

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y  
AGROPECUARIAS



EFFECTOS DE LA INCLUSIÓN ALIMENTICIA DEL EXTRACTO  
DE *Yucca schidigera* SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CERDAS

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE MÉDICO  
VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTAN:

P.M.V.Z. CEDILLO MARADIAGA INDA ILLINAE

P.M.V.Z. CEDILLO MARADIAGA MYRNA YOLANDA

DIRECTOR DE TESIS: M.V.Z. DAVID R. SÁNCHEZ CHIPRES

ASESOR DE TESIS: M. C. GERARDO SALAZAR

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO, SEPTIEMBRE DE 1998.

*No quieres que desate yo tus alas  
si alas al fin para volar se hicieron?*

*El tiempo nada importa si los años  
comienzan a contar en cada enero  
y el alma no envejece por el tiempo  
sino porque se estanque en el sendero.*

*Alma mía... ¡no te asusten los cerros!  
son solamente vida en el paisaje...  
quizá obstáculo azul, si tienes miedo.*

*Desata los caballos de tus sueños,  
y no te importe nada si te estrellas con ellos.*

*Mercedes Erosa de Bejarano.*

*A el alma de mi vida, Daniel.*

*Myrna Yolanda Cedillo Maradiaga.*

*... "El día de mañana no sabemos si llegará;  
lo peor del presente es el futuro  
y uno de estos días ya no habrá...  
Pero me he pedido que no me de por vencido  
y lo haré con solo dejar caer una pista:  
¡Construir! ¡Que bella es la vida!*

*Albert Einstein.*

*A mi hermano Walter Jesús C. M., con amor. †*

*Inda illinae Cedillo Maradiaga.*

## AGRADECIMIENTOS

Damos nuestro más sincero agradecimiento al **M.V.Z. David Roman Sánchez Chipres** y al **M. en C. Gerardo Salazar Gutiérrez**, por su valiosa participación como director y asesor de este trabajo respectivamente; por la confianza depositada en nosotros y el apoyo brindado durante la realización del mismo.

Agradecemos a **Micro-Aid ®** Proceso de los Distribuidores, Porterville, CA.; por habernos proveído el **Extracto de *Yucca shidigera***, producto necesario en el presente estudio.

Al **M.V.Z. Xochitl Ávila Dávila**, del Laboratorio de Patología Animal de la División de Ciencias Veterinarias del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, por dedicar parte de su tiempo para el análisis de las muestras sanguíneas, por su constante y desinteresada ayuda y amistad.

**Q.F.B. Armando López** del Laboratorio de Medicina Nuclear de la Torre de Especialidades del Centro Médico Nacional de Occidente del Instituto Mexicano del Seguro Social, por su incondicional ayuda y el tiempo brindado para las mediciones de insulina mediante la prueba de RIA.

**M.V.Z. Jorge Galindo García**, Administrador General del Rancho Cofradía de la Universidad de Guadalajara, por darnos la oportunidad de realizar este estudio en dichas instalaciones, y por fomentar el desarrollo académico en los estudiantes.

A nuestro honorable jurado académico: **M. en C. Waldina P. Reyes Velázquez.**, **M.V.Z. Emilio Campos Morales** y **M. en C. Ma. Lourdes Isaac Virgen**, por orientarnos durante la realización de este trabajo y mostrarnos su gran formación profesional.

A mi esposo Daniel Villagómez, por el constante estímulo y el infinito apoyo que he me ha dado, por la confianza que ha depositado en mí como persona, por su gran orientación y por dejar palpables parte de sus conocimientos invaluable en este estudio.

*Myrna Y. C. M.*

A mi esposo Alfredo Peña, por haberme brindado su gran amor y apoyo siempre.

*Inda I. C. M.*

A nuestros padres por el esfuerzo realizado para darnos esta carrera, a nuestras hermanas y hermano, que aún cuando el ya no esta con nosotros, estaría gustoso, al igual que nuestros padres y hermanas, de ver ¡finalmente realizada! nuestra tesis.

Belinda Cedillo y Adolfo López, por brindar parte de su valioso tiempo a este estudio, por toda la ayuda recibida de ustedes y por su cariño ¡gracias!

Claudia Verduco Bejarano, por tu sincera amistad y cariño, por tu incondicional ayuda, y por todo lo bueno que dejas en nosotros cotidianamente, ¡gracias! a ti y a tu familia.

A Miguel Ángel Ayála Valdovinos por todas las horas que desinteresadamente dio a nuestro trabajo, por compartir siempre sus conocimientos y por su franca amistad.

## **“CONTENIDO”**

## **PÁGINA**

<b>I- RESUMEN</b>	<b>i</b>
<b>II- INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>III- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>31</b>
<b>IV- JUSTIFICACIÓN</b>	<b>33</b>
<b>V- HIPÓTESIS</b>	<b>34</b>
<b>VI- OBJETIVOS</b>	<b>35</b>
<b>VII- MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>36</b>
<b>VIII- RESULTADOS</b>	<b>42</b>
<b>IX- DISCUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>X- CONCLUSIONES</b>	<b>58</b>
<b>XI- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>59</b>

## RESUMEN

capitulado  
12/Enero/99

Se ha argumentado que el extracto de la planta desértica *Yucca schidigera*, puede tener un posible efecto benéfico sobre parámetros productivos en cerdos al disminuir las concentraciones de nitrógeno uréico sanguíneo. El objetivo del presente estudio, fue determinar el efecto probable de disminución de los niveles de nitrógeno uréico sanguíneo al adicionar el extracto de *Yucca* (EY) a razón de 65 ppm en la dieta para cerdas gestantes de una granja comercial; midiéndose también, los niveles sanguíneos de insulina y glucosa durante el primer (0-38 d.) y tercer tercio (76-114 d.) de gestación. Además, se midieron parámetros como: lechones nacidos vivos, peso promedio al nacimiento, lechones destetados, peso promedio al destete e intervalo destete-1er servicio. Por medio del análisis de química sanguínea y radio inmuno ensayo se encontró una disminución en las concentraciones de nitrógeno uréico sanguíneo y un aumento en las concentraciones de insulina sanguínea, respectivamente, para las cerdas experimentales (n = 25) al compararlas con las cerdas testigo (n = 25), observándose este efecto en ambos tercios de gestación. Respecto a los parámetros productivos, un aumento en el número de lechones nacidos vivos ( $p < .05$ ) fue observado para las cerdas tratadas con EY al compararse con las cerdas testigo. El número de los lechones al destete fue ligeramente mayor para las cerdas alimentadas con la dieta adicionada con EY, mientras que su intervalo destete-1er. servicio fue menor.

## INTRODUCCIÓN

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 con el servicio ya sea por inseminación artificial (IA) o monta natural (MN), 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. Esta, surge a partir de los setenta, y desde entonces debido a la necesidad de abastecimiento de carne para la alimentación del hombre a bajo costo, vive un proceso de dinamización, lo que ha provocado líneas de investigación dirigidas a la búsqueda de productos no convencionales, pero potencialmente utilizables como alimento para cerdos (21, 41, 46).

Actualmente la producción de cerdo esta dictado por la eficiencia y productividad, mismos que se intentan elevar de manera continua en un contexto de presión económica, no solo regional o nacional, si no también internacional como una consecuencia del mercado globalizado (10).

En términos productivos, cada etapa se define por las características de los insumos utilizados, y en términos biológicos sobre la base de manipular la adaptación de los animales en función de sus características genéticas y las variables fisiológicas que se manifiestan según la etapa de desarrollo en que se encuentren. Cada etapa tiende a desarrollarse en ciclos uniformes y continuos, y con grupos de animales genéticamente homogéneos, de tal manera que las cerdas se puedan preñar, parir, lactar, etc., en una estructura de organización que permita poder ofrecer



cada semana un número determinado de animales al mercado, obteniendo así un flujo de producción (3, 10, 28, 35).

Una etapa esencial dentro del ciclo productivo, es la reproductiva. Por ejemplo, si por cada cerda se incrementa el número de lechones nacidos vivos y a su vez hay aumento de la eficiencia en la etapa de lactancia, es decir se logra un mayor número de lechones destetados o bien; si se disminuyen los costos de alimentación, mano de obra e instalaciones para la etapa reproductiva; gestación, lactación e intervalo destete-ler. servicio, se podría disminuir el costo del lechón destetado (3, 4, 10).

Por lo tanto, el manejo de pie de cría se convierte en el determinante sobre el cual se van a planear los parámetros productivos, y de esta manera definir el sistema de control sobre el proceso de salud y el régimen de alimentación idóneo tanto en términos de costos como de eficiencia alimenticia (14, 61).

Debido a que la porcicultura intensiva conlleva a sistemas de confinamiento de poblaciones densas, provoca que el manejo de las excretas constituya un problema de contaminación ambiental el cual puede afectar negativamente a la misma producción porcícola. El estiércol producido en estos sistemas presenta un doble problema: por una parte genera una contaminación del aire por olores debido a que el amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) es el mayor contaminante asociado con excretas animales, además de producirse grandes cantidades de sólidos orgánicos (10, 33, 52).

Se sabe que la presencia de amoníaco en el medio ambiente puede afectar otros aspectos de la producción. Por ejemplo, para lograr un programa reproductivo eficiente, es importante que las cerdas primíparas muestren celos periódicos y su servicio lleve a la concepción. Las cerdas primíparas criadas en confinamiento muestran retrasos para alcanzar la pubertad y una mayor frecuencia de anestros. Esto puede ser debido a la presencia de  $\text{NH}_3$  y su efecto negativo directamente en la salud de los animales como en su eficiencia productiva (33, 59, 61).

Existen muchos reportes que hablan de la reducción del estado de salud y desarrollo del cerdo, en condiciones ambientales pobres durante su periodo de crecimiento. Investigaciones recientes han mostrado que inclusive duraciones extremadamente cortas de exposición al amoníaco pueden ser dañinas (11).

Cuando el animal consume su ración, el contenido de proteína en ésta es hidrolizada a péptidos y aminoácidos por las enzimas digestivas (cuadro No. 1), y los aminoácidos, son degradados a ácidos orgánicos, bióxido de carbono y amoníaco. Cuando los aminoácidos sobrepasan las necesidades metabólicas para sintetizar proteínas y otras biomoléculas no pueden almacenarse, pero tampoco pueden excretarse; los aminoácidos excedentes se utilizan como combustible metabólico. La mayoría de los grupos amino de tales aminoácidos sobrantes se convierten en urea, mientras que sus esqueletos carbonados se transforman en acetil-CoA, piruvato, o en uno de los intermediarios del ciclo del ácido cítrico. Así pues, a partir de dichos aminoácidos pueden formarse ácidos grasos, cuerpos cetónicos y glucosa (29, 54).

Consecuentemente el amoniaco debe ser convertido a urea (nitrógeno uréico sanguíneo o **BUN** del inglés; Blood Urea Nitrogen), con la finalidad de destoxificar al organismo (29).

**Cuadro No. 1.** Principales enzimas digestivas de proteínas y péptidos. Las proenzimas correspondientes se muestran en paréntesis. \*

Origen	Enzima	Activador	Substrato	Función catalítica o productos
Estomago	Pepsina (pepsinógeno)	HCl	Proteínas y polipéptidos	Rompen los enlaces peptídicos adyacentes a los aminoácidos aromáticos
Páncreas exocrino	Tripsina (tripsinógeno)	Entero-peptidasa	Proteínas y polipéptidos	Rompe los enlaces peptídicos adyacentes a la arginina o la lisina
	Quimotripsina (quimo-tripsinógeno)	Tripsina	Proteínas y polipéptidos	Rompen las uniones peptídicas adyacentes a los aminoácidos aromáticos
	Elastasa (proelastasa)	Tripsina Tripsina	Elastina, y otras prot.	Rompe los enlaces adyacentes a los aminoácidos alifáticos
	Carboxipeptidasa A (procarboxi-peptidasa A)	Tripsina	Proteínas y polipéptidos	Separa los carboxiaminoácidos terminales con cadenas laterales aromáticas o alifáticas ramificadas
	Carboxipeptidasa B (procarboxi-peptidasa B)	Tripsina	Proteínas y polipéptidos	Separa los carboxiaminoácidos terminales con cadenas laterales básicas
Mucosa intestinal	Amino-peptidasas	...	Polipéptidos	Separan el aminoácido N-terminal del péptido
	Dipeptidasa	...	Dipéptidos	Dos aminoácidos

\* Tomado de Ganong, W. F. (1990).

Altos niveles de  $\text{NH}_3$  pueden exceder la habilidad corporal para detoxificarse siguiendo la vía de convertir el  $\text{NH}_3$  a urea, lo cual puede afectar los procesos reproductivos, aumentar la susceptibilidad a enfermedades, y disminuir la eficiencia alimenticia; presentando, en estos dos últimos casos, más riesgo para los cerdos en etapas iniciales de crecimiento que para los cerdos próximos al sacrificio (33, 59).

Algunas formas de control para estos problemas, es mediante el uso de métodos modernos que ha aportado la biotecnología hacia el sector pecuario, donde se involucra el uso de bacterias productoras de ácido láctico, enzimas y extractos de plantas con el fin de obtener productos naturales que al utilizarse brinden un mejor ambiente, por una parte al reducir las concentraciones de amoníaco en excretas, y disminuir a su vez los niveles de **BUN**, repercutiendo en forma positiva sobre la productividad de una explotación (27, 30, 42, 47, 59).

