

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS



PARÁMETROS PRODUCTIVOS, CALIDAD DE LA
CANAL Y CARNE, EN CERDOS PARA ABASTO
ALIMENTADOS CON EXTRACTO DE *Yucca schidigera*

TESIS QUE PRESENTAN PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

P.M.V.Z. GUILLERMO HERNÁNDEZ ESPINOZA

P.M.V.Z. ERICK AMEZCUA PRECIADO

DIRECTOR DE TESIS
M. C. DAVID SÁNCHEZ CHIPRES

ASESOR DE TESIS
DR. DANIEL VILLAGÓMEZ ZAVALA
M.C. JORGE GALINDO GARCÍA

Las Agujas, Zapopan, Jal, Septiembre del 2003

CONTENIDO

PAGINA

RESUMEN.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
JUSTIFICACIÓN	14
HIPÓTESIS	15
OBJETIVOS	16
MATERIAL Y METODOS	17
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN	27
CONCLUSIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA	31

RESUMEN

Se ha argumentado que la inclusión de un extracto de *Yucca schidigera* en la ración alimenticia diaria de cerdos para abasto durante las etapas de desarrollo y finalización puede mejorar los parámetros productivos de los animales. Este efecto positivo sobre la producción animal de la yuca se cree debido a su efecto en la disminución de las concentraciones de amoniaco en la excreciones del cerdo que en consecuencia mejora el medio ambiente del mismo y por ende incrementa el confort para la producción. Con el propósito de medir el posible beneficio del extracto de *yucca schidigera* a razón de 120 p.p.m., se realizó este trabajo comparando los parámetros de producción y calidad de la canal y de la carne, entre dos grupos de 22 cerdos cada uno, alimentados con y sin la inclusión del extracto de yuca en su dieta diaria durante 190 días de prueba, adicionalmente se analizaron los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo para cada grupo comparándose sus concentraciones promedio. Los resultados mostraron una diferencia significativa ($p < 0.05$) a favor del grupo alimentado con extracto de yuca para los parámetros de ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, a excepción del parámetro de rendimiento en canal, el resto de los parámetros considerados resultaron ser mejores para el grupo de cerdos alimentados con yuca que para el control, sin embargo estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Con referencia a los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo no se observaron diferencias significativas entre los grupos de cerdos. Se concluye que la adición de 125 ppm de extracto de *yucca schidigera* benefician el crecimiento y la eficiencia alimenticia.

INTRODUCCION

La porcicultura intensiva como actividad tendiente a la alta tecnificación, se integra en sus distintas etapas de acuerdo al desarrollo biológico de los animales, iniciando por el servicio, ya sea por inseminación artificial o por monta natural, gestación, maternidad, lactancia, preiniciación, iniciación, crecimiento y finalización, incluyendo la producción de alimentos balanceados, dando raciones específicas a cada etapa y eventualmente la transformación de la carne, lo cual define sistemas de producción de ciclo completo.

Actualmente la producción de cerdo esta dictada por la eficiencia y productividad, mismos que se intentan elevar de manera continua en un contexto de presión económica, no solo regional o nacional, sino también internacional como una consecuencia del mercado globalizado (32).

De esta manera en la industria porcícola se desarrollan diferentes tecnologías, principalmente en el área de la alimentación animal, tendientes a mejorar los sistemas de producción animal.

Por otra parte el género *Yucca L.* (él árbol del jabón de desierto, familia: agavasea), esta compuesto de aproximadamente 45 nuevas especies mundiales, muchas de las cuales crecen en las regiones áridas de México y el sur de Estados Unidos. El género, uno de los más esparcidos de todas las monocotiledoneas (plantas que presentan un solo cotiledón o el lóbulo que rodea el embrión) desérticas de Norte América, exhibe un alto nivel de endemismo donde ocurre. Llamativas en apariencia por sus hojas con forma de espada y con flores blancas abultadas, cremosas; las plantas de este género son un importante componente de las regiones desérticas. Proveen a los animales con comida y refugio y son una parte integral de la vida tradicional de los americanos que viven en el desierto. Los retoños de los tallos, y después, capullos y frutos, son cosechados y comidos. Las hojas son

una fuente tradicional de fibras para amarrar ; las varas leñosas de las flores son usadas para propósitos de construcción (5).

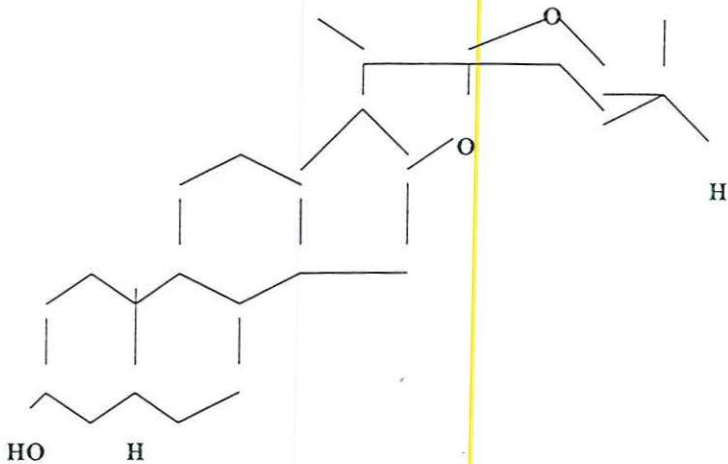
De estas 45 especies, la *Yucca schidigera* (o Mohave Yucca), comúnmente se encuentra en Arizona, Nevada, California, Estados Unidos y en el Estado de Baja California en México (4, 6, 24).

El consumo directo de la planta por el ganado, raramente ocurre, aun así, pequeñas cantidades de pedúnculos (pezones o rabillos de las flores o frutos) inmaduros de flores son ocasionalmente comidos por el ganado; las cabras domesticas utilizan las hijas de muchas especies de yucca y probablemente se alimentan de yucca schidigera cuando esta disponible. Las ratas del bosque, ardillas de tierra y el ganado, consumen los frutos y semillas de la yucca schidigera. El pedúnculo de las flores y el follaje de la Yucca es palatable para los conejos cola de algodón, liebres, y altamente palatable para un numero de pequeñas aves y mamíferos.

Esta especie de Yucca ha sido utilizada altamente en productos alimenticios a partir de 1965, fue aprobado su uso sin restricción en alimentos para humanos. Actualmente la clasificación de la Yucca es de tipo grass (esto es, recomendado como seguro), para alimento tanto humano como para animales (32).

Por otra parte, ciertas hormonas esteroidales naturales y esteroides de plantas tienen estructura química similar a esteroides como el colesterol, estrona, testosterona, cortisona y hexaesterol, que generalmente aumenta la digestión in vitro posiblemente por la acción como un agente humidificador. Las sarsaponinas, consisten principalmente en sarsapogenina (figura No 1) y smilagenina, las cuales son glicosidos esteroidales obtenidos de la planta de Yucca; estas sustancias tienen propiedades de jabón, de donde reciben su nombre; del latín *sapo*, jabón. Estas sustancias se encuentran en las plantas unidas a uno o varios azucars, formando lo que se llaman saponinas o glicosidos (34).

Figura N° 1. Estructura molecular de la Sarsasapogenina.



*Tomado de Romo de V. A. (1985)

Pocas veces se hace el esfuerzo de aislar las saponinas. Lo que generalmente se hace es tratar con ácidos minerales a la planta que los contiene para que se hidrolice, enseguida se lava con agua para quitar el ácido y eliminar los azúcares, el residuo insoluble en el agua se seca y se extrae con hexano u otro disolvente poco polar, al evaporar el disolvente se obtiene la saponina cruda (36).

