

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**"EFECTOS DE RUMENSIN, BACITRACINA Y CLOPIDOL  
EN LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO"**

**T E S I S   P R O F E S I O N A L**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :**

**RUBEN FIGUEROA MORENO**

**GUADALAJARA, JAL., 1978**

A MIS PADRES:

ABELARDO FIGUEROA M. y  
ARMIDA M. VDA. DE FIGUEROA

A MIS HERMANOS:

Abelardo  
Humberto  
Jesús Alfonso  
Norma Graciela  
Francisco  
Bardomiano  
Alvaro  
Lupita  
Armida  
Roberto  
Lourdes

A TODOS MIS FAMILIARES:

*Que intervinieron directa o  
indirectamente en mis estudios.*

AL M.V.Z. ENEAS W. RENDON R:

*Padrino de mi Generación y  
Asesor de esta Tesis.-*

*Con profundo respeto y admiración.*

A THELMA:



OFICINA DE  
INVESTIGACION CIENTIFICA

# I N D I C E

	<u>PAG.</u>
INTRODUCCION	1
MATERIAL	14
METODO	15
RESULTADOS	17
DISCUSION	48
CONCLUSIONES	56
SUMARIO	57
BIBLIOGRAFIA	58

## I N T R O D U C C I O N

En la actualidad la gran demanda de proteína animal ha ocasionado que la investigación en nutrición animal se enfoque a tratar de optimizar la función ruminal mejorando el aprovechamiento de energía y proteína. Con este fin se han probado innumerables compuestos de los cuales los -- más prometedores como reguladores ruminales son: Rumensin, - Bacitracina y Clopidol, dándose a continuación un breve antecedente de estas drogas:

### RUMENSTIN. -

Es un antibiótico producido por *streptomyces cinnamonensis*. Inicialmente fue desarrollada como un agente eficaz contra la coccidiosis en aves y ganado bovino (16).

En pruebas llevadas a cabo en 19 universidades y en el Laboratorio de Eli Lilly y Compañía, en Greenfield, -- Indiana, U.S.A., reportan magníficos resultados en ganado de engorda. Al usar Rumensin a 30ppm en el alimento, se redujo el porcentaje de alimento consumido por animal y por lote, obteniéndose el mismo peso en igual tiempo. Resultando con esto una mejora en la conversión alimenticia del ganado hasta en un 10% (16). Actúa incrementando la eficiencia en la fermentación del rumen (17), resultando una mayor energía utilizable por kilogramo de alimento consumido, alterando las proporciones de los ácidos grasos volátiles -- producidos por los azúcares o carbohidratos.

Específicamente Rumensin aumenta la proporción molar del ácido propiónico, al mismo tiempo que disminuye el porcentaje de los ácidos acético y butírico. La relación -- proporción de ácidos acético, con propiónico (A:P) es usada como un indicador de la probable eficiencia de la utilización del alimento (13) (14).

## BACITRACINA. -

Las drogas antibacteriales (antibióticos) son -- compuestos producidos por un microorganismo que inhibe el crecimiento de otro organismo. Entre los más utilizados -- para rumiantes como promotores de crecimiento para ganado de engorda, se incluyen principalmente Clortetraciclina, -- Oxitetraciclina y Bacitracina (3).

La Bacitracina es un antibiótico polipeptídico -- compuesto de la unión de aminoácidos y péptidos. Se aisló del bacillus subtilis. La Bacitracina interfiere en la -- síntesis de la pared bacteriana. Es un inhibidor específico de la desfosforilización de un lípido de pirofosfato. -- La reacción ocurre durante la segunda fase de la síntesis de la pared celular bacteriana, probablemente daña la membrana plasmática (7).

El mecanismo de acción de las drogas antibacteriales parece ser complejo. Existen varios mecanismos que han sido resumidos por Wallace (1970), citado por D.C. -- Church, Volumen #3. Ha sugerido un efecto metabólico mediante el cual la droga incide sobre diversos sistemas enzimáticos, tales como algunas reacciones de fosforilización oxidativa. Otros investigadores han señalado un efecto de ahorro de nutrientes que puede ser el resultado de:--

- a) Estimulación de microorganismos en el tracto gastrointestinal, que favorecen la síntesis de nutrientes.
- b) Supresión de organismos que compiten para conseguir nutrientes críticos (3).

Los resultados de 5 experimentos reportados por C.S.C. (USA), en ganado bovino de engorda, indican que haciendo la inclusión de Bacitracina a una ración final en--

contraron que la dosis óptima es de 70-75 mgs/cabeza/día. - Mejorando la conversión alimenticia de un 2.5 a 3.2%, cambiando las concentraciones de ácidos grasos volátiles producidos por las bacterias del rumen. Estos ácidos grasos-volátiles (AGV), son la mayor fuente de energía utilizada por el ganado de engorda. El ácido propiónico es usado -- con mayor eficiencia por el animal de engorda (4).

#### CLOPIDOL.-

Se le ha encontrado como una droga eficaz anti-coccidiana y en el tratamiento de piroplasmosis bovina. In vitro no se ha podido demostrar su actividad antimicrobiana, posiblemente debido a la baja solubilidad de la droga. Muñoz 1976 (8), que cita que el número de estafilococcus - en el excremento de cerdos disminuyó notablemente al ser - tratados estos con Clopidol. Si bien esto no indica una - acción antimicrobiana, indica que hay cambios ecológicos o metabólicos ocasionados por la droga.

Tollet 1977 (22) cita que Clopidol en pruebas de digestibilidad de materia seca "in vitro" mejoró la digestibilidad del maíz de un 3 a 4%. Lo que es equivalente a los cambios producidos por Rumensin bajo las mismas condiciones experimentales. En pruebas de digestibilidad de materia seca (paja) "in vitro", Clopidol mejoró la digestibilidad de 3 a 6% comparado con el control. Pulido 1975 (tesis en desarrollo), encontró que Clopidol mejoró la eficiencia alimenticia en un 22% e incrementó la ganancia de peso en un 32%. En una prueba de 90 días, utilizando bovinos de raza pardo suizo. Suministrando Clopidol a 500 ppm en el alimento. Se observó que en raciones ricas en fibra se mejoraba su digestibilidad aprovechándose al máximo su rendimiento.

Pendington, 1977 (11), demostró que Clopidol en - la fermentación (rumen in vitro) produce cambios en las --

proporciones de los ácidos grasos volátiles, sobre todo a favor del ácido acético y butírico. Aunque estos cambios no son muy constantes, sin embargo nos indican un efecto de la droga en el ciclo de producción de los ácidos grasos volátiles.

Parra, 1977 (10), utilizó Clopidol en ganado lechero estabulado suministrando 1 gramo/animal/día. Incrementando la producción láctea en 620 gramos/animal/día.

Se considera necesario hacer una breve reseña de la fisiología del rumen y su biodinámica.

La fisiología de los bovinos juega un papel muy importante en la transformación de los alimentos en energía, puesto que el rumen y retículo constituye un verdadero tanque de fermentación. Las ventajas de estas fermentaciones son la utilización de forrajes, la cual es posible debido a que en el rumen proliferan bacterias capaces de elaborar enzimas que hidrolizan celulosa y hemicelulosa -- transformándola en glucosa y otros azúcares. Estos microorganismos ruminales también son capaces de sintetizar proteínas a partir de nitrógeno no proteico como el de la urea y sintetizar vitaminas del complejo "B" en cantidades suficientes. Posteriormente estos microorganismos pasan al omaso y abomaso para ser digeridos proporcionando el huésped aminoácidos esenciales al rumiante (3).

Bath, 1963 y Emmanuel, 1969, citados por D. C. Church, señalan que el pH ruminal fluctúa de 5.5 a 7.0 y a una temperatura de 39 a 40°C. Los movimientos ruminales (3 por cada dos minutos en bovinos), ayudan a poner en contacto el alimento con los microorganismos en forma continua. La saliva juega un papel muy importante dentro de la fisiología digestiva ruminal, ya que actúa como "buffer" -- manteniendo el pH estable. Los productos finales ácidos -



grasos volátiles, son absorbidos a través de la pared ruminal y los productos de desecho ( $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ ) dióxido de carbono y metano, son eliminados a través del eructo y defecación.

#### FLORA RUMINAL.-

Kay en 1963, Bryant en 1963 y Hungate en 1966 -- (3), concuerdan que las dos principales clases de microorganismos del rumen son los protozoarios y las bacterias, - siendo estas últimas las más abundantes.

Las condiciones del rumen son anaerobias, por lo que los microorganismos encontrados son anaerobios o anaerobios facultativos. Hungate, 1966 (3), clasificó las bacterias basándose en parte en los substratos utilizados y - en parte a los productos finales de su metabolismo. El tipo y cantidad del microorganismo varía de acuerdo con la - dieta y de acuerdo con el tipo de organismos compitiendo - entre sí.

Los contajes sobre cultivos de bacterias por --- Hungate, oscilan desde 8 millones/Ml hasta 23 billones/Ml. La mayoría son cocos y bacilos de 0.4 a 1 micra de diámetro por 3 micras de largo, aunque también hay espiroquetas y tetracocos, etc.