Se ha sugerido el uso de un producto biotecnológico de origen natural, un método de control que ha sido particularmente utilizado con éxito para disminuir concentraciones de amoníaco, sulfuro de hidrógeno y otros gases en instalaciones productivas comerciales, así como en aquellas que confinan animales de compañía. Se trata del extracto de *Yucca schidigera*; el cual además, ha sido empleado en la elaboración de sustancias enraizadoras, como dispersante de productos agroquímicos, como medicina para el control de artritis, para la obtención de anticonceptivos, como espumante de gaseosas, así también en la industria cosmética (8, 65).

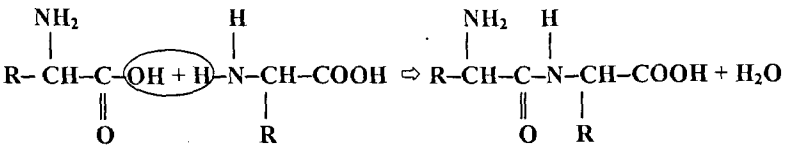
Esta especie de *Yucca*, podría ser capaz de proveer un efecto adecuado contra la formación de amoníaco y sulfuro de hidrógeno, principales responsables de los malos olores derivados de las excretas animales, además de reducir el **BUN** (51).

Las concentraciones de amoníaco en el medio ambiente son influenciadas de manera significativa por los sistemas de alimentación de instalaciones productivas. Algunos reportes consideran que los sistemas de alimentación *ad libitum* presentan mayores concentraciones de amoníaco en medio ambiente que los sistemas de alimentación restringida (10, 33).

Otra forma de controlar el amoníaco ambiental y los niveles de nitrógeno uréico sanguíneo o **BUN**, 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 amoníaco tanto ambiental como sanguíneo, produciendo a su vez, un decremento en la concentración de urea en los fluidos corporales y valores más bajos de **BUN** (10, 29, 33).

### Digestión de las proteínas y Nitrógeno Uréico Sanguíneo (BUN)

Las proteínas están formadas por aminoácidos que se unen entre sí por *enlaces peptídicos*, un enlace típico es el siguiente (26):



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 (26).

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 (cuadro No. 1), la pepsina es secretada en forma de precursor inactivo (proenzima) y es activada por el ácido clorhídrico que es producido y secretado por las glándulas oxínticas (o gástricas) que además secretan pepsinógeno, factor intrínseco (sustancia esencial para la absorción de la vitamina B<sub>12</sub> en el íleon), y moco, estas células se encuentran en las superficies interiores del cuerpo y fondo gástrico, constituyendo al rededor del 80% del estómago, ya que el resto lo ocupan las glándulas pilóricas que secretan sobre todo moco y cierta cantidad de pepsinógeno (22, 26, 44).

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 (22, 44).

Las enzimas proteolíticas del páncreas y de la mucosa intestinal digieren aún más los polipéptidos ya formados en el estómago. La tripsina, la quimotripsina y la elastasa actúan sobre las uniones peptídicas interiores de los polipéptidos (fig. 1) y reciben el nombre de **endopeptidasas**. Las carboxipeptidasas del páncreas y las aminopeptidasas del borde en cepillo (células de la mucosa del intestino delgado, formado por microvellosidades que recubren su superficie apical), son **exopeptidasas** que hidrolizan los aminoácidos en las terminales carboxílicas y amínicas de los polipéptidos. Algunos aminoácidos libres son liberados en la luz intestinal, pero otros, en las superficies celulares por las aminopeptidasas y dipeptidasas del borde en cepillo de las células de la mucosa. Algunos dipéptidos y tripéptidos son transportados activamente al interior de las células intestinales e hidrolizados por peptidasas intracelulares, entrando los aminoácidos a la corriente sanguínea. Por consiguiente, la digestión final a aminoácidos ocurre en tres sitios: la luz intestinal, el borde en cepillo y el citoplasma de las células de la mucosa (22, 24).

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 ileon. Aproximadamente 50 % de las proteínas digeridas provienen de los alimentos ingeridos, 25 % de las proteínas de los jugos digestivos y 25 % de las

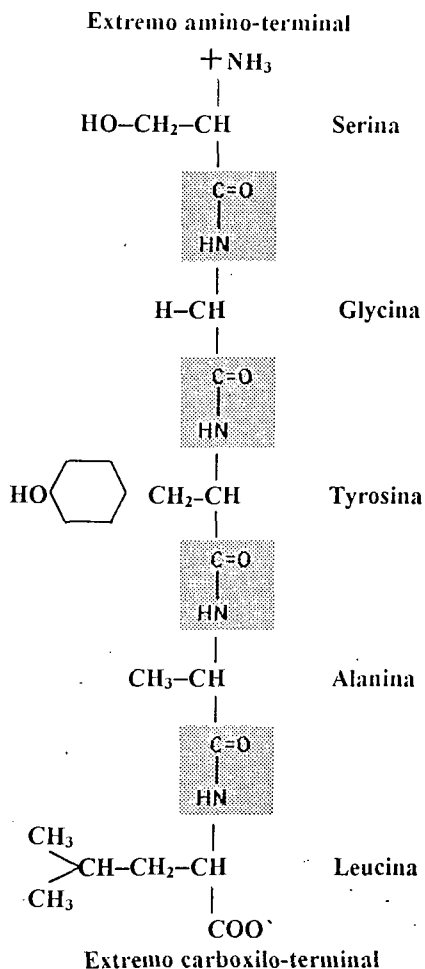
células mucosas descamadas. Sólo 2 a 5 % de las proteínas en el intestino delgado no son digeridas ni absorbidas (22).

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 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  $\alpha$ -aminoácidos liberado del tejido muscular; y en contraste a esa 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; éste capta en forma consistente del plasma grandes cantidades de alanina y glutamina, que son 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. En el caso del intestino, la mayoría de los grupos amino de la glutamina son liberados desde ese tejido como alanina o como amoniaco libre (12, 31, 44, 56).

Así en general, existe una relación estrecha entre las excreciones de aminoácidos desde el músculo periférico y su captación por los tejidos esplácnicos, como se muestra en la figura No. 2 (44).



Figura No. 1. Estructura de un pentapéptido. Los enlaces peptídicos aparecen sobre fondo coloreado.\*

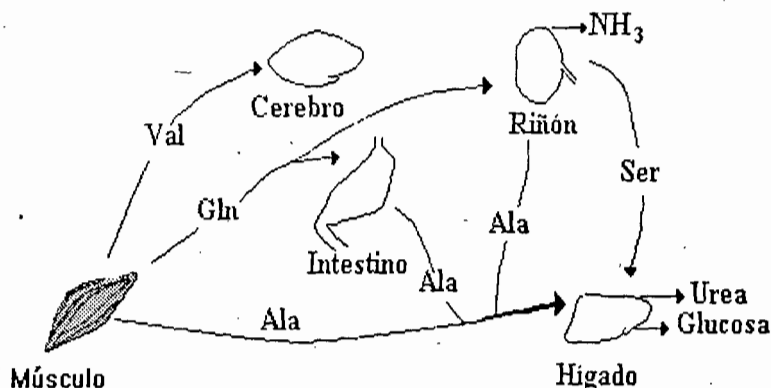


\* Tomado de Lehninger, A. L. (1979).

La conversión oxidativa de muchos aminoácidos en sus correspondientes  $\alpha$ -cetoácidos ocurre en el hígado y riñón de mamíferos, la mayor parte de estos aminoácidos, pero no todos, son substratos para la transaminación oxidativa, reacción en la cual un grupo amino pasa de un ácido

aminado a un  $\alpha$ -cetoácido, formándose un nuevo aminoácido y un nuevo  $\alpha$ -cetoácido; no se produce en ningún momento amoniaco libre y la reacción es reversible. Dos transaminasas, generalmente catalizan los grupos  $\alpha$ -amino de muchos aminoácidos al  $\alpha$ -cetoglutarato para que se transformen en amonio (12, 31, 44, 54).

**figura No. 2.** Intercambio interorgánico de aminoácidos durante el periodo posterior a la absorción de alimentos. Se muestra el papel clave de la alanina en la xcreción de aminoácidos del músculo y del intestino y en su captación por el hígado.\*



\*Tomado de Murray, R. K.; Mayes, P. A. (1990).

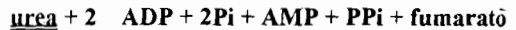
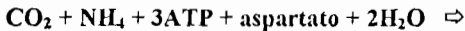
El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) es producido constantemente en los tejidos, pero además una considerable cantidad es producida por las bacterias intestinales, tanto a partir de las proteínas de la dieta, como de la urea presente en los líquidos secretados en el aparato digestivo. Este amoníaco es absorbido en el intestino y pasa a la sangre de la vena porta, la cual característicamente contiene concentraciones mayores de amoníaco que la sangre de la circulación general. En circunstancias normales, el hígado elimina eficientemente el amoníaco de la sangre porta, transformándolo a urea o nitrógeno uréico sanguíneo (BUN), de manera que la sangre que sale de éste (y, de hecho toda la sangre periférica), está exenta de amoníaco. Esto es esencial, ya que aún diminutas cantidades de amoníaco son tóxicas para el sistema nervioso central (29, 31, 44, 56).

Krebs y Henseleit, fueron los primeros en estudiar la formación de urea en los tejidos animales. Observaron, que el hígado de rata podía convertir  $\text{CO}_2$  y  $\text{NH}_3$  (2 moles/2 moles de  $\text{CO}_2$ ), a urea administrando algunas fuentes de energía (ácido láctico y glucosa), ya que era necesario. Al inicio de los años 30's, Krebs adicionó ornitina y amonio a preparaciones de cortes de hígado observando un notable aumento en la producción de urea, incluso a concentraciones bajas del aminoácido. Se sabía ya que la *arginasa* catalizaba el paso de arginina a ornitina con la liberación de urea. Posteriormente adicionó también citrulina (aislado de *Citrullus*), provocando la misma reacción. Postuló entonces, que la urea se sintetizaba en un proceso cíclico donde intervenían como intermediarios la ornitina, la arginina y la citrulina. Determinándose más tarde, el resto de intermediarios del ciclo que lleva su nombre (12, 31).

Así, la formación de urea es en parte un proceso cíclico, el cual requiere en total de 3 moléculas de ATP (Trifosfato de Adenosina), dos de los cuales son convertidos en ADP (Difosfato de

Adenosina) + Pi (Ortofosfato) y una en AMP (Monofosfato de Adenosina) + PPi (Pirofosfato), la participación sucesiva de 5 enzimas que catalizan todas las reacciones: Carbamil-fosfato sintetasa, Ornitina transcarbamilasa, Ácido argininsuccínico sintetasa, Argininsuccinasa y Arginasa; 6 aminoácidos: N-acetil-glutamato (que funciona como activador enzimático y no como un intermediario), aspartato, arginina, ornitina, citrulina y argininsuccinato (funcionando todos como transportadores de átomos), que en último término se vuelven urea. Dos de ellos (aspartato y arginina), existen en las proteínas, mientras que los 3 restantes (ornitina, citrulina y argininsuccinato) no. El principal papel metabólico de estos 3 últimos aminoácidos es, en los mamíferos, la síntesis de urea (12, 31, 44, 54, 56).

Durante la síntesis de urea, no hay pérdida ni ganancia neta de ornitina, citrulina, argininsuccinato o de arginina; sin embargo, el amoníaco, el CO<sub>2</sub>, el ATP y el aspartato sí son consumidos. La estequiometría de la síntesis de urea es la siguiente (44, 54):



En la mayoría de los vertebrados terrestres, parte del amoníaco (NH<sub>3</sub>) 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 NH<sub>3</sub> se convierte en ácido úrico para la excreción, mientras que en muchos animales acuáticos la excreción se realiza en forma de NH<sub>3</sub>. Denominándosele a estas tres clases de organismos, *ureotélicos*, *uricotélicos* y *amonotélicos*, respectivamente (12, 40, 54).

Aunque el amoníaco puede ser excretado como sales de amonio (particularmente en estados de acidosis metabólica), la mayor parte es excretado como urea, el principal componente nitrogenado de la orina (44).

## **La Insulina y el metabolismo de la Glucosa**

El metabolismo y crecimiento animal pueden estar regulados en forma compleja por algún centro de coordinación. Las hormonas en particular pueden servir para coordinar las diversas actividades relacionadas con una función específica. Por ejemplo, se sabe que las células del hígado de un animal almacenan una cantidad considerable de glucógeno que sirve para regular la glucemia, principalmente mediante la interacción de diversas hormonas sobre enzimas de las células hepáticas. Después de una ingesta copiosa hay abundancia de glucosa en la sangre. Aunque el cuerpo puede aumentar la cantidad de glucosa disponible produciéndola a partir de sustancias como aminoácidos (gluconeogénesis) o recurriendo a sus reservas de glucógeno (glucogenólisis). El nivel elevado de glucosa origina secreción de **insulina**, que pasa a la sangre desde las **células B de los islotes de Langerhans** (grupos de células distribuidas por todo el páncreas). La insulina tiene importantes funciones en la regulación del metabolismo intermediario de los carbohidratos, ácidos grasos y las proteínas debido a que los efectos de ésta son generalmente promover vías anabólicas para carbohidratos y formar glucógeno, grasa para formar triglicéridos y aminoácidos para formar proteínas. Concretamente, aumenta la actividad de síntesis de enzimas para la glucogénesis, lipogénesis, y síntesis de proteínas (6, 16, 22, 26, 44, 67).