Diversos usos del extracto de *Yucca* han sido promovidos por la Industria, destacando que el extracto (alguno de los componentes separados de una sustancia) de *Yucca schidigera* es un producto 100% natural, no tóxico, y fácil de usar. Por esto es utilizado bastante en la producción porcina, de aves, bovina, equina, en acuicultura y con

mascotas. El extracto reduce los niveles de compuestos nitrogenados como el amoníaco, urea, nitritos y nitratos dentro del tracto digestivo. Además, reduce la producción de gases dañinos y los olores ofensivos de las excretas animales (11, 37, 45).

El extracto de *Yucca schidigera* ayuda a licuar los desechos y acelera los procesos microbiológicos en el agua de desecho y en lagunas de tratamiento. Investigaciones han demostrado que altos niveles de amoníaco en cerdos, aves, bovinos leche y granjas de camarón son perjudiciales para la salud, desempeño y productividad animal. Estos componentes nitrogenados han demostrado causar problemas en el tracto respiratorio, ceguera en gallinas, pobre desempeño e inclusive muerte del animal (23).

Actualmente, los sistemas de tratamiento de agua residuales utilizan extracto de *Yucca* para controlar el olor. La aplicación de este material tiene como efecto la estimulación de la actividad bacteriana. La sarsaponina estimula la fermentación anaeróbica bacteriana. Esto explica aquellos reportes que argumentan el aumento de actividad en lagunas y la disminución en el tiempo de descomposición de las excretas de cerdo. Así como el tratamiento directo de lagunas de excretas del ganado, es factible con la aplicación de producto líquido de extracto de Yuca sobre las lagunas de excretas antes mencionadas, la inclusión en la dieta es mucho más simple, además de ser la ruta más sencilla de incorporación a las lagunas (23).

El extracto de *Yucca schidigera* ha sido utilizado en la producción animal pues se cree que es capaz de proveer un efecto adecuado contra la formación de amoníaco y sulfuro de hidrogeno, gases tóxicos y principales responsables de los malos olores derivados de las excretas animales (37, 45).

Además de sus usos en la producción animal, el extracto de *Yucca* está aprobado por la FDA (Food and Drug Administration) de los Estados Unidos, para ser utilizado ampliamente como agente espumante en la industria de bebidas como cerveza de regular y bajo contenido de alcohol, vinos fríos, ginebra, cerveza de raíz, bebidas de cebada y

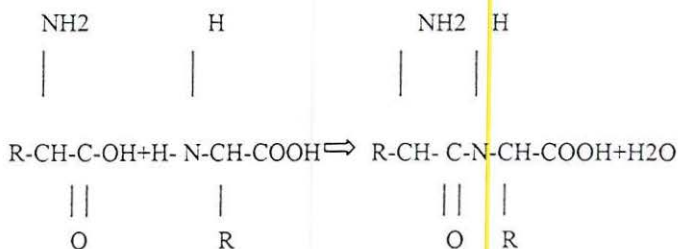
muchos otros productos que necesiten mucha espuma como shampoos y por sus propiedades surfactantes en la industria cosmética (34).

Actualmente, la industria animal intensiva a tendido a desarrollar un alto grado de eficiencia al crear sistemas de producción altamente tecnificados. Esto, debido a la necesidad de producir altos volúmenes de proteína de origen animal para la alimentación del hombre. Se han logrado grandes avances y beneficios al reducir costos y tiempo de producción; sin embargo debido a que la producción intensiva conlleva a sistemas de confinamiento de poblaciones densas, provoca que el manejo de las excretas constituya a un problema de contaminación ambiental el cual puede afectar negativamente a la misma producción animal. Por otra parte, al intentar tener un alto rendimiento animal en el menor tiempo posible se hace necesario implementar sistemas de alimentación con raciones que tengan niveles altos de proteína; aquí es relevante considerar los metabolitos (subproductos) de la utilización de estas mismas proteínas de la dieta que potencialmente pudieran afectar la eficiencia productiva del animal (18,21,33).

Cuando un animal consume su ración el contenido de proteína en está es hidrolizada a peptidos y aminoácidos por las enzimas digestivas, y los aminoácidos, son degradados a ácidos orgánicos, bióxido de carbono y amoniaco (39).

En los animales no rumiantes la digestión de las proteínas inicia en el estómago, donde la pepsina una importante enzima péptica, alcanza su mayor actividad con valores de pH de 2.0 a 3.0, y se vuelve inactiva cuando el pH supera el valor de 5.0. Como muchas de las otras enzimas encargadas de la digestión de las proteínas, la pepsina es secretada en forma de precursor inactivo (proenzima) y es activado por el ácido clorhídrico que es producido y secretado por las glándulas gástricas que además secretan pepsinógeno, factor intrínseco (sustancia esencial para la absorción de la vitamina B12 en el ileon) y moco (16, 19, 33).

Las proteínas están formadas por aminoácidos que se unen entre sí por enlaces peptídicos, un enlace típico es el siguiente figura 2. (18):



Un ion hidroxilo de un aminoácido y un ion de hidrógeno del aminoácido siguiente forman el enlace; así pues, los aminoácidos de la cadena de la proteína están unidos por condensación y su digestión se debe al efecto opuesto de la hidrólisis, ya que las enzimas proteolíticas devuelven el agua a las moléculas de proteínas para separar los aminoácidos que las componen (18).

La pepsina hidroliza las uniones entre los aminoácidos aromáticos (aminoácidos que contienen anillos aromáticos), como la fenilalanina o la tirosina, de manera que los productos de la digestión péptica son polipéptidos de muy diversos tamaños (15, 31).

Después de la ingestión de una ración proteínica, hay una elevación transitoria franca en el contenido de nitrógeno amínico en la sangre portal, la absorción de los aminoácidos es rápida en el duodeno y el yeyuno, pero lenta en el íleon. Aproximadamente 50 % de las proteínas digeridas provienen de los alimentos ingeridos, 25 % de las proteínas de los jugos digestivos y 25 % de las células mucosas descamadas. Sólo 2 a 5 % de las proteínas en el intestino delgado no son digeridas ni absorbidas (15).

El mantenimiento de concentraciones constantes de aminoácidos plasmáticos circulantes entre cada comida depende del balance neto entre la liberación de las reservas proteica endógenas y su utilización por sus diversos tejidos. El músculo e hígado

desempeñan papeles importantes en la determinación de los niveles circulantes y del recambio de aminoácidos. La alanina y la glutamina constituyen más del 50% del nitrógeno total en alfa-aminoácidos liberado del tejido muscular; y en contraste a esta excreción significativa, capta cantidades pequeñas de serina, cisteína y glutamato de la circulación. En el hígado las enzimas del ciclo de la urea disponen del nitrógeno sobrante; este capta en forma consistente del plasma grandes cantidades de alanina y glutamina, aminoácidos predominantes liberados por el músculo. El riñón es la principal fuente de serina; además el riñón libera cantidades pequeñas pero significativas de alanina, y capta glutamina, prolina y glicina de la circulación (9, 23, 33, 40).

En el caso del intestino, la mayoría de los grupos amino de la glutamina son liberados desde el tejido como alanina o como amoniaco libre (8,20,31,38).

Así en general, existe una relación estrecha entre las excreciones de aminoácidos desde el músculo periférico y su captación por los tejidos esplénicos o viscerales. (31).

El amoniaco es producido constantemente en los tejidos, pero además una considerable cantidad es producida por las bacterias intestinales tanto a partir de las proteínas de la dieta, como de la urea presente en los líquidos secretados en el aparato digestivo. Este amoniaco es absorbido en el intestino y pasa a la sangre de la vena porta hepática, la cual característicamente contiene concentraciones mayores de amoniaco que la sangre de la circulación general. En circunstancias normales el hígado elimina eficientemente el amoniaco de la sangre portal transformándolo a urea, de manera que la sangre que sale de éste (y, de hecho toda la sangre periférica), esta exenta de amoniaco. Esto es esencial, ya que aún distintas cantidades de amoniaco son tóxicas para el sistema nervioso central (19,20,31,38).