La forma más adecuada para el estudio de la actividad bacteriana del rumen es de acuerdo con el substrato que utilizan y los productos finales de las fermentaciones que llevan a cabo, Hungate, 1966 (3). Básicamente existen cuatro tipos de bacterias: celulolíticas, proteolíticas, - amilolíticas, lipolíticas.

**Bacterias Celulolíticas.-** Son capaces de degradar la celulosa y otros polisacáridos y ácidos urónicos, - produciendo glucosa.

**Bacterias Proteolíticas.**- Hidrolizan proteínas hasta el estado de aminoácidos.

**Bacterias Amilolíticas.**- Digieren el almidón obteniendo glucosa.

**Bacterias Lipolíticas.**- Son capaces de hidrolizar las grasas de la dieta, produciendo ácidos grasos de cadena larga y glicerol. Aparte de estos cuatro grupos -- primarios existen bacterias que atacan productos del metabolismo intermedio.

Las bacterias que hidrolizan los azúcares pueden atacar azúcares provenientes directamente de la dieta, sub productos de la digestión de la celulosa, hemicelulosa, al midón y azúcares provenientes de otras células bacterianas.

Las bacterias que utilizan ácidos orgánicos pueden utilizar otros productos intermedios como el ácido láctico. También se puede señalar o clasificar grupos de bacterias de acuerdo con sus productos finales: bacterias que producen amoniaco a partir de aminoácidos, bacterias que producen gas metano a partir de bióxido de carbono e hidrógeno. Bacterias que sintetizan vitaminas del complejo "B". Hungate, 1966, Church, 1969 (3), investigaron 22 especies bacterianas y concluyeron que 16 producían ácido fórmico, 21 ácido acético, 6 ácido propiónico, 7 ácido butírico, 13 ácido láctico, 12 ácido succínico, 8 etanol, 9 bióxido de carbono, 10 hidrógeno, 1 metano y 9 agua.

**Los Protozoarios del Rumén.**- Son relativamente grandes y su tamaño varía desde 38 micras de longitud por 15 micras de diámetro. Los contajes totales pueden variar normalmente de entre 200 mil a 2 millones/ML. Se sabe que son capaces de digerir bacterias y que algunos de sus productos finales son ácidos grasos volátiles, ácido láctico,

hidrógeno, dióxido de carbono y metano. Las especies y número de protozoarios varían con la dieta (Hungate, 1966 citado por D. C. Church) (3).

#### UTILIZACION DE CARBOHIDRATOS.-

La principal fuente de energía para los microorganismos del rumen son las plantas o forrajes para el animal que los alberga. Los carbohidratos complejos o polisacáridos son de dos tipos: aquellos conocidos como fibra cruda, de los cuales el 95% es celulosa. Los carbohidratos fácilmente aprovechables, tales como el almidón y azúcares sencillos, se encuentran en los granos (3).

La formación de glucosa en el rumen es a través de la acción de los microorganismos al desdoblar los polisacáridos (celulosa-almidón) en glucosa y ésta a su vez -- por fermentación hasta ácido pirúvico según los pasos de Embden Myerhoff, a este proceso se le llama glicólisis anaerobia (Thomas 1960, Hobson 1961, Kristnerl 1962, Walker 1964, Clark 1969, Coen 1970, citados por Church. Además de ácidos grasos volátiles, podemos encontrar dióxido de carbono, hidrógeno, metano, que pueden originarse en la fermentación microbiana de los carbohidratos.

#### Formación de Ácidos Grasos Volátiles, Dióxido de Carbono y Metano.-

A partir de una molécula de glucosa se forman -- dos de ácido pirúvico. Cada una con tres átomos de carbono. Estas moléculas de ácido pirúvico dan lugar a la formación de los ácidos grasos volátiles. La producción de ácido acético se lleva a cabo por dos moléculas, una de ácido pirúvico y una de agua. La formación de ácido propiónico se forma de una reacción de reducción con dos moléculas,

una de ácido pirúvico y una de hidrógeno. El ácido butírico requiere de cuatro moléculas, dos de ácido acético y dos de hidrógeno. Estos tres ácidos grasos volátiles son los principales encontrados en el rumen (Elsden 1954 y Shazly-1952, citados por Church). El bióxido de carbono, hidrógeno y metano se conocen como gases de desecho y constituyen una pérdida de energía.

Los factores que influyen en las concentraciones de los ácidos grasos ruminales son: si se alimenta con forraje o con granos, tipo de forrajes, porcentaje de proteína en la ración, cantidad ingerida, forma del alimento (molido, pellets, etc.). La actividad microbiana aumenta después que el animal es alimentado y disminuye posteriormente; los valores más altos se registran a las 3-6 horas posteriores a la ingestión de alimentos (Church 1969).

Stewart 1958, Hinders 1968; citados por Church, han encontrado que a mayor cantidad de forraje hay un aumento de ácido acético hasta en un 70% y a mayor cantidad de grano en la ración se forma más ácido propiónico 50%, disminuyendo el ácido acético en forma concomitante en un 45%.

Energía Metabólica del Huésped.- Aproximadamente el 70% de las necesidades energéticas de los rumiantes se obtiene a partir de ácidos grasos volátiles. El 30% restante como sigue: el 20% se obtiene de la ingestión de bacterias que pasan del rumen y retículo al abomaso e intestino delgado, sufriendo también una degradación de tipo monogástrica. El 10% se obtiene de ingredientes no fermentados que logran llegar al abomaso e intestino delgado para sufrir una digestión de tipo "nonogástrica".

La mayor parte de los ácidos grasos volátiles se absorben a través de la pared ruminal. Weston y Hogan 1968

citados por Church, encontraron que el 76% de los ácidos grasos volátiles se absorbe a través de la pared ruminal, - el 19% a través de la pared del omaso y abomaso y el 5% -- restante llega al intestino. Algunos autores como Bar---croft 1944 (12), dicen que la absorción de los V.F.A. (ácidos grasos volátiles) depende exclusivamente de los umbrales de concentración que determinan su transporte por ósmosis. Otros autores como Daniell 1945 (3), dice que la mayor absorción de los ácidos grasos volátiles en el rumen - está asociada con la disminución del pH ruminal.

#### EL METABOLISMO DE LAS PROTEINAS.-

Los compuestos nitrogenados a disposición de los microorganismos del rumen es bastante amplia. Comprenden proteínas de distinta naturaleza, las cuales difieren marcadamente en solubilidad y contenido en aminoácidos. Los alimentos naturales varían ampliamente en la cantidad de - nitrógeno total existente en forma de compuestos de nitrógeno no proteico. Compuestos tales como Urea y Biuret pueden ser incluidos en las raciones como fuente de N.

El Shazly, 1952 (3), fue uno de los primeros en señalar la degradación de las proteínas por los microorganismos del rumen, dando como resultado la producción de -- amoníaco, ácidos grasos volátiles, proteína microbiana, -- dióxido de carbono.

Hace algunos años los nutriólogos de rumiantes - consideraban que todas las fuentes de proteína o nitrógeno eran aproximadamente iguales en cuanto a valor biológico, - por lo que se hablaba de la calidad de las proteínas, debi do al punto de vista muy popular, de que las proteínas de la ración eran degradadas y sintetizadas en proteína microbiana por la flora ruminal, por lo que según esta teoría - no tendría importancia los aminoácidos que el ganado reci-

be con su ración (18).

Investigadores australianos del C.S.I.R.O. (2) - demostraron por primera vez que diversos tipos de proteínas o aminoácidos tratados químicamente para producir polímeros resistentes a la degradación ruminal aumentaba notablemente la eficacia biológica de estos alimentos.

Klopffenstein, Merchen y Rounds (18), en sus reportes indican que el desarrollo de los animales alimentados con forrajes, la proteína natural es utilizada con más eficiencia, cuando una gran parte escapa a la degradación ruminal y pasa hacia la porción más baja del tracto gastroentérico. Las proteínas ingeridas por los rumiantes son parcialmente degradadas en el rumen a ácidos grasos volátiles y amoníaco. Las proteínas de la ración son de diferente naturaleza, las cuales son degradadas por los microorganismos del rumen. Por ejemplo: la proteína de la pasta de soya es degradada rápidamente en el rumen, comparada con el grano seco de destilería que tiende a hacer su degradación más lenta, en las porciones más bajas del tracto gastroentérico.

J. Sniffen, Satter y Whitlow (19) reportan datos experimentales (in vivo-in vitro) demostrando que las proteínas de los granos secos tienen de 30 a 50% más de resistencia a la degradación microbiana del rumen, comparada con la proteína pasta de soya. Esto permite que la digestión sea mejor, así como la absorción de aminoácidos por el intestino. Cabe también señalar que la resistencia de la proteína a la degradación por el rumen, no solamente su ple más aminoácidos por proteínas sintetizadas, sino que estos aminoácidos pueden tener un valor muy alto como precursores glucogénicos. Cada 100 gramos de aminoácidos tiene un potencial de conversión de aproximadamente 55 gramos de glucosa.

Van Nevel y Demeyer (23) reportan datos experimentales "in vivo - in vitro", sugiriendo que aparte de una influencia de Rumensin en el patrón de fermentación de carbohidratos en el rumen, es también probable que disminuya la degradación de la proteína contenida en la ración a nivel ruminal, alterando el sitio de digestión de la proteína en el animal.

