

01621
33



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**COMPARACIÓN DEL pH RUMINAL EN
MUESTRAS OBTENIDAS MEDIANTE
SONDA ORO-RUMINAL Y POR
RUMENOCENTESIS EN VACAS LECHERAS**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A:**

RICARDO GÓMEZ REYNOSO

**ASESORES:
JAN BOUDA
GERARDO F. QUIROZ ROCHA
PEDRO OCHOA GALVAN**



**México D.F
2003**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACION DISCONTINUA

DEDICATORIA

**A mis padres
Agustín Gómez Alcaráz
Belén Reynoso González**

**A mi abuelo
José Reynoso Muñóz**

AGRADECIMIENTOS

A mi padre, por que nunca dejaste de creer en mi, pero sobre todo por haber fomentado en mi, ser un hombre crítico, libre y responsable.

A mi madre, por su amor incondicional, apoyo, paciencia y confianza.

A mis hermanas, por su amor y apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis tíos, por todas las facilidades que me brindaron para mi formación profesional.

A mis primo, David Huerta, por su ayuda en la búsqueda de información.

A mi novia, Sandra por su amor, respeto, estímulo y apoyo.

Al Dr Jan Bouda, por todas las oportunidades que me brindó.

A Carlos Reynoso y Alfredo Huerta, por su apoyo durante la fase experimental de la tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por su invaluable formación académica y personal. Gracias por haberme permitido ser parte de ti.

ÍNDICE

| | <u>Página</u> |
|--------------------------------|----------------------|
| RESUMEN..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| MATERIAL Y MÉTODOS..... | 9 |
| RESULTADOS..... | 12 |
| DISCUSIÓN..... | 14 |
| CONCLUSIONES..... | 16 |
| LITERATURA CITADA..... | 17 |
| FIGURAS..... | 20 |
| CUADROS..... | 21 |

RESUMEN

GOMEZ REYNOSO RICARDO. Comparación del pH ruminal en muestras obtenidas mediante sonda oro-ruminal y por rumenocentesis en vacas lecheras. (Bajo la tutoría de Dr Jan Bouda, MVZ M en C Gerardo F. Quiroz Rocha, Dr Pedro Ochoa Galván).

Los trastornos ruminales en las vacas lecheras se presentan con mucha frecuencia en forma subclínica. La obtención del líquido ruminal y la determinación de su pH, permiten diagnosticar varios padecimientos de los rumiantes. Con la finalidad de validar una técnica lo menos invasiva posible para el animal, que permita conocer eficientemente el pH ruminal, se compararon los valores de pH del líquido ruminal obtenido mediante una sonda oro-ruminal especial y por rumenocentesis. Se muestrearon por ambas vías 33 vacas Holstein Friesian en lactación, no gestantes, entre 3 y 8 años de edad, con un peso promedio de 680 kg. La toma de las muestras se realizó entre 5 y 8 horas después del primer ofrecimiento de la ración totalmente mezclada del día, previa sedación con xilacina. El pH del líquido ruminal fue determinado mediante un potenciómetro portátil inmediatamente después de coleccionar las muestras. Los resultados indican que existe una correlación positiva ($r = 0.79$) entre los dos métodos de muestreo ($p < 0.05$). El pH del líquido ruminal en las muestras coleccionadas mediante sonda oro-ruminal fue en promedio 0.31 unidades de pH más alto que en las muestras obtenidas por rumenocentesis ($p < 0.05$). De acuerdo a los resultados, si se utiliza abre bocas, una sonda oro-ruminal con un diseño apropiado y se eliminan los primeros 200 mL del líquido ruminal, se pueden obtener muestras que permiten determinar eficientemente el pH ruminal y diagnosticar varios trastornos ruminales.

INTRODUCCIÓN

Los trastornos ruminales en las vacas lecheras se presentan con frecuencia en forma subclínica, sin que el médico veterinario o propietario se percaten. Esto puede ocasionar pérdidas económicas muy importantes, ya que la calidad y cantidad de leche producida puede disminuir.^{1,2}

La mayoría de estos trastornos se deben a nutrición deficiente, raciones alimentarias inadecuadas, como exceso de carbohidratos solubles, fibra insuficiente o tamaño de partícula reducido, así como prácticas de manejo inapropiadas.³

Los trastornos metabólicos se caracterizan primero por alteraciones bioquímicas en líquidos corporales y más tarde por disminución en la producción de leche o carne, problemas reproductivos, predisposición a enfermedades infecciosas, así como aumento en la morbilidad y mortalidad de las crías.^{4,5}

