiene un mayor efecto antiprotozoario y genera una mayor disminución en la producción de metano y liberación de NH<sub>3</sub>, que el extracto de *Quillaja saponaria* (31), pero estos efectos de los extractos de *Yucca schidigera* son dosis dependiente (38). Puede ser que la concentración de *Yucca schidigera* en

la dieta QS + YS no haya sido la suficiente para marcar una diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) con la dieta QS, en la liberación de  $\text{NH}_3$ .

## CONCLUSIONES

El "Score" fecal de las tres dietas evaluadas estuvo cercano a lo considerado como aceptable.











La inclusión de extracto de *Quillaja saponaria* con *Yucca schidigera* disminuyó significativamente ( $P \leq 0,05$ ) el "Score" fecal, en relación a la dieta sin agentes desodorizantes. Sin embargo no se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en el "Score" fecal entre las dietas con agentes desodorizantes.

La inclusión de agentes desodorizantes en la dietas de perros disminuyó significativamente ( $P \leq 0,05$ ) la producción de gases  $\text{H}_2\text{S}$ , THT y  $\text{NH}_3$ .

No existieron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las dietas con extracto de *Quillaja saponaria* sola y asociada con *Yucca schidigera*, en la producción de  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{NH}_3$ .

La inclusión de extracto de *Quillaja saponaria* con *Yucca schidigera* disminuyó significativamente ( $P \leq 0,05$ ) la producción de THT, en relación a la dieta con extracto de *Quillaja saponaria*.



<p>Desde lejos, las costillas, vértebras lumbares, pelvis y otras prominencias óseas son evidentes. No hay grasa. Hay pérdida evidente del tejido muscular.</p>	 <p><b>1</b></p> 
<p>Las costillas, vértebras lumbares y huesos pélvicos son fáciles de ver. No hay grasa palpable. Otras prominencias óseas son eminentes. Hay pérdida mínima de la masa muscular.</p>	
<p>Las costillas se palpan fácilmente y son visibles. No hay grasa al tacto. Las apófisis espinosas de las vértebras lumbares son visibles. Los huesos pélvicos son prominentes. Hay cintura y abdomen firme y contraído.</p>	 <p><b>3</b></p> 
<p>Las costillas son fáciles de palpar, con una capa mínima de grasa. La cintura es fácilmente visible desde una vista dorsal. El abdomen es contraído y firme.</p>	
<p>Las costillas se palpan sin un exceso de grasa que las cubra. La cintura se observa detrás de las costillas en una vista dorsal. El abdomen se ve contraído cuando se observa lateralmente al perro.</p>	 <p><b>5</b></p> 
<p>Las costillas son palpables con una ligera capa de grasa que las cubre. La cintura se observa sólo en vista dorsal, pero no es prominente. Hay cierta retracción del abdomen.</p>	
<p>Las costillas son palpables con dificultad, hay una gruesa capa de grasa en el cuerpo y se notan más en el área lumbar y base de la cola. No hay cintura o es muy poco visible. El abdomen está poco retraído.</p>	 <p><b>7</b></p> 
<p>Las costillas no son palpables bajo una gruesa capa de grasa, sólo bajo una fuerte presión. Hay grandes depósitos de grasa en la zona lumbar y base de la cola. No hay cintura. El abdomen está flácido y con cierta distensión.</p>	
<p>Existen depósitos masivos de grasa sobre el tórax, columna y base de la cola. No hay cintura ni retracción abdominal. Hay depósitos de grasa en el cuello y los miembros. El abdomen es penduloso.</p>	 <p><b>9</b></p> 