Gran parte de las reacciones bioquímicas del rumen tienen como subproducto de la acción biológica y química la producción de gases en cantidades importantes, particularmente dióxido de carbono y metano, los cuales son eliminados a través del eructo y defecación. Siendo los valores medios aproximadamente de 66% de  $\text{CO}_2$  y 25 a 30% para  $\text{CH}_4$ , del total de los gases encontrados en el rumen. El metano parece proceder principalmente de la reducción del dióxido de carbono y por hidrógeno libre (3).

Paynter y Hungate, 1966; citados por Church, indican que los rumiantes pueden perder en forma de metano hasta el 10% de la energía total ingerida. Esto supone una pérdida substancial si alcanza su punto máximo, por lo que se deduce que el metanobacterium ruminantium se encuentra en cantidades relativamente grandes.

Blaxter y Clapperton, 1965 (3), indican que la producción media de metano en ganado bovino es de 150 litros por día. Blaxter (1) indica que las cantidades de gas que eructa una vaca durante las 24 horas alcanza aproximadamente los 1000 a 2000 litros, consistiendo principalmente en anhídrido carbónico y cantidades más pequeñas de metano, pero contiene también nitrógeno en cantidades apreciables e inmediatamente después de haber comido, un poco de oxígeno.

La cantidad de metano producido por una vaca se-

aproxima a los 400 litros/24 horas.

Durante los últimos años, varios laboratorios -- han intentado descubrir métodos para inhibir la producción de metano. Blaxter Czerkwiski, 1966; Clapperton, Czerkaws ki, 1969, demostraron la posibilidad de inhibir la produc- ción de metano mediante ácidos grasos insaturados. Otros- compuestos químicos se han utilizado como el D.D.V.P. -- (Howes y Dyer 1968), sulfito de sodio (Van Nevel y Col --- 1970), derivados del hemiacetal de cloral (Singh y Col --- 1971), citados por Church (3).

Thornton, Owens y Col, Lemenager Totusek (21), -- reportan datos sobre la acción de Rumensin en la inhibi--- ción de metano ( $CH_4$ ), concluyendo que la propiedad depri- mente del Rumensin no es debido a un efecto directo tóxico sobre la flora metanogénica del rumen, pero sí en una inhi- bición de organismos que descomponen el formato a  $CO_2$  y H. Siendo estos gases el substrato más importante para las -- bacterias metanogénicas.

#### OBJETIVO:

De acuerdo con lo antes expuesto durante el desa- rrollo de esta introducción, podemos apreciar que los pro- ductos finales de desecho de dióxido de carbono y metano, - durante el proceso de fermentación ruminal, constituyen- una gran pérdida de la energía (10% Church), si alcan- -- za su punto máximo. Por lo tanto se tratará de ver hasta- qué punto estas tres drogas a probar (Rumensin, Clopidol, - Bacitracina) inhiben la producción de gases en los proce- sos de fermentación de "rumen in vitro". Asimismo se de- terminará el pH del líquido ruminal, ya que ésta está in- -- fluenciado por la concentración de ácidos grasos volátiles. Church cita una relación inversa entre los ácidos grasos - volátiles y el pH, por lo tanto se determinará el efecto -



de estas drogas en el pH del líquido ruminal.

#### HIPOTESIS:

Si las drogas probadas reducen la producción de dióxido de carbono y metano, en la fermentación ruminal -- evitarán, en parte, esta fuga de energía con lo cual el -- animal podrá aprovechar más eficientemente los alimentos, -- optimizando las condiciones ruminales.

Esta disminución de la producción de los gases -- de desecho en la fermentación ruminal, está relacionada -- con cambios metabólicos de la flora ruminal de una manera -- inespecífica, directa o indirectamente sobre las bacterias -- de tipo metanogénicas.

## M A T E R I A L

## MATERIAL BIOLÓGICO.-

- 3 Bovinos de raza Hereford.
- Instrumental de cirugía (básico para la fistulización de rumen).
- 3 Cánulas (P.V.C.) plástico, con tapón de rosca.
- 1 sonda plástica.
- Gaza quirúrgica.
- Thermo.
- Soporte Universal con aro.
- Embudo.
- Matraz de 1 litro, con tapón de hule.
- Jeringa de 50 ml.
- 10 respirómetros de Warburg, modificados.
- 4 gradillas.
- 10 probetas graduadas.
- 10 vasos de precipitado (5 ml.).
- Baño maría (temperatura controlada).
- Balanza analítica.
- Potenciómetro.
- Cronómetro.
- Reloj.

## MATERIAL QUÍMICO.-

- Monensina sódica, Bacitracina y Clopidol.
- Tranquilizante.
- Anestésico local.

## M E T O D O

Se utilizaron 3 bovinos de raza Hereford, con un promedio de edad de 1-1/2 a 2 años, los cuales procedían de praderas de Rodhers y Rye Grass. Dos bovinos permanecieron estabulados consumiendo una ración de tipo comercial balanceada, a libre consumo (*at libitum*), para engorda de ganado. El tercer bovino permaneció en las mismas condiciones originales de pastoreo.

La técnica utilizada para la fistulización de rumen es la reportada por Johnson, 1969 (6), con modificaciones para una mejor inserción de la cánula.

Las muestras de líquido ruminal fueron tomadas por las mañanas por medio de una sonda plástica a través de la cánula ruminal. El contenido ruminal se depositó en un colador de 2 capas de gaza quirúrgica; una vez llenado se procedió a hacer la compresión manual (extracción de un litro de líquido ruminal), el cual fue recibido en un termo con temperatura similar a la del rumen 39°C, para su transporte al laboratorio, donde fueron trabajadas las muestras.

Una vez recibida la muestra en el laboratorio se procedió a hacer el filtrado del líquido ruminal a través de 4 capas de gaza quirúrgica, sobrepuestas a un embudo colocado en el aro del soporte universal. El líquido filtrado se recibió en un matraz de un litro con tapón de hule, el cual permaneció en baño maría a 39°C, dejándose incubar hasta el momento de ser utilizado.

Las drogas a probar fueron pesadas en una balanza analítica y depositadas cada una de ellas en los respirómetros de Warburg modificado, a los cuales se les agregó

50cc de líquido ruminal por medio de una jeringa de 50cc.

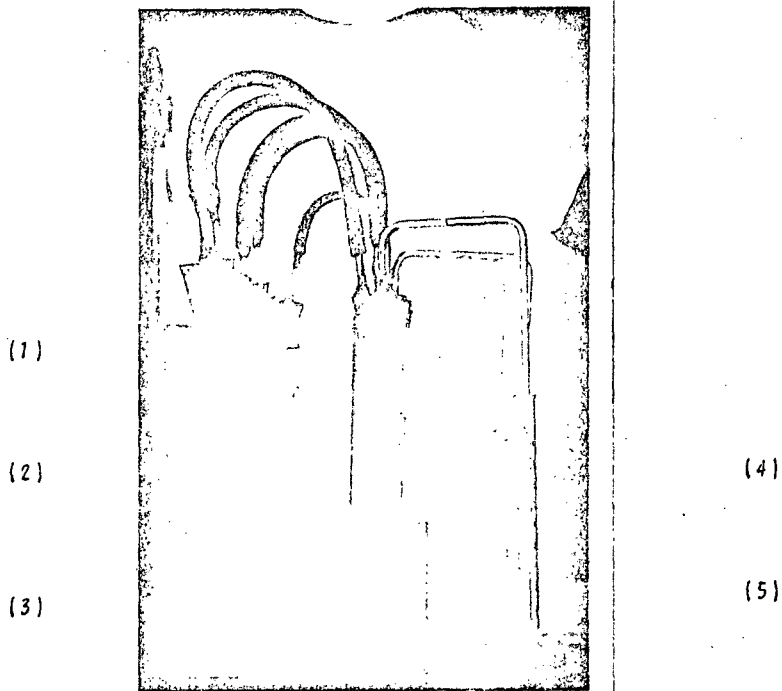
Una vez puesto en contacto la droga con el líquido ruminal, se pusieron a fermentar en baño maría 39°C, colocando los respirómetros en las gradillas, anotándose la hora de inicio de la incubación, con previa identificación.

Los respirómetros fueron agitados en forma manual (suave) cada 10 minutos durante 10 segundos. Las lecturas del volumen de agua desplazada hacia las probetas graduadas se hizo cada media hora (conforme correspondía al inicio de la fermentación). El tiempo de incubación fue por 4 horas. (Ver Figura # 1).

Pasado el período de incubación se procedió a hacer las lecturas del pH de cada uno de los respirómetros (muestras o pruebas trabajadas), utilizándose vasos de precipitado de 5cc y el potenciómetro.