Los cambios bioquímicos que se presentan en este tipo de trastornos pueden ser detectados en el líquido ruminal, en la orina, en la sangre y en la leche. Las alteraciones del pH son mayores al inicio en orina y líquido ruminal que en la sangre, ya que en ésta, las desviaciones de los valores de referencia son muy pequeñas, debido a los mecanismos homeostáticos.^{4,5}

La obtención y determinación del pH del líquido ruminal, son procedimientos relativamente sencillos, que proveen al médico veterinario de información sobre el funcionamiento ruminal, lo que los hace una herramienta importante para diagnosticar los principales trastornos digestivos de los rumiantes domésticos.^{1,2,6} En muchas de estas enfermedades, los signos que presentan los animales son muy similares, por lo que es de gran ayuda analizar el líquido ruminal para llegar a diagnósticos más acertados. La mayoría de los exámenes que se realizan al líquido ruminal se pueden hacer en el campo, sin necesidad de enviar las muestras al laboratorio.

Ecología Ruminal

La microbiota del rumen se encuentra en equilibrio con su medio, por lo que variaciones en la cantidad y calidad del alimento, pueden causar cambios en el pH ruminal, ocasionando desbalances en las poblaciones de bacterias, hongos y protozoarios.¹¹ La mayoría de las bacterias del rumen son anaeróbicas estrictas, aunque también hay algunas facultativas. Dependiendo el tipo de sustrato que fermentan, las bacterias ruminales se clasifican en: celulolíticas, amilolíticas y proteolíticas. La cantidad de bacterias de cada grupo esta dada por el tipo de alimento que se ofrezca a los animales. A su vez en el rumen se encuentran algunos géneros de hongos, los cuales han demostrado estar involucrados en la digestión de las paredes celulares de las plantas. Existen también protozoarios, los cuales ingieren bacterias y así mantienen constante la cantidad de bacterias ruminales; sin embargo, ninguna de las acciones de los protozoarios parecen ser esenciales para la función ruminal, debido a que los rumiantes pueden sobrevivir sin la presencia de ellos.³

Análisis de Líquido Ruminal

Además de la determinación del pH en el líquido ruminal, se pueden evaluar en condiciones de campo, el color, olor, reducción de azul de metileno, tiempo de sedimentación y flotación. Posteriormente, en el laboratorio se puede determinar la concentración de ácidos grasos volátiles, reducción de nitros, ácido láctico, amoníaco, cloro, además de número de bacterias y protozoarios.^{6,8}

Antes de analizar el líquido ruminal, se debe conocer la historia clínica individual y del hato, así como realizar el examen clínico del animal. El análisis de

orina y leche también son importantes, ya que proveen al clínico de más información para realizar el diagnóstico.⁹

Colección de líquido ruminal

Para obtener una muestra de líquido ruminal adecuada, que permita determinar el pH ruminal correctamente, se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos: tipo de alimentación, hora de colección de las muestras con respecto a la alimentación, y método de obtención de la muestra.^{10,11}

El pH del líquido ruminal varía según el sitio del rumen de donde sea colectada la muestra.¹⁰ En un estudio en el que se determinó el pH en diferentes partes del rumen mediante un electrodo, los valores de pH de la región del cardias, así como del retículo, resultaron ser más altos que los del centro y de la parte posterior. El pH ruminal varía dependiendo del momento de obtención de la muestra con respecto a la alimentación. Después de la alimentación, el pH desciende y generalmente retorna a su valor de inicio después de 8 a 12 horas.

Para evaluar el pH ruminal en vacas alimentadas con raciones totalmente mezcladas, se recomienda coleccionar la muestra 5 a 8 horas después de que se ha dado el primer ofrecimiento del día, o 2 a 5 horas, después de la primera alimentación con concentrados, en hatos donde se den los ingredientes por separado.¹² El tipo de alimento que se le ofrece a los animales, también modifica el pH del líquido ruminal. Los animales alimentados con raciones con alta proporción de concentrado (maíz, sorgo, harinolina, pasta de soya, etc.), tienen un pH ruminal más bajo que los alimentados con altas cantidades de forrajes, como alfalfa, avena o pasto (pH de 6.0 a 6.6 y 6.6 a 7.0 respectivamente).⁹ Esto, debido a las grandes cantidades de almidones contenidas en las dietas ricas en concentrado y a que las dietas altas en forraje estimulan más la rumia y con esto la secreción de saliva, ocasionando que aumente el pH.

Técnicas de colección del Líquido Ruminal

La técnica con que es colectada la muestra, también puede causar cambios en los valores de pH ruminal. Existen varias formas de obtener el líquido ruminal, cada una tiene ventajas y desventajas.

