

EFECTO DEL EXTRACTO DE *Yucca schidigera* EN EL PERFIL BIOQUÍMICO Y HEMÁTICO DE CERDOS EN CRECIMIENTO Y ENGORDE.

Effects of *Yucca schidigera* Extract on Biochemical and Hematological Profiles of Growing and Fattening Pigs.

Verónica Espinosa Muñoz ¹, Adelfa del C. García Contreras ¹, José G. Herrera Haro ²,
Adolfo G. Álvarez Macías ¹, Silvia G. Estrada Barrón ¹ y Miriam Meza Cortes ¹

¹ Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. *Tel. y Fax 54837039. E-mail: esmuver@gmail.com

² Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo.

RESUMEN

Se estudió el efecto del extracto de *Yucca schidigera* en los valores hemáticos de cerdos en crecimiento y engorde. Se utilizaron 30 cerdos línea York x Landrace x Pietrain (YLP), a los cuales se asignaron tres tratamientos en forma completamente al azar: T1, dieta testigo (sorgo-soya); T2, dieta testigo + 120 g de De-Odorase® y T3, dieta testigo + 120 g de Amoprem®. Las variables hemáticas se evaluaron tomando una muestra de sangre agregando EDTA. Además, se determinó el perfil bioquímico (creatinina, urea, proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos y glucosa) de los animales. Se realizó el análisis de varianza para las variables obtenidas y se compararon las medias con la prueba de Tukey. Para la interpretación de las variables hemáticas, se establecieron valores de referencia para el tratamiento testigo, basados en límites de confianza al 95% y con ellos se interpretaron las variables hemáticas. La concentración de triglicéridos (0,47; 0,32 y 0,33 mmol/l en T1, T2 y T3), colesterol (1,39; 1,29 y 1,31 mmol/l) y urea (3,95; 3,84 y 3,67 mmol/l) mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos en los cerdos en la etapa de crecimiento. En la etapa de engorda, se observó que las concentraciones de triglicéridos (0,36; 0,31 y 0,35 mmol/l), urea (4,61; 4,65 y 4,28 mmol/l) y proteína total (5,50; 5,36 y 5,47 g/dl) disminuyeron en los tratamientos adicionados con *Yucca schidigera* ($P < 0,05$). El perfil hemático en la etapa de crecimiento no mostró diferencias ($P > 0,05$); sin embargo, en la etapa de engorde existieron diferencias ($P < 0,05$) en hemoglobina (18,31; 20,04 y 20,62 g/dl), neutrófilos (18,15; 27,15 y 25,40%) y monocitos (13,45; 7,00 y 8,50%). En conclusión, los niveles de

colesterol, triglicéridos y urea disminuyeron al adicionar extracto de *Yucca* en la dieta, aún cuando estos valores se encuentran dentro del rango de referencia obtenido en el presente estudio.

Palabras clave: *Yucca schidigera*, perfil bioquímico, perfil hemático, variables hemáticas, cerdos.

ABSTRACT

The effect of *Yucca schidigera* on the hematological values of growing and fattening pigs was studied. Thirty York x Landrace x Pietrain pigs (YLP) were assigned to three different treatments at random used for this research: T1, standard diet (sorghum-soybean); T2, standard diet + 120 g of De-Odorase® and T3, standard diet + 120 g of Amoprem®. The hematological values were evaluated in a blood sample with EDTA. Moreover, the biochemical profile of the animals was determined (creatinine, urea, total protein, albumin, cholesterol, triglyceride, and glucose) with the blood serum. To analyze the hematic values an analysis of variance was used, and the differences between means were inspected using Tukey's test. In order to interpret the results of the hematological values, there were established reference values for the control treatment calculated by 95% confidence limits. The level of triglyceride (0.47, 0.32, and 0.33 mmol/l in T1, T2, and T3), cholesterol (1.39, 1.29, and 1.31 mmol/l) and urea (3.95, 3.84 and 3.67 mmol/l) in the growing pigs showed differences between treatments ($P < 0.05$). In the fattening pigs, it was observed that the concentrations of triglyceride (0.36, 0.31 and 0.35 mmol/l), urea (4.61, 4.65 and 4.28 mmol/l) and total protein (5.50, 5.36 and 5.47 g/dl) decreased in the treatments when *Yucca schidigera* was added in the diet ($P < 0.05$). The hematological

profiles in the growing pigs didn't show differences ($P>0.05$); however, in the fattening pigs there were differences ($P<0.05$) in hemoglobin (18.31, 20.04, and 20.62 g/dl) neutrophils (18.15, 27.15, and 25.40%) and monocytes (13.45, 7.00, and 8.50%). So the conclusion is that the levels of cholesterol, triglyceride, and urea decreased when adding the *Yucca schidigera* extract in the diet, even when these values are found in the rank of reference obtained in the present study.