En la mayoría de los vertebrados terrestres, parte del amoniaco que se forma a partir de la degradación de los aminoácidos se utiliza en la biosíntesis de los compuestos nitrogenados y el excedente se transforma en urea y posteriormente se excreta. En aves y reptiles terrestres el amoniaco se convierte en ácido úrico (Fig. No. 3-C) para la excreción,

mientras que en muchos animales acuáticos la excreción se realiza en forma de amoníaco. Denominándosele a estas tres clases de organismos, ureotélicos, uricotélicos y amonotélicos, respectivamente (8,26,37).

El ganado vacuno, bisontes o búfalos muestran el sistema digestivo de rumiantes más avanzado al ser animales no selectivos y perfectamente capaces de digerir forrajes de mala calidad, rico en celulosa. Los puntos focales de diversificación anatómica entre éstos y otras especies de rumiantes, son las glándulas salivales, los tres compartimentos del pre-estomago (rumen, retículo y omaso), el abomaso o estomago glandular y la cámara de fermentación ceco-cólica.

Los rumiantes deben destinar bastante tiempo a la masticación, de otra manera serían incapaces de descomponer la fibra en partículas suficientemente pequeñas para que sea máxima la digestión por los microbios del rumen y permitir el paso de residuos no digeribles. Su capacidad para utilizar gramíneas y leguminosas forrajeras que el hombre no puede digerir depende en gran medida del mantenimiento de una población microbiana sana en el rumen y de su capacidad para masticar. La saliva es producida en cantidades copiosas por las glándulas salivales, de las cuales aparentemente las parótidas producen del 40 al 50 % de la saliva total.

La digestión en los rumiantes se realiza mediante la descomposición microbiana de los nutrientes de la dieta en el retículo-rumen, actividad hidrolítica y enzimas en abomaso y intestino delgado y una fermentación microbiana secundaria en ciego e intestino grueso. Los productos finales de la digestión de carbohidratos complejos, lípidos y proteínas son absorbidos en forma de compuestos simples, principalmente desde el pre-estomago e intestino delgado.

Las necesidades de proteína para los animales rumiantes pueden dividirse en dos componentes: necesidades de amoníaco para crecimiento de las bacterias en el interior del rumen y necesidades de aminoácidos que serán absorbidos en el intestino delgado del animal. Una deficiencia de amoníaco en el rumen limita la actividad microbiana, la síntesis

de proteína microbiana y la tasa de la digestión, que a su vez, reduce el consumo de pienso y de energía. Una deficiencia de aminoácidos para el animal reduce la producción de carne, leche y lana.

En los animales herbívoros, debido a la composición de su dieta, consumen pequeñas cantidades de un grupo diverso de lípidos. En el rumen se producen muchos lípidos adicionales, principalmente ácidos grasos volátiles (AGV). Los microorganismos del rumen ejercen un efecto intenso sobre los lípidos de la dieta que contienen AGV. Los ácidos grasos esterificados son hidrolizados a partir de triglicéridos y de otros compuestos de la dieta. Los ácidos grasos libres penetran en el intestino unidos a materia particulada. Son emulsionados dispersados en micelas mediante la acción de la lipasa pancreática y de las sales biliares, y se difunden hacia el interior de las células intestinales. Los AGV de cadena corta van directamente al hígado con la sangre tras ser absorbidos a través de la pared del rumen. El metabolismo tisular de los ácidos grasos es similar al de los no rumiantes. La síntesis es mínima en hígado y amplia en el tejido adiposo.

La gran diversidad entre los tipos de microbios descubiertos en el rumen es un reflejo en cierta medida de la complejidad de la dieta de los rumiantes. Estos animales suelen disponer de muchas clases diferentes de carbohidratos, proteínas, grasas y de otros componentes de la dieta. Esta diversidad es importante en el rumen porque la existencia de especies distintas aporta un conjunto de enzimas y reacciones bioquímicas precisos para una conversión máxima de productos alimenticios en células microbianas y productos de la fermentación. Debido al control limitado que el animal ejerce sobre la población silvestre, y con frecuencia, exuberante del rumen; la competencia que se desarrolla en el ecosistema del rumen ayuda a prevenir invasiones por gérmenes patógenos y generalmente determina una selección para alcanzar una elevada eficiencia microbiana.

El extracto de *Yucca* tiene la habilidad de atrapar amoníaco, cuando las concentraciones de éste en el medio ambiente son altas, y liberarlo cuando las concentraciones son relativamente bajas. Esta habilidad no se asoció con la fracción

saponina en una extracción de butanol, indicando que otros materiales, los cuales han sido nombrados como glicofracción, son los encargados de enlazar amoniaco (35,43).

Algunos estudios muestran que el extracto de Yucca tiene dos componentes que pudieran afectar el metabolismo del amoniaco en el rumen. Un glicocomponente, el cual es separado de la fracción saponina, enlaza el amoniaco pero, sobre las bases de determinar la capacidad de enlazamiento en este estudio, ese efecto no es significativo a concentraciones normales de amoniaco ruminal (42, 36, 15).

Actualmente ninguna evidencia es disponible para indicar si la glicoproteína es resistente a la actividad microbiana en el rumen. Experimentos *in vitro*, sugieren que el alzamiento de amoniaco y extracto de Yucca pudiera ser pequeño (45).

Algunas investigaciones muestran que conforme incrementan las concentraciones de amoniaco, potencialmente dan al extracto de Yucca una alta capacidad para la adsorción de amoniaco, si esta habilidad fuera extrapolada a mayores concentraciones de amoniaco (43).

Otros estudios han tratado de determinar el efecto del extracto de Yucca en concentraciones de amoniaco ruminal, digestibilidad de nutrientes y producción de la proteína microbiana en vacas lecheras lactantes. Concluyendo que en concentraciones bajas en la dieta de extracto de Yucca, no ocurre ningún efecto sobre la digestión ruminal de materia orgánica, proteína cruda, o de la proteína microbiana que ingresa al duodeno, mencionando inclusive que al adicionar en la dieta extracto de Yucca a razón de 125 ppm, no se ven afectadas las concentraciones de amoniaco ruminal, digestión de nutrientes, o los patrones de fermentación ruminal (35).

Tres mecanismos de acción han sido estudiados para el extracto de Yucca al tratar de explicar sus efectos benéficos sobre el desempeño productivo animal: a) capacidad de enlazar amoniaco, propiedad debido a una glicoproteína y/o al efecto surfactante de las saponinas; b) inhibición de ureasa, enzima bacteriana que hidroliza urea para producir

amoniaco; c) estimulante del crecimiento bacteriano al mejorar la permeabilidad de la membrana celular para los nutrientes, anudado a su efecto tóxico sobre protozoarios y algunos géneros bacterianos perjudiciales.

El Concepto de calidad de la carne

En décadas recientes, grandes esfuerzos han sido dedicados en lo referente a la calidad de la carne (Kemster, 1979). El concepto de "calidad" ha sido introducido y ahora frecuentemente es usado en varias áreas, especialmente en todo tipo de producción y algunas veces es empleado implícitamente en sinónimo "buena calidad". Sin embargo, la definición de la palabra es "valor", "naturaleza", "carácter" y no implica ninguna valoración en sentido positivo o negativo. La definición de calidad es; "la totalidad de las características de una entidad que tiene en si la habilidad de satisfacer un estado que implica necesidades" (SS-ISO 8402, 1996). Sin embargo, para los consumidores ordinarios el concepto de calidad permanece subjetivo, principalmente porque este implica diferentes requerimientos para diferente gente. Hoy en día, los consumidores tienen un reciente interés en lo que es calidad alimentaria, en sus aspectos ambientales, éticos, nutricionales y sensoriales. Aun la manera en la cual los alimentos son producidos ha atraído mucho la atención. Esto sugiere que la calidad de los alimentos continuará siendo una importante consideración. Es por lo tanto de gran valor incrementar nuestros conocimientos sobre los numerosos factores que comprende en términos generales el concepto "calidad alimentaria" y en lo particular "calidad de la carne" y así entender la manera en la cual estos aspectos de calidad son influenciados por diferentes factores de diferentes tipo genético y ambiental (12).