**Fig. 1.** Escala de evaluación de la Condición corporal de Nestlé Purina

**Tabla 1.** Contenido de dieta ofrecida a cada animal

Perros	PV Kg	CC	PM Kg	Requerimiento Energ Kcal	Alimento TCO grs	TCO grs Corregido	Grupos grs	Dietas
1	8,20	5	4,85	639,64	198,09	198,09	200	QS
2	24,95	4	11,16	1.473,59	456,36	456,36	480	QS
3	16,30	6	8,11	1.070,82	331,62	298,46	300	QS
4	14,40	5	7,39	975,77	302,19	302,19	300	QS
5	23,25	5	10,59	1.397,63	432,84	432,84	400	QS
6	30,60	6	13,01	1.717,37	531,86	478,67	480	QS
7	12,85	6	6,79	895,88	277,45	249,70	270	QS
8	32,90	7	13,74	1.813,30	561,57	477,33	480	QS + YS
9	23,30	6	10,61	1.399,88	433,53	390,18	400	QS + YS
10	11,40	5	6,20	818,94	253,62	253,62	270	QS + YS
11	14,65	5	7,49	988,44	306,11	306,11	300	QS + YS
12	15,60	7	7,85	1.036,14	320,88	272,75	270	QS + YS
13	24,55	4	11,03	1.455,84	450,86	450,86	480	QS + YS
14	10,95	5	6,02	794,57	246,07	246,07	270	QS + YS
15	7,40	5	4,49	592,24	183,41	183,41	200	Control
16	14,05	5	7,26	957,92	296,66	296,66	300	Control
17	19,65	5	9,33	1.231,96	381,53	381,53	400	Control
18	17,65	7	8,61	1.136,66	352,02	299,21	300	Control
19	20,10	7	9,49	1.253,06	388,06	329,85	300	Control
20	27,90	5	12,14	1.602,42	496,26	496,26	480	Control
21	28,10	5	12,20	1.611,03	498,93	498,93	480	Control
22	14,35	6	7,37	973,22	301,40	271,26	270	Control
Peso metabólico (PM) = $PV^{0,75}$ Requerimiento de energía metabolizable Kcal = $PM \cdot 132$ Energía metabolizable del alimento = 3229 Kcal/ Kg TCO Alimento TCO grs = $Req. EM \cdot 1000 / EM \text{ del alimento}$ Alimento TCO grs corregido CC 4 y 5 = TCO CC 6 = $TCO - TCO \cdot 0,1$ CC 7 = $TCO - TCO \cdot 0,15$								

**Tabla 2.** Composición química proximal y estimación del contenido de Energía Metabolizable de las dietas. (g/100g dieta) (Materia Seca).

	Dieta Control Base MS	Dieta QS Base MS	Dieta QS + YS Base MS
Proteína total	21,7 ± 0,36	21,5 ± 0,14	21,3 ± 0,37
Fibra cruda	3,4 ± 0,36	3,0 ± 0,15	3,1 ± 0,10
Extracto etéreo	4,5 ± 0,05	4,6 ± 0,13	4,7 ± 0,19
Extracto no nitrogenado	62,4 ± 0,57	62,8 ± 0,35	62,8 ± 0,40
Cenizas	8,0 ± 0,09	8,1 ± 0,09	8,1 ± 0,18
Calcio	1,8 ± 0,11	1,9 ± 0,09	1,9 ± 0,05
Fósforo	1,1 ± 0,02	1,1 ± 0,02	1,1 ± 0,01
Lípidos	8,4 ± 0,31	8,4 ± 0,28	8,4 ± 0,12
	Kcal / Kg TCO	Kcal / Kg TCO	Kcal / Kg TCO
Energía Metabolizable NRC-2006	3540,6 ± 22,06	3559,6 ± 4,17	3559,1 ± 16,82
Energía Metabolizable ATWATER	3329,2 ± 13,05	3340,6 ± 1,09	3342,2 ± 15,98