Una forma de obtener el líquido ruminal, es colocar cánulas ruminales en algunos animales de la explotación. Las cánulas ruminales son colocadas mediante procedimientos quirúrgicos en el rumen, la obtención de la muestra es sencilla y las mediciones del pH realizadas en este tipo de muestras, han resultado ser ligeramente más altas (0.11 a 0.28 unidades) al compararlas con las mediciones realizadas *in situ* utilizando un electrodo intraruminal.¹³ Aún cuando este método de colección permite determinar el pH ruminal adecuadamente, no es práctico tener varias vacas con cánulas ruminales en las unidades de producción comerciales.⁵

Otra forma de obtener el líquido ruminal es puncionar directamente el rumen (rumenocentesis).¹² Para llevar a cabo esta técnica, es necesaria la preparación quirúrgica de un área de 10 cm cuadrados, en dirección caudoventral a la unión costocondral de la última costilla, en una línea paralela con la parte superior de la rótula. Antes de realizar la punción, se recomienda sedar a la vaca con 20 a 25 mg de Xilacina por vía endovenosa. La punción se puede realizar con una aguja de acero inoxidable, el largo y ancho puede ser variable, pero se recomienda que sea de calibre 14 o 16, con 10 cm de largo como mínimo.⁷

La rumenocentesis presenta la ventaja de que la muestra no se contamina con saliva, además de que las muestras son colectadas relativamente del mismo sitio del rumen.^{7,14} El pH de las muestras colectadas por este método ha sido sólo 0.28 unidades más bajo que el obtenido en muestras extraídas a través de cánula ruminal.¹¹ El procedimiento es altamente invasivo, y puede haber algunos riesgos

asociados con la técnica, como peritonitis, formación de hematomas y abscesos.^{12,15} En un trabajo en el que se analizaron los efectos de la rumenocentesis en la salud y producción de los animales, se encontró que 7 de 12 vacas puncionadas, presentaron abscesos superficiales, además que su producción se redujo hasta en 16%.¹⁵ Otras investigaciones sólo mencionan la formación de abscesos en 1-2% de los animales muestrados.¹² Un trabajo donde se puncionaron 28 animales, únicamente describe 2 vacas con abscesos superficiales y otra vaca preñada a la que fue puncionado accidentalmente el útero, pero no se reportaron complicaciones con la gestación.¹⁴

La obtención del líquido ruminal mediante sondas ruminales ha sido utilizada desde hace muchos años, permite coleccionar mayor cantidad de líquido sin riesgo de causar peritonitis, pero aumenta el riesgo de que se contamine la muestra con saliva.^{6,11,12} Se han diseñado diferentes tipos de sondas oro-ruminales para la extracción del líquido, algunas son en cierta manera dirigibles, como la sonda de Dirksen⁸ y otras han sido diseñadas para alcanzar los sacos ventrales del rumen, como las sondas con cabezal metálico⁸. El largo, ancho, flexibilidad y material del que están hechas varía según el diseño.^{8,16,17} Es muy importante que la sonda sea lo suficientemente larga para acceder al saco ventral del rumen, así como ser de un diámetro adecuado para evitar que se tape con la ingesta.^{16,17}

Con la finalidad de minimizar al máximo la contaminación de la muestra con saliva, y obtener muestras de líquido ruminal confiables, se han diseñado equipos para coleccionar líquido ruminal, en el que a diferencia de otros, se utiliza un abre bocas, una sonda oro-ruminal más larga (2.90 m) y se indican la eliminación de los primeros 200 mL de la muestra a fin de descartar la influencia de la saliva.

Varias investigaciones han comparado los valores de pH obtenidos mediante sonda oro-ruminal con otros métodos.^{11,13,14} Los resultados han sido variables, en parte debido a que han utilizado diferentes sondas y metodología

para el muestreo. En el trabajo realizado por Geishauser¹⁶, se encontró solo 0.03 de diferencia al comparar los valores de pH de muestras obtenidas por sonda oro-ruminal y por cánula ruminal. Trabajos posteriores, han encontrado diferencias significativas entre los valores obtenidos en muestras colectadas por sonda oro-ruminal con los de rumenocentesis, las cuales se han atribuido a la contaminación de la muestra con saliva así como al poco control que se tiene para dirigir la sonda dentro del rumen.^{7,14} En otra investigación, el pH de las muestras obtenidas por sonda oro-ruminal fue en promedio 0.38 unidades más alto y al compararla con las determinaciones tomadas *in situ* con un electrodo intraruminal tuvo una correlación más baja que las muestras colectadas mediante una cánula ruminal.¹³