Key words: *Yucca schidigera*, biochemical profiles, hematological values, pigs.

INTRODUCCIÓN

La formulación correcta de las dietas, así como el suministro adecuado de las necesidades nutricionales para un óptimo crecimiento y desempeño productivo de los animales, ha incrementado su importancia en años recientes [20]. La inclusión de aditivos en la dieta de los cerdos como las preparaciones bacterio-enzimáticas, inhibidores de ureasas, agentes enmascarantes, oxidantes, absorbentes y extractos de plantas como la *Yucca schidigera* [17] es una práctica común. Los extractos de plantas se utilizan como alternativa al empleo de fármacos en la producción animal.

Algunos investigadores como Duffy y Brooks [7], Katsunuma y col. [12] y Wilson y col. [30] evidenciaron que el extracto de *Yucca schidigera* tiene propiedades para ligar el amoníaco, disminuyendo en un 12 a 30% la emisión de éste. Valores mayores fueron encontrados por Sutton y col. [28], quienes reportaron una disminución del 55% del amoníaco en excretas de cerdos. En las fosas de deyección y en canaletas de excreción la producción de gases se reduce, ya que existe efecto residual del extracto de *Yucca schidigera* en las heces.

Se ha observado que el extracto de *Yucca* afecta favorablemente la producción de cerdos, mejorando el crecimiento, salud y disminuyendo parasitosis en los animales [8, 11, 13, 16, 24], aún y cuando no es clara la forma de su contribución, ya que se propone que este extracto no es absorbido por el tracto digestivo, y por ello no tiene ningún efecto a nivel metabólico y hemático. Por su parte, Kaya y col. [13] señalan que a nivel digestivo, la actividad tensoactiva del extracto de *Yucca schidigera*, en particular por su contenido en saponinas, reduce la tensión de la membrana celular de las microvellosidades favoreciendo la absorción de nutrientes.

Así también, se ha observado que el extracto de *Yucca schidigera* reduce los niveles de urea, colesterol y triglicéridos en suero sanguíneo. Al respecto, Ryan y col. [24] y Kaya y col. [13], mostraron una disminución de los niveles de urea, colesterol y triglicéridos y un incremento de la concentración de creatinina en suero sanguíneo, aunque la forma de acción del extracto de *Yucca* no ha sido establecida. Entre las posibles formas de acción de este aditivo se señalan las siguientes: a) Estimulo esteroideal a través de las saponinas esteroidales

que contiene el extracto de *Yucca*; b) Inhibición de ureasas en el intestino; c) Unión (ligadura) a amoníaco; y d) Modulación y selección de microorganismos [7]. Los trabajos refieren que las saponinas esteroidales contenidas en la *Yucca* estimulan el crecimiento de los animales, pero no tienen efecto biológico que active la producción o acción de las hormonas esteroidales, por lo que la acción pueda ser atribuida a este compuesto. En el mismo sentido se considera que puede inhibir directamente las ureasas en la porción posterior del intestino de los animales, y también que puede causar una alteración en la población microbiana del tracto gastrointestinal [7, 8].

El extracto de *Yucca schidigera* es un potente inhibidor *in vitro* de las enzimas ureasas; como inhibidor *in vivo* sus propiedades son atribuidas a la inhibición gastrointestinal de ureasas. Duffy y col. [8] señalan que el método de evaluación de la acción del extracto de *Yucca schidigera* en las enzimas ureasas es variable y los diversos reportes científicos no son concluyentes, por lo que se considera que no solo son las saponinas responsables de los beneficios, sino que también los glicocomponentes contribuyen o tienen un efecto directo. Sin embargo, las saponinas son las que tienen una contribución sustancial en el mecanismo de acción del extracto, por la cantidad en la que se encuentran presentes en la planta, y en consecuencia al realizar el extracto se puede encontrar alrededor del 10% de su peso en seco [11, 12, 21].

Algunos reportes de extracto de *Yucca schidigera* indican que incrementa la excreción de ácidos biliares en las heces y esto ayuda de forma indirecta a la eliminación de colesterol. Kaya y col. [13] mencionan que al inyectar saponinas en el torrente sanguíneo, éstas lisan la membrana de los glóbulos rojos, afectando los perfiles hemáticos de los animales.