El concepto "calidad de la carne" tiene definiciones diferentes entre países; sin duda supone propiedades diferentes, principalmente dependiendo si éste es aplicado por los productores, industria o consumidores. Importantes propiedades están en los rasgos de producción, como ganancia diaria y composición de la canal, calidad tecnológica o funcional, cualidades de tipo sensorial, higiénica, nutricional, ambiental, etnológicas y

éticas. Para el productor el criterio final es alta rentabilidad, la cual es alcanzada durante la producción cuando los animales tienen una ganancia diaria de peso alta y rendimiento en canales con alto contenido de carne magra. La composición de la canal constituye por lo tanto un aspecto importante de la calidad de la carne, implica las proporciones de carne magra, hueso y grasa en la canal y también el tamaño y distribución de los músculos individuales. En la industria de la carne, el principal objetivo es tener abasto de la carne con composición homogénea, que otorgue el mayor rendimiento posible durante el procesado. La calidad tecnológica o funcional de la carne incluye parámetros tales como pH, firmeza, color, capacidad de retención de agua, rendimiento tecnológico, composición química. Para el consumidor, la calidad en la ingesta o sensorial supone ser el más importante aspecto de calidad. Los consumidores también prefieren carne con alta calidad nutricional, que cumpla ampliamente con aspectos ambientales, éticos, etnológicos, y calidad en el servicio (12).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la industria porcina, se ha visto la necesidad, de desarrollar un alto grado de eficiencia al crear sistemas de producción altamente tecnificados. Se han logrado grandes avances y beneficios al reducir costos y tiempos de producción; sin embargo, debido a que la porcicultura intensiva conlleva a sistemas de confinamiento de poblaciones densas, la salud de los animales se ve afectada por varios factores, entre los cuales las emisiones de gases nocivos (amoníaco), por las excretas, pueden afectar considerablemente el desempeño productivo de los animales en desarrollo (26).

Por otra parte, algunos reportes de investigación han sugerido beneficios sobre aspectos productivos, debido al uso del extracto de *Yuca schidigera*, ya que éste ha demostrado tener importancia en la regulación de la liberación de amoníaco en el tracto digestivo y/o al mejorar la absorción de los nutrientes de la dieta.

Es por éste motivo, que se pretende determinar el efecto posible del extracto de *Yuca schidigera* sobre parámetros de producción, parámetros de calidad de la canal y calidad de la carne, midiendo también los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo.

JUSTIFICACIÓN

Una necesidad constante en el sector pecuario es elevar la productividad; por lo tanto se buscan nuevas alternativas tecnológicas que conduzcan a ello. Estas alternativas pueden involucrar el uso de microorganismos, enzimas o extractos de plantas que al ser utilizadas en la dieta repercutan positivamente sobre los parámetros productivos.

Se ha argumentado que la inclusión del extracto de *Yuca schidigera* en la ración alimenticia diaria de cerdos para abasto durante las etapas de desarrollo y finalización, pueden mejorar los parámetros productivos de los animales. Este efecto positivo de la Yuca sobre la producción animal se cree debido a que mejorara la digestión y la absorción de los nutrientes de la dieta, lo que en consecuencia mejora el desempeño productivo, disminuyendo las concentraciones de amoníaco en las excreciones del cerdo.

Por ello, este trabajo pretende demostrar el posible efecto benéfico de la utilización del extracto de Yuca en la dieta animal sobre los parámetros de producción: ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y los días hasta 104 kg.; de la calidad de la canal: rendimiento de la canal y rendimiento en cortes primarios magros; de calidad de la carne: capacidad de retención de agua, pH, y color de la carne; y los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo.

Esto podría traer como consecuencia algunos beneficios, como serían: incremento en la eficiencia productiva, aumentar las ganancias económicas para el productor, y mejorar la calidad del producto para el consumidor.

HIPOTESIS

La inclusión del extracto de *Yuca schidigera* en la dieta para cerdos en desarrollo y finalización, puede mejorar parámetros de producción y calidad de la canal y carne. Así mismo podría también disminuir los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el comportamiento productivo de cerdos para abasto alimentados con un extracto de *Yuca schidigera*, desde los 25 kg de peso corporal hasta el sacrificio (104 kg), en condiciones de confinamiento individual en una estación de pruebas de comportamiento porcícola.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Comparar parámetros de producción; ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y los días hasta 104 kg, de cerdos para abasto alimentados con y sin la inclusión en la dieta de un extracto de *Yuca schidigera*.
2. Comparar parámetros de calidad de la canal; rendimiento de la canal y rendimiento en cortes primarios magros, de cerdos para abasto alimentados con y sin la inclusión de un extracto de *Yuca schidigera*.
3. Comparar parámetros de calidad de carne; capacidad de retención de agua, pH y color de la carne, de cerdos para abasto alimentados con y sin la inclusión de un extracto de *Yuca schidigera*.
4. Comparar los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo; en cerdos para abasto alimentados con y sin la inclusión de un extracto de *Yuca schidigera*.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Centro de Biotecnología Animal, Rancho Cofradía de la Universidad de Guadalajara ubicado en el Km 7.5 de la carretera a San Isidro Mazatepec, municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco con una latitud 20° 28' longitud oeste 103° 27' y una altura sobre el nivel del mar de 1575 m.

La temperatura media anual oscila entre 20° C y 22° C, la dirección de los vientos es variable y la precipitación pluvial media anual es de 900 mm³. El clima se considera semiseco y semihumedo de acuerdo a la clasificación Koeppen de climas del mundo.

Con el propósito de medir el efecto benéfico del extracto de *Yucca schidigera* en su presentación en polvo DK-SARSAPONIN 30® incluida en 120 ppm; se desarrolló una prueba de comportamiento porcícola, el estudio incluyó 44 cerdos hembras (dos grupos de 22 cerdas cada uno) híbridas (F1 Yorkshire-Landrace x Durok-Yorkshire) de origen canadiense, cuyo peso inicial promedio fue de 25 kg.; se compararon los parámetros de producción y calidad de la canal y carne entre las cerdas de los dos grupos; se alimentaron con y sin la inclusión del extracto de Yuca en su dieta diaria durante los días (90) de la prueba.

Las cerdas fueron colocadas en corrales individuales de 2 m por 2 m, y durante los días de la prueba se pesó el alimento consumieron. La dieta cubrió los requerimientos nutricionales para cerdos de 25 a 40 kg. y de 40 a finalización de acuerdo a su sexo. Las cerdas se pesaron a los 30, 60 y 90 días para obtener los parámetros de ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y consumo total. De igual manera se midió la grasa dorsal por medio de un aparato de ultrasonido (Piglot 105,SFK-Technology, Holanda). Adicionalmente se analizaron los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo para cada grupo de animales a través del método de Dam, utilizando el equipo comercial de los laboratorios

Merck (método de Dam Urea 3341 Merckotest, Diagnostica Merck), y la lectura se realizó en un espectrofotómetro (Coleman Junior ® II A Modelo 6120A) a 525 nm, y se compararon sus concentraciones promedio en los tres periodos de medición.