La extracción de líquido ruminal por medio de sonda oro-ruminal es un método sencillo, además de ser poco invasivo para los animales, sin embargo, existe posibilidad de que la muestra se contamine con saliva y la evaluación del pH sea errónea.^{6,11,12} Esto pudiese reducirse utilizando una sonda más larga, colocándole al animal un abre bocas y eliminando los primeros 200 mL de líquido ruminal antes de tomar la muestra.¹⁷ Con base en lo anterior, es necesario evaluar la confiabilidad de los valores de pH del líquido ruminal determinados en muestras obtenidas mediante una sonda oro-ruminal especial, ya que éste es un procedimiento menos invasivo que la rumenocentesis.

HIPÓTESIS

Existe una correlación positiva entre los valores de pH de líquido ruminal colectado mediante sonda oro-ruminal especial y por rumenocentesis.

OBJETIVO

Comparar los valores de pH del líquido ruminal en muestras colectadas mediante una sonda oro-ruminal especial y por rumenocentesis en vacas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una explotación lechera comercial ubicada en el Estado de Querétaro, México a una altitud de 1950 msnm.

Animales

Se utilizaron 33 vacas Holstein Fresian en lactación, no gestantes, entre 3 y 8 años de edad, con un peso promedio de 680 kg. Los animales eran alimentados con una ración totalmente mezclada (RTM), la cual se dividía en dos ofrecimientos al día, el primero a las 9:00 y el segundo a las 15:00 horas. La composición química de cada ingrediente y los porcentajes de inclusión en cada dieta se muestran en los cuadros 1 y 2.

El muestreo se realizó entre 5 y 8 horas después del primer ofrecimiento de la RTM. Las vacas fueron sujetadas por el cuello utilizando las trampas automáticas de los comederos de cada corral. La obtención de las muestras se llevo a cabo en los corrales donde se alojaban habitualmente los animales. Antes de coleccionar el líquido ruminal, se realizó el examen clínico a cada vaca.

Obtención, manejo y análisis de las muestras de líquido ruminal

Para la extracción del líquido ruminal vía sonda oro-ruminal, se utilizó el equipo portátil para obtener líquido ruminal diseñado por Bouda *et al.*¹⁷ La sonda oro-ruminal que contiene este equipo tiene 2.90 m de longitud, 2.5 cm de diámetro y posee una cabeza de metálica con 340 perforaciones de 3 mm cada una. Todas las especificaciones técnicas de la sonda oro-ruminal que se utilizó, se describen en el cuadro 3.

Cinco minutos antes de comenzar el muestreo, se administraron 25 mg de xilacina a cada vaca por vía endovenosa para causar ligera sedación. Con ayuda del nariguero se colocó un abre bocas en el hocico del animal, sujetando las

correas a la nuca de la vaca. Se lubricó con agua la sonda y se introdujo a través del abre bocas hacia el rumen, teniendo cuidado de que quedara menos de 1 m de sonda fuera y libre. La cabeza de los animales se mantuvo hacia abajo para evitar que la saliva secretada al introducir la sonda pasara al rumen. El extremo libre de la sonda se conectó a una bomba metálica de doble vía y se colectó el líquido ruminal en un recipiente de plástico. Los primeros 200 mL de líquido fueron desechados para evitar la contaminación de la muestra con saliva. Una vez obtenida la muestra, se determinó el pH del líquido ruminal mediante un potenciómetro portátil, marca Checker Hanna H1208, el cual fue previamente calibrado con buferes de pH 4 y 7, respectivamente.

La rumenocentesis se realizó según el método descrito por Nordlund y Garret.¹² Con la vaca sedada, se lavó, rasuró y desinfectó con yodo un área de 5 cm², 13 a 20 cm en dirección caudoventral a la unión costochondral de la última costilla, en una línea paralela con la parte superior de la rótula. Mientras un ayudante levantaba la cola de la vaca en un ángulo de 90°, en el área preparada quirúrgicamente, se insertó una aguja de acero inoxidable calibre 16, de 12.5 cm de largo, a través de la piel únicamente. Ya con el animal tranquilo, se introdujo suavemente la aguja en la cavidad abdominal hasta penetrar el rumen. Con la aguja dentro del rumen, se aspiró el líquido ruminal con una jeringa de 10 mL. Cuando la aguja se obstruía con partículas de la ingesta, se separaba la jeringa y se aspiraba aire para después forzar el paso de ésta a través de la aguja. Posterior a la colección del líquido ruminal se determinó el pH de la misma forma y con el mismo potenciómetro que en las muestras colectadas con la sonda ororuminal.