**Tabla 3.** “Score” fecal de las diferentes dietas.

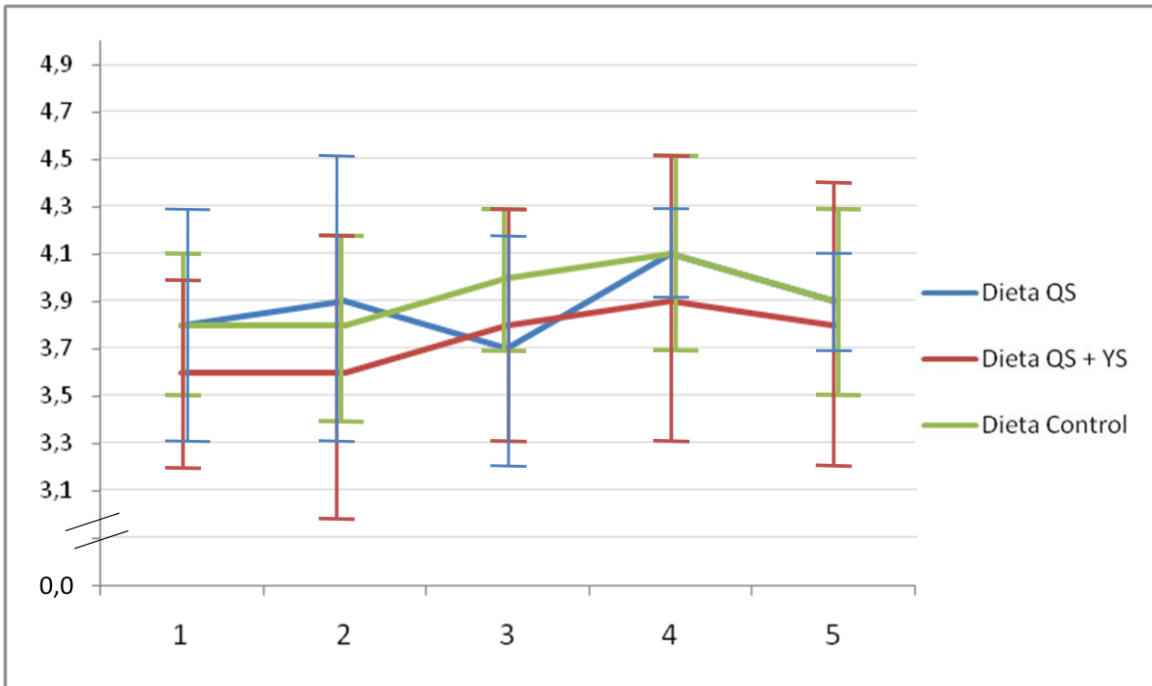
DIETA	N	MEDIA	C.V
CONTROL	40	3,93 ± 0,35 <sup>b</sup>	8,9
QS	35	3,86 ± 0,41 <sup>ab</sup>	10,7
QS + YS	35	3,73 ± 0,52 <sup>a</sup>	13,9

N = Número de muestras.

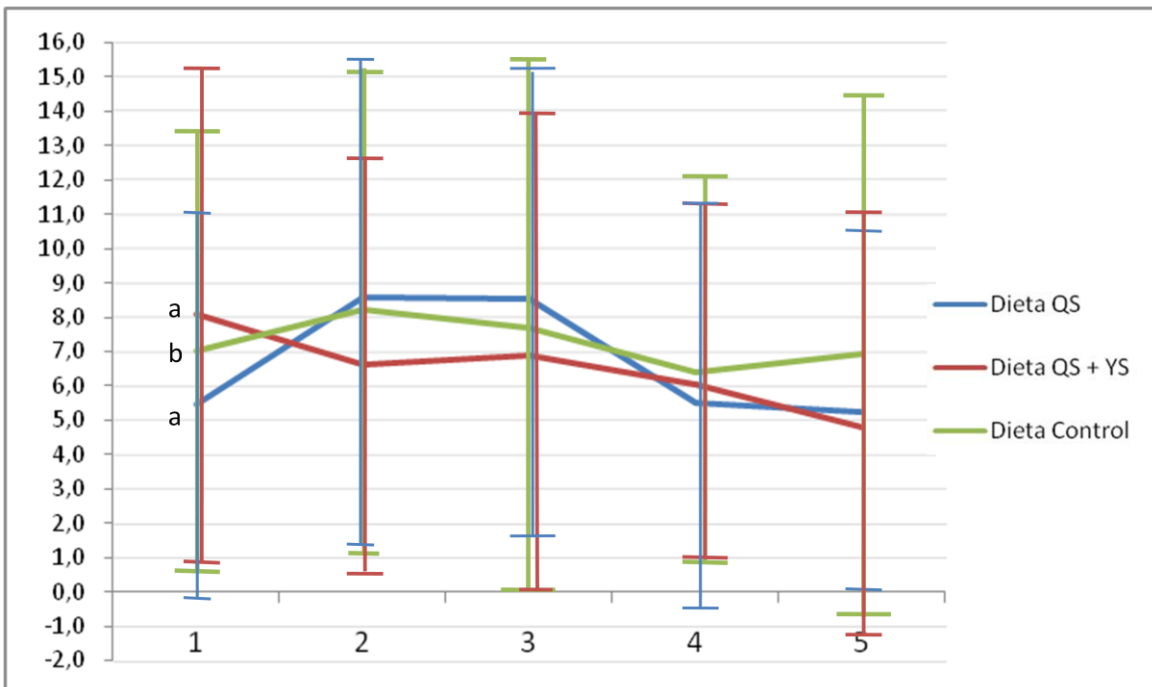
a, b = Súper índices, indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

C.V = Coeficiente de Variación.