Por su acción estimulante en la glucólisis, la insulina induce a la formación de monómeros para la síntesis de macromoléculas; una acción importante de la hormona es que promueve la entrada de glucosa, de algunos otros azúcares y aminoácidos en las células musculares y adiposas. Esta estimula el transporte transcelular de azúcares y aminoácidos; inclusive, estimula la fosforilación intracelular de glucosa por la glucocinasa, debido a que atrapa la glucosa fosforilada dentro de las células. La unión de insulina a sus receptores induce la rápida fusión de unas vesículas a la

membrana plasmática; estas vesículas contienen los transportadores de glucosa y se localizan justo bajo la membrana plasmática de las células. La exocitosis de las vesículas y la activación de los transportadores explican el aumento en el transporte de glucosa. De aquí que el nivel de glucosa en la sangre disminuye por efecto de la insulina (llamado efecto hipoglucémico). A diferencia de ésta, la hormona glucagón, producida por las células A de los islotes de Langerhans, es una hormona catabólica ya que moviliza las reservas de glucosa, ácidos grasos y aminoácidos a la sangre. Por lo tanto las dos hormonas son recíprocas en su acción global y son secretadas recíprocamente en la mayor parte de las circunstancias (6, 15, 22, 67)

La insulina fue la primera hormona proteica aislada y la primera proteína cuya estructura logró establecerse. La estructura de la molécula de insulina es conocida en términos de su secuencia de aminoácidos como se puede observar en la figura No. 3 (6, 15, 22).

**Figura No. 3.** Secuencia de aminoácidos de la insulina porcina.\*

**Cadena A**

Gli-Ile-Val-Glu-Gln-Cis-Cis-Tro-Ser-Ile-Cis-Ser-Leu-Tir-Gln-Leu-Glu-Asn-Tir-Cis-Asn  
1 2 3 4 5 6 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 21

**Cadena B**

Fen-Val-Asn-Gln-His-Leu-Cis-Gli-Ser-His-Leu-Val-Glu-Ala-Leu-Tir-Leu-Val-Cis-Gli-Glu-Arg-Gli-Fen-Fen-Tir-Tre-Pro-Lis-Ala  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

\* Tomado de Ganong, W. F. 1990.

La insulina es un polipéptido constituido por dos cadenas de aminoácidos enlazadas por puentes disulfuro (fig. 3). Existen pequeñas diferencias de especie a especie en los aminoácidos que

componen la molécula. La insulina porcina difiere de la humana en solo un residuo aminoacídico y tiene antigenicidad baja (15, 22).

El plasma contiene una variedad de sustancias con actividad tipo insulina, además de esta hormona. Si se mide la actividad tipo insulina mediante determinación de la captación de glucosa y del intercambio de gases en el tejido adiposo, los anticuerpos antiinsulínicos suprimirán solamente 7% de la actividad plasmática de insulina, sin embargo, estos anticuerpos no afectarán la proporción restante de 93% que se ha llamado **actividad tipo insulina no suprimible (ATINS)**. Aproximadamente 5% de la ATINS se debe a factores polipeptídicos del crecimiento (somatomedina) que tiene actividad de tipo insulínico. Esto incluye dos **factores de crecimiento tipo insulina FCTI-1 y FCTI-2**, los cuales en estructura se parecen a la insulina. La restante (88%) ATINS es debido a un material de elevado peso molecular a veces llamado **proteína tipo insulina no suprimible (PTINS)**, cuyo origen y significado no se conocen. Cabe mencionar que aún en presencia de ATINS, se requiere acción adicional de la insulina para conservar el metabolismos de la glucosa dentro de límites normales (22).

La insulina además de controlar el nivel de glucosa en sangre, es un factor de crecimiento para muchas células como los fibroblastos. Algunas acciones de la insulina ocurren en cuestión de segundos o minutos, mientras que otras como el crecimiento celular y síntesis de DNA, proteínas y lípidos requieren horas para desarrollarse. Por lo tanto, parece que después de haberse fijado la insulina a su receptor, inicia muchos y diversos fenómenos intracelulares, debido a que los receptores de insulina se encuentran sobre diferentes células en el organismo, incluyendo aquellas en que la insulina no aumenta la captación de glucosa, ver cuadro No. 2 (15, 22, 26).



**Cuadro No. 2.** Efecto de la insulina sobre la captación de glucosa en tejidos en los cuales ha sido investigado.\*

Tejidos en que la insulina facilita la captación de glucosa.		Tejidos en que la insulina no facilita la captación de glucosa
Músculo esquelético	hipófisis	Encéfalo (excepto probablemente parte del
músculo liso	aorta	hipotálamo)
músculo cardíaco	cristalino	mucosa intestinal
glándula mamaria	fibroblastos	tubulos renales
tejido adiposo	leucocitos	eritrocitos

\* Tomado de Ganong, W. F. (1990).

Muchos efectos de promoción de crecimiento de la insulina quizá son mediados por el receptor para el **FCTI-1** o **IGF-1** (del inglés: *Insulin Like Growth Factor-1*). Éste, parece ser un regulador primario del crecimiento de un organismo; es producido principalmente por el hígado, en respuesta a la secreción de la hormona del crecimiento por la glándula pituitaria. La habilidad para estimular el crecimiento es mayormente mediada por el **IGF-1** (15).

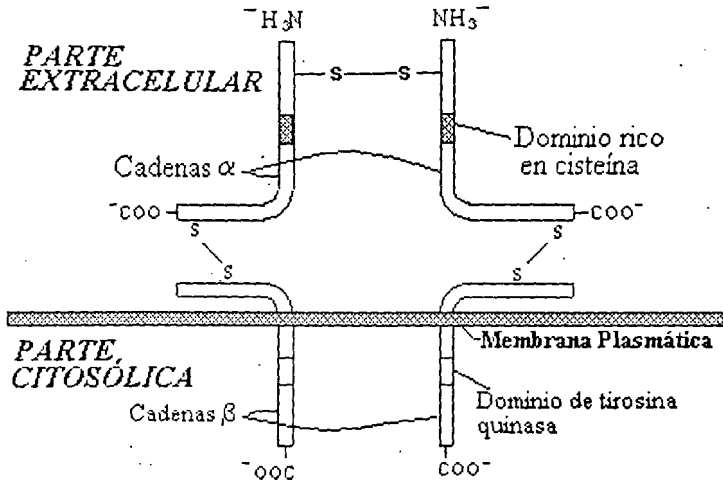
Debido a que esta hormona (**IGF-1**) es similar en estructura y secuencia a la insulina, comparten un número de propiedades; incluyendo peso molecular y la actividad de tirosín-quinasa, esto es, los dominios de tirosina quinasa del receptor están localizados en la parte citoplasmática de las cadenas  $\beta$ . Los centros de unión de la insulina están en las cadenas  $\alpha$ , en la parte extracelular de la membrana (fig. 4). La unión de insulina promueve la actividad tirosina quinasa del receptor y el receptor activado fosforila dos residuos de tirosina en la misma cadena que el centro catalítico (fig. 5). Otra consecuencia clave de esta autofosforilación es que la actividad quinasa se promueve inclusive si la insulina se disocia del receptor. Es importante mencionar que cada

hormona (insulina e IGF-1), se une 100 veces menos estrechamente a los otros receptores que a sus propios receptores (15, 22).

La mayoría de los tejidos tienen la capacidad de metabolizar la insulina, pero más de 80% de la insulina secretada normalmente es degradada en el hígado y los riñones. Se han descrito tres sistemas inactivadores de la insulina. Dos de ellos rompen las uniones disulfuro en la molécula; uno enzimáticamente y el otro no enzimáticamente, y uno separa las cadenas peptídicas. Se acostumbra agrupar a las enzimas causantes de la inactivación de la insulina con el término "insulinasa" (22).

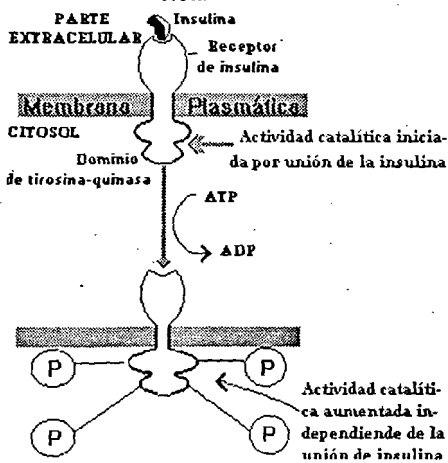
El IGF-1 es una hormona relacionada con la regulación del crecimiento. Estudios realizados por Lamberson et. al. (1995), demuestran que el factor de crecimiento tipo insulínico se encuentra influenciado por factores como la edad y el sexo en los cerdos; observando una relación positiva entre la concentración de IGF-1 y el crecimiento, particularmente durante las etapas de crecimiento; pero con respecto a los rasgos reproductivos; no encontraron ninguna relación entre éstos y las concentraciones de IGF-1 (39).

**Figura No. 4.** El receptor de insulina consta de dos cadenas  $\alpha$  y dos  $\beta$ . Los lugares de unión a la insulina están en la parte extracelular de la membrana plasmática y los dominios de la tirosina quinasa en la parte citoplasmática.\*



\* Tomado de Stryer, L. (1990).

**Figura No. 5.** Activación de la función tirosina quinasa del receptor de insulina por autofosforilación.\*



\* Tomado de Stryer, L. (1990).

### El Género *Yucca* L.

El género *Yucca* L. (clasificador Linneo), es un grupo de plantas desérticas que pertenecen a la familia *Agavaceae*, se encuentra distribuida principalmente en los desiertos de México y los Estados Unidos. Se compone de 45 especies aproximadamente, de las cuales la *Yucca schidigera* ha sido utilizada ampliamente en productos alimenticios. Sus retoños, dieron a los indios fuertes fibras para tejer y atar, y cuando cocinaban en hoyos los centros basales de las ramas, eran una nutritiva comida (8, 9, 34).

Apartir 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 (47, 52).

Al extracto de *Yucca schidigera* (EY), comercialmente se le conoce bajo los nombres de Sevarin®; Micro-Aid® Proceso de los Distribuidores, Porterville, CA; Deodorase® Alltech, Nicholasville, KY, entre otros. Este 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 hidrógeno, gases tóxicos y principales responsables de los malos olores derivados de las excretas animales (51, 65).

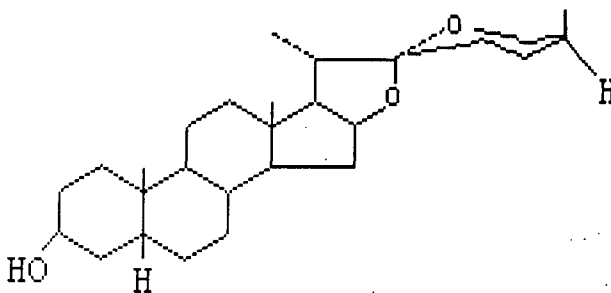
El principal componente que se obtiene de la planta *Yucca*, son las **sarsaponinas** o **saponinas** (un grupo de glicósidos esteroidales). Las saponinas son sustancias con propiedades de jabón, de donde reciben su nombre; del latín *sapo*, jabón. Se conocen varias saponinas de tipo esteroide, entre ellas los glicósidos cardíacos y varios más que por hidrólisis dan origen a las sapogeninas

(sustancias libres de azúcar). Estas sustancias se encuentran en las plantas unidas a uno o varios azúcares, formando lo que se llaman saponinas o glicósidos. Pocas veces se hace el esfuerzo de aislar las saponinas. Generalmente lo que se hace es tratar con ácidos minerales a la planta que los contiene para hidrolizarlos, enseguida se lava con agua para quitar el ácido y eliminar el azúcar, el residuo insoluble en el agua se seca y se extrae con hexano, al evaporar el disolvente se obtiene la saponina cruda. La posibilidad de convertir a las saponinas esteroidales en esteroides útiles, se conoció hasta que Russel Marker en 1940, descubrió el procedimiento para degradar la cadena lateral. Por este procedimiento se logró transformar la sarsapogenina en acetato de pregnenolona. El producto así obtenido, la pregnadienolona se convierte en progesterona sustancia que es idéntica a la hormona del embarazo. Los derivados del pregnano obtenidos por medio de esta degradación son convertibles no sólo en progesterona, sino que se pueden transformar en hormonas sexuales, corticoides y en innumerables compuestos útiles (49).

Ciertas hormonas esteroidales naturales y esteroides de plantas tienen estructura química similar a esteroides como el colesterol, estrona, testosterona, cortisona y hexaesterol, que generalmente aumentan la digestión *in vitro* posiblemente por la acción como un agente humidificador. La sarsaponina (fig. 6) consiste principalmente de sarsapogenina y smilagenina, que son glicósidos esteroidales provenientes de la planta *Yucca*, la sarsaponina ha sido utilizada comercialmente para estimular la fermentación anaeróbica de materia orgánica en sistemas de tratamiento de desperdicios biológicos. Al mejorar la fermentación anaeróbica en el rumen, pudiera incrementar la utilización de alimento por el ganado, mejorando a su vez la eficiencia de utilización de nutrientes por los rumiantes (23, 49, 60).