Análisis estadístico

Para conocer si existe diferencia en los resultados obtenidos por cada método de muestreo, se realizó una prueba de "t" para muestras dependientes.¹⁸ Se obtuvieron estadísticas descriptivas: media, desviación estandar y rango, así como el coeficiente de correlación entre las dos técnicas de muestreo.

Los análisis estadísticos se efectuaron aplicando el programa computacional SAS.¹⁹

RESULTADOS

Con excepción de 3 animales, ninguno presentó signos clínicos de enfermedad y las frecuencias respiratoria, cardiaca, temperatura corporal y movimientos ruminales estuvieron en rangos de valores de referencia ³. Después de aplicar la xilacina por vía intravenosa, todas las vacas mostraron signos de relajación, no fue necesario aplicar una segunda dosis a ningún animal. El nariguero y el abrebocas se colocaron sin problemas, la sonda oro-ruminal fue introducida con facilidad en todos los casos. Cuatro vacas muestreadas, no fueron tomadas en cuenta porque se presentaron problemas para la extracción de líquido ruminal con la sonda oro-ruminal. Tres de éstas estaban enfermas clínicamente (neumonía, reticulo-pericarditis traumática, y dermatitis interdigital, respectivamente), la otra no presentaba signos de enfermedad. En los cuatro casos el líquido salió en muy poca cantidad, haciendo muy difícil la eliminación de los 200 mL de líquido ruminal, estas vacas permanecieron más tiempo con el abrebocas y la sonda colocados, lo que retardo la colección y podría haber favorecido la contaminación con saliva. Otras tres vacas fueron eliminadas del estudio debido a que al realizar la rumenocentesis fue imposible extraerles suficiente líquido ruminal para determinar el pH. Aparentemente en estos animales no se pudo traspasar la pared del rumen..

Al penetrar la piel de los animales con la aguja, todos los animales trataron de evitar la penetración, lo que aumento los riesgos de sufrir un accidente para quien tomaba la muestra. La extracción del líquido ruminal por rumenocentesis fue difícil ya que con frecuencia la aguja se obstruía y tenía que estarse destapando con aire. Sólo en dos animales se extrajo con facilidad el líquido ruminal por este método.

La obtención del líquido ruminal mediante la sonda oro-ruminal y bomba fue más fácil y rápido (2-3 minutos en promedio) en comparación con la

rumenocentesis, además de que la probabilidad de sufrir un accidente para quien tomaba las muestras era mayor al realizar la punción.

La prueba de "t" dejó de manifiesto que existe diferencia entre los valores de pH obtenidos en cada técnica de muestreo ($p < 0.05$), sin embargo estas diferencias son mínimas. El análisis de correlación, muestra que existe una correlación significativa $r = 0.79$, lo que indica que existe un grado importante de asociación entre los dos métodos de colección ($p > 0.05$). En la Figura 1 se muestra la dispersión de los valores del pH ruminal entre las dos técnicas de muestreo.

El pH ruminal en las muestras colectadas con la sonda oro-ruminal fue 0.31 unidades más alto que en las muestras obtenidas por rumenocentesis. Sólo en dos animales muestreados se observaron diferencias mayores a 0.50. Los resultados obtenidos en cada método, se describen en el cuadro 4.

DISCUSIÓN

La evaluación del pH ruminal ha demostrado ser una herramienta muy importante para el diagnóstico de varios trastornos ruminales, especialmente de la acidosis ruminal subclínica^{2,7,11,12}. En los últimos años se ha cuestionado la utilización de sondas oro-ruminales para extraer líquido ruminal, debido a la poca precisión para determinar el pH ruminal. Los resultados obtenidos en este trabajo, dejan de manifiesto que existe correlación positiva entre los dos métodos de muestreo. El pH del líquido ruminal colectado mediante sonda oro-ruminal fue en promedio 0.31 unidades mayor que en las muestras obtenidas mediante rumenocentesis. En todos los casos el pH ruminal fue mayor en las muestras colectadas con la sonda oro-ruminal, lo que coincide con el trabajo realizado por Nordlund y Garret¹², sin embargo, la diferencia de los valores de pH entre los dos métodos de muestreo se redujo considerablemente en este trabajo, lo que contrasta con lo informado por Nordlund y Garret¹² y Hofírek y Haas.¹⁴ Las diferencias tan amplias encontradas por Nordlund y Garret¹² se pueden deber a que utilizaron la sonda de Dirksen^B, la cual permite un cierto control sobre el lugar del rumen donde se va a tomar la muestra, sin embargo, acomodar la sonda dentro de animal lleva tiempo, y el animal puede deglutir grandes cantidades de saliva, lo que pudo haber contaminado las muestras. Hofírek y Haas.¹⁴ compararon el pH del líquido ruminal colectado por rumenocentesis y por sonda oro-ruminal en vacas lecheras, encontrando valores de 0.36 a 1.04 unidades más altos en las muestras colectadas con la sonda oro-ruminal. Estas diferencias son muy altas y no coinciden con los resultados obtenidos en este trabajo. Los resultados reportados por Hofírek y Haas.¹⁴ se pueden deber a la técnica empleada para la extracción del líquido ruminal con sonda oro-ruminal, además de que no mencionan la utilización de abre bocas y la eliminación de los primeros 200 mL de