Se considera que la mayoría del amoníaco de la sangre es convertido en urea en el hígado, pero no toda la urea formada se excreta en la orina, dado que parte de ésta es reciclada en el cuerpo [23]. Se ha observado que el extracto de *Yucca* afecta el metabolismo del nitrógeno reduciendo la concentración de urea y amoníaco del suero sanguíneo [3]. Dada la importancia de lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el perfil bioquímico y hemático de cerdos en crecimiento y engorde, sometidos a una dieta comercial con la adición de extracto de *Yucca schidigera*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 30 cerdos de la línea York x Landrace x Pietrain (YLP). La etapa de crecimiento se inició con cerdos con un peso promedio de $40,1 \pm 3,4$ kg. Dichos cerdos se mantuvieron durante 5 semanas en esta etapa, para posteriormente iniciar la del engorde con estos cerdos, a un peso vivo promedio de $67 \pm 4,8$ kg. Cada etapa productiva incluyó una semana de adaptación al sistema de alimentación, manejo y alojamiento. Se probaron tres tratamientos, con cinco repeticiones cada uno; cada repetición consistió de 2 cerdos (una

hembra y un macho). Los cerdos fueron alojados en casetas de 75 m², con jaulas elevadas de 2,5 x 1,5 m. Las jaulas se colocaron en tres casetas tipo invernadero; la estructura de las casetas era tubular con cubierta de lona y piso de cemento. Antes del inicio del experimento, los animales se pesaron y se obtuvieron muestras de sangre para evaluar los perfiles bioquímico y hemático, así también se realizó un análisis coproparasitológico, para tratarlos posteriormente.

A los cerdos alojados en las jaulas se les suministraba diariamente alimento concentrado *ad libitum*, con base al tratamiento asignado. Los tratamientos fueron: Tratamiento 1 (T1), Dieta testigo (sorgo-soya) con 17,95% de proteína cruda (PC) para la etapa de crecimiento y 14,57% de proteína para la etapa de engorde; Tratamiento 2 (T2), Dieta testigo + adición de 120 g de De-Odorase[®] (producto comercial, hecho a base de extracto de *Yucca schidigera*, elaborado por Alltech de México) por tonelada de alimento; Tratamiento 3 (T3), Dieta testigo + 120 g por tonelada de alimento de Amoprem[®] (producto comercial, hecho a base de extracto de *Yucca schidigera* producido por Premezclas de México S.A de C.V).

La dieta suministrada se balanceo con base a los requerimientos nutricionales de la etapa de crecimiento y engorde, utilizando las tablas del National Research Council (NRC) [19]. El contenido de nutrientes de la dieta utilizada durante las dos etapas de experimentación, se muestra en la TABLA I.

TABLA I

**CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LA DIETA DE CERDOS /
NUTRIENT COMPOSITION OF THE PIGS TREATMENTS DIETS**

Nutriente	Crecimiento %	Engorde %
Proteína cruda	17,951	14,567
Energía metabolizable (Mcal/kg)	3,284	3,261
Calcio	0,793	0,839
Fósforo disponible	0,642	0,709
Lisina	1,015	0,908

Variables hemáticos

Para su análisis se colectaron 5 ml de muestra sanguínea en tubos con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) como anticoagulante y sin éste. La muestra sanguínea se obtuvo de la vena yugular, utilizando agujas de 21 G x 38mm (0,8 mm x 38mm), previa inmovilización del animal, estando de pie y colocado en posición tal que permitiera tener el cuello del cerdo recto y estirado [1, 5, 22, 29]. El muestreo se realizó cada tercer día, durante las dos etapas de experimentación, obteniendo 600 sueros sanguíneos (100 sueros por tratamiento/etapa). Las muestras se almacenaron a 4°C en cajas térmicas, para su posterior análisis en el laboratorio de Diagnóstico Clínico de Policlínica Veterinaria y de Asesoría Zootécnica (POLIVET-AZ), de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, los análisis se realizaron en un periodo no mayor a 4 horas a su obtención. Para el perfil

bioquímico se determinó en suero sanguíneo: creatinina por el método Jaffé colorimétrico, glucosa por trinder GOD-POD, triglicéridos por GPO-PAP, colesterol por CHOD-PAP, urea por ortoftaldehído, proteínas totales por biuret, colorimétrico y para albúmina con el verde bromocresol, utilizando reactivos SPIN-REACT. El perfil hemático consistió en la determinación de la fórmula roja, que incluye hemoglobina por el método de cianohemoglobina, hematocrito por microcentrifugación y cuenta de glóbulos rojos en cámara de Neubaüer; para la fórmula blanca se realizó el recuento de glóbulos blancos total en la cámara de Neubaüer, y el recuento diferencial de eosinófilos, basófilos, neutrófilos, linfocitos y monocitos con frotis coloreados con la tinción de Wright [15, 29]. Las plaquetas se calcularon realizando un recuento de las mismas en 20 campos bajo el objetivo de inmersión; llevándose a cabo un recuento del número de plaquetas presentes al efectuar el recuento diferencial, lo cual dió como resultado el número de plaquetas por cada 100 leucocitos, cuyo número fue proporcional al recuento total de leucocitos [29].