Algunos estudios demuestran efectos estimulatorios de la adición de sarsaponina en dietas para cerdos en iniciación y desarrollo, para novillos castrados en crecimiento, aumentando la ganancia de peso. En pollos para engorda redujo la mortalidad, y disminuyó los olores de  $\text{NH}_3$  en lagunas, estanques y granjas (17, 51, 65).

**Figura No. 6.** Estructura molecular de la sarsaponina o sapogenina. \*



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

### **Efecto del Extracto de *Yucca* (EY) sobre el amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) atmosférico proveniente de excretas.**

El amoniaco ha sido estudiado como indicativo de los problemas medio-ambientales y su influencia sobre el bienestar de los cerdos y del hombre. Existen muchos estudios que hablan de la reducción del desarrollo y estado de salud del cerdo en periodos de crecimiento, cuando las condiciones medio-ambientales son pobres; investigaciones recientes muestran que la exposición de cerdos a 50 ppm. de amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) por 20 minutos por día en cuatro ocasiones solamente, reducen seriamente el desarrollo de los animales entre la etapa de los 37 y 90 Kg. de peso vivo (11).

En producción animal, es necesario dar raciones que contengan proteína de alta calidad en las correctas cantidades. La alta influencia del contenido de proteína en la dieta sobre el nivel de  $\text{NH}_3$  atmosférico, enfatiza la necesidad de controlar el exceso de nitrógeno en la dieta, lo cual requiere de especial atención en cuanto a precisar la conjugación de la suplementación y requerimiento. Existe interés en considerar otros materiales dietarios que puedan modificar las emisiones de amoniaco de las excretas. El producto más estudiado es el extracto de *Yucca* (EY), el cual ha demostrado dar una reducción sustancial en el amoniaco atmosférico aunado a un mejor desarrollo animal (11, 17, 19, 25).

En un estudio realizado en Holanda, concluyeron que un método efectivo en la reducción de amoniaco atmosférico pudiera ser el uso de EY en las dietas para animales (cerdos, bovinos, aves). Como ejemplo de un país que esta adoptando una producción intensiva de cerdo, esta revisión detallada en Holanda, muestra que los niveles de amoniaco pueden ser extremadamente

altos; se calculan por Km<sup>2</sup> un promedio de 435 personas, 138 vacas, 412 cerdos y 2765 aves. Los niveles y la frecuencia de su ocurrencia son mucho más altos que como se creía y existe una necesidad de reducirlos ya que tienen consecuencias tanto en los cerdos como en la gente; considerando entre otros métodos, el uso de Extracto de *Yucca schidigera* en la dieta, para disminuir los niveles de amoníaco atmosférico y mejorar el desarrollo animal (11).

Por otra parte, en la producción de camarones de granja, la mortalidad y crecimiento están íntimamente influenciados por las condiciones medio-ambientales. Los parámetros más concernientes con la vida del camarón incluyen amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), temperatura, oxígeno disuelto, acidez, salinidad, sólidos suspendidos y otras sustancias potencialmente tóxicas como el sulfuro de hidrógeno, metales pesados y otros contaminantes. Imbalances en el ecosistema, provocan un colapso en la población de plancton, aumento de  $\text{NH}_3$  a niveles tóxicos, el oxígeno disuelto disminuye y el consumo de alimento y crecimiento de los camarones se deprime, aumentando el grado de mortalidad (64).

En un estudio realizado en granjas de camarones concluyeron que el adicionar extracto de *Yucca schidigera* inclusive a niveles bajos, reduce significativamente el amoníaco en agua de mar. Aún bajo condiciones de altos niveles de amoníaco, el grado de supervivencia del camarón aumenta; siendo más efectivo el tratamiento a 0.5 ppm. de EY, aplicándolo tres veces con seis horas de intervalo. El EY fue uno de los factores esenciales para reducir la mortalidad de camarón durante la crisis de plancton. Cuando el oxígeno disuelto era extremadamente bajo el EY no pudo prevenir la mortalidad (64)



Con respecto a los sistemas de tratamiento de aguas residuales, hoy en día utilizan **EY**, enzimas y bacterias inoculantes para controlar el olor. La aplicación de estos materiales tiene como efecto la estimulación de la actividad bacteriana. De acuerdo con Peekstock (1979), la sarsaponina estimula la fermentación anaeróbica bacteriana. Esto explica aquellos reportes que argumentan el aumento de la actividad en lagunas y la disminución de tiempo de descomposición de las excretas de cerdo. Así como el tratamiento directo de lagunas de ganado con **EY** es factible con producto líquido, la inclusión en la dieta es mucho más simple, además de ser la ruta más sencilla de incorporación a las lagunas (33).

El extracto de *Yucca* tiene la habilidad de atrapar amoníaco, cuando las concentraciones de éste en el medio ambiente son altas, y liberar  $\text{NH}_3$  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 del enlazamiento de amoníaco (51, 65).

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 enlazamiento de  $\text{NH}_3$  y **EY** pudiera ser pequeño. Algunas investigaciones muestran que conforme incrementan las concentraciones de amoníaco, potencialmente dan al **EY** una alta capacidad para la adsorción de amoníaco, si esta habilidad fuera extrapolada a mayores concentraciones de amoníaco. En las incubaciones *in vitro*, el efecto del **EY** en las concentraciones de amoníaco en los fluidos ruminales es pequeña y disminuye la proteólisis por la población mezclada (65).

Otros estudios han tratado de determinar el efecto del EY en concentraciones de  $\text{NH}_3$  ruminal, digestibilidad de nutrientes y producción de la proteína microbiana en vacas lecheras lactantes. Concluyendo que a concentraciones bajas en la dieta de EY, no ocurre ningún efecto sobre la digestión ruminal de materia orgánica, proteína cruda, o de la proteína microbiana que ingresa al duodeno. Mencionando que inclusive concentraciones de 125 ppm de EY en la dieta no afectan las concentraciones de  $\text{NH}_3$  ruminal, digestión de nutrientes, o los patrones de fermentación ruminal (51).

Durante la alimentación diurna, a menudo resultan fluctuaciones grandes de las concentraciones de  $\text{NH}_3$  ruminal. Sin embargo, para asegurar la continua disponibilidad a microbios y dar margen para la maximización de la síntesis de proteína microbiana, se requieren de concentraciones estables y adecuadas de  $\text{NH}_3$  ruminal. Reportes del efecto del metabolismo del nitrógeno muestran en un estudio; aumento de la degradación de nitrógeno alimenticio, mientras que otros notaron una disminución, y hubo quienes notaron poco o ningún efecto. Esto demuestra el efecto benéfico de la sarsaponina en la fermentación ruminal sólo con algunas dietas, además de estimular la digestión de materia orgánica y disposición de carbohidratos (32, 51, 63, 65).

### Nitrógeno Uréico Sanguíneo y comportamiento reproductivo

El manejo reproductivo de la pira se ha convertido en una de las áreas de más interés en la explotación de cerdos, ya que los factores que influyen en la productividad de una granja son muy diversos. Existen varias maneras de calificar la productividad de la pira: lechones nacidos vivos por hembra por año, lechones destetados por hembra por año y cerdos vendidos por hembra por año. Métodos menos tradicionales y que empiezan a popularizarse son: lechones producidos por camada por año y kilogramos producidos por hembra por año (1, 3).

El cerdo es una especie dedicada a la producción de carne, cuyo potencial reproductivo es notable, sin embargo, la capacidad de destetar un mayor número de lechones esta limitada. Los programas de mejoramiento genético, se han orientado fundamentalmente a la mejora de la tasa de ganancia de peso, conversión alimenticia, calidad de la canal y prolificidad. Durante los últimos 20 años el avance ha sido notable, cambiando radicalmente el tipo de cerdo destinado al mercado, sin embargo, durante el mismo lapso el número de lechones al destete no se ha visto modificado en forma sustancial (2, 14).

Un parámetro muy importante dentro de la reproducción es el número de crías. El cual depende de la cantidad de óvulos producidos por una hembra durante la ovulación, es decir, en su tasa de ovulación, misma que puede ser afectada por factores como:

- Genética: ciertas razas y caracteres heredables mejoran la tasa de ovulación.
- Alimentación: ya que una hembra que no ha sido alimentada de acuerdo a sus requerimientos, no podrá formar el número adecuado de óvulos; se sabe que a mayores cantidades de energía, mayor es la tasa de ovulación.

- Desarrollo de la cerda y número de partos: que son directamente proporcionales a la tasa de ovulación.
- Clima: donde a mayor temperatura, menor es la tasa de ovulación.
- Uso de sustancias exógenas: como hormonas u otros (62).

Con respecto a la habilidad reproductiva de la cerda, no se han reportado efectos de la adición del **EY** en la dieta, sin embargo en bovinos se ha investigado que dietas con alto contenido proteico incrementan los niveles de nitrógeno uréico sanguíneo (**BUN**), lo cual pudiera afectar negativamente los procesos reproductivos. Ferguson *et al.* (1993), utilizaron 323 vacas Holstein de nueve hatos para estudiar el efecto de la degradabilidad de proteína y grado de concepción en el hato. Las concentraciones de **BUN** para cada vaca de 50 a 150 días en lactación fue usado para examinar el grado de concepción. Animales con altos niveles de **BUN** tuvieron menos probabilidades para quedar preñadas (18).

Muchas teorías han sido sugeridas sobre el efecto negativo de la elevada proteína consumida sobre la reproducción. Para las vacas lecheras, la actividad reproductiva esta influenciada por la alimentación durante el período seco y las etapas tempranas de la lactación. Las raciones con proteína elevada, exceden la habilidad corporal y metabólica para destoxificar o convertir el amoniaco a urea, pudiendo afectar los procesos reproductivos negativamente (29).

Estudios preliminares indican un avance en el uso de el **EY** para ayudar a disminuir las concentraciones de **BUN** en rumiantes. Altos valores de **BUN** indican problemas potenciales, debido a que aumenta la pérdida en energía, proteína y aumentan los costos de alimentación.

Inclusive, existe mayor estrés en vacas teniendo constantemente altos niveles de **BUN** debido a la conversión de amoníaco a urea en el hígado y la subsecuente excreción en la orina (18, 29).

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 **EY**, otro 0.25 gr. de **EY** 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 amoníaco sanguíneo y **BUN**, más altos al final del periodo de los 7 días para los toros que estuvieron bajo control de 0.05 gr. de **EY** al día. En contraste, los toros que recibieron 0.25 gr. de **EY** al día, tuvieron menores concentraciones de amoníaco y sólo ligeramente mayores niveles de **BUN** (13).

Debido a la asociación entre la concentración de amoníaco ambiental, los problemas de tipo respiratorio y el aumento de los niveles de **BUN** es de esperar que uno de los principales beneficios del **EY** sea el mantener la salud de los diversos animales de producción, o bien, mejorarla por efecto de la disminución de los niveles de amoníaco ambiental y **BUN** (18, 29, 42, 59).

Dado que existen diversos factores que influyen sobre la productividad de una explotación y que pueden modificar la eficiencia reproductiva; deben generarse nuevas investigaciones que tomen en consideración estos factores, incorporando los avances tecnológicos, con fines de eficientar la producción (1, 2, 3).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, la industria porcina intensiva ha 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 carne 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 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, *v. gr.* amoníaco, por las excretas, pueden afectar considerablemente el desempeño productivo de las piaras (26, 32, 48).

Se ha reportado que concentraciones sanguíneas más altas a las normales de **BUN** disminuyen la probabilidad de preñez. Algunas teorías han sido sugeridas con respecto al efecto negativo del **BUN** en concentraciones altas sobre la reproducción; se cree que las concentraciones de amoníaco y urea en los tejidos corporales al ser lo suficientemente altos impiden los procesos normales para conducir hacia la fertilización, desarrollo embrionario, e implantación de embriones (23, 34).

Algunos reportes de investigación mencionan los beneficios de la *Yucca* en aspectos productivos, ya que éste puede tener importancia en la regulación de la liberación de amoníaco en el tracto digestivo de rumiantes; sin embargo, no hay reportes sobre sus efectos en cerdas reproductoras, ya que se habla de efectos nocivos en el sistema endocrino afectando la gestación de la cerda (23, 34, 50).

De esta manera, se pretende determinar el efecto que tiene el extracto de *Yucca* (**EY**) sobre los niveles de nitrógeno uréico sanguíneo (**BUN**), otros metabolitos sanguíneos, además de el comportamiento reproductivo de las cerdas a partir de su adición.

## JUSTIFICACIÓN

Es de suma importancia mantener o elevar la productividad en el sector pecuario. Por lo cual se buscan métodos modernos para eficientarlo, estos métodos involucran el uso de microorganismos, enzimas o plantas que al ser utilizados repercutan positivamente sobre los parámetros productivos.

Se ha estudiado el uso del extracto de *Yucca schidigera* como un producto biotecnológico con aquel propósito, ya que ha resultado muy eficiente en el incremento de la digestibilidad de nutrientes, reduciendo las concentraciones de nitrógeno uréico sanguíneo (BUN) y reduciendo las concentraciones de amoníaco ambiental. Esto, brinda expectativas sobre los efectos positivos que pudiera tener sobre el desempeño reproductivo de la cerda; fertilidad, prolificidad, lactancia, etc. (28, 38, 44).