**Gráfico 1.** Promedio y desviación estándar del “Score” fecal de perros alimentados con las tres dietas durante los diferentes períodos de medición.

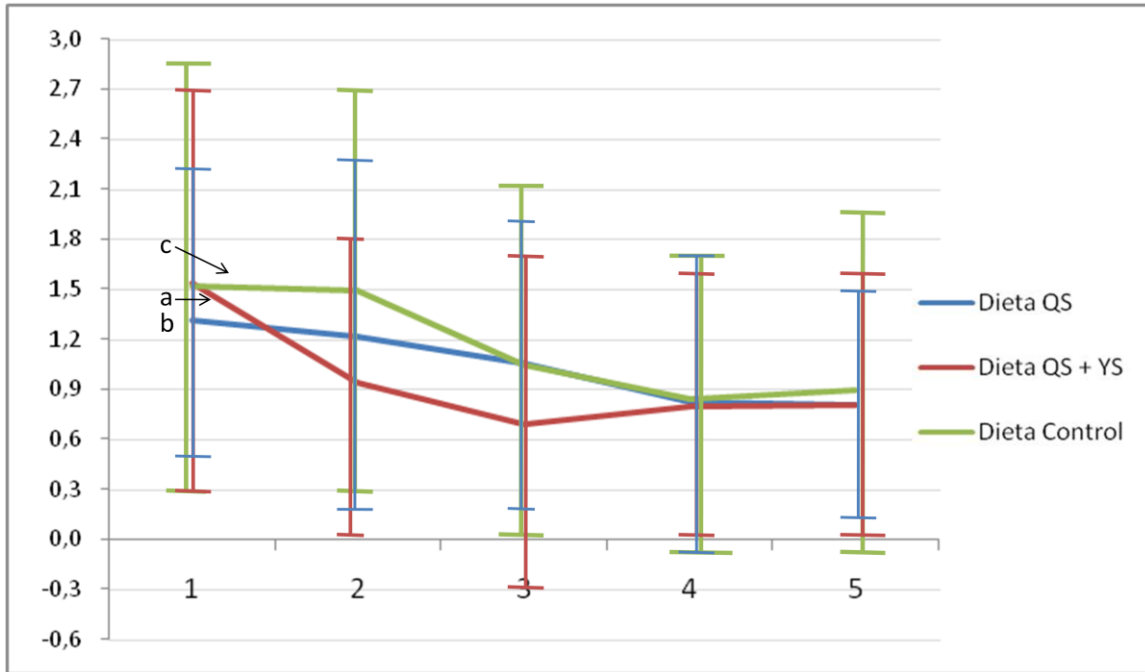


**Gráfico 2.** Promedio y desviación estándar de la producción de H<sub>2</sub>S en heces de perros alimentados con las tres dietas durante los diferentes períodos de medición. (ppm)