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza para las variables en estudio con base en un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Se utilizaron los procedimientos GLM y LSMEANS del programa SAS [26]. Las comparaciones de medias se realizaron con la prueba de Tukey [27]. Para establecer los límites de referencia en las variables de perfil bioquímico y hemático se utilizaron los resultados del tratamiento testigo, basados en intervalos de confianza a un 95% [18].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil bioquímico

El efecto de la adición del extracto de *Yucca schidigera* en el perfil bioquímico de los cerdos en la etapa de crecimiento y engorde se muestra en las TABLAS II y III. Los resultados permiten observar en la etapa de crecimiento, que los niveles de triglicéridos, colesterol y urea fueron diferentes entre tratamientos ($P < 0,05$). En la etapa de engorde existió la misma tendencia a disminuir ($P < 0,05$) los niveles de triglicéridos sanguíneos y urea, además de la proteína total.

La disminución de triglicéridos por la adición de extracto de *Yucca* a la dieta en la etapa de crecimiento fue del 31,9% en T2 y 29% en T3 al compararse con T1; en la etapa de engorde, la reducción fue del 13,89 en T2 y 2,78% para T3. Los valores obtenidos en las dos etapas de producción se encuentran dentro de los límites de referencia establecidos por este estudio y éstos a su vez, están 50% por debajo de los reportados por Dubreuil y col. [6], en animales en crecimiento.

El nivel de colesterol fue menor en un 7,19% en T2 y 5,76% en T3 en cerdos alimentados con extracto de *Yucca schidigera* en la etapa de crecimiento, encontrándose dentro

TABLA II
MEDIAS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN EL PERFIL BIOQUÍMICO DE CERDOS EN CRECIMIENTO/
MEANS OF THE BIOCHEMICAL PROFILE FROM GROWING PIGS

Elemento	Límites de referencia	T1	T2	T3	EEM
		Testigo (dieta estándar)	Testigo + De-Odorase	Testigo + Amoprem	
Glucosa (mmol/l)	6,05-6,69	6,37 ^a	6,15 ^a	6,07 ^a	0,18
Triglicéridos (mmol/l)	0,34-0,60	0,47 ^a	0,32 ^b	0,33 ^b	0,04
Colesterol (mmol/l)	1,27-1,51	1,39 ^a	1,29 ^b	1,31 ^b	0,03
Creatinina (mmol/l)	61,02-80,76	69,12 ^a	68,16 ^a	64,97 ^a	4,24
Urea (mmol/l)	3,65-4,35	3,95 ^a	3,84 ^b	3,67 ^c	0,07
Proteína total (g/dl)	4,42-5,12	4,77 ^a	4,76 ^a	4,78 ^a	0,11
Albúmina (mmol/l)	596,25-653,21	624,55 ^a	647,54 ^a	638,35 ^a	20,29

^{a,b,c}Medias con distinta literal en hilera son estadísticamente diferentes (P<0,05). EEM: Error estándar de la media.

TABLA III
MEDIAS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN EL PERFIL BIOQUÍMICO DE CERDOS EN ENGORDE /
MEANS OF THE BIOCHEMICAL PROFILE FROM FATTENING PIGS

Elemento	Límites de referencia	T1	T2	T3	EEM
		Testigo (dieta estándar)	Testigo + De-Odorase	Testigo + Amoprem	
Glucosa (mmol/l)	5,69-6,54	6,12 ^a	5,61 ^a	6,15 ^a	0,17
Triglicéridos (mmol/l)	0,31-0,41	0,36 ^a	0,31 ^b	0,35 ^b	0,02
Colesterol (mmol/l)	1,31-1,55	1,42 ^a	1,38 ^a	1,42 ^a	0,08
Creatinina (mmol/l)	118,26-158,60	140,56 ^a	131,09 ^a	120,28 ^a	5,60
Urea (mmol/l)	4,36-4,86	4,61 ^a	4,65 ^a	4,28 ^b	0,10
Proteína total (g/dl)	5,04-5,36	5,50 ^a	5,36 ^b	5,47 ^a	0,04
Albúmina (mmol/l)	719,27-765,25	754,47 ^a	769,36 ^a	779,98 ^a	12,55

^{a,b,c}Medias con distinta literal en hilera son estadísticamente diferentes (P<0,05). EEM: Error estándar de la media.

de los límites de referencia establecidos para este metabolito, aunque los valores son inferiores a los resultados de Dubreuil y col. [6]. Al comparar los niveles de triglicéridos y colesterol, con los referidos por Kaya y col. [13], se observa la misma tendencia de disminución de estos metabolitos, aunque el trabajo de este autor fue en codornices. Lo anterior se atribuye a la actividad de las saponinas, las cuales incrementan la excreción de la bilis unida a los compuestos lipídicos del bolo alimenticio, disminuyendo la absorción. En el mismo sentido, Cheeke [3] menciona que las saponinas forman complejos insolubles con el colesterol y micelas con los esteroides, como ácidos del colesterol y de la bilis, y que la porción hidrofóbica de la saponina se asocia al núcleo hidrofóbico de los esteroides en una agregación micelar, propiciando que las saponinas ligan al colesterol en la bilis y evitando su absorción en el intestino [25]. Lo anterior explicaría el efecto de la disminución del colesterol en el suero de los cerdos alimentados con el extracto de *Yucca schidigera*.