líquido ruminal antes de colectar la muestra, por lo que podrían haberse contaminado las muestras.

Geishauser¹⁶, al comparar los valores de pH en muestras obtenidas mediante una sonda oro-ruminal de 2.90 m de longitud con los de muestras colectadas por una fístula ruminal encontró una diferencia promedio de 0.03 unidades de pH.

Las características del equipo para la obtención y análisis de líquido ruminal y orina, diseñado por Bouda *et al.*¹⁷ y el procedimiento utilizado para la colección de las muestras en este trabajo, redujeron las diferencias de pH que habían encontrado en otros trabajos.^{13,14} La diferencia de pH entre los dos métodos, se incrementó considerablemente, cuando la extracción del líquido por medio de la sonda oro-ruminal se complicó y el tiempo de muestreo se prolongó, lo que correspondió con lo descrito por Smith³. Los tres animales enfermos clínicamente que fueron muestreados, presentaron problemas para extraerles el líquido ruminal con la sonda y la diferencia entre los valores de cada técnica de colección, se incrementó también. En estos casos, es recomendable dejar al animal tranquilo y realizar el muestreo más tarde. Cuando se trate de evaluar el pH ruminal de algunos animales para conocer en que condiciones se encuentra el hato, se deben de tomar muestras de 6 a 8 vacas^{2,12} y es preferible no tomar en cuenta los resultados obtenidos del animal donde se presenten problemas durante la colección.

En la mayoría de los trabajos donde se evaluó la eficiencia de las sondas oro-ruminales para obtener muestras de líquido ruminal, se utilizaron sondas de menor longitud y no se eliminaba la primera parte de la muestra para evitar la contaminación con saliva. Adicionalmente, en el presente trabajo se utilizó el abre bocas, con el cual se reduce la deglución de saliva por el animal.

En la actualidad, se busca mejorar la productividad de los animales, pero sin dejar de lado el bienestar de éstos. La rumenocentesis ha probado ser un

método adecuado para poder evaluar eficientemente el pH ruminal,^{7,11,12} sin embargo, es un procedimiento invasivo que causa excesivo dolor a los animales y que puede ser peligroso para quien la realiza. Se debe de tratar de validar otros métodos que permitan conocer el pH ruminal de la forma menos dolorosa para el animal y menos riesgosa para quien este colectando la muestra.

CONCLUSIONES

La rumenocentesis es un procedimiento que evita que la muestra se contamine con saliva, sin embargo es un método más doloroso para el animal así como peligroso para quien realiza el muestreo, por lo que debe de evitarse su aplicación. Si se utiliza una sonda oro-ruminal con un diseño apropiado¹⁷, se coloca abrebocas y se eliminan los primeros 200 mL de la muestra, se minimiza el riesgo de que se contamine el líquido ruminal con saliva y se puede determinar el pH ruminal de una forma adecuada para realizar el diagnóstico de forma menos invasiva para el animal. Además el muestreo con sonda oro-ruminal presenta la ventaja de que la misma vaca puede ser muestreada varias veces y con la rumenocentesis no es recomendable debido al daño causado con la aguja. Cuando se presenten problemas durante la extracción con la sonda y el tiempo de muestreo se prolongue, la probabilidad de que la muestra se haya contaminado con saliva aumenta, por lo que los resultados de ese animal no deben de tomarse en cuenta. No es recomendable muestrear animales enfermos o con anorexia, ya que el pH ruminal en éstos es más alto en los sacos craneales del rumen, debido a la salivación y a la falta de ingestión de alimento.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