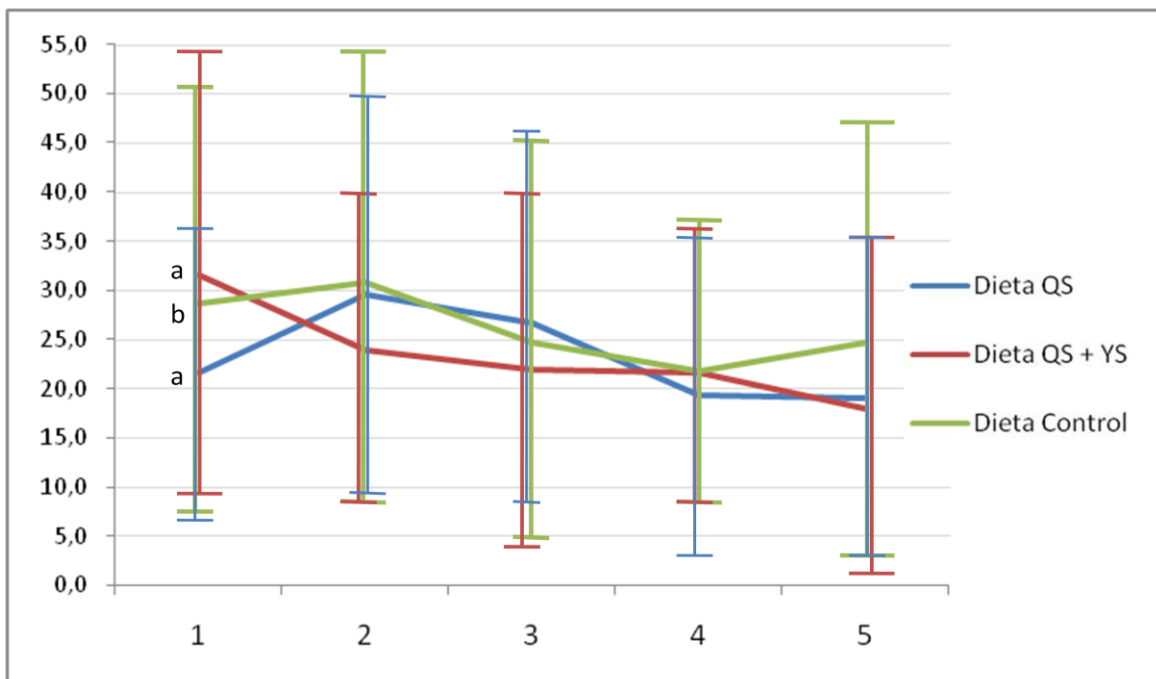
a, b = Letras, indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Gráfico 3.** Promedio y desviación estándar de la producción de THT en heces de perros alimentados con las tres dietas durante los diferentes períodos de medición. (ppm)



a, b, c = Letras, indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Gráfico 4.** Promedio y desviación estándar de la producción de  $\text{NH}_3$  en heces de perros alimentados con las tres dietas durante los diferentes períodos de medición. (ppm)



a, b = Letras, indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## REFERENCIAS

1. **ANDREUCETTI, C.; CARVALHO, R.; GALICIA-GARCÍA, T.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F.; GROSSO, C.** 2011. Effect of surfactants on the functional properties of gelatin-based edible films. *J. Food. Eng.* 103: 129-136.
2. **ARRAU, S.; DELPORTE, C.; CARTAGENA, C.; RODRÍGUEZ-DÍAZ, M.; GONZÁLEZ, P.; SILVA, X.; CASSELS, B.; MIRANDA, F.** 2011. Antinociceptive activity of *Quillaja saponaria* Mol. saponin extract, quillaic acid and derivatives in mice. *J. Ethnopharmacol.* 133: 164-167.
3. **ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED (AAFCO).** 2000. Official Publication. Atlanta, USA. 444p.
4. **ASSOCIATION OFFICIAL ANALYSIS CHEMISTRY INTERNACIONAL (AOAC).** 1995. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. Official Analytical Chemists. AOAC International. Arlington - Virginia, USA. 624p.
5. **BANHAZI, T. M.; SEEDORF, J.; RUTLEY, D. L.; PITCHFORD, W. S.** 2008. Identification of risk factors for sub-optimal housing conditions in Australian piggeries: part 1. Study justification and design. *J. Agr. Saf. Health* 14: 5-20. (citado por PHILIPPE, F.; CABARAUX, J.; NICKS, B. 2011. Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agric. Ecosyst. Environ.* 141: 245-260.
6. **CHAO, A. C.; NGUYEN, J. V.; BROUGHALL, M.; RECCHIA, J.; KENSIL, C. R.; DADDONA, P. E.; FIX, J. A.** 1998. Enhancement of Intestinal Model Compound Transport by DS-1, a Modified Quillaja Saponin. *J. Pharm. Sci.* 97: 1395-1399. (citado por MITRA, S.; DUNGAN, S. 2001. Cholesterol Solubilization in Aqueous Micellar Solutions of Quillaja Saponin, Bile Salts, or Nonionic Surfactants. *J. Agric. Food Chem.* 49: 384-394).
7. **CHEEKE, P. R.** 2000. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. *J. Anim. Sci.* 77: 1-10.
8. **CHEEKE, P. R.; OTERO, R.** 2005. Yucca, Quillaja may have role in animal nutrition. *Feedstuffs.* 77: 11-14. (citado por SANTACRUZ-REYES, R.; CHIEN, Y. 2012. The potential of *Yucca schidigera* extract to reduce the ammonia pollution from shrimp farming. *Bioresource Technol.* 113: 311-314).
9. **COLINA, J. J.; LEWIS, A. J.; MILLER, P. S.; FISCHER, R. L.** 2001. Dietary manipulation to reduce aerial ammonia concentrations in nursery pig facilities. *J. Anim. Sci.* 79: 3096-3103.