Otro metabolito que mostró disminución (P<0,07) en los niveles fue la urea, lo cual, difiere de lo reportado por Colina y col. [4], quienes no encontraron diferencia entre tratamientos

al evaluar los niveles de urea en plasma de cerdos destetados alimentados con De-Odorase[®]. Duffy y Brooks [7] atribuyen que la urea disminuye en el suero sanguíneo con el uso del extracto de *Yucca schidigera*, ya que tiene un efecto en el metabolismo del nitrógeno. Cheeke [3] refiere que el extracto de *Yucca schidigera* altera la función del riñón y se aumenta el índice de separación de la urea, permitiendo reducir la concentración de urea y amoniaco en sangre. Por su parte Ryan y Quinn [23] mencionan que gran parte del amoniaco en sangre es convertido en urea en el hígado, una parte es reciclada en el cuerpo y la otra es excretada en la orina. Duffy y col. [8] observaron que la urea en suero sanguíneo de ratas se redujo en 21% al suplementar con extracto de *Yucca schidigera*, pero elevó la concentración de creatinina, lo anterior es atribuido al incremento de la masa muscular de los animales. Duffy y Brooks [7], al suplementar extracto de *Yucca schidigera* a la dieta de cerdos, obtuvieron una reducción del 21% en urea sérica en comparación con el testigo.

Los niveles de proteína total sérica en la etapa de engorde mostraron diferencias (P<0,05) entre tratamientos, además de una disminución del 2,55% de la concentración de proteína

total de los cerdos de T2, los cuales se alimentaron con extracto de *Yucca*. Sin embargo, T1 y T3 mostraron valores superiores a los límites de referencia de éste estudio (TABLA III), pero similares a los obtenidos por Friendship y col. [9]. No obstante, los resultados se contraponen con los reportados por Kaya y col. [13] y Kocaođlu [14], quienes no encontraron diferencias entre tratamientos, en los niveles de proteína total sérica en codornices alimentadas con extracto de *Yucca*.

Perfil hemático

Los resultados obtenidos del perfil hemático en la etapa de crecimiento no mostraron diferencias ($P>0,05$) por la adición de extracto de *Yucca* en la dieta (TABLA IV). Pero en la etapa de engorde existieron diferencias ($P<0,05$) en hemoglobina (Hb), neutrófilos segmentados y monocitos (TABLA V).

Con respecto a la concentración de Hb, en los cerdos en engorde, los límites de referencia reportados por Friendship y col. [9] fueron menores a los establecidos para este estudio. En la etapa de engorde, los cerdos alimentados con dietas que contienen *Yucca schidigera*, tuvieron un aumento del 9,45 y 12,62% de los niveles de Hb en T2 y T3, al compararse con el tratamiento testigo. Sin embargo, clínicamente la interpretación de los resultados indica, que cuando un animal muestra valores superiores a los obtenidos a los límites de referencia, puede ser indicativo de un proceso de deshidratación, estrés o ejercicio intenso, en este caso las diferencias no son significativas ($P>0,05$). Por el contrario, cuando se obtienen valores menores se puede sospechar que los animales están con pro-

cesos de anemia o que existió un problema en el manejo o extracción de la muestra, lo que ocasiona hemólisis [2, 29]. En este trabajo no existieron signos clínicos que llevaran a diagnosticar a los cerdos como enfermos, y el manejo realizado fue el mismo para todos los cerdos. Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Kaya y col. [13], quienes encontraron un incremento significativo en la concentración de Hb de codornices alimentadas con extracto de *Yucca schidigera*, por lo que la similitud entre los resultados a pesar de ser especies distintas, indicaría que existe un efecto del extracto de *Yucca* en los niveles de Hb.

En los cerdos en engorde, los neutrófilos segmentados se encontraron dentro de los límites de referencia establecidos por Friendship y col. [9]. El número de neutrófilos segmentados mostró diferencias entre tratamientos ($P<0,05$). Los neutrófilos tienen funciones asociadas a la fagocitosis e inflamación. Cuando el número de neutrófilos se incrementa, generalmente se asocia a situaciones de estrés, infección por bacterias, miedo, manejo, como el forcejeo durante la extracción de la muestra sanguínea [2, 10]. Los resultados obtenidos pueden estar relacionados con las saponinas contenidas en el extracto de *Yucca schidigera*, y su relación con el estímulo al sistema inmune. Cheeke [3], refiere que la administración de saponinas incrementa la resistencia de los animales ante enfermedades, sugiriendo que las saponinas tienen efectos inmunoestimuladores.