Una vez terminada la prueba los animales se sacrificaron en la Unidad de Calidad de la Carne del propio Rancho Cofradía de la Universidad de Guadalajara, para evaluar la canal; inicialmente se peso la canal para determinar el rendimiento, otras características de la canal se obtuvieron midiendo los parámetros de longitud de la canal, utilizando cinta métrica; y área de ojo de la chuleta utilizando un planímetro. En cuanto al rendimiento en cortes primarios se obtuvo conforme a la Norma Oficial Mexicana. Para estimar el rendimiento se mide la relación existente entre el peso de la canal y el grosor de la grasa dorsal a la altura de la ultima costilla, con el peso de los cortes primarios el rendimiento de la canal en cortes se obtuvo mediante de la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$PCP=10.7(.46 \times \text{CANAL})-(2.14 \times \text{GRASA})$$

PCP = Peso de los cortes primarios

Canal = Peso de la canal caliente

Grasa = Grosor de la grasa dorsal sobre la línea media y perpendicular a esta al nivel de la 10ª costilla (NOM 064-ECOC 1994)

Por otra parte para estimar la ganancia de tejido magro se utilizará la siguiente ecuación:

$$(\text{CV}-\text{Wt} + \text{CV} - \text{BF} + \text{CV} - \text{LMA} + \text{CV} - \text{CWt}) = \text{CV} - \text{Sum CV} - \text{Sum x CV} - \text{Days} =$$

Libras de ganancia magra por día en prueba

CV = Valor de conversión

Wt = Peso inicial de prueba

BF = Grasa de la 10ª costilla

LMA = Área del ojo de chuleta

CWt = Peso de la canal

CV - Days = Valor de la conversión para días de prueba

CV - Sum = Suma (Holden, Stevermer, 1993)

Por otra parte, se midió el grado de acidez (pH) de la carne, a los 45 minutos con un potenciómetro para carnes (PK21NWK-BINAR) y se clasificó de acuerdo a su color en sus diferentes clases (escala para color y marmoleo de 5 puntos descritas por National Pork Producers Council). Se aplicó el método descrito por WHC para medir la capacidad de retención de agua de la carne.

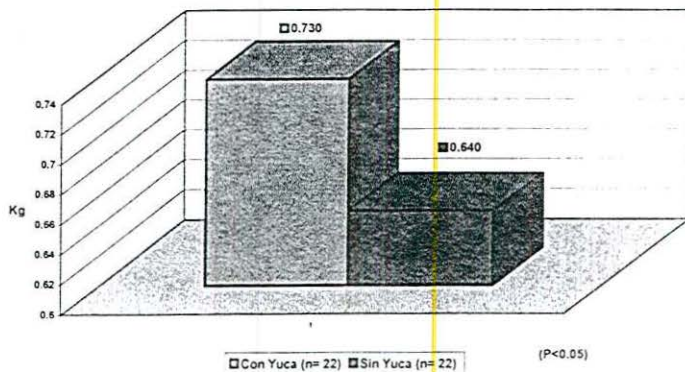
Adicionalmente se tomaron tres muestras de suero de cada animal (a los 30, 60 y 90 días de la prueba), las cuales correspondieron a cada una de las etapas de medición de peso corporal, con el propósito de determinar el nivel individual de nitrógeno ureico sanguíneo, y comparar los promedios entre el grupo control (sin yucca) contra el grupo *Yucca*.

Para deducir las posibles diferencias entre los dos grupos (control y Yuca) sobre los parámetros considerados; se aplicó un análisis de varianza donde se consideró estadísticamente significativo diferencias con valores de $P < 0.05$ para el caso particular de la característica del color de la carne se aplicó la prueba de X^2 .

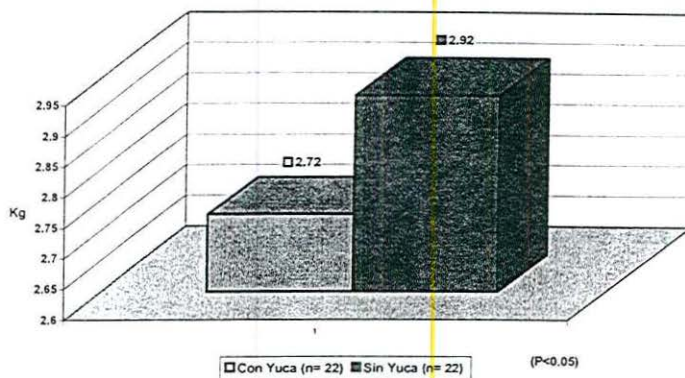
RESULTADOS

Una diferencia estadísticamente significativa se observa ($p < 0.05$) a favor del grupo de cerdos alimentados con Yucca con respecto al parámetro ganancia diaria de peso, 0.730 kg., contra 0.640 kg., del grupo de cerdos alimentados sin la utilización de Yucca en la ración durante el periodo total de la prueba (Gráfica No. 1). Esto significó un incremento mayor de 90 gramos diarios para el grupo de cerdos alimentado con el extracto de Yucca que el grupo control. Esta mejor capacidad para aumentar el peso corporal del grupo de cerdos alimentados con el extracto de Yucca, también se ve reflejado en el parámetro conversión alimenticia, en donde fue superior ($p < 0.05$) que el grupo de animales control; una conversión alimenticia de 2.72 vs., 2.92 del grupo Yucca contra los cerdos alimentados sin el extracto, respectivamente, muestra el efecto positivo de la inclusión del producto en las raciones alimenticias (Gráfica No. 2). Esto es, se observó una mejor capacidad del grupo Yucca comparado contra el control, sobre el incremento diario de peso y la eficiencia en la utilización del alimento por los animales.

Gráfica 1 Ganancia diaria de peso en cerdos para abasto alimentados con y sin extracto de Yucca schidigera

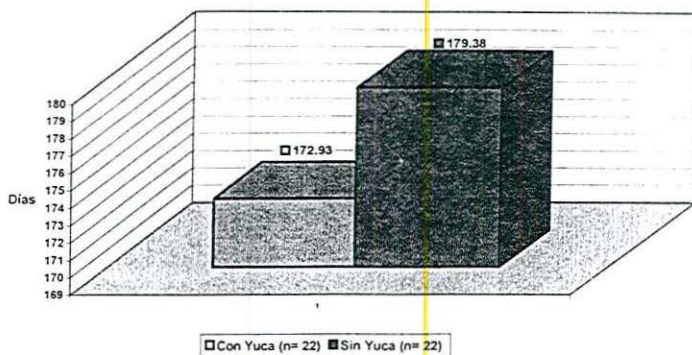


Gráfica 2 Conversión alimenticia en cerdos para abasto alimentados con y sin extracto de *Yucca schidigera*



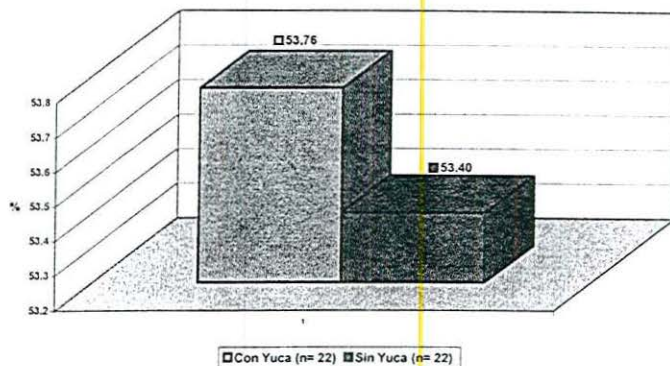
Concomitante a las diferencias entre los grupos para los dos parámetros anteriormente referidos se muestra en la Gráfica No. 3, el beneficio de la inclusión del extracto de *Yucca* en los animales; al observarse que el grupo de cerdos tratados con *Yucca* alcanzó un peso final de 104 kg., en un periodo promedio de 172.93 días, mientras que los animales control llegaron a dicho peso en un promedio de 179.38 días. Esto significa que los cerdos tratados con el extracto llegan a ese peso final en promedio 6.45 días antes que los del grupo sin recibir el extracto de *Yucca* en su alimento diario.