LITERATURA CITADA

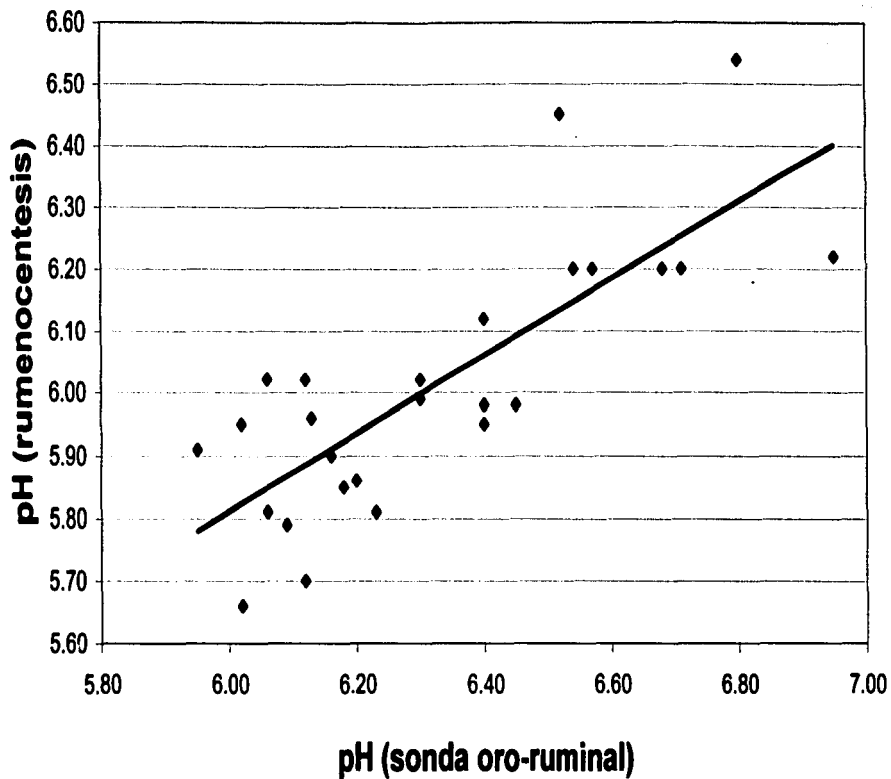
- 1. Bouda J, Paasch ML, Velázquez OV. Diagnóstico y prevención de la acidosis ruminal subclínica. Memorias del curso Internacional " Diagnóstico de las Enfermedades más Comunes en Bovinos" 1996 Abril 18-20. D.F México. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, 1996: 29-34.**
- 2. Bouda J, Paasch ML, Yabuta OA. Deserrollo y empleo del método de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en bovinos. Vet. Mex 1997; 28: 189-195.**
- 3. Smith BP. Large animal internal medicine. 3th.ed St Louis Missouri, USA: Mosby, 2002.**
- 4. Paasch ML, Bouda J, Velásquez OV, Candanosa AE. Acidosis ruminal subclínica y cambios patológicos asociados en vacas lecheras. . Memorias del curso Internacional " Diagnóstico de las Enfermedades más Comunes en Bovinos" 1996 Abril 18-20. D.F México. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, 1996: 12-19.**
- 5. Radostis OM, Blood DC, Gay CC. Veterinary medicine. 8th ed. London: Bailliere Tindall, 1994.**
- 6. Rings MD, Rings BM. Rumen fluid analysis. Agri-Practice 1993; 14: 26-29.**
- 7. Garrett RO. Clinical aspects of ruminal acidosis in dairy cattle. The Proc Am Asoc Bov Prac 2000; 33: 46-53**
- 8. Dirksen G. Digestive system. In Rosenberg G.: Clinical examination of cattle. W.B. Saunders, Philadelphia, 1979. 184-266.**
- 9. Bouda J, Núñez OL, Quiroz RG. Empleo de pruebas de campo y de laboratorio clínico en el diagnóstico de enfermedades en animales de**