Friendship y col. [9] establecieron límites de referencia similares a los de este estudio. La cuenta monocitaria mostró en los cerdos en engorde diferencias ($P<0,05$) entre tratamien-

TABLA IV
MEDIAS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN EL PERFIL HEMÁTICO DE CERDOS EN CRECIMIENTO /
MEANS OF THE HEMATOLOGICAL PROFILE FROM GROWING PIGS

Fórmula Roja	Límites de referencia	T1	T2	T3	EEM
		Testigo (dieta estándar)	Testigo + De-Odorase	Testigo + Amoprem	
Hemoglobina (g/dl)	19,27-22,73	20,85 ^a	20,69 ^a	21,87 ^a	0,69
Hematocrito	39,06-40,94	39,60 ^a	36,90 ^a	38,50 ^a	1,11
CMHbC (%)	0,96-1,04	0,53 ^a	0,57 ^a	0,57 ^a	1,98
VGM (fl)	70,40-81,60	76,41 ^a	69,07 ^a	73,86 ^a	2,37
Glóbulos rojos ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	4,61-5,39	5,30 ^a	5,59 ^a	5,46 ^a	0,29
Glóbulos blancos ($\times 1000/\mu\text{l}$)	9,69-14,31	11,53 ^a	13,75 ^a	14,29 ^a	1,05
Plaquetas ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	216,72-281,48	253,60 ^a	234,20 ^a	242,90 ^a	10,33
<i>Recuento leucocitario</i>					
Basófilos (%)	1,33-2,67	1,75 ^a	1,35 ^a	2,25 ^a	0,37
Eosinófilos (%)	1,86-4,14	3,00 ^a	2,85 ^a	2,45 ^a	0,47
Neutrófilos Segmentados (%)	31,03-32,97	31,75 ^a	26,15 ^a	27,10 ^a	2,52
Neutrófilos en Banda (%)	4,64-9,36	7,00 ^a	4,90 ^a	5,25 ^a	1,28
Linfocitos (%)	33,04-46,96	39,35 ^a	46,30 ^a	47,75 ^a	4,55
Monocitos (%)	13,27-20,73	17,30 ^a	17,75 ^a	15,80 ^a	2,99

^{a,b,c} Medias con distinta literal en hilera son estadísticamente diferentes ($P<0,05$). CMHbC: Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular. VGM: Volumen Globular Medio. EEM: Error estándar de la media.

TABLA V
MEDIAS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN EL PERFIL HEMÁTICO DE CERDOS EN ENGORDE /
MEANS OF THE HEMATOLOGICAL PROFILE FROM FATTENING PIGS

Fórmula Roja	Límites de referencia	T1	T2	T3	EEM
		Testigo (dieta estándar)	Testigo + De-Odorase	Testigo + Amoprem	
Hemoglobina (g/dl)	17,34-20,63	18,31 ^b	20,04 ^a	20,62 ^a	0,53
Hematocrito	38,37-43,63	40,65 ^a	41,00 ^a	40,55 ^a	1,11
CMHbC (%)	0,41-0,49	0,46 ^a	0,49 ^a	0,49 ^a	1,82
VGM (fl)	62,64-73,36	68,44 ^a	66,35 ^a	63,43 ^a	2,29
Glóbulos rojos ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	5,73-6,27	6,00 ^a	6,33 ^a	6,45 ^a	0,18
Glóbulos blancos ($\times 1000/\mu\text{l}$)	11,26-14,74	13,22 ^a	13,64 ^a	13,67 ^a	0,76
Plaquetas ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	230,18-300,02	243,20 ^a	281,30 ^a	260,90 ^a	18,60
<i>Recuento leucocitario</i>					
Basófilos (%)	0,96-3,04	1,80 ^a	1,10 ^a	1,90 ^a	0,53
Eosinófilos (%)	1,45-4,55	2,90 ^a	2,70 ^a	2,85 ^a	0,79
Neutrófilos Segmentados (%)	14,91-21,09	18,15 ^b	27,15 ^a	25,40 ^{ba}	2,18
Neutrófilos en Banda (%)	10,87-21,13	16,15 ^a	10,85 ^a	12,45 ^a	2,20
Linfocitos (%)	39,87-52,13	46,10 ^a	50,60 ^a	44,75 ^a	2,37
Monocitos (%)	6,96-13,30	10,13 ^a	7,00 ^b	8,5 ^{ba}	1,43

^{a,b,c}Medias con distinta literal en hilera son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$). CMHbC: Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular. VGM: Volumen Globular Medio. EEM: Error estándar de la media.

tos, obteniéndose un número menor en los cerdos de T2. Voigt [29] describe la función principal de los monocitos en la respuesta inmune, ya que tienen capacidad fagocítica al ingerir y destruir organismos que no pueden ser controlados por los neutrófilos, en especial los hongos, protozoos, organismos intracelulares y algunas bacterias. Teniendo en consideración lo anterior, es importante reconocer que ninguno de los problemas antes señalados ocurrió en los cerdos que estuvieron en experimentación. Además de considerar, como se mencionó con anterioridad, los valores se encuentran dentro de los límites de referencia establecidos en este estudio, por lo tanto, la disminución en la cuenta monocitaria en los tratamientos adicionados con extracto de *Yucca schidigera* (T2 y T3) sugieren que es debido al extracto, ya que clínicamente un bajo recuento no es considerado de importancia, contrario a cuando existe un incremento [29].