Figura # 1

## RESPIROMETRO DE WARBURG MODIFICADO



- (1) *Agitación manual*
- (2) *Líquido ruminal con la droga a probar*
- (3) *Baño María 39°C*
- (4) *Agua destilada*
- (5) *Probeta graduada (Lectura del agua destilada desplazada)*

## RESPIROMETRO DE WARBURG MODIFICADO

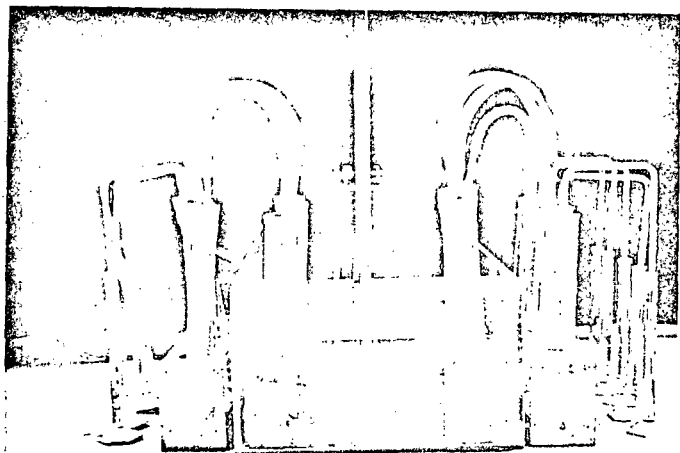
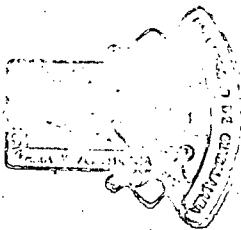


TABLA # 1

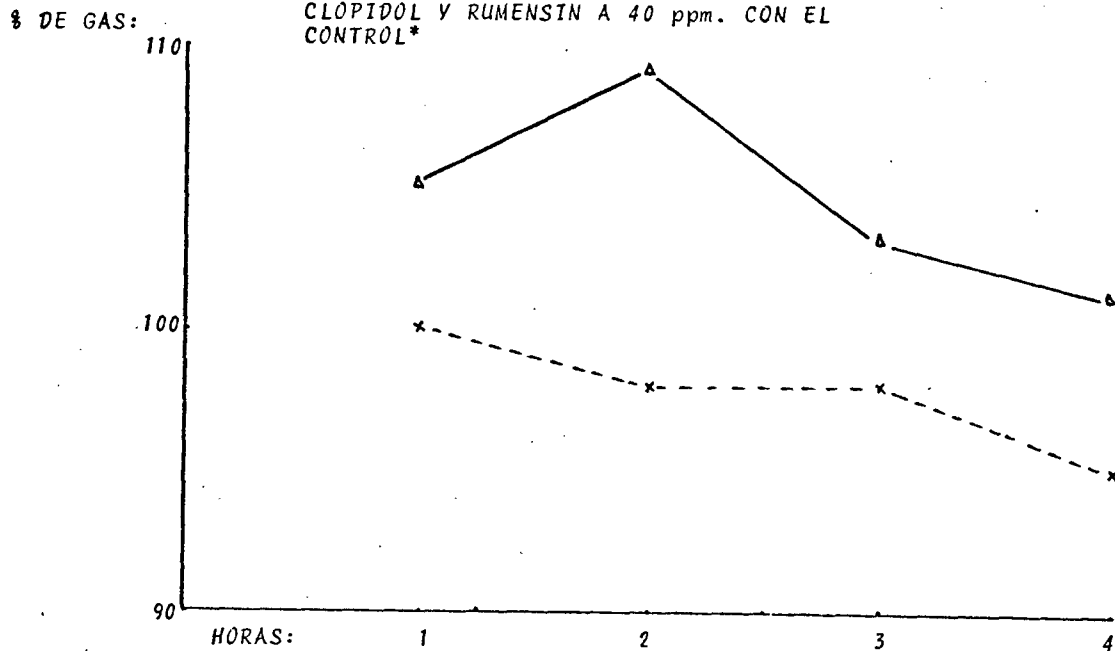
BOVINO "A" - ALIMENTACION PRADERA  
 DETERMINACION DE % DEL GAS PRODUCIDO  
 EN LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO  
 DE CLOPIDOL Y RUMENSIN A 40 ppm. EN  
 RELACION AL CONTROL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por CLOPIDOL	# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por RUMENSIN
5	15	1	105.12	5	15	1	100.13
	15	2	109.73		15	2	98.27
	15	3	103.82		15	3	98.82
	15	4	101.6		15	4	95.83

INSTITUTO VETERINARIO Y ZOOLOGICO  
 DIRECCION CIENTIFICA



BOVINO "A" - ALIMENTACION PRADERA  
 COMPARACION DEL % DE GAS PRODUCIDO POR  
 CLOPIDOL Y RUMENSIN A 40 ppm. CON EL  
 CONTROL\*

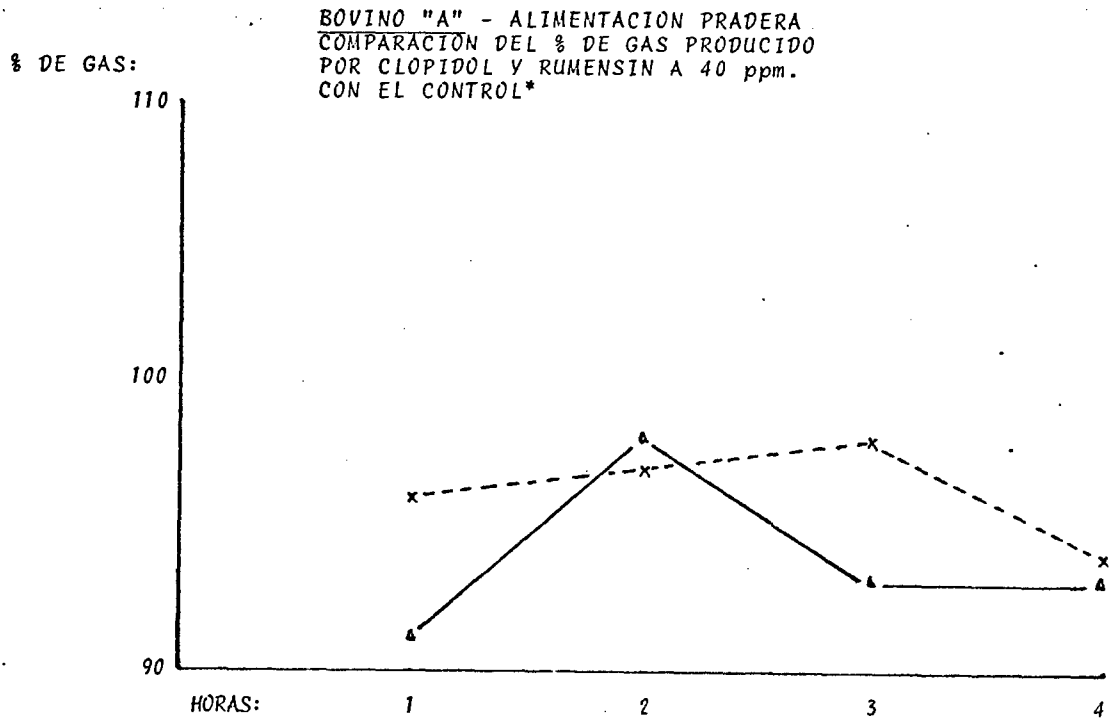


△ Clopidol  
 x Rumensin  
 \* Control = 100% de gas.



BOVINO "A" - ALIMENTACION PRADERA  
 DETERMINACION DE % DE GAS PRODUCIDO  
 EN LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO  
 DE CLOPIDOL Y RUMENSIN A 40 ppm. EN  
 RELACION AL CONTROL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por CLOPIDOL	# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por RUMENSIN
10	21	1	91.00	5	5	1	96.60
	19	2	98.14		5	2	97.70
	16	3	93.75		5	3	98.81
	13	4	93.96		5	4	94.72

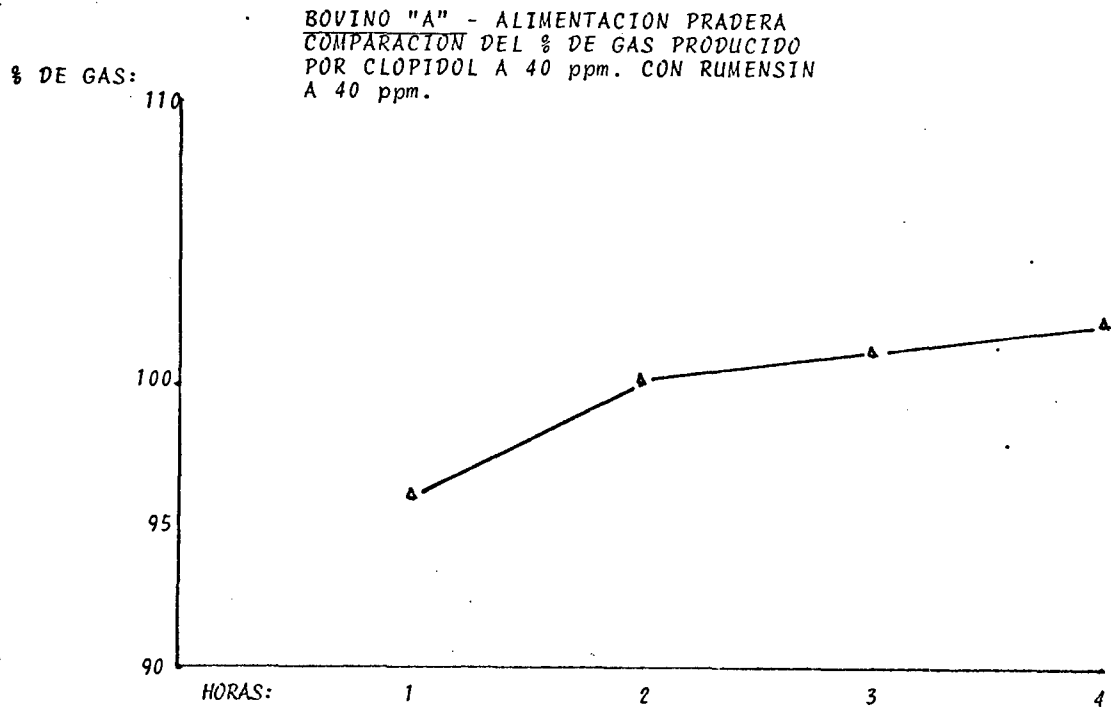


△ Clopidol  
 x Rumensin  
 \* Control = 100% de gas.