10. **DUFFY, C. F.; KILLEEN, G. F.; CONNOLLY, C. D.; POWER, R. F.** 2001. Effects of Dietary Supplementation with *Yucca schidigera* Roezl ex Ortgies and Its Saponin and Non-saponin Fractions on Rat Metabolism. *J. Agric. Food Chem.* 49: 3408-3413.
11. **FRANCIS, G.; KEREM, Z.; MAKKAR, H.; BECKER, K.** 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. *Brit. J. Nutr.* 88: 587-605.
12. **GIBSON, G. R.; MACFARLANE, G. T.; CUMMINGS, J.H.** 1993. Sulphate reducing bacteria and hydrogen metabolism in the human large intestine. *Gut.* 34: 437-439. (citado por TANGERMAN, A. 2009. Measurement and biological significance of the volatile sulfur compounds hydrogen sulfide, methanethiol and dimethyl sulfide in various biological matrices. *J. Chromatogr. B.* 877: 3366-3377).
13. **GIFFARD, C. J.; COLLINS, S. B.; STOODLEY, N. C.; BUTTERWICK, R. F.; BATT, R. M.** 2001. Administration of charcoal, *Yucca schidigera*, and zinc acetate to reduce malodours flatulence in dogs. *J. Am. Vet Med. Assoc.* 218: 892-896.
14. **GÜÇLÜ-ÜSTÜNDAG, Ö.; MAZZA, G.** 2007. Saponins: Properties, Applications and Processing. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 47: 231-258.
15. **HAYWARD, N. J.; JEAUVONS, T. H.; NICHOLSON, A. J. C.; THORNTON, A.G.** 1977. Methyl Mercaptan and Dimethyl Disulfide Production from Methionine by *Proteus* Species Detected by Head-Space Gas-Liquid Chromatography. *J. Clin. Microbiol.* 6: 187-194. (citado por TANGERMAN, A. 2009. Measurement and biological significance of the volatile sulfur compounds hydrogen sulfide, methanethiol and dimethyl sulfide in various biological matrices. *J. Chromatogr. B.* 877: 3366-3377).
16. **HEADON, D. R.; BUGGLE, K.; NELSON, A.; KILLEN, G.** 1991 Glycofractions of yucca plant and their role in ammonia control. In: Lyons, T.P. (Ed.), *Biotechnology in the Feed Industry*. Altech, Nicholasville, Ky. pp. 98-108. (citado por SANTOSO, B.; MWENYA, B.; SAR, C.; GAMO, Y.; KOBAYASHI, T.; MORIKAWA, R.; KIMURA, K.; MIZUKOSHI, H.; TAKAHASHI, J. 2004. Effects of supplementing galacto-oligosaccharides, *Yucca schidigera* or nisin on rumen methanogenesis, nitrogen and energy metabolism in sheep. *Livest. Prod. Sci.* 91: 209-217.
17. **HRISTOV, A. N.; MCALLISTER, T. A.; VAN HERK, F. H.; CHENG, K.; NEWBOLD, C. J.; CHEEKE, P. R.** 1999. Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *J. Anim. Sci* 77: 2554-2563. (citado por MCALLISTER, T. A.; ANNETT, C. B.; COCKWILL, M. E.; OLSON, M. E.; WANG, Y.; CHEEKE, P. R. 2001. Studies on the use of *Yucca schidigera* to control giardiasis. *Vet. Parasitol.* 97: 85-99).