La literatura indica que al adicionar extracto de *Yucca schidigera* en la dieta para codornices, el conteo de glóbulos rojos, glóbulos blancos, VGM, y la hemoglobina corpuscular media no se afectan, sin embargo, la concentración de Hb y la CMHbC se incrementa significativamente al incluir 200 ppm de extracto de *Yucca* [13]. Las diferencias en los límites de referencia pueden atribuirse a las técnicas de diagnóstico utilizadas en los trabajos realizados por otros autores e inclusive en este mismo, además del procedimiento de muestreo, dieta, sexo y línea genética de los cerdos.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que en las condiciones del presente estudio, la adición de extracto de *Yucca schidigera* como aditivo en dietas de cerdos, tiene efecto en la disminución de los niveles de triglicéridos, colesterol y urea en suero de cerdos en la etapa de crecimiento y de triglicéridos, colesterol, urea y proteína total, además de un incremento de neutrófilos en los cerdos de engorde.

Existen diferencias en los valores de referencias establecidos en este trabajo y los reportados por otros autores, lo cual es consecuencia de las diferencias en las técnicas utilizadas y a las atribuibles a los animales, como el sexo, líneas genéticas y dietas suministradas.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda realizar más investigaciones que profundicen en el efecto del extracto de *Yucca schidigera* en el perfil hemático y utilizando diferentes concentraciones de inclusión en la dieta de los cerdos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BENJAMÍN, M.M. Extracción de sangre. Cap. 1. En: **Manual de patología clínica en veterinaria**. Limusa, México. 9-20 pp. 1991.
- [2] BUSH, B.M. Eritrocitos. Cap. 2, Los leucocitos. Cap. 3, Nutrientes y Metabolitos. Cap. 5. En: **Interpretación de los análisis de laboratorio para clínicos de pequeños animales**. Harcourt, Madrid. 45-349 pp. 1999.
- [3] CHEEKE, P. R. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. In: **Proceeding of the American Society of Animal Science**. Estados Unidos. 2000. En línea: <http://www.asas.org/symposia/proceeding/0909.pdf>. 22-12-2005.
- [4] COLINA, J.J.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; FISCHER, R.L. Dietary manipulation to reduce aerial ammonia concentrations in nursery pig facilities. **J Anim Sci**. 79:3096-3103. 2001.
- [5] DOXEY, D.L. Obtención y preservación de muestras. Cap. 16. En: **Patología clínica y procedimientos de diagnóstico en veterinaria**. El Manual Moderno. México. 284-297 pp. 1987.
- [6] DUBREUIL, P.; COUTURE, Y.; TREMBLAY, A.; MARTINEAU, G. Effects of experimenters and different blood sampling procedures on blood metabolite values in growing pigs. **Can J Vet Res**. 54:379-382. 1990.
- [7] DUFFY, C.; BROOKS, P. Using *Yucca schidigera* in pig diets: effects on nitrogen metabolism. In: **Proceedings Alltech's 14th Annual Symposium on Biotechnology in the feed industry**. T.P. Lyons and K.A. Jacques (Eds). Nottingham University Press, Loughborough, Leics, Uk. 61-71 pp. 1998.
- [8] DUFFY, F.C.; KILLEEN, F.G.; CONNOLLY, D.C.; POWER, F.R. Effects of dietary supplementation with *Yucca schidigera* Roezl ex ortigies and its saponins and non-saponin fractions on rats metabolism. **J Agric Food Chem**. 49:3408-3413. 2001.
- [9] FRIENDSHIP, R.M.; LUMSDEN, H.J.; MCMILLAN, I.; WILSON, M.R. Hematology and biochemistry reference values for Ontario swine. **Can J Com Med**. 48:390-393. 1984.
- [10] HILLMAN, R.S.; BOGSS, D.R.; THOMPSON, A.R.; FINCH, C.A.; WINKELSTEIN, A.; HARKER, L.A. Sistema fagocitario (neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos). Cap. 9. En: **Manual de hematología**. El Manual Moderno, México. 177-208 pp. 1998.