TABLA # 3

BOVINO "A" - ALIMENTACION PRADERA  
 DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO  
 EN LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO  
 DE CLOPIDOL A 40 ppm. EN COMPARACION  
 CON RUMENSIN A 40 ppm. (COMO CONTROL)

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por Clopidol 40ppm en rela- ción a Rumensin 40 ppm - como control
5	15	1	96.71
	15	2	100.28
	15	3	101.04
	15	4	102.55



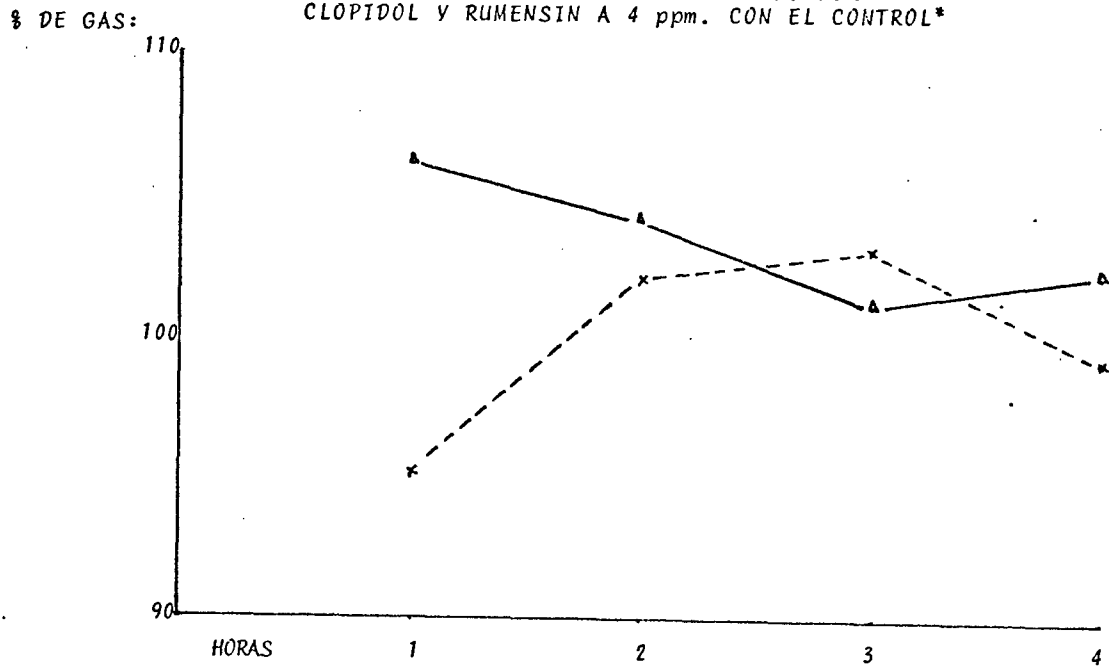
Rumensin a 40 ppm = 100% de gas.

TABLA # 4

BOVINO "C" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO  
 EN LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO  
 DE CLOPIDOL Y RUMENSIN A 4 ppm. EN  
 RELACION AL CONTROL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido x CLOPIDOL	# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por RUMENSIN
3	3	1	106.57	3	3	1	95.06
	3	2	104.86		3	2	102.44
	3	3	101.39		3	2	103.38
	3	4	102.25		3	4	99.98

BOVINO "C" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 COMPARACION DEL % DE GAS PRODUCIDO POR  
 CLOPIDOL Y RUMENSIN A 4 ppm. CON EL CONTROL\*



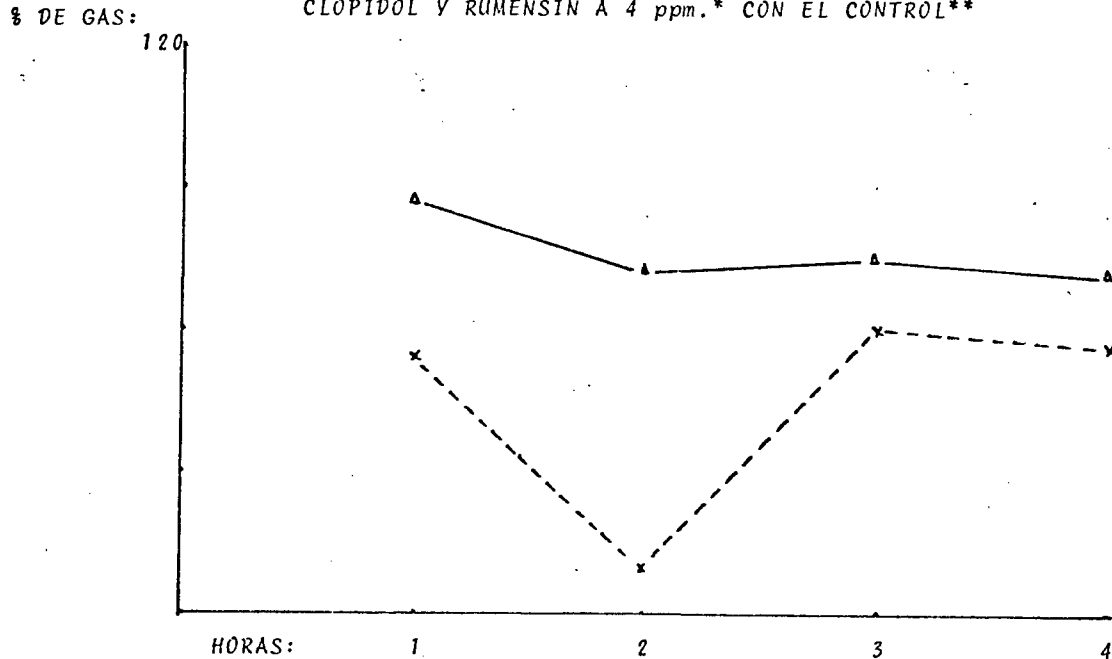
Δ Clopidol  
 x Rumensin  
 \* Control = 100% de gas.

TABLA # 5

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO  
 EN LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO  
 DE CLOPIDOL Y RUMENSIN A 4 ppm. ADI--  
 CIONANDOS .5cc DE PROPILENELICOL,  
 COMPARADOS CON EL CONTROL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por CLOPIDOL	# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por RUMENSIN
5	5	1	109.11	5	5	1	98.15
	5	2	104.04		5	2	83.14
	5	3	105.90		5	3	100.77
	5	4	104.32		5	4	99.61

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 COMPARACION DEL % DE GAS PRODUCIDO POR  
 CLOPIDOL Y RUMENSIN A 4 ppm.\* CON EL CONTROL\*\*



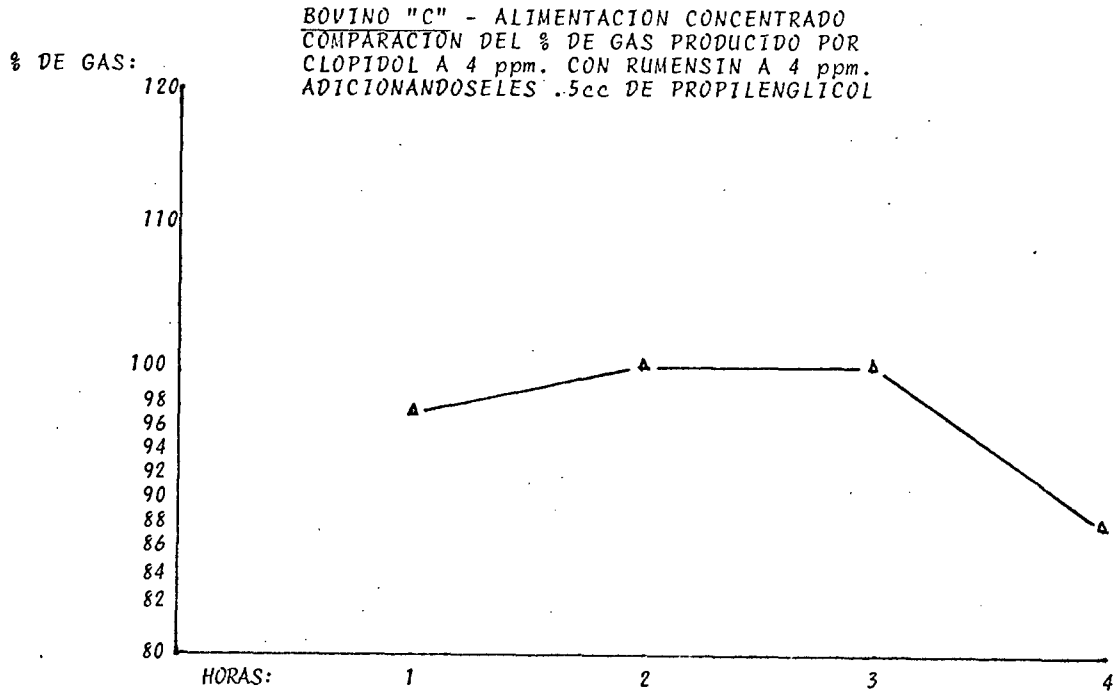
- Δ Clopidol
- x Rumensin
- \* Adición de .5cc de Propilenglicol
- \*\* Control = 100% de gas.