- producción. Manual del curso "Programa de actualización docente para profesores de licenciatura". 2001 Marzo 24-26. D.F México. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, 2001: 29-30.
10. Lane GT, Noller CH, Colenbrader VF, Cummings KR, Harrington RB. Apparatus for obtaining ruminoreticular samples and the effect of sampling location on pH and volatile fatty acids. *J Dairy Sci* 1968; 51: 114-116.
 11. Garret EF, Pereira MN, Nordlund KV, Armentano LE, Goodgger WJ, Oetzel GR. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci* 1999; 82: 1170-1178.
 12. Nordlund KV, Garret EF. Rumenocentesis: a technique for collecting rumen fluid for the diagnosis of subacute rumen acidosis in dairy herds. *Bovine Pract* 1994; 28: 109-112.
 13. Oetzel GR, Nordlund KV. Methods of evaluating ruminal pH in dairy cattle. *The Proc Am Assoc Bov Prac* 1998; 31: 207.
 14. Hofírek B, Haas D. Comparative studies of ruminal fluid collected by oral tube or by puncture of the caudoventral ruminal sac. *Acta Vet Brno* 2001; 70: 27-33.
 15. Aceto H, Simeone AJ, Ferguson JD. Effect of rumenocentesis on health and productivity in dairy cows. *J Dairy Sci* 2000; 83 (Suppl 1): 40.
 16. Geishauer T. An instrument for collection and transfer of ruminal fluid and for administration of water soluble drugs in adult cattle. *Bovine Pract* 1993; 27: 38-42.
 17. Bouda J, Paasch ML, Dvorak R, Yabuta OAK, Doubek J, Jardón HSG, inventores. Universidad Nacional Autónoma de México, propietario. Equipo portátil para obtener líquido ruminal y orina. México, patente 960808 1999 marzo 1.

18. Steel DDR, James HT. Principles and procedures of statistics, A biometrical approach. 2nd ed. Tokyo: Mc Graw-Hill, 1980.
19. SAS/STAT User's guide: Volume 2 GLM-VARCOMP. Version 6, 4th Ed. Cary, NC: SAS Inst., 1990.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1. Gráfica de dispersión entre los dos métodos de muestreo



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 1. Composición química de los ingredientes utilizados en las raciones alimentarias de vacas lecheras.

| INGREDIENTE | CONCENTRADO* | ENSILADO ALFALFA | ENSILADO MAIZ | SALVADO MAIZ |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| % DE MATERIA SECA | 87.8 | 50 | 33 | 40 |
| % PROTEINA CRUDA | 22.8 | 18.7 | 8 | 23.3 |
| ENERGÍA NETA LACTANCIA. | 1.86 | 1.49 | 1.45 | 1.83 |
| % CENIZAS | 10.2 | 9.2 | 8.2 | 7.2 |
| % EXTRACTO ETereo | 6.23 | 3.02 | 4.98 | 6.2 |
| % FIBRA CRUDA | 10.5 | 19.7 | 31 | 27 |
| % PROTEINA SOBREPASO | 41.7 | 22 | 31 | 22 |
| % FIBRA DET.ACIDO | 12.3 | 29.8 | 32 | 12 |
| % FIBRA DET. NEUTRO | 20.5 | 40.5 | 54 | 45 |

*Concentrado: Compuesto por cereales rolados y molidos (avena y/o maíz y/o sorgo y/o cebada), pasta de soya y/o pasta de canola salvado de maíz, pulpa de cítricos, melaza, carbonato de calcio, minerales y vitaminas A, D y E.

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

Cuadro 2. Porcentaje de inclusión de cada ingrediente por ración alimentaria

| Ingrediente | Ración 1 | Ración 3 | Ración 4 | Ración 6 | Ración 7 | Ración 8 |
|----------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| Ensilado de maíz | 9.72 | 23 | 16.36 | 46.19 | 23 | 55.78 |
| Salv. Húmedo de Maíz | 11.35 | 12.46 | 5.71 | 16.18 | 12.46 | 19.6 |
| Concentrado | 49 | 30.86 | 43.11 | 14.97 | 30.86 | 27.85 |
| Ensilado de Alfalfa | 29.28 | 32.71 | 33.36 | 22.66 | 32.71 | 8.33 |
| ETAPA | ALTAS | BAJAS | VAQUILLAS | SECAS | PREPARTO | BECERRAS |

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Cuadro 3. Datos técnicos de la sonda oro-ruminal especial ¹⁷

| Sonda | |
|-------------------------------|--------|
| Largo | 2.90 m |
| Diámetro | 2.5 cm |
| Material | Hule |
| Ancho | 5 mm |
| Cabeza de la sonda | |
| Largo | 19 cm |
| Diámetro | 3 cm |
| Material | Bronce |
| Peso | 600 g |
| Número de perforaciones | 340 |
| Diámetro de las perforaciones | 3 mm |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 4. Comparación del pH del líquido ruminal en muestras obtenidas por sonda oro-ruminal y por rumenocentesis en vacas lecheras (n = 26)

| Método de obtención del líquido ruminal | pH | Rango |
|--|--------------------------------|--------------------|
| Sonda oro-ruminal | 6.31 ± 0.27^a | 6.02 – 6.95 |
| Rumenocentesis | 6.01 ± 0.21^b | 5.66 – 6.54 |

Promedios con diferente literal son diferentes (p < 0.05)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**