Gráfica 3 Días a 104 kg en cerdos para abasto alimentados con y sin extracto de *Yucca schidigera*



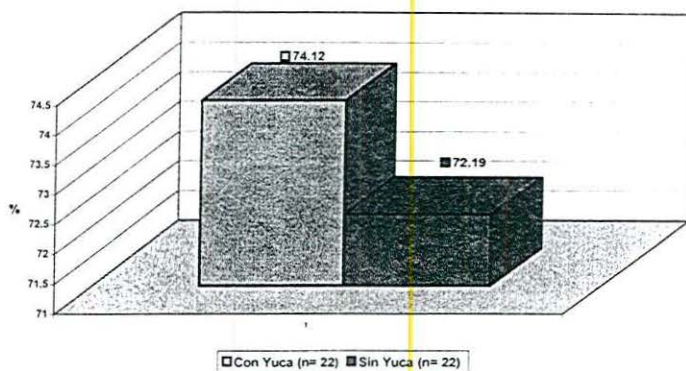
Con respecto al parámetro de rendimiento en canal, el cual mide el porcentaje que representa una canal (cerdo sacrificado después de retirársele las vísceras) en proporción al peso total del animal, al sacrificio, no se observaron efectos de la inclusión del extracto de Yuca obteniendo un rendimiento de 81.7% con Yuca y de 81.3% sin Yuca. No obstante, una tendencia a mejorar el parámetro rendimiento en cortes primarios magros de la canal, por el uso del extracto de *Yucca* se observó en la prueba. La Norma Oficial Mexicana para la clasificación de canales de cerdo define cinco cortes principales (jamón, espaldilla, lomo, costillar y cuello), que al retirárseles el tejido adiposo definen el porcentaje de rendimiento de carne magra de una canal, para el presente estudio los animales alimentados con *Yucca* lograron en promedio un rendimiento en cortes magros del 53.76%, en comparación con el porcentaje promedio de 53.40% para este parámetro del grupo control (Gráfica No. 4).

Gráfica 4 Rendimiento en cortes primarios magros de cerdos para abasto alimentados con y sin extracto de *Yucca schidigera*



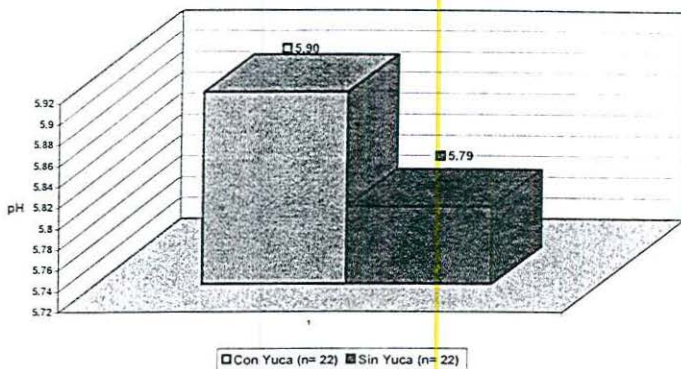
Por otra parte, se observaron tendencias favorables al grupo alimentado con el extracto de *Yucca* con respecto a los diferentes parámetros que definen la calidad de la carne, cuando se comparó contra el grupo de cerdos control. La capacidad de retención de agua de la carne, la cual mide el porcentaje de agua que es retenido por un corte (lomo) durante un periodo de tiempo (96 hr.) a una temperatura constante (4 °C), fue en promedio de 74.12 % en los cerdos tratados con *Yucca*, comparado con el promedio de 72.19 % para los del grupo control. Esto representó una diferencia de 1.93 % en la capacidad de retener agua a favor de la carne de los cerdos del grupo *Yucca* (Gráfica No. 5).

Gráfica 5 Capacidad de retención de agua en carne de cerdos alimentados con y sin extracto de *Yucca schidigera*



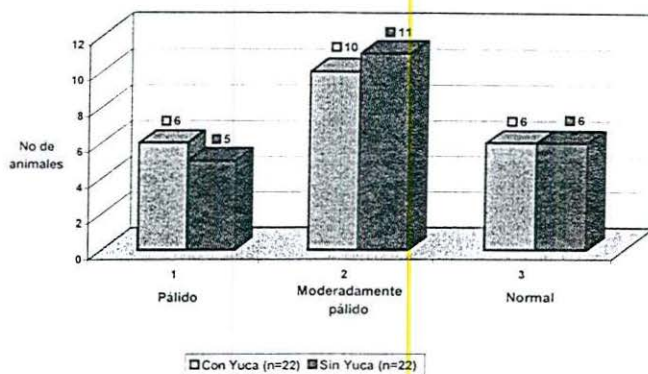
Otra característica de la carne que define su calidad es su valor de pH cuando se mide a los 45 min., después del sacrificio, este valor al ser bajo mide los niveles de acidez de la carne, la cual deseablemente debe de tener un pH superior a 5.5 unidades. Los resultados en la Grafica No. 6 muestran un ligero beneficio de la inclusión del extracto de *Yucca* sobre este parámetro, cuando se compararon los valores promedio del pH de la carne entre grupos; 5.9 vs., 5.79 para el grupo tratado y no tratado con el extracto de *Yucca*, respectivamente.

Gráfica 6 pH de la carne (45 min) de cerdos alimentados con y sin extracto de *Yucca schidigera*



La carne se clasificó de acuerdo a su coloración en una escala subjetiva de tres colores: rojo rosáceo (categoría 2 o normal); rojo pálido (categoría 3 moderadamente pálida); y carne pálida (categoría 1 o carne con pérdida de pigmento rojo). Las últimas dos clases de carnes se consideran de inferior calidad tecnológica. Para esta característica no se observó un beneficio del extracto de *Yucca* al ser adicionado en la dieta diaria de cerdos para abasto (Gráfica No. 7).

Gráfica 7 Color del área del lomo en cerdos para abasto alimentados con y sin extracto de *Yucca schidigera*



En los valores del nitrógeno ureico sanguíneo (mg/dl) medidos durante las etapas de la prueba, no se observaron diferencias significativas entre los grupos de cerdos; el grupo Yucca tuvo un promedio de 18.13 mg/dl mientras el grupo control mostró un promedio de 17.53 mg/dl.

DISCUSION

Los resultados obtenidos en éste trabajo, muestran que bajo las condiciones dadas para este estudio la suplementación diaria del extracto de *Yucca schidigera* en la dieta para cerdos para abasto, fue benéfica donde se observa una diferencia significativa ($P < 0.05$) a favor del grupo de cerdos alimentados con Yucca con respecto al parámetro ganancia diaria de peso, 0.730 kg. contra 0.640 kg. el grupo de cerdos alimentados sin la utilización de Yucca en la ración durante el periodo total de la prueba. Esta mejor capacidad para aumentar el peso corporal del grupo de cerdos alimentados con el extracto de Yucca, también se ve reflejado en el parámetro conversión alimenticia, en donde fue superior que el grupo de animales control; una conversión alimenticia de 2.72 contra 2.92 del grupo Yuca contra los cerdos alimentados sin el extracto, respectivamente.