TABLA # 6

BOVINO "C" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO EN  
 LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO DE  
 CLOPIDOL A 4 ppm. EN RELACION A RUMENSIN  
 A 4 ppm. ADICIONANDOSELES .5cc DE  
 PROPILENGLICOL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por Clopidol 4 ppm en rela- ción a Rumensin 4 ppm - adic. .5cc Propilenglic.
3	8	1	97.47
	8	2	100.69
	8	3	100.61
	8	4	89.93

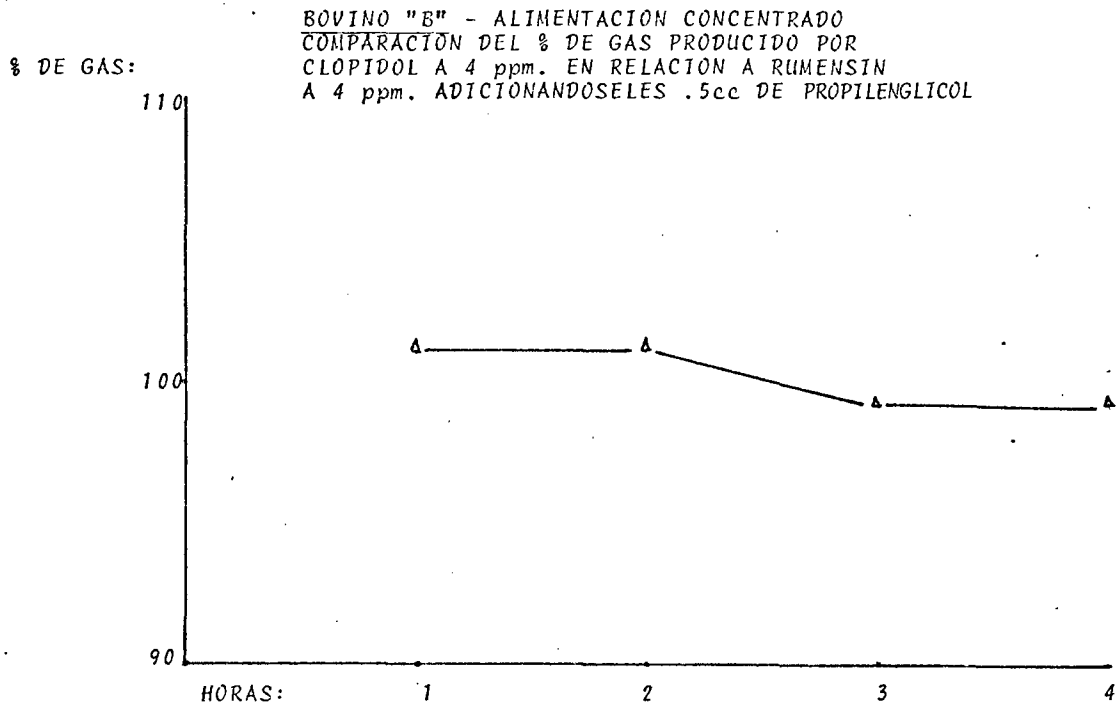


Rumensin a 4 ppm. = 100% de gas.

TABLA # 7

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO EN  
LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO DE CLOPIDOL  
A 4 ppm. EN RELACION A RUMEN SIN A 4 ppm.  
ADICIONANDOSELES .5cc DE PROPILENGLICOL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por Clopidol 4ppm en relación a Rumén sin 4 ppm adic. .5cc Propilenglic.
6	17	1	101.10
	17	2	101.10
	17	3	99.15
	17	4	99.08

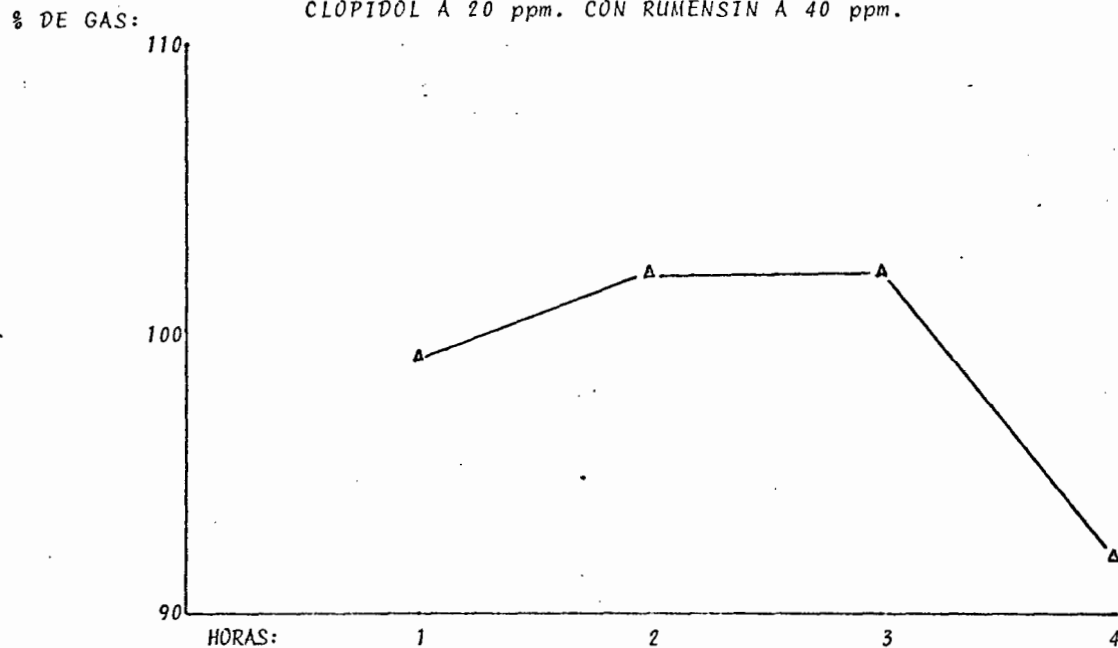


Rumensin a 4 ppm. = 100% de gas.

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO EN  
 LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO DE  
 CLOPIDOL A 20 ppm. EN RELACION A RUMENSIN  
 A 40 ppm.

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por Clopidol a 20ppm en rela- ción a Rumensin 40 ppm
3	6	1	99.39
	6	2	102.70
	6	3	102.58
	6	4	92.40

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 COMPARACION DEL % DE GAS PRODUCIDO POR  
 CLOPIDOL A 20 ppm. CON RUMENSIN A 40 ppm.



Clopidol a 20 ppm.

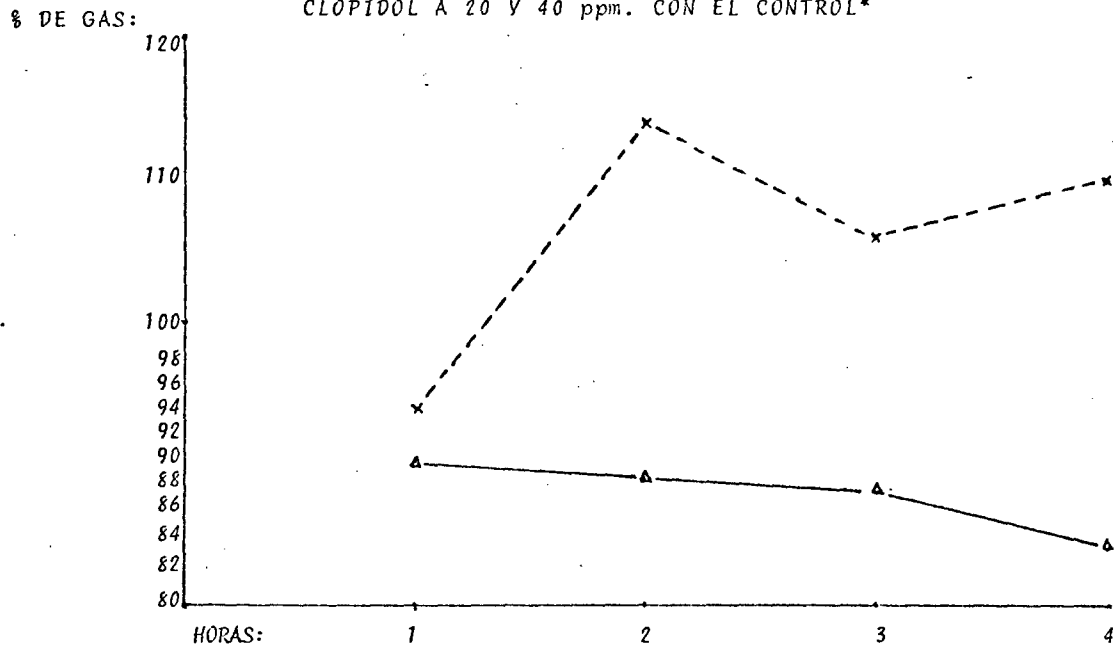
Rumensin a 40 ppm - 100% de gas.