Por ello, este trabajo intenta estudiar el posible efecto benéfico de la utilización del extracto de *Yucca* en la producción porcícola, a través de su inclusión en la dieta animal.

Esto podría tener beneficios no solo en el posible incremento de la productividad de la pira, sino que también contribuiría en reducir el impacto ambiental (contaminación por emisiones y residuos), que ejerce el sistema de producción.

CUCBA





## HIPÓTESIS

La inclusión del extracto de *Yucca schidigera* en la dieta para cerdas, disminuyen los niveles de nitrógeno uréico sanguíneo (BUN) en el organismo, evitando su efecto nocivo sobre la salud; y mejorando consecuentemente el desempeño productivo.

## OBJETIVOS

### **OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar los efectos de la adición del extracto de *Yucca schidigera* (EY) en la dieta para cerdas gestantes sobre los niveles de nitrógeno uréico sanguíneo (BUN), otros metabolitos sanguíneos y su comportamiento productivo.

### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

1. Medir la relación entre los niveles de BUN, glucosa e insulina con respecto a la adición de EY en el alimento para cerdas gestantes.
2. Evaluar el posible efecto del EY sobre el número de lechones nacidos vivos, peso al nacimiento, número de lechones destetados, peso al destete e intervalo destete-1er. servicio en cerdas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la posta zootécnica "Cofradía" de la Universidad de Guadalajara, ubicada en el Km. 7.5 de la carretera San Isidro Mazatepec. Con latitud norte 20° 28', longitud oeste 103° 27', y una altura sobre el nivel del mar de 1,575 m.

La temperatura media anual oscila entre 20 y 22° C, la dirección de los vientos es muy variable y la precipitación pluvial media anual es de 900 mm.<sup>3</sup>, el clima se considera semi-seco y semi-humedo de acuerdo con la clasificación Köepen de climas del mundo.

El sistema de producción porcícola del rancho se considera de ciclo completo, esto es, se desarrolla a través del establecimiento de procesos parciales de producción (servicio, gestación, maternidad, lactancia, iniciación, crecimiento y finalización); cuenta con 150 vientres híbridos obtenidos de las cruzas York/Landrace, York/Ham y Durok/Ham. Los sementales que se manejan (siete), son de raza York (uno), Ham (uno), Durok (uno); y de cruzas York/Durok (dos) y Large White/Landrace(dos).

Para este estudio se utilizaron los espacios del área de gestación, donde las cerdas se encuentran confinadas durante el primer tercio de su preñez (del día 0 al día 38), en jaulas de metal, con pisos de concreto, un comedero lineal y un bebedero automático de chupón. Durante el segundo y tercer tercio de la gestación, del día 39 al 76 y del día 77 al 114, respectivamente, se encuentran en un espacio común para siete hembras como máximo; estos corrales son de piso de concreto, con divisiones entre corrales de concreto y tienen una superficie de 24 m.<sup>2</sup>, cuentan con un

comedero lineal, un bebedero automático tipo chupón, dos aspersores de agua y un espacio de sombra de aproximadamente 30%.

Para este diseño experimental se seleccionaron 50 hembras de las cuales 25 comprendieron el grupo testigo y 25 el grupo problema. Ambos grupos fueron distribuidos a su vez en cinco subgrupos de cinco hembras cada uno de acuerdo a su número de parto, como sigue:

No. de Parto	No. de Hembras	Grupo Testigo	Grupo Problema
1°	10	5	5
2°	10	5	5
3° y 4°	10	5	5
5° y 6°	10	5	5
7° y 8°	10	5	5
Total	50	25	25

Con respecto al manejo reproductivo de los animales, fue necesario respetar el programa rutinario de la explotación. En éste, se utiliza semen heterologo (proveniente de dos verracos) para la inseminación artificial (IA) de las hembras; lo cual eliminó la posibilidad de servir a las cerdas seleccionadas para este estudio con un solo semental. Se consideran aproximadamente tres servicios por concepción; dos por la mañana y uno por la tarde. En nuestro caso, esto ocurrió en 35 de las hembras; pero para las 15 restantes, solo se dieron dos servicios por concepción.

Una vez en el área de maternidad, las cerdas estuvieron confinadas en jaulas de metal, con piso tipo maya, cada jaula cuenta con un bebedero automático de chupón, un comedero automático tipo tolva y un espacio para el alojamiento de los lechones de madera.

En el área de lactancia, las cerdas se encuentran en corrales individuales, con piso tipo slats, divisiones entre corrales de concreto y una superficie de 5 m.<sup>2</sup>, cada corral cuenta con un bebedero automático de chupón y un comedero automático tipo tolva.

Las cerdas fueron alimentadas durante la gestación con una ración estándar que debió cubrir los requerimientos nutricionales establecidos para cada etapa específica de producción de los animales, definida en la granja (anexo).

Para las cerdas experimentales se incluyó el extracto de *Yucca* (EY), Micro-Aid © (Proceso de los Distribuidores, Porterville, CA), a razón de 65 ppm. La dieta adicionada con el EY inició 72 Hrs. antes de la monta de cada hembra del grupo problema; hasta el final de su lactancia.

A todas las hembras se les sirvió el alimento diariamente observando que éste se consumiera en su totalidad, de acuerdo a las siguientes cantidades:

- 2.5 Kg. en el primer tercio de la gestación, (consumiendo aproximadamente 0.0062 Kg. de EY en total durante el tercio).
- 2.0 Kg. en el segundo tercio de la gestación, (consumiendo aproximadamente 0.0049 Kg. de EY en total durante el tercio).

- 2.0 Kg. en el tercer tercio de la gestación, (consumiendo aproximadamente 0.0049 Kg. de EY en total durante el tercio).

Durante la lactancia la alimentación fue a libre acceso con un máximo de 6 Kg. por día, por cerda; calculando un consumo aproximado de 0.01092 Kg. de EY para toda la etapa; finalmente, en el periodo de días abiertos (periodo post-destete), la alimentación fue *ad libitum*.

Las vacunas y desparasitantes aplicados al total de hembras durante el tiempo del experimento, fueron los siguientes:

- 15 días antes del servicio se aplicaron vacunas contra Parvovirus y Leptospira.
- 30 y 15 días antes de la fecha probable de parto se aplicó una vacuna polivalente contra Bordetella, Pasteurella, Erisipella y E. Coli.
- al destete se desparasitó con ivermectina.

Del total de las cerdas utilizadas para este estudio (50), 10 fueron canalizadas en la vena marginal de la oreja, cinco hembras testigo y cinco hembras problema, con un catéter endovenoso (Intracat®, Lab. Pisa), a través del cual se obtuvieron las muestras sanguíneas de forma seriada. La primera toma (t<sub>0</sub>) de 5 ml. de sangre completa, se obtuvo antes de servir el alimento (ayuno), una vez servido el alimento se iniciaron tomas seriadas (5 ml. de sangre completa), de la manera siguiente:

t 15' = 15 minutos después de servir el alimento.

t 30' = 30 minutos después de servir el alimento.

t 60' = 60 minutos después de servir el alimento...

así sucesivamente hasta llegar a 180 minutos, muestreando en 8 tiempos, (t 0', t 15', t 30', t 60', t 90', t 120', t 150', t 180').

Para el muestreo de cada una las cerdas cateterizadas, se utilizaron 16 tubos de ensayo; 8 de ellos contenían EDTA (Ácido Etilen Diamino Tetraacético), como anticoagulante para poder transportarlas. Una vez en el laboratorio, se midió glucosa sanguínea aplicando el método de la glucosa-oxidasa, para lo cual se utilizó un equipo comercial de los laboratorios Merck (Glucosa Trinder 740393 Merckotest, Diagnostica Merck), y la lectura se realizó en un espectrofotómetro (Coleman Junior ® II A Modelo 6<sup>129</sup>A) a 520 nm. El nitrógeno uréico sanguíneo (**BUN**), se midió 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 el mismo espectrofotómetro utilizado para medir la glucosa sanguínea, pero a 525 nm. Para los 8 tubos restantes, no fue necesario el uso de anticoagulante, ya que fueron utilizados para determinar la insulina sanguínea por medio de la técnica de Radio Inmuno Ensayo (**RIA**). Las muestras de suero sanguíneo ya en el laboratorio se conservaron a -20° C. Una vez reunido el total de muestras (135), para determinar la insulina se utilizó un equipo comercial para radioinmunoanálisis, CIS ® Bio International, INSULIN (para fase sólida, marcado con <sup>125</sup>I), las muestras fueron preparadas e incubadas en el laboratorio de Medicina Nuclear del Centro Médico Nacional de Occidente (Torre de especialidades), y leídas en un contador de 20 pozos, Gamby CR., utilizando rayos  $\gamma$ , con 250 KeVs. por pozo, obteniendo un coeficiente de variación intra análisis de 2 %.

En cuanto al comportamiento productivo y reproductivo de las cerdas; de cada registro individual fueron evaluados los siguientes criterios:

- lechones nacidos vivos.
- peso al nacimiento.
- lechones destetados.
- peso al destete.
- intervalo destete-1er. servicio.

Para el análisis de la información se utilizaron los procedimientos del programa estadístico General Linear Models (GLM) Procedure of Statistical Analysis System (53).

Los resultados fueron evaluados mediante el análisis de varianza. Las comparaciones entre las medias se realizaron mediante pruebas de Duncan, para los efectos de significancia mayores ( $p < 0.05$ ) se utilizó la prueba  $F$ .



## RESULTADOS

En cuanto al análisis de las muestras para medir las concentraciones de nitrógeno uréico sanguíneo (BUN), insulina y glucosa sanguínea de los dos grupos de cinco cerdas gestantes cada una cateterizadas como *Yucca* y *Testigo*, se obtuvieron los siguientes resultados:

Las concentraciones promedio de BUN encontradas tanto en el primer tercio de gestación (0-38 d.; 1er. periodo) como en el tercer tercio de gestación (76-114 d.; 2do. periodo), de ambos grupos, para cada tiempo de muestra (T0' ... T180'), se encuentran en la tabla No. 1. En ésta, se puede apreciar al comparar los promedios totales obtenidos al sumar los ocho tiempos (de T0' a T180') de ambos periodos; que los niveles de BUN son menores para el grupo de cerdas *Yucca* que para el grupo de cerdas testigo, esto siendo válido tanto en el primer periodo como en el segundo periodo (gráfica No. 1). Sin embargo las diferencias no son significativas entre los tratamientos; primer periodo: 7.11 vs 8.23;  $p > 0.05$ ; segundo periodo: 5.9 vs 8.9;  $p > 0.05$ .

Al revisar cada uno de los valores promedio obtenidos respectivamente para los ocho tiempos de muestra, se encontró una diferencia significativa solamente en T0' ( $p < 0.05$ ) del segundo periodo, siendo, al igual que casi todos los tiempos (excepto T90' del primer periodo y T60' del segundo periodo) menor la concentración de BUN para las cerdas *Yucca* que para las cerdas testigo (gráficas No. 2 y 3). Aún cuando la diferencia entre los tratamientos no fue significativa, puede apreciarse la tendencia del extracto de *Yucca* a disminuir los niveles de BUN en cerdas gestantes.

**Tabla No. 1** Efecto de la adición de extracto de *Yucca schidigera* en la dieta sobre la concentración nitrógeno uréico sanguíneo (mg/100ml)\*, durante el primer y tercer tercio de la gestación: t0'= ayuno, t15' ... t180'= minutos después de comer.

Muestra	Tratamientos		C.V.
	<i>Yucca</i>	Testigo	
Primer tercio (0-38 d. de gestación)			
T0'	6.9	8.3	31.2
T15'	6.6	6.9	42.3
T30'	8.4	8.6	28.6
T60'	5.5	7.0	56.4
T90'	8.9	8.4	31.2
T120'	6.9	7.5	44.9
T150'	8.1	8.7	36.1
T180'	5.4	10.4	50.4
Promedio Total = (T0'+T15'+...T180')	7.1	8.2	32.2
Tercer Tercio (76-114 d. de gestación)			
T0'	5.4 <sup>a</sup>	11.6 <sup>b</sup>	36.9
T15'	6.3	7.0	42.0
T30'	5.6	6.3	19.2
T60'	7.6	5.8	52.2
T90'	5.7	8.9	47.0
T120'	3.2	9.7	119.7
T150'	5.4	9.9	107.1
T180'	6.6	10.7	76.5
Promedio Total = (T0'+T15'+...T180')	5.9	8.9	40.6

Los valores promedio de la concentración sanguínea de BUN son para los dos grupos de cinco cerdas cada uno (*Yucca* y testigo).

<sup>a, b</sup> Promedios que muestran diferencia significativa entre si ( $p < 0.05$ ).

Con respecto a las concentraciones promedio de insulina sanguínea obtenidas para cada tiempo de muestra (T0'... T180'), número de periodo (1er. tercio= 1er. periodo; 3er. tercio= 2do. periodo) y tratamiento, se puede apreciar en la tabla No. 2; que las concentraciones de insulina son mayores para el grupo *Yucca* que para el grupo testigo en ambos periodos. Al comparar los promedios totales (T0' a T180') obtenidos de cada tratamiento (*Yucca* y Testigo), de ambos periodos (gráfica No. 4), encontramos diferencias significativas en el primer periodo (48.7 vs 31.4  $p < 0.05$ ), siendo mayores los niveles de insulina en las cerdas tratadas con *Yucca*.