Mader y Brumm, reportaron que el uso de extracto de *Yucca schidigera* en la alimentación de cerdos para abasto durante las etapas de desarrollo y finalización, tiene efectos positivos sobre la eficiencia alimenticia. En su estudio que consideró tres grupos, alimentados con la misma dieta: el primero, fue alimentado con la inclusión de extracto de *Yucca schidigera* en la dieta (63 mg/kg de peso); el segundo, se alimentó con la inclusión de Clortetraciclina (55 mg/kg de peso); y el tercero que en su dieta se incluyó extracto de Yucca + Clortetraciclina en las mismas concentraciones; la prueba se realizó durante las etapas de desarrollo y finalización, y los parámetros se midieron al termino de cada etapa. Así se encontró que en los grupos en finalización, la eficiencia general de conversión alimenticia fue mejorada ($P < 0.05$) tanto para los grupos alimentados con extracto de Yucca como para el grupo alimentado con extracto de Yucca + Clortetraciclina. En la etapa de desarrollo la ganancia diaria y el consumo fueron mayores para cerdos alimentados con extracto de Yucca + Clortetraciclina, y difirieron de aquellos cerdos alimentados solamente con extracto de Yucca ó Clortetraciclina en la dieta ($P < 0.1$). Comparando la alimentación con extracto de Yucca ó Clortetraciclina solamente, la ganancia y el consumo de cerdos en desarrollo fue estimulado a una extensión mayor cuando se alimento con extracto de Yucca

en combinación con Clortetraciclina. La alimentación con extracto de *Yucca* con o sin clortetraciclina mejoró la eficiencia de la conversión alimenticia de los cerdos en finalización (20).

Con respecto al parámetro de rendimiento en canal, no se observaron efectos de la inclusión del extracto de *Yuca*. Sin embargo el parámetro rendimiento en cortes primarios magros de la canal sí hubo una tendencia a mejorar el grupo de cerdos alimentados con el extracto de *Yucca schidigera* en la suplementación diaria que el grupo sin la inclusión del extracto de *Yucca schidigera*. Con respecto a los diferentes parámetros que definen la calidad de la carne, se observaron tendencias favorables. La capacidad de retención de agua de la carne, para los cerdos tratados con extracto de *Yucca* fue de 74.12% comparado con el promedio de 72.19% para los del grupo control.

Otro parámetro que determina la calidad de la carne es el pH el cual se encontró un ligero beneficio de la inclusión del extracto de *Yucca* con un pH de 5.9 contra 5.79 para el grupo no tratado con el extracto de *Yucca*.

Para el parámetro de color de la carne no se observó ningún beneficio del extracto de *Yucca* al ser adicionado en la dieta diaria de cerdos para abasto.

En los valores del nitrógeno ureico sanguíneo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos de cerdos con la inclusión y sin la inclusión del extracto de *Yucca schidigera*.

Un número de investigaciones recientes dirigidas a estudiar el efecto que tiene el nitrógeno ureico sanguíneo sobre la producción y reproducción animal, se han realizado principalmente sobre la especie bovina. En vacas lecheras estos estudios concuerdan con el hecho de que las concentraciones de nitrógeno ureico sanguíneo en el organismo, están relacionados negativamente con el grado de concepción, ya que a medida que aumentan las concentraciones de nitrógeno ureico sanguíneo, dramáticamente disminuye el porcentaje de concepción del hato (12).

Estudios realizados en bovinos holstein (10 meses de edad), hospedados individualmente en confinamiento, divididos en 3 grupos de 20 animales cada uno para este estudio. Donde un grupo recibió 0.05 gr. de extracto de *Yucca*, otro 0.25 gr. de extracto de *Yuca* por día, y el grupo testigo. Tomando muestras de sangre de la vena yugular antes de iniciar los tratamientos alimenticios, y a los 7 días de ser administrados; encontraron el amoniaco sanguíneo y nitrógeno ureico sanguíneo, mas altos al final del periodo de los 7 días para los toretes que estuvieron bajo control de 0.05 gr de extracto de *Yucca* al día. En contraste, los toretes que recibieron 0.25 gr de extracto de *Yucca* al día, tuvieron menores concentraciones de amoniaco y solo ligeramente mayores niveles de nitrógeno ureico sanguíneo (9).

Por otra parte, se ha mostrado que el adicionar extracto de *Yucca* en las dietas para bovinos al parecer incrementa marginalmente la producción láctea, sin presentar cambios aparentes en la composición química de la leche. Esta especie de *Yucca* podría ser capaz de proveer un efecto adecuado contra la formación de amoniaco y sulfuro de hidrógeno principales responsables de los malos olores derivados de las excretas animales, además de reducir el nitrógeno ureico sanguíneo(40).

Otra forma de controlar el amoniaco ambiental y los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo, es mediante la concentración de los ingredientes en la ración; estudios recientes mencionan la importancia de reducir el contenido de nitrógeno en la dieta, poniendo especial atención a los requerimientos nutricionales del animal, con la finalidad de reducir las concentraciones de amoniaco tanto ambiental como sanguíneo, poniendo a su vez un decremento en la concentración de urea en los fluidos corporales y valores más bajos de nitrógeno ureico sanguíneo (6, 19, 22).

En contraste del estudio realizado con investigaciones realizadas, el nitrógeno ureico sanguíneo no disminuyó en el grupo de cerdos tratados con la inclusión en la dieta del extracto de *Yucca schidigera*.

CONCLUSIONES

1. En las condiciones del presente estudio resultaron ser significativamente ($p < 0.05$) diferentes los valores encontrados para los parámetros ganancia diaria de peso y conversión alimenticia entre los cerdos alimentados con y sin el extracto de *Yucca schidigera*, siendo mejores los animales que consumieron el extracto diariamente durante el periodo de la prueba.
2. Se observó una tendencia del extracto de Yucca para mejorar en los cerdos sus diferentes parámetros de producción y calidad de la canal y carne, v. gr., rendimiento en cortes primarios magros, capacidad de retención de agua, y pH.
3. Una disminución en las concentraciones del nitrógeno ureico sanguíneo de los animales no pudo ser atribuida al consumo diario del extracto de Yucca, ya que los valores correspondientes para el grupo control mostraron ser ligeramente inferiores (17.53 mg/dl) que para el grupo que se alimentó con extracto de Yucca (18.13 mg/dl).

BIBLIOGRAFÍA

1. Ackerman, T. L.; Romney, E. M.; Wallace, A.; Kinnear, J. E. 1980. Phenology of desert shrubs in souythern Nye Conty, Nevada. In: Great Basin Naturalist Memoirs No. 4. Nevada desert ecology. Provo, UT: Brigham Young University: 4-23.
2. Addicott, John F. 1986. Varitionin the costs and benefits of mutualism: the interaction between yuccas and yucca moths. *Oecologia*. 70: 486-489.
3. Arnott, Howard J. 1962. The seed, germination, and seedling of yucca. Berkeley, CA: University of California Press. 96 p.
4. Castellón, J.J. (1990) Métodos de propagación biotecnológicos y convencionales en especies agroindustriales de zonas áridas. I Curso taller sobre técnicas apropiadas para la propagación de especies de importancia económica para las zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe. 74-75.
5. Cedillo, M. M., (1998) Efecto de la adición de Yucca sobre comportamiento productivo en cerdas. Tesis, Universidad de Guadalajara.
6. Clary, K. H. And Simpson, B. B. (1995) Systematics and character evolution of the genus Yucca L. (Agavaceae): Evidence from morfology and molecular analyses. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 56: 77-88.
7. Cole D. J. A. (1994) Sow nutrition – the key to profitable pig production – more piglets in less time. Proceedings of Alltech's 10 th. Anual Symposium on biotechnology in the Feed Indstry 107-120.
8. Cole D. J. A.; Schuerink, G. And the Koning, W. J. (1996) Ammonia in pig buildings in the netherlans. Proceedings of Alltech's 12th Anual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Ed. Lyons & Jacques. 281-297.
9. Coon, E. E. And Stumpf, P. K. (1972) Outlines of Biotechnology. 3ra Edición. Ed. Wiley, 379-387. New York.
10. Cooperative Shihiro. (1992) De – Odorase for ruminant efects in Holstein steers. Proceedings of Alltech's 8th Anual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Ed. Lyons & Jacques. 14.
11. Ender, K., Kuhn, G. And Nurnberg. (1996) Reducing skalote in pig meat with dietary Yucca schidigera extract. Proceedings of Alltech 12th Anual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Ed. Lyons & Jacques. 275-279.