TABLA # 9

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO EN  
 LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO DE  
 CLOPIDOL A 20 Y 40 ppm. EN RELACION AL  
 CONTROL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por CLOPIDOL <sub>20</sub>	# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por CLOPIDOL <sub>40</sub>
5	17	1	94.66	4	5	1	90.35
	16	2	114.97	4	5	2	89.10
	16	3	106.90	4	5	3	88.65
	12	4	110.38	3	5	4	84.20

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 COMPARACION DEL % DE GAS PRODUCIDO POR  
 CLOPIDOL A 20 Y 40 ppm. CON EL CONTROL\*



x Clopidol 20 ppm -----  
 Δ Clopidol 40 ppm —————  
 \* Control = 100% de gas

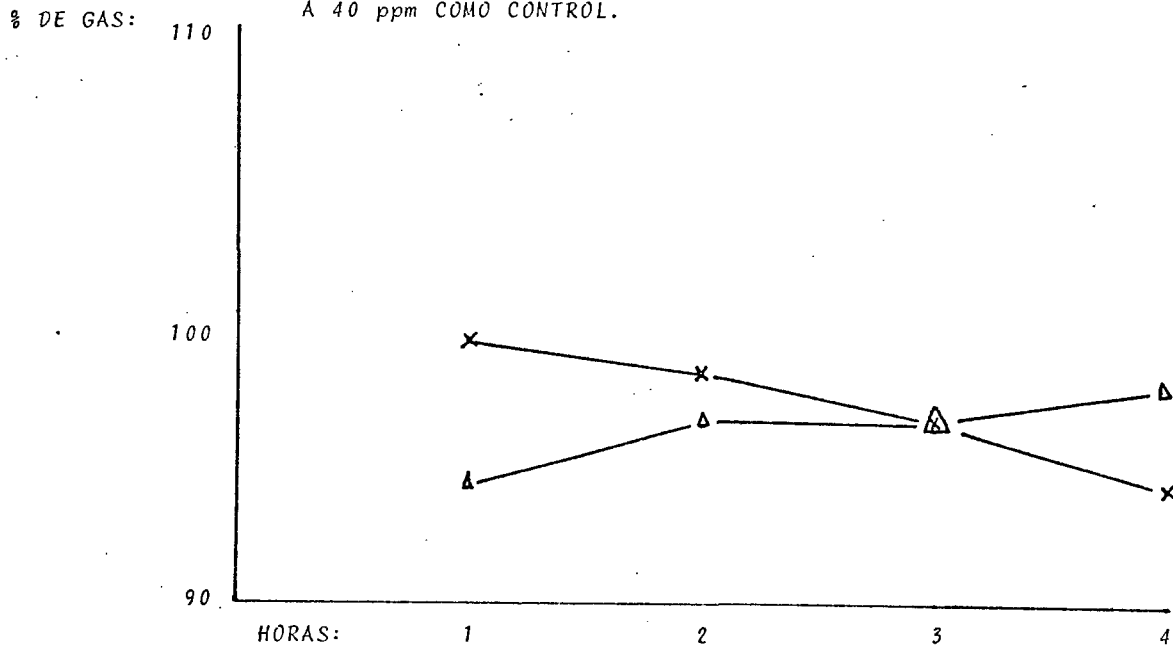


TABLA # 10

BOVINO "C" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO  
 EN LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO  
 DE CLOPIDOL Y RUMENSIN A 40 ppm. EN  
 RELACION AL CONTROL (BACITRACINA A 40 ppm.)

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por CLOPIDOL	# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por RUMENSIN
5	15	1	94.54	5	5	1	99.84
	15	2	96.21		5	2	98.47
	15	3	96.98		5	3	96.27
	15	4	97.91		5	4	94.48

BOVINO "C" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 COMPARACION DEL % DE GAS PRODUCIDO POR  
 CLOPIDOL Y RUMENSIN A 40 ppm CON BACITRACINA  
 A 40 ppm COMO CONTROL.



Δ Clopidol

x Rumensin

\* Bacitracina a 40 ppm = 100% de gas.

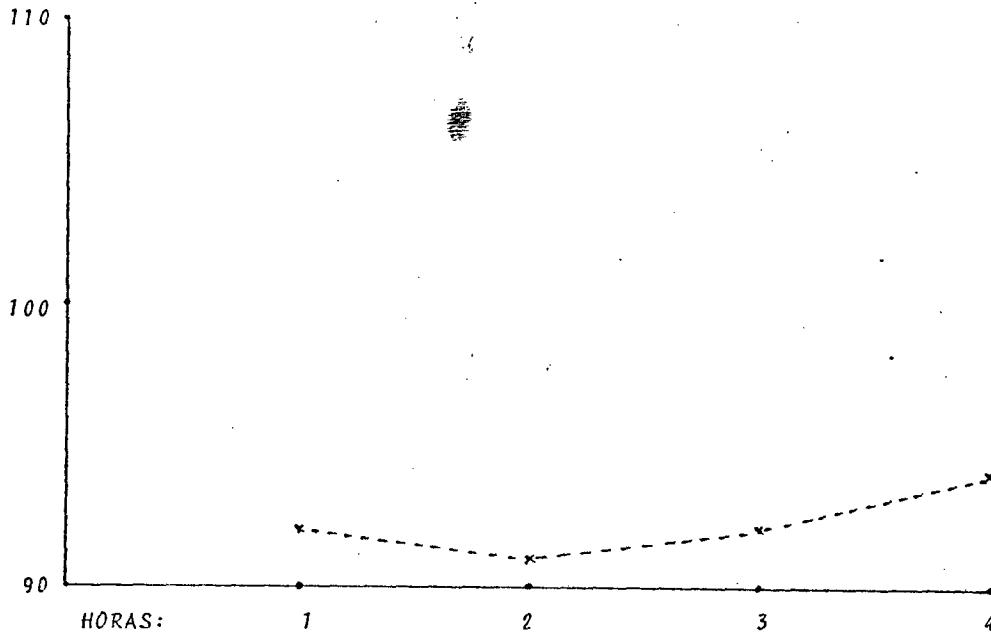
TABLA # 11

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
DETERMINACION DEL GAS PRODUCIDO EN LA  
FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO DE  
RUMEN SIN A 40 ppm. EN RELACION AL CONTROL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por Rumensin 40ppm en relación al control
5	8	1	92.21
5	8	2	91.49
5	8	3	92.75
4	5	4	94.33

BOVINO "B" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
 COMPARACION DEL % DE GAS PRODUCIDO POR  
 RUMENSIN A 40 ppm. CON EL CONTROL\*

% DE GAS:



x Rumensin a 40 ppm.  
 \* Control = 100% de gas

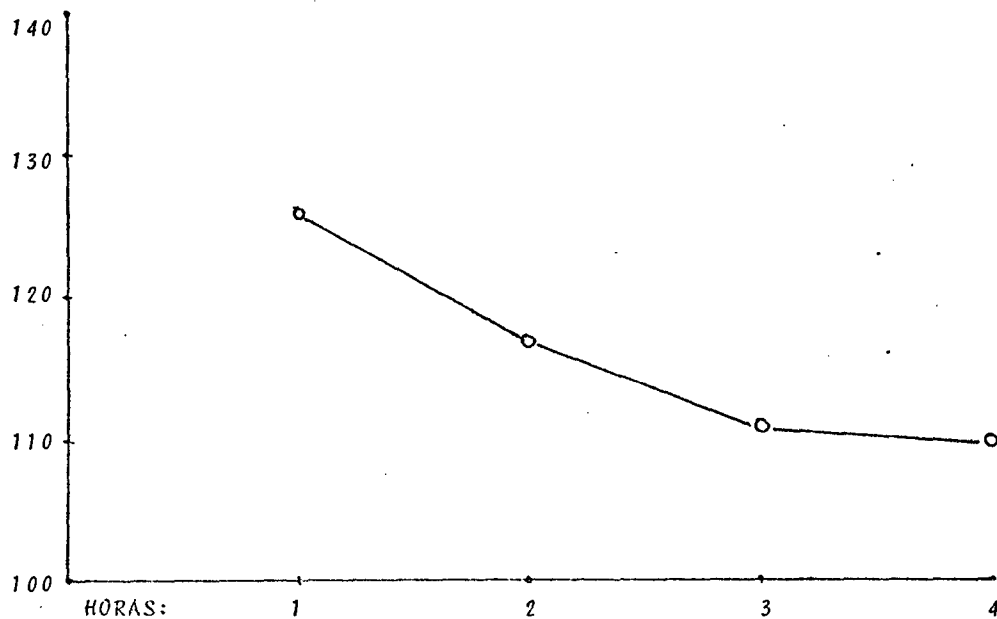
TABLA # 12

BOVINO "C" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
DETERMINACION DEL % DE GAS PRODUCIDO EN  
LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO DE  
BACITRACINA A 40ppm. EN RELACION AL CONTROL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas	Tiempo de Incubación en Horas	% de Gas Producido por Bacitracina a 40ppm en relación al Control
5	5	1	123.83
	5	2	117.68
	5	3	111.78
	5	4	110.49