18. **JOUANY, J.; MORGAVI, D.** 2007. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *The Animal Consortium*. 1(10): 1443-1466.
19. **LAFHAMME, DP.** 1993. Body Condition Scoring and Weight Maintenance. In: N. Am. Vet. Conf. Orlando, USA. 16-21 jan 1993. pp 209-291.
20. **LE, P.; AARNINK, A.; OGINK, N.; BECKER, P.; VERSTEGEN, M.** 2005. Odour from animal production facilities: its relationship to diet. *Nutr. Res. Rev.* 18: 3-30.
21. **LOWE, J. A.; KERSHAW, S. J.** 1997. The ameliorating effect of *Yucca schidigera* extract on canine and feline faecal aroma. *Res. Vet. Sci.* 63: 61-66.
22. **LOWE, J. A.; KERSHAW, S. J.; TAYLOR, A. J.; LINFORTH, R. S. T.** 1997. The effect of *Yucca schidigera* extract on canine and feline faecal volatiles occurring concurrently with faecal aroma amelioration. *Res. Vet. Sci.* 63: 67-71.
23. **MARZOCCO, E.; PIACENTE, S.; PIZZA, C.; OLESZEK, W.; STOCHMAL, A.; PINTO, A.; SORRENTINO, R.; AUTORE, G.** 2004. Inhibition of inducible nitric oxide synthase expression by yuccaol C from *Yucca schidigera* roezl. *Life Sci.* 75: 1491-1501.
24. **MOORE, J. G.; JESSOP, L. D.; OSBORNE, D. N.** 1987. Gas-chromatographic and mass-spectrometric analysis of the odour of human faeces. *Gastroenterology*. 93: 1321-1329. (citado por LOWE, J. A.; KERSHAW, S. J. 1997. The ameliorating effect of *Yucca schidigera* extract on canine and feline faecal aroma. *Res. Vet. Sci.* 63: 61-66).
25. **NASRI, S.; SALEM, H. B.; VASTA, V.; ABIDI, S.; MAKKAR, H. P. S.; PRIOLO, A.** 2011. Effect of increasing levels of *Quillaja saponaria* on digestion, growth and meat quality of Barbarine lamb. *Anim. Feed Sci. Tech.* 164: 71-78.
26. **NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC).** 2006. Nutrient requirements of dog. National Academy Press. Washington D.C., USA. 447p.
27. **NAZEER, M. S.; PASHA, T. N.; ABBAS, S.; ALI, Z.** 2002. Effect of yucca saponin on urease activity and development of ascites in broiler chicken. *Int. J. Poult. Sci.* 1: 174-178. (citado por WINDISCH, W.; SCHEDULE, K.; PLITZNER, C.; KROISMAYR, A. 2008. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.* 86: E140-E148).
28. **OLESZEK, W.; SITEK, M.; STOCHMAL, A.; PIACENTE, S.; PIZZA, C.; CHEEKE, P.** 2001<sup>a</sup>. Steroidal saponins of *Yucca schidigera* Roetzl. *J. Agric. Food Chem.* 49: 4392-4396. (citado por PIACENTE, S.; PIZZA, C.; OLESZEK, W. 2005. Saponins and phenolics of *Yucca schidigera* Roetzl: Chemistry and bioactivity. *Phytochem. Rev.* 4: 177-190).