- [11] ILSLEY, S.E.; MILLER, H.M.; GREATHEAD, H.M.R.; KAMEL, C. Plant extracts as supplements for lactating sows: effects on piglet performance, sow food intake and diet digestibility. **Anim Sci**. 77:247-254. 2003.
- [12] KATSUNUMA, Y.; OTSUKA, M.; NAKAMURA, Y.; TOYODA, R.; TAKADA, R.; MINATO, H. Effects of administration of *Yucca schidigera* saponins on pig intestinal microbial population. **Anim Sci J**. 71(6):594-599. 2000.
- [13] KAYA, S.; ERDOGAN, Z.; ERDOGAN, S. Effect of different dietary levels of *Yucca schidigera* powder on the performance, blood parameters and yolk cholesterol of laying quails. **J Vet Med**. Series A. 50:14-17. 2003.
- [14] KOCAOĞLU, G.B. Bildircin rasyonlarına katılan *Yucca schidigera* ekstraktinin yumurta verimi ve yumurta kalitesi ile bazı kan parametrelerine etkisi. **Turk J Vet Anim Sci**. 27:567-574. 2003.
- [15] KRAFT, H. Hematología. Análisis químico clínico de sangre. En: **Métodos de laboratorio clínico en medicina veterinaria de mamíferos domésticos**. Acribia. 23-82 pp. 1998.
- [16] McALLISTER, T.A.; ANNETT, C.A.; COCKWILL, C.L.; OLSON, M.E.; WANG, Y.; CHEEKE, P.R. Studies on the use of *Yucca schidigera* to control giardiasis. **Vet Parasitol**. 97:85-99. 2001.
- [17] McCRORY, D.F.; HOBBS, P.J. Additives to reduce ammonia y odor emissions from livestock wastes: A review. **J Environ Qual**. 30:345-355. 2001.
- [18] MENDENHALL, W. Confidence limit. Chapt 8.4. In: **Introduction to probability and statistic**. 3rd Ed. Duxbury Press. California. 184-187 pp. 1971.
- [19] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirement tables. Chapt 10. In: **Nutrient Requirement of Swine**. 10th rev. Ed. National Academy Press, Washington. 110-123 pp. 1998.
- [20] O'CONNELL, M.K.; LYNCH, P.B.; O'DOHERTY, J.V. Determination of the optimum dietary lysine concentration for growing pigs housed in pairs and in groups. **Anim Sci**. 81:249-255. 2005.
- [21] OLESZEK, W.; SITEK, M.; STOCHMAL, A.; PIACENTE, S.; PIZZA, C.; CHEEKE, P. Steroidal saponins of *Yucca schidigera* Roezl. **J Agric Food Chem**. 49:4392-4396. 2001.
- [22] PLONAIT, H.; BICK, K. Enfermedades de la sangre. Cap. 9. En: **Manual de enfermedades del cerdo**. Acribia, Zaragoza. 175-189 pp. 2001.
- [23] RYAN, J.P.; QUINN, T. Some beneficial effects of *Yucca* plant extracts in sheep and other domestic animals. Department of Veterinary Physiology & Biochemistry, Veterinary College. University College Dublin. Irlanda. 1999. On Line: <http://www.irishscientist.ie/P175.htm>. 03-05-04.
- [24] RYAN, P.; QUINN, T.; LEEK, F.B. Effect of De-odorase on blood urea and blood ammonia levels in hay-fed sheep. **Irish Vet J**. 54(7)339-341. 2001.

- [25] SIDHU, G.S.; OAKENFULL, D.G. A mechanism for the hypocholesterolaemic activity of saponins. **Brit J of Nutr.** 55:643-649. 1986.
- [26] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's Guide. USA Version 6,11. 1998.
- [27] STEEL, D.R.G.; TORRIE, H.J.; DICKEY, A.D. Analysis of variance I: The One-way classification. Chapt 7, Multiple comparisons. Chapt 8. In: **Principles and procedures of statistics a biometrical approach.** McGraw Hill, New York. 139-201 pp. 1997.
- [28] SUTTON, A.L.; KEPHART, K.B.; VERSTEGEN, M.W.A.; CANH, T.T.; HOBBS, P.J. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. **J Anim Sci.** 77:430-439. 1999.
- [29] VOIGT, G.L. Extracción y manipulación de la sangre. Cap. 4, Tipos de leucocitos y sus funciones. Cap. 7, Forma de los eritrocitos, funciones e índices. Capítulo 9. En: **Conceptos y técnicas hematológicas para técnicos veterinarios.** Acribia, S.A., Zaragoza. 15-90 pp. 2003.
- [30] WILSON, R.C.; OVERTON, T.R.; CLARK, J.H. Effects of *Yucca schidigera* extract and soluble protein on performance of cows and concentrations of urea nitrogen in plasma and milk. **J. Dairy Sci.** 81:1022-1027. 1998.