Para el segundo periodo (gráfica No. 4), no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos (63.6 vs 43.7;  $p > 0.05$ ), y, al igual que en el primer periodo, las concentraciones mayores de insulina sanguínea son para el grupo de cerdas tratadas con *Yucca*.

Si se revisan en particular las medias obtenidas para cada uno de los ocho tiempos de cada periodo de gestación; en el primer periodo (gráfica No. 5), se observan diferencias significativas en solo dos de los tiempos: T90' (44.9 vs 24.7;  $p < 0.05$ ) y T120' (43.4 vs 27.1;  $p < 0.05$ ); y una ligera tendencia a ser significativa en T150' (34.1 vs 23.0;  $p \geq 0.08$ ).

En cuanto al segundo periodo (gráfica No. 6), las concentraciones de insulina son mayores para las cerdas experimentales que para las cerdas testigo en cada uno de los ocho tiempos, sin embargo no existe una diferencia significativa en ninguno de estos tiempos.

Por otro lado, las concentraciones promedio de glucosa pueden apreciarse en la Tabla No. 3; donde al comparar los promedios obtenidos de la suma del total de los tiempos (de T0' a T180') de cada tratamiento y periodo (gráfica No. 7), encontramos que las concentraciones de glucosa durante el primer periodo, fueron mayores para las cerdas del grupo experimental (53.1 vs 49.9;  $p > 0.05$ ) que para las testigo, en este caso, no se presentó diferencia significativa. Durante el segundo periodo, de igual manera la diferencia entre las concentraciones de glucosa de cada tratamiento no presentaron diferencia significativa, sin embargo, en este periodo fueron mayores las concentraciones de glucosa para el grupo testigo (54.9 vs 55.9;  $p > 0.05$ ).

CUCBA



**Tabla No. 2** Efecto de la adición de extracto de *Yucca schidigera* en la dieta sobre la concentración sanguínea de insulina ( $\mu\text{U/ml}$ )<sup>a</sup>, durante el primer y tercer tercio de la gestación, muestreando a diferentes tiempos: T0' = ayuno, T15'...T180' = minutos después de comer.

Muestra	Tratamientos		C.V.
	<i>Yucca</i>	Testigo	
<b>Primer Tercio (0-38 d. de gestación)</b>			
T0'	65.3	35.5	55.9
T15'	58.0	35.4	64.2
T30'	65.7	47.6	49.2
T60'	36.9	27.4	29.8
T90'	44.9 <sup>a</sup>	24.7 <sup>b</sup>	37.4
T120'	43.4 <sup>a</sup>	27.1 <sup>b</sup>	24.4
T150'	34.1	23.0	30.7
T180'	40.4	30.7	37.8
Promedio Total = (T0'+T15'+...T180')	48.7	31.4	30.4
<b>Tercer Tercio (76-114 d. de gestación)</b>			
T0'	63.2	55.7	56.9
T15'	65.6	56.6	60.5
T30'	71.4	47.2	50.0
T60'	56.5	44.5	30.1
T90'	52.4	42.6	29.6
T120'	58.4	36.0	33.2
T150'	46.4	36.9	17.6
T180'	45.5	30.2	47.4
Promedio Total = (T0'+T15'+...T180')	63.6	43.7	45.7

<sup>a</sup> Los valores promedio de la concentración sanguínea de insulina son para los dos grupos de cinco cerdas cada uno (*Yucca* y testigo).

<sup>a,b</sup> Promedios que muestran diferencia significativa entre sí ( $p < 0.05$ ).

Las concentraciones promedio de glucosa del primer periodo (gráfica No. 8), pueden apreciarse en los cuatro primeros tiempos (T0' - T60'), mayores para el grupo *Yucca*; no así, en los cuatro tiempos restantes (T90' - T180'), ya que las concentraciones de glucosa fueron mayores para el grupo testigo. De la comparación entre los ocho tiempos, solo uno presentó diferencia significativa: T30' (59.1 vs 45.2;  $p < 0.05$ ), donde la concentración de glucosa es mayor en el grupo *Yucca*.

Para las mediciones en el tercer tercio de gestación (gráfica No. 9), las concentraciones de glucosa en los tiempos T0', T60', T90', T150' y T180' fueron mayores en el grupo *Yucca*; y,

para los tiempos T15', T30' y T120' se presentó lo contrario, ya que las concentraciones de glucosa resultaron mayores para el grupo testigo. Aunque, ninguna de las diferencias fueron estadísticamente significativas.

**Tabla No. 3** Efecto de la adición de extracto de *Yucca schidigera* en la dieta sobre la concentración sanguínea de glucosa (mg / 100ml)\*, durante el primer y tercer tercio de la gestación muestreando a diferentes tiempos: t0' = ayuno, t15'...t180' = minutos después de comer.

Muestra	Tratamientos		C.V.
	<i>Yucca</i>	Testigo	
Primer Tercio (0-38 d. de gestación)			
T0'	54.3	37.3	49.9
T15'	49.2	40.2	23.5
T30'	59.1 <sup>a</sup>	45.2 <sup>b</sup>	15.5
T60'	55.2	48.7	15.7
T90'	47.5	53.3	22.7
T120'	53.5	58.7	28.1
T150'	54.5	59.8	18.3
T180'	51.5	56.2	22.6
Promedio Total = (T0'+T15'+...T180')	53.1	49.9	15.2
Tercer tercio (76-114 d. de gestación)			
T0'	56.0	54.1	32.9
T15'	53.1	55.6	30.6
T30'	50.4	53.1	16.8
T60'	52.8	51.6	10.0
T90'	57.0	53.8	15.4
T120'	52.6	61.7	14.3
T150'	61.9	53.7	15.1
T180'	63.1	63.0	7.8
Promedio Total = (T0'+T15'+...T180')	54.9	55.9	14.2

\* Los valores promedio de la concentración sanguínea de glucosa son para los dos grupos de cinco cerdas cada uno (*Yucca* y testigo).

<sup>a,b</sup> Promedios que muestran diferencia significativa entre sí ( $p < 0.05$ ).

Con respecto al comportamiento productivo y reproductivo de las 50 cerdas consideradas para este estudio, 25 *Yucca* y 25 testigo, los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros evaluados mediante el análisis de varianza fueron los siguientes (Tabla No. 4):

Comparando las medias obtenidas para el número de lechones nacidos vivos para las cerdas alimentadas con la dieta adicionada con extracto de *Yucca schidigera* (EY), y las cerdas alimentadas con la dieta testigo; la media fue mayor para las cerdas experimentales que para las

cerdas testigo (10 vs 8.76;  $p < 0.05$ ), mostrando cierta inclinación del **EY** a incrementar este parámetro.

**Tabla No. 4** Respuesta de las cerdas gestantes al Extracto de *Yucca schidigera*\*

Parámetros productivos	Tratamientos		C.V.
	<i>Yucca</i>	Testigo	
Lechones Nacidos Vivos (No.)	10 <sup>a</sup>	8.76 <sup>b</sup>	20.0
Peso Promedio al Nacimiento (Kg.)	1.47	1.52	15.6
Lechones Destetados (No.)	8.22	7.68	17.3
Peso Promedio al Destete (Kg.)	8.29	8.48	14.8
Intervalo destete-1er. servicio (días).	5.88	7.22	93.5

\* Los valores promedio de los parámetros productivos son para las 25 cerdas del grupo *Yucca* y para las 25 cerdas del grupo testigo.

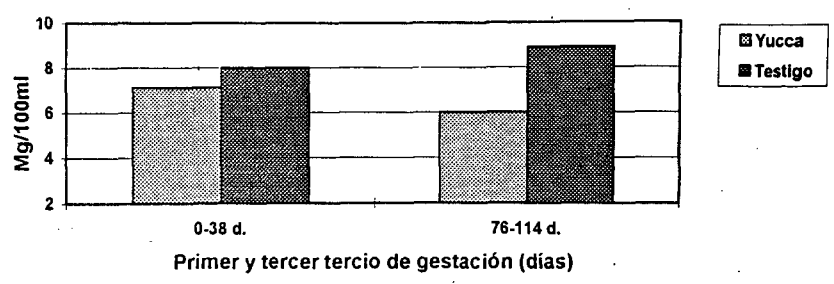
<sup>a, b</sup> Promedios que presentan diferencia significativa entre sí ( $p < 0.05$ ).

En cuanto al peso promedio al nacimiento y peso promedio al destete, son mayores para los lechones de las cerdas testigo que para los lechones de las cerdas *Yucca*, sin embargo, la diferencia entre los pesos no es significativa ( $p > 0.05$ ).

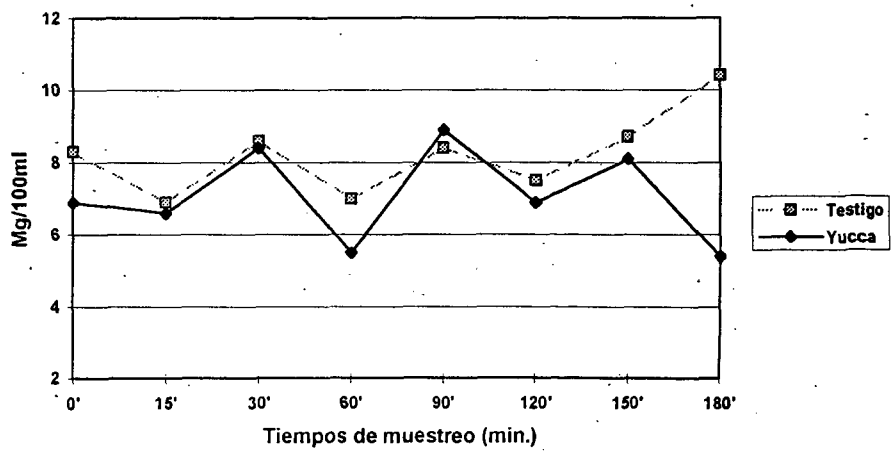
Con respecto al número de lechones destetados, mostraron mejores valores las cerdas del grupo *Yucca*, ya que éstas destetaron un mayor número de lechones (8.22 vs 7.68;  $p > 0.05$ ) que las cerdas del grupo testigo.

Para las cerdas del grupo *Yucca* hubo una mejor respuesta con respecto al intervalo destete-1er. servicio, que para las cerdas del grupo testigo (5.88 vs 7.22), aún cuando la diferencia entre éstos no fue significativa ( $p > 0.05$ ), se observa la tendencia del **EY** a mejorar los parámetros de las cerdas tratadas con el extracto de *Yucca schidigera*

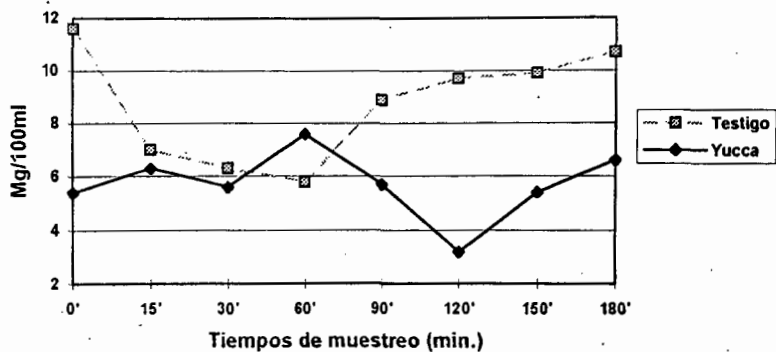
Gráfica No. 1. Efecto de la inclusión de extracto de *Yucca schidigera* (EY) en la dieta, sobre las concentraciones de nitrógeno uréico sanguíneo (BUN) en cerdas de 0-38 y de 76-114 d. de gestación (medias obtenidas del total de muestreos; 0'-180')



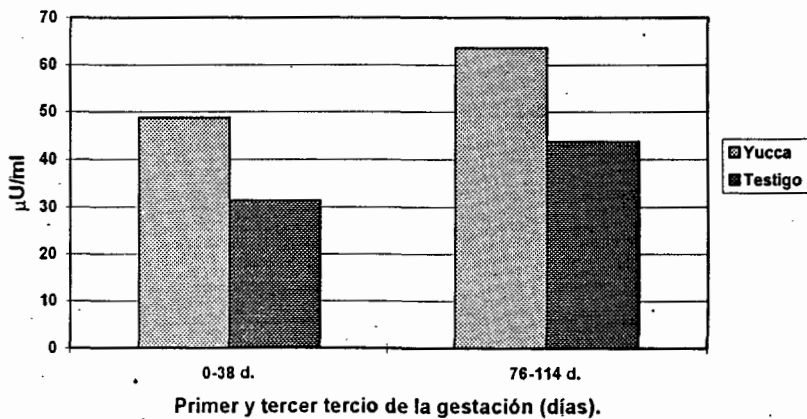
Gráfica No. 2. Efecto de la inclusión de EY en la dieta, sobre las concentraciones de nitrógeno uréico sanguíneo (BUN) en cerdas de 0-38 d. de gestación (medias obtenidas de cada grupo de cinco cerdas muestreadas).