29. **PALATNIK DE SOUSA, C. B.; SANTOS, W. R.; CASAS, C. P.; PARAGUAI DE SOUZA, E.; TINOCO, L. W.; DA SILVA, B. P.; PALATNIK, M.; PARENTE, J. P.** 2004. Protective vaccination against murine visceral leishmaniasis using aldehyde-containing *Quillaja saponaria* sapogenins. *Vaccine*. 22: 2470-2479.
30. **PELAH, D.; ABRAMOVICH, A.; MARKUS, A.; WIESMAN, Z.** 2002. The use of commercial saponin from *Quillaja saponaria* bark as a natural larvicidal agent against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*. *J. Ethnopharmacol.* 81: 407-409.
31. **PEN, B.; SAR, C.; MWENYA, B.; KUWAKI, K.; MORIKAWA, R.; TAKAHASHI, J.** 2006. Effects of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* extracts on in vitro ruminal fermentation and methane emission. *Anim. Feed Sci. Tech.* 129: 175-186.
32. **PEN, B.; SAR, C.; MWENYA, B.; TAKAHASHI, J.** 2008. Effects of *Quillaja saponaria* extract alone or in combination with *Yucca schidigera* extract on ruminal fermentation and methanogenesis in vitro. *J. Anim. Sci.* 79: 193-199.
33. **PEN, B.; TAKAURA, K.; YAMAGUCHI, S.; ASA, R.; TAKAHASHI, J.** 2007. Effects of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* with or without  $\beta$  1–4 galacto-oligosaccharides on ruminal fermentation, methane production and nitrogen utilization in sheep. *Anim. Feed Sci. Tech.* 138: 75-88.
34. **PIACENTE, S.; BIFULCO, G.; PIZZA, C.; STOCHMAL, A.; OLESZEK, W.** 2002. A novel phenolic spiro derivative, Yuccaone A, from *Yucca schidigera* bark. *Tetrahedron Lett.* 43: 9133-9136.
35. **PIACENTE, S.; PIZZA, C.; OLESZEK, W.** 2005. Saponins and phenolics of *Yucca schidigera* Roez: Chemistry and bioactivity. *Phytochem. Rev.* 4: 177-190.
36. **QUIGLEY, J. D.; CAMPBELL, J. M.; POLO, J.; RUSSELL, L. E.** 2004. Effects of spray-dried animal plasma on intake and apparent digestibility in dogs. *J. Anim. Sci.* 82: 1685-1692.
37. **RONER, M.; SPRAYBERRY, J.; SPINKS, M.; DHANJI, S.** 2007. Antiviral activity obtained from aqueous extracts of the Chilean soapbark tree (*Quillaja saponaria* Molina). *J. Gen. Virol.* 88: 275-285.
38. **SANTACRUZ-REYES, R.; CHIEN, Y.** 2009. Efficacy of *Yucca schidigera* extract for ammonia reduction in freshwater: Effectiveness analysis and empirical modeling approach. *Aquaculture*. 297: 106-111.

39. **SANTACRUZ-REYES, R.; CHIEN, Y.** 2010. *Yucca schidigera* extract - A bioresource for the reduction of ammonia from mariculture. *Bioresource Technol.* 101: 5652-5657.
40. **SANTACRUZ-REYES, R.; CHIEN, Y.** 2012. The potential of *Yucca schidigera* extract to reduce the ammonia pollution from shrimp farming. *Bioresource Technol.* 113: 311-314.
41. **SINGER, M. D.; ROBINSON, P. H.; SALEM, A. Z. M.; DEPETERS, E. J.** 2008. Impacts of rumen fluid modified by feeding *Yucca schidigera* to lactating dairy cows on in vitro gas production of 11 common dairy feedstuffs, as well as animal performance. *Anim. Feed Sci. Tech.* 146: 242-258.
42. **TANGERMAN, A.** 2009. Measurement and biological significance of the volatile sulfur compounds hydrogen sulfide, methanethiol and dimethyl sulfide in various biological matrices. *J. Chromatogr. B.* 877: 3366-3377.
43. **WALLACE, R. J.; ARTHAUD, L.; NEWBOLD, C. J.** 1994. Influence of *Yucca schidigera* extract on ruminal ammonia concentrations and ruminal microorganisms. *Appl. Environ. Microbiol.* 60: 1762-1767.
44. **WANG, Y.; MCALLISTER, T. A.; NEWBOLD, C. J.; RODE, L. M.; CHEEKE, P. R.; CHENG, K.** 1998. Effects of *Yucca schidigera* extract on fermentation and degradation of steroidal saponins in the rumen simulation technique (RUSITEC). *Anim. Feed Sci. Technol.* 74: 143-153. (citado por MCALLISTER, T. A.; ANNETT, C. B.; COCKWILL, M. E.; OLSON, M. E.; WANG, Y.; CHEEKE, P. R. 2001. Studies on the use of *Yucca schidigera* to control giardiasis. *Vet. Parasitol.* 97: 85-99).