12. Enfalt, A. C., (1997) Influence of Breed, RN genotype and enviroment. Swedish University of Agricultural Sciences.
13. Ferguson, J. D.; Galligan, D.T.; Blanchard, T. And Reeves, M. (1993) Serun urea nitrogen and conseption rate: the usefulness of test information. Journal of Dairy science. (76): 3742-3746.
14. Foster, J. R. (1983) Sarsaponin for growing-finishing swine alone and in combination with and antibioticat different pig densities. Journal of Animal Science. 57 (suppl. 1): 245-(Abst.).
15. Gibson, M. Y.; Preston, R. L.; Pritchard, R. H. And Goodall, S. R. (1985). Effect of sarsaponina and monensin on ruminal ammonia levels and vitro dry matter digestibilities. Journal of animal Science. 61 (suppl. 1): 429. (Abst.).
16. Ganong, W. F. (1990) Fisiología Médica 14ta Edición. Ed Manual Moderno S. A. de C. V. 285-271, 290-309, 353-363, 412- 422. México, D. F.
17. Goodall, S. R.; Eichenbaum, J. D. And Matsushima, J. K. (1979) sarsaponin and monensin effects upon in vitro VFA concentration, gas production and feedlot performarce. Journal of Animal Science. 49 (suppl. 1): 370 (Abst.).
18. Gómez, G.; Santos, J. Y Valdiviano, M. (1989) Utilización de Yucca en alimentación porcina. Porciram. 8 (86): 81-83.
19. Guyton, A. C. Y Hall, J. E. (1996). Tratado de Fisiología Médica. 9na. Edición. Ed. Interamericana • McGraw – Hill. 888-902, 903-915. México, D. F.
20. Harris Jr., B. (1996) Using milk urea nitrogen and blood urea values as management tools. Proceedings of Alltech's 12th Anual symposium on Biotechnology in the feed Industry. Ed. Lyons & Jacques. 75-81.
21. Herrera, E. (1993) Elementos de Bioquímica. 1ra. Edición. Ed. Interamericana. 701-722. México, D. F.
22. Hussain, Y.; Cheeke, P. R. (1995) Effect of dietary Yucca schidigera extract on rumen and blood profiles of steers fed concentrate- or roughage- based diets. Animal feed Science and Tachnology (51): 231-242.
23. Jacques, K. A. And Bastien R. W. (1989) Waste management and odor control: comprehensive planning needs for intensive agriculture. Proceeding of Alltech's 5th Anual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. 13-31.
24. Jaeger, E.C. (1965) The California Desert. 4th. Edition. Board of trus tees of the Leland Stanford Junior University. 165.]

25. Kaneda, Norito; Nakanishi, Hiroyuky, Stabe, John. (1987) Steridal constituents of yucca schidigera plants and tissue cultures. *Phytochemistry*. 26(5): 1425-1429.
26. Keeley, Jon E.; Keeley, Sterling C.; Swift, Cheryl C.; Lee, Janet. (1984) Seed predation due to the yucca moth symbiosis. *American Midland Naturalist*. 112(1): 187-191.
27. Keeley, Jon E.; Meyers, Adriane. (1985) Effect of head on seed germination of southwestern Yucca species. *Southwestern Naturalist*. 30(2): 303-304.
28. Lubert, S (1990) *Bioquímica*. 3ra. Edición. Ed. Reverté, 506-509. España.
29. Luna, F. J.; Tejeda, H. Y. Y Shimada, A. S. (1993) La extracción y empastillado de Yucca arroz mejora la producción porcicola. *México Ganadero*, 375: 33.
30. Lyons, T. P. (1994) Apanorama of techniques, processes and products to address animal production problems today and tomorrow. *Proceedings of Alltech's 10th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry*. Ed. Lyons & Jacques. 3-9.
31. Mader, T. L. and Brumm, M. C. (1987) Effect of feeding Sarsaponin in cattle and swine diets. *Journal of Animal Science*. 65: 9-15.
32. Malayer, J. R.; Brandt, K. E.; Green, M. L.; Kelly, D. T.; Sutton, A. L. and Diekman, M. A. (1988) Influence of manure gases on the onset of puberty of replacement gilts. *British Society of Animal Production*. (46): 277-282.
33. Murray, R. K.; Granner, D. K.; Mayes, P. A. and Rodwell, V. W.; (1988). *Bioquímica de Harper*. 21ª. Edición. Ed Manual Moderno, S. A. de C. V. 262-277. México, D. F.
34. Pineda, E.; Duhart, P (1991) Solución para mejorar el ambiente y el manejo de excretas en instalaciones. *Porciraama*, 1 (1): 36-48.
35. Rojkittikhun, T.; Einarsson, S.; Uvnäs-Moberg, K. and Edqvist, L.-E. (1993) Body weingth loss during lactation in relation to energy and protein metabolism in standard-fed primiparous sows. *Journal of Veterinary medicine*. 40: 149-257.
36. Romo de V. A. (1985) *Productos Naturales de la flora Mexicana*. 1ra Edición. Ed Limusa UNAM
37. Sadik, Z. Wu.; Sleiman, F. T.; Simas, J. M.; Pessarakli, M. and Huber, J. T. (1994) Influence of Yucca Extract on Ruminant Metabolism in Cows. *Journal of Animal Science*, 72. 1038-1042.
38. Salazar, G. G. (1994) Importancia del control de excretas de cerdos en granjas porcicolas. *Agroicultura*. 31: 27-30.

39. Stryer, L. (1990) Bioquímica. 3ra. Edición. Ed. Reverté S. A. 501-513, 1000-1004. España
40. Toporek, M. (1994) Bioquímica. 3ra. Edición. Ed. Interamericana. 363-373. México, D. F.
41. Turnbull, G. (1993) Importancia del control de gases tóxicos en la productividad en las explotaciones porcinas. Porcira, 3 (3): 6-24.
42. Valdez, F. R.; Bush, L. J.; Goetsch, A. L. and Owens, F. N. (1986) Effect of steroidal sapogenins on ruminal fermentation and on production of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. (69): 1568-1575.
43. van Nevel, C. J. And Demeyer, D. Y. (1990) Effect of antibiotics, a deaminase inhibitor and sarsaponin on nitrogen metabolism of rumen contents in vitro. Animal Feed Science and Technology. (31): 323-348.
44. Wacharonke, Ch. (1994) Shrimp farming: a breakthrough in controlling nitrogen metabolism and minimizing water pollution. Proceedings of the 10th. Annual Symposim on Biotechnology in the Feed Industry. 247-252.
45. Wallace, R. J.; Arthaud, L. and Newbold, C. J. (1994) Influence of yucca schidigera Extract on Ruminal Ammonia Concentrations and ruminal Microorganisms. Applied and Environmental microbiology. 60 (6): 1762-1767.
46. Yeaton, R. I.; Yeaton, R. W.; Waggoner, J. P., III; Horenstein, J. E. (1985) The ecology of yucca (agavaceae) over an environmental gradient in the Mohave Desert: distribution and interspecific interactions. Journal of Arid Environments. 8: 33-44.
47. Yen, J. T. and Pond, W. G. (1993) Effects of carbadox, cooper or yucca schidigera extract on growth performance and viceral weighth of young pigs. Journal of Animal Science (71): 2140-2146.