Gráfica No. 3. Efecto de la inclusión de EY en la dieta, sobre las concentraciones de BUN en cerdas de 76-114 d. de gestación (medias obtenidas de cada grupo de cinco cerdas muestreadas).

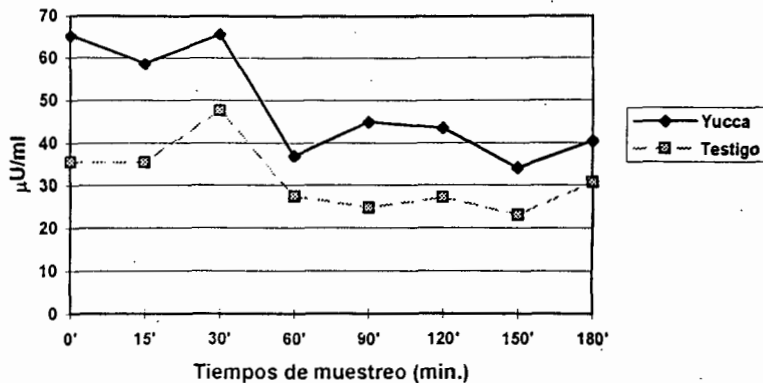


Gráfica No. 4. Efecto de la inclusión de extracto de EY en la dieta, sobre los niveles sanguíneos de insulina en cerdas de 0-38 y de 76-114 d. de gestación (medias obtenidas del total de muestreos 0'-180').

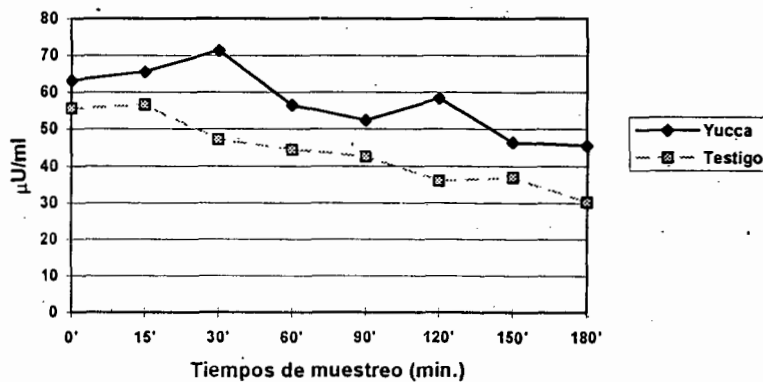




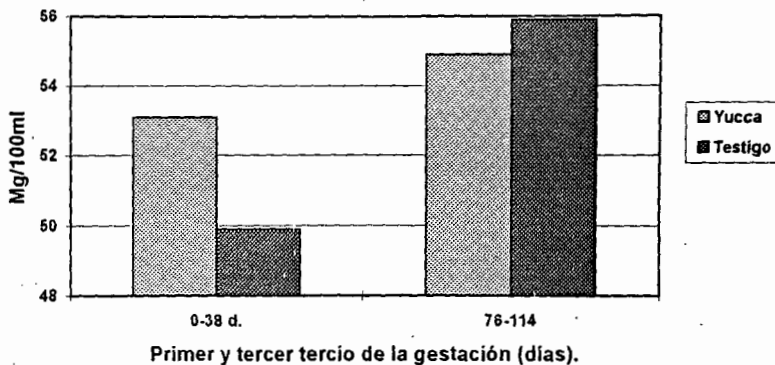
Gráfica No. 5. Efecto de la inclusión de EY en la dieta, sobre los niveles sanguíneos de insulina en cerdas de 0-38 d. de gestación (medias obtenidas de cada grupo de cinco cerdas).



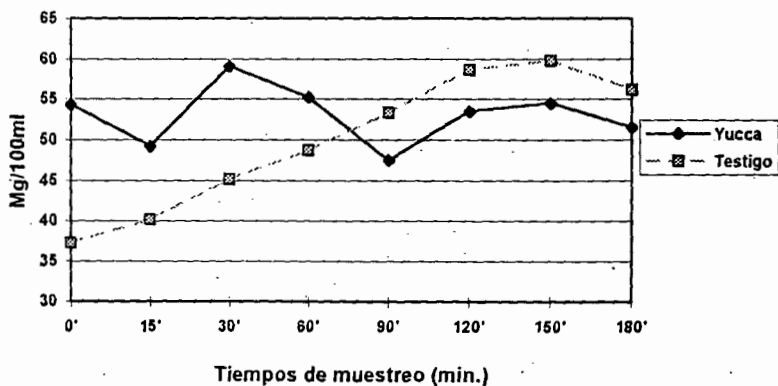
Gráfica No. 6. Efecto de la inclusión de EY en la dieta, sobre los niveles sanguíneos de insulina en cerdas de 76-114 d. de gestación (medias obtenidas de cada grupo de cinco cerdas).



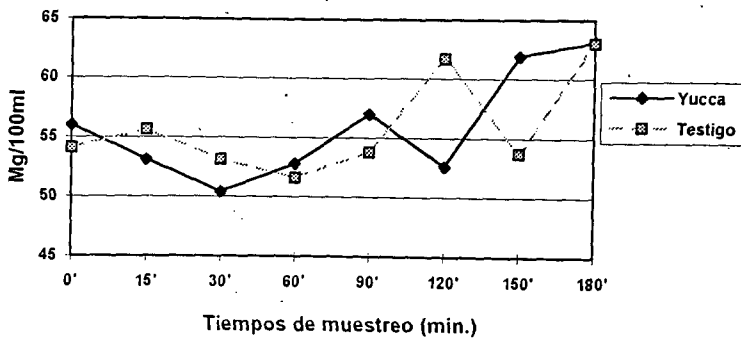
**Gráfica No. 7.** Efecto de la inclusión de EY sobre las concentraciones de glucosa sanguínea en cerdas de 0-38 y de 76-114 d. de gestación (medias obtenidas del total de muestreos; 0'-180').



**Gráfica No. 8.** Efecto de la inclusión de EY en la dieta, sobre las concentraciones de glucosa sanguínea en cerdas de 0-38 d. de gestación (medias obtenidas de cada grupo de cinco cerdas muestreadas).



Gráfica No. 9. Efecto de la adición de EY en la dieta sobre las concentraciones de glucosa sanguínea en cerdas de 76-114 d. de gestación (medias obtenidas de cada grupo de cinco cerdas).



## DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo, muestran que bajo las condiciones dadas para este estudio la suplementación diaria de extracto de *Yucca schidigera* (EY) en la dieta para cerdas gestantes, tiende a disminuir las concentraciones de nitrógeno uréico sanguíneo (BUN). Actualmente se sabe que el EY tiene la capacidad de disminuir los niveles de BUN en rumiantes, sin embargo, su mayor uso en la producción porcina ha sido el de eficientar el desempeño productivo mediante el mejoramiento de la atmósfera en las áreas para confinamiento, específicamente en términos de reducción de las concentraciones de amoníaco y sulfuro de hidrógeno provenientes de las excretas (29, 32, 33, 43, 68).

Un número de investigaciones recientes dirigidas a estudiar el efecto que tiene el BUN 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 BUN en el organismo, están relacionadas negativamente con el grado de concepción, ya que a medida que aumentan las concentraciones de BUN, dramáticamente disminuye el porcentaje de concepción en el hato (7, 18).

De manera análoga, en el presente estudio las cerdas alimentadas con la dieta adicionada con EY además de presentar menores concentraciones de BUN, parieron un mayor número de lechones nacidos vivos que las cerdas alimentadas con la dieta estándar, mostrando una diferencia estadísticamente significativa ( $p < .05$ ). Esto pudiera ser debido a un incremento en el número de

concepciones como un reflejo en la disminución de los niveles del **BUN** en las cerdas tratadas con **EY**.

La reducción en las concentraciones de **BUN** para las cerdas experimentales pudiera explicar una mejora en el parámetro de intervalo destete-1er. servicio. Aun cuando la diferencia entre los tratamientos no fue estadísticamente significativa, el intervalo destete-1er. servicio fue menor para las cerdas experimentales que para las cerdas testigo, lo cual mostraría la tendencia del **EY** a mejorar este parámetro mediante la reducción del **BUN**.

Considerando el posible efecto negativo que tiene el **BUN** sobre la reproducción, diversas teorías han sido sugeridas; se ha argumentado que las concentraciones de urea y amoniaco al ser lo suficientemente altas en los tejidos corporales impiden los procesos normales que conducen hacia la fertilización e implantación y desarrollo embrionario, con lo cual se retarda el crecimiento y desarrollo de los fetos (29, 36).

En este estudio, el peso promedio al nacimiento de los lechones de las cerdas experimentales fue menor que para las cerdas testigo; lo cual pudo deberse a que las cerdas tratadas con *Yucca* parieron un mayor número de ellos. Se sabe por datos tomados de granjas porcícolas, que el peso promedio al nacimiento puede verse afectado por el número de lechones paridos.

Sitios hipotéticos de regulación potencial por componentes nitrogenados incluyen el eje hipófisis-pituitaria-ovario, en el cual provocarían disminuciones en la producción y liberación de la hormona luteinizante y progesterona; otros sitios son el oviducto y útero causando efectos tóxicos

sobre los gametos en el oviducto, y sobre los embriones en el ambiente uterino. El sistema inmune también puede ser afectado por componentes nitrogenados desencadenando una disminución en la producción de linfocitos, además de aumentar los desordenes reproductivos. (29).

Por otra parte, se ha mostrado que el adicionar EY en las dietas para bovinos al parecer incrementa marginalmente la producción láctea, sin presentar cambios aparentes en la composición química de la leche (5, 60).

De esta manera, se podría pensar en una relación entre la adición de EY a la dieta y una mejora en la habilidad materna de la cerda, expresada como mayor producción láctea reflejada finalmente en el peso de los lechones al destete (58).

En el presente estudio no se evaluó como tal la producción láctea de las cerdas, sin embargo, el peso de los lechones al destete si fue un parámetro considerado para su evaluación, el cual fue menor para las cerdas experimentales en comparación con las cerdas testigo. De otra manera, el peso menor al destete de los lechones podría ser debido a que las cerdas experimentales destetaron un mayor número de animales. Además el peso de los lechones al nacimiento también fue menor para las cerdas tratadas con *Yucca*, como resultado de su mayor tamaño de camada.

Estudios recientes describen una posible relación entre las concentraciones de insulina y glucosa sanguínea con los rasgos reproductivos de la cerda. Concluyendo que la cantidad de energía consumida durante la lactación aumenta las concentraciones de insulina y glucosa sanguínea,

modificando a su vez las pulsaciones de la hormona luteinizante (LH), además de reportar una relación entre las concentraciones de glucosa e insulina sanguínea con el intervalo destete-1er. servicio (37, 55, 57).

Otros investigadores han reportado en dietas altas en lípidos para bovinos productores de carne, un incremento en las concentraciones promedio de insulina, además de mencionar que, como esta hormona tiene influencia sobre un número de procesos celulares en ovario, es posible que la hiperinsulinemia sea un mecanismo mediante el cual ciertas dietas pudieran modificar los procesos foliculares o del cuerpo luteo en ovario (20, 45, 48, 50, 66).

En este estudio, se observó un aumento en las concentraciones de insulina y glucosa en las cerdas tratadas con *Yucca schidigera*, presentando además, un menor intervalo destete-1er. servicio al compararlas con las cerdas testigo, lo cual de acuerdo con investigaciones previas, pudo ser debido a las altas concentraciones de insulina en las cerdas experimentales y su posible relación con el intervalo destete-1er. servicio. Este efecto no se apreció en las cerdas testigo ya que mostraron concentraciones más bajas de insulina y solo en el tercer tercio de gestación, ligeramente mayores niveles de glucosa sanguínea.

Debe mencionarse que además de la insulina en plasma, existe una variedad de sustancias con actividad tipo insulina, entre ellos, los factores de crecimiento tipo insulina-I y II. El factor de crecimiento tipo insulina-I (IGF-I, del inglés; insulin Like Growth Factor-I), también ha sido estudiado en su relación con la reproducción en cerdos, sin embargo, algunos autores no

encontraron relación alguna entre las concentraciones de IGF-I y la edad a la pubertad, al igual que en el tamaño de la camada (15, 22, 39).

En contraste, otros autores reportan diferencias significativas, al encontrar mayores camadas en una línea de ratones seleccionada para incrementar las concentraciones de IGF-I que una línea seleccionada para disminuirlas (38).

Así pues, el incremento en las concentraciones de insulina y glucosa sanguínea durante el primer tercio de gestación y de insulina durante el tercer tercio de gestación en las cerdas tratadas con *Yucca*, reflejaría cambios positivos en el estado metabólico de las cerdas.



## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales del presente estudio, la inclusión de 65 ppm de extracto de *Yucca schidigera* (EY) en la dieta para cerdas durante la gestación y lactancia:

1. Disminuye las concentraciones de nitrógeno uréico sanguíneo (**BUN**) tanto en el primer tercio como en el tercer tercio de gestación.
2. Así mismo, se observó que influye sobre la concentración de insulina en sangre, aumentando considerablemente los niveles de esta hormona durante ambos periodos de la gestación.
3. El número de lechones nacidos vivos aumenta significativamente en las cerdas tratadas con **EY**.
4. Además, disminuye el intervalo destete-primer servicio; lo cual, pudiera estar relacionado con la disminución en las concentraciones de **BUN** y el concomitante efecto negativo de éste sobre la reproducción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bautista, L. (1992) Area reproductiva: como optimizar su productividad. *Porcirama*. 2 (13): 6.
2. Bautista, L. (1993) Partos por semana excelente. 1/23 hembras. *Acontecer porcino.*, 1 (2): 9-12.
3. Bautista, M. A. (1990) Influencia de tres niveles de alimentación en el último tercio de la gestación, sobre eficiencia reproductiva de la cerda. *Porcirama*. 9 (98): 13-14.
4. Becerril, J. (1992) Algunas reflexiones sobre reproducción porcina y los factores que limitan los programas reproductivos. *Porcirama*. 2: 58-60.
5. Boland, M. P.; O'Donnell, G.; O'Callaghan, D. (1996) The contribution of mineral proteinates to production and reproduction in dairy cattle. *Biotechnology in the Feed Industry. Proceeding of Alltech's 12th. Annual Symposium*. Ed. Lyons & Jacques. 95-103.
6. Bradley, T. S. (1969). *Fisiología animal*. De. Omega. S. A. 325, 364. Barcelona
7. Canfield, R. W.; Sniffen, C. J. and Butler, W. R. (1990) Effects of excess degradable protein in postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* (73): 2342-2349.
8. Castellón, J. J. (1990) Métodos de propagación biotecnológicos y convencionales en especies agroindustriales de zonas áridas. I Curso taller sobre técnicas apropiadas para la preparación de especies de importancia económica para las zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe. 74-75.
9. Clary, K. H. and Simpson, B. B. (1995) Systematics and character evolution of the genus *Yucca* L. (Agavaceae): Evidence from morphology and molecular analyses. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 56: 77-88.

10. Cole, D. J. A. (1994) Sow nutrition- the key to profitable pig production - more piglets in less time. Proceedings of Alltech's 10th. Anual Symposium on biotechnology in the Feed Industry. 107-120.
11. Cole, D. J. A.; Schuerink, G. and De Koning, W. J. (1996) Ammonia in pig buildings in the netherlands. Proceedings of Alltech's 12th Anual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Ed. Lyons & Jacques. 281-297.
12. Coon, E. E. and Stumpf, P. K. (1972) Outlines of Biochemistry. 3ra. Edición. Ed. Wiley, 379-387. New York.
13. Cooperative Shihiro. (1992) De - Odorase for ruminant effects in Holstein steers. Proceedings of Alltech's 8th Anual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Ed. Lyons & Jacques. 14.
14. Cuarón, Y. J. A. (1984) Conceptos de la formulación de programas de alimentación para cerdas gestantes. Porcira. 9 (100): 5-6.
15. Darnell, J.; Lodish, H. and Baltimore, D. (1990) Molecular Cell Biology. 2da. Edición. Ed. Scientific American Books, 35-41, 44-47. New York.
16. Doxey, D. L. (1987) Patología Clínica y Procedimientos de Diagnóstico en Veterinaria. 5ta. Edición. Ed. Manual Moderno, 77-78, 80-82; 157-158, México, D. F.
17. Ender, K.; Kuhn, G. and Nurnberg. (1996) Reducing skatole in pig meat with dietary *Yucca schidigera* extract. Proceedings of Alltech's 12th Anual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Ed. Lyons & Jacques. 275-279.
18. Ferguson, J. D.; Galligan, D. T.; Blanchard, T. and Reeves, M. (1993) Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. Journal of Dairy science. (76):3742-3746.

CITICOR A

19. Foster, J. R. (1983) Sarsaponin for growing-finishing swine alone and in combination with an antibiotic at different pig densities. *Journal of Animal Science*. 57 (suppl. 1): 245-(Abst.).
20. Formigoni, A.; Cornil, M. C.; Prandi, A.; Mordenti, A.; Rossi, A.; Portelle, D. and Renaville R. (1996) Effect of propylene glycol supplementation around parturition on milk yield, reproduction performance and some hormonal and metabolic characteristics in dairy cows. *Journal of Dairy Research*. 63 (19): 11-24.
21. Fowler, V.R. (1980) The future of the pig as a meat animal. *Proceedings of the Nutrition Society*. 39 (2): 151-159.
22. Ganong, W. F. (1990) *Fisiología médica*. 14ta. Edición. Ed. Manual Moderno S. A. de C. V. 258-271, 290-309, 356-363, 412-422. México, D. F.
23. Gibson, M. Y.; Preston, R. L.; Pritchard, R. H. and Goodall, S. R. (1985). Effect of sarsaponina and monensin on ruminal ammonia levels and in vitro dry matter digestibilities. *Journal of Animal Science*. 61 Ssupl. 1): 429. (Abst.).
24. Giese, A. C. (1994) *Fisiología Celular y General*. 5ta. Edición. Ed. Interamericana, 75-82, 252-253, México, D. F.
25. Goodall, S. R.; Eichenbaum, J. D. and Matsushima, J. K. (1979) Sarsaponin and monensin effects upon in vitro VFA concentration, gas production and feedlot performance. *Journal of Animal Science*. 49 (suppl. 1): 370 (Abst.).
26. Guyton, A. C. y Hall, J. E. (1996). *Tratado de Fisiología Médica*. 9na. Edición. Ed. Interamericana • Mc Graw - Hill • 888-902, 903-915. México, D. F.
27. Gómez, G.; Santos, J. y Valdovino, M. (1989) Utilización de *Yucca* en alimentación porcina *Porcira*. 8 (86): 81-83.

28. González, L. J. (1993) Relación entre el inventario de hembras y su eficiencia reproductiva. *Acontecer Porcino*. 1 (2): 30-40.
29. Harris Jr., B. (1996) Using milk urea nitrogen and blood urea values as management tools. *Proceedings of Alltech's 12th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry*. Ed. Lyons & Jacques. 75-81.
30. Headon, D. R. (1989) Biotechnology: a world of endless possibilities. *Proceedings of Alltech's 5th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry*. 1-7.
31. Herrera, E. (1993) *Elementos de Bioquímica*. 1ra. Edición. Ed. Interamericana. 701-722. México, D. F.
32. 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 Technology* (51): 231-242.
33. Jacques, K. A. and Bastien R. W. (1989) Waste management and odor control: comprehensive planning needs for intensive agriculture. *Proceedings of Alltech's 5th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry*. 13-31.
34. Jaeger, E. C. ( 1965) *The California Desert*. 4th. Edition. Board of trustees of the Leland Stanford Junior University. 165.
35. Kato, M. L. (1993) Eficiencia productiva y control de costos en la producción porcina intensiva. *Conapor*. 2: 7-9.
36. Kertiles, L. P.; Anderson, L. L.; Parker, R. O. and Hard, D. L. (1979) Maternal Serum Metabolites During Prolonged Starvation in Pregnant Pigs. *Metabolism: Clinical & Experimental*. 29 (2): 100-104.

37. Koketsu, Y.; Dial, G. D.; Pettigrew, J. E.; Marsh, W. E. and King, V. L. (1996). Influence of imposed feed intake pattern during lactation on performance and on circulating levels of glucose, insulin and luteinizing hormone in primiparous sows. *Journal of Animal Science*. 74: 1036-1046.
38. Kroonsberg, C. S.; McCutcheon, N.; Siddiqui, R. A.; Macquenzi, D. D. S.; Blair, H. T.; Ormsby, J. E.; Breier, B. H. and Gluckman, P. D. (1989). Reproductive performance and fetal growth in female mice divergently selected on the basis of plasma IGF-1 concentrations. *Journal of Reproduction Fertil*. 87: 349.
39. Lamberson, W. R.; Safranski, T. J.; Bates, R. O.; Keisler, D. H. and Matteri, R. L. (1995) Relationships of serum insulin-like growth factor I concentrations to growth, composition, and reproductive traits of swine. *Journal of Animal Science* (73): 3241-3245.
40. Lubert, S. (1990) *Bioquímica*. 3ra. Edición. Ed. Reverté, 506-509. España.
41. Luna, F. J.; Tejeda, H. Y. y Shimada, A. S. (1993) La extracción y empastillado de *yucca* arroz mejora la producción porcícola. *México Ganadero*, 375: 33.
42. Lyons, T. P. (1994) A panorama 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.
43. 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.
44. 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.

45. Père, M. C. (1995). Maternal and fetal blood levels of glucose, lactate, fructose, and insulin in the conscious pig. *Journal of Animal Science*. 73: 2994-2999.
46. Pérez, E.R. (1993) La porcicultura en México: Características y retos. *Porcira*, 3 (3):62-67.
47. Pineda, E.; Duhart, P. (1991) Solución para mejorar el ambiente y el manejo de excretas en instalaciones. *Porcira*, 1 (1): 36-48.
48. Rojkittikhun, T.; Einarsson, S.; Uvnäs-Moberg, K. and Edqvist, L.-E. (1993). Body weight loss during lactation in relation to energy and protein metabolism in standard-fed primiparous sows. *Journal of Veterinary medicine*. 40: 249-257.
49. Romo, de V. A. (1985) *Productos Naturales de la Flora Mexicana*. 1ra. Edición. Ed. Limusa UNAM.
50. Ryan, D. P.; Bao, B.; Griffith, M. K. and Williams, G. L. (1995). Metabolic and luteal sequelae to heightened dietary fat intake in undernourished, anestrous beef cows induced to ovulate. *Journal of Animal Science*. 74: 2086-2093.
51. 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.
52. Salazar, G. G. (1994) Importancia del control de excretas de cerdo en granjas porcícolas. *Agrocultura*. 31: 27-30.
53. SAS Institute, Inc. (1985) *SAS Users Guide: Statistics*. De. Cary, NC.
54. Stryer, L. (1990) *Bioquímica*. 3ra. Edición. Ed. Reverté S. A. 501-513, 1000-1004. España.
55. Tokach, M. D.; Pettigrew, J. E.; Dial, G. D.; Wheaton, J. E.; Crooker, B. A. and Johnston, L. J. (1992). Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow:

- relationship to blood metabolites and return-to-estrus interval. *Journal of Animal Science*. 70: 2195-2201.
56. Toporek, M. (1984) *Bioquímica*. 3ra. Edición. Ed. Interamericana. 363-373. México, D. F.
57. Trottier, N. L. and Easter, R. A. (1995) Dietary and plasma branched-chain amino-acids in relation to tryptophan: effect on voluntary feed intake and lactation metabolism in the primiparous sow. *Journal of Animal Science*. 73 (4): 1086-1092.
58. Trujillo, O. Ma. E.; Flores, C. J. (1988). *Producción porcina*. 1ra. Ed. **Universidad Nacional Autónoma de México**. 213. México, D. F.
59. Turnbull, G. (1993) Importancia del control de gases tóxicos en la productividad de las explotaciones porcinas. *Porcira*, 3 (3): 6-24.
60. 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.
61. Valencia, C. F. (1989) The feasibility of a natural feeding program for swine production in Northwest México. *Proceedings of the 5th. Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry*. 101
62. Valencia, M. J. de J. (1986) *Fisiología de la reproducción porcina*. 1ra. Edición. 45-46. México.
63. 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.



64. Wacharonke, Ch. (1994) Shrimp farming: a breakthrough in controlling nitrogen metabolism and minimizing water pollution. Proceedings of the 10th. Anual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. 247-252.
65. Wallace, R. J.; Arthaud, L. and Newbold, C. J. (1994) Influence of *Yucca schidigera* Extract on Ruminant Ammonia Concentrations and Ruminant Microorganisms. Applied and Environmental Microbiology. 60 (6): 1762-2767.
66. Wilson, J. A. (1989) Fundamentos de Fisiología Animal. 1ra. Edición. Ed. Limusa S.A. de C. V. México.
67. Withers, P. C. (1992) Comparative Animal Physiology. De. Saunders College Publishing. 546, 548. U.S.A.
68. Yen, J. T. And Pond, W. G. (1993) Effects of carbadox, cooper or *Yucca schidigera* extract on growth performance and visceral weight of young pigs. Journal of Animal Science (71): 2140-2146.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

## ANEXO

### DIETA PARA CERDAS GESTANTES:

<u>INGREDIENTES</u>	<u>Kg.</u>
Sorgo 9	755.000
Soya 46	90.000
Trigo salvado	80.000
Harinolina 41	20.000
Solv.	15.000
Premezcla	40.000
Lisina	0.160

### ANÁLISIS CALCULADO:

<u>INGREDIENTES</u>	<u>% REAL</u>
P.C.	13.200
Lisina	0.542
Metionina	0.239
Calcio	1.003
Fosforo total	0.666
Fibra	3.512
E.M. mcal/Kg.	3.050
Treonina	0.466
Triptofano	0.166

DIETA PARA CERDAS EN LACTANCIA:

<u>INGREDIENTES</u>	<u>kg.</u>
Sorgo	965
Soya 46	180
Trigo salvado	60
Premezcla	40
Aceite vegetal	20

ANÁLISIS CALCULADO:

<u>INGREDIENTES</u>	<u>% REAL</u>
P.C.	15.465
Lisina	0.733
Metionina	0.273
Calcio	1.026
Fosforo total	0.663
Fibra	3.423
E.M. mcal/Kg.	3.194
Trionina	0.555
Triptofano	0.200