BOVINO "C" - ALIMENTACION CONCENTRADO  
COMPARACION DEL % DE GAS PRODUCIDO POR  
BACITRACINA A 40 ppm. CON EL CONTROL

% DE GAS:



o Bacitracina a 40 ppm.  
\* Control = 100% de gas

TABLA # 13

RESUMEN DE LOS RESULTADOS POR LA ACCION  
 DE LAS DROGAS PROBADAS EXPRESADO EN % DE  
 LA INHIBICION DE LA PRODUCCION DE GAS EN  
 LA FERMENTACION DE RUMEN IN VITRO DEL  
BOVINO "A" MANTENIDO EN PRADERA DE ROTHES  
Y RYE GRAS. BOVINOS "B" y "C" ALIMENTADOS  
 CON CONCENTRADO

% de Inhibición de la Fermentación de Rumén in Vitro en el Bovino "A" mantenido en pradera		% de Inhibición de la Fermentación de rumén in vitro de los Bovinos - alimentados con concentrado	
Rumensin	66.66 %	Rumensin	57.14 %
Clopidol	33.33 %	Clopidol	62.50 %
Bacitracina	no se trabajó	Bacitracina	00 %

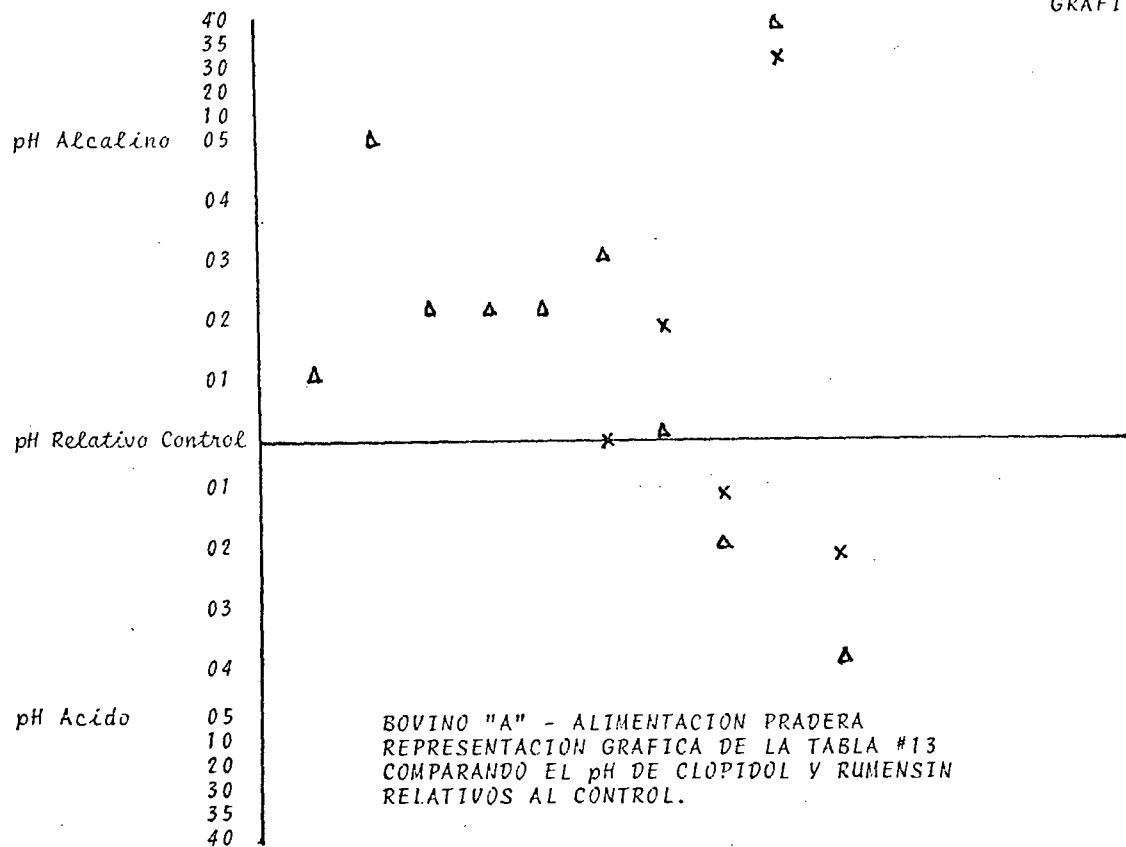
TABLA # 14

BOVINO "A" ALIMENTACION PRADERA  
 PROMEDIO DE LAS LECTURAS DE pH DE CLOPIDOL A 40 ppm  
 Y RUMENSIN A 40 ppm POR MUESTRA, COMPARANDOSE CON  
 EL CONTROL.

# Muestras Trabajadas	# Réplicas por muestra			Promedios del pH Normal	Promedio de pH		Diferencia del pH Clop.40ppm/Rumens.40ppm comparados con el control	
	Con.	Clop. 40ppm	Rumen 40ppm		Clop. 40ppm	Rumens. 40 ppm		
1	4	4		6.79	6.80		+ .01	
1	4	4		7.07	7.12		+ .05	
1	3	4		6.61	6.63		+ .02	
1	3	4		6.89	6.91		+ .02	
1	4	4		7.27	7.29		+ .02	
1	2	4	4	6.56	6.53	6.56	+ .03	= 0
1	2	4	4	6.14	6.14	6.16	=0	+ .02
1	2	4	4	7.21	7.19	7.20	= .02	- .01
1	2	4	4	6.54	6.89	6.84	+ .35	+ .30
1	2	4	4	7.11	7.07	7.09	- .04	- .02

+ Alcalino  
 - Acido  
 = Control





BOVINO "A" - ALIMENTACION PRADERA  
 REPRESENTACION GRAFICA DE LA TABLA #13  
 COMPARANDO EL pH DE CLOPIDOL Y RUMENSIN  
 RELATIVOS AL CONTROL.

Δ Clopidol  
 x Rumensin

TABLA # 15

BOVINOS "B" y "C" ALIMENTADOS CON CONCENTRADO  
 PROMEDIOS DE LAS LECTURAS DE pH DE CLOPIDOL A  
 4 ppm Y 4 ppm\*, RUMENSIN A 4 ppm Y 4 ppm \* POR  
 MUESTRA COMPARADOS CON EL CONTROL.

# Muestras Trabajadas	# Réplicas por Muestra			Promedio del pH Normal	Promedio de pH		Diferencia de pH de Clop.4 ppm/Rumens. 4ppm comparados con el con- trol	
	Cont.	Clop. 4 ppm	Rumen. 4 ppm		Clop. 4 ppm	Rumens. 4 ppm		
1	2	4	4	5.17	5.16	5.17	- .01	= 0
1	2	4	4	5.15	5.15	5.15	= 0	= 0
1	2	4	4	5.09	5.09	5.10	= 0	+ .01
1	2	4	4	5.24	5.24	5.25	= 0	+ .01
		Clop* 4 ppm	Rumen* 4 ppm		Clop* 4 ppm	Rumen* 4 ppm	Clopidol* 4 ppm	Rumensin* 4 ppm
1	2	3	3	4.91	4.91	4.91	= 0	= 0
1	2	3	3	ε 5.50	4.87	4.88	- .63	- .62
1	2	4	4	5.19	5.19	5.22	= 0	+ .03
1	2	4	4	5.18	5.17	5.19	- .01	+ .01
1	2	4	4	4.85	4.84	4.88	- .01	+ .03
1	2	4	4	5.29	5.29	5.34	= 0	+ .05

- \* Adición de .5cc de Propilen Glicol
- ε Lectura de pH Inicial sin Incubar
- + Alcalino
- = Control
- Acido

TABLA # 16 (Continuación de Tabla # 15)

BOVINOS "B" y "C" - ALIMENTADOS CON CONCENTRADO  
 PROMEDIOS DE LAS LECTURAS DE pH DE CLOPIDOL A  
 20ppm, 40ppm, RUMENSIN A 40 ppm Y BACITRACINA A  
 40 ppm POR MUESTRA, COMPARADOS CON EL CONTROL

# Muestras Trabajadas	# de Réplicas por Muestra				Promedio del pH Normal	Promedio de pH			Diferencia de pH de Clop. 20ppm   Rum. 40ppm   Bac. 40ppm comparados con el Control		
	Cont.	Clop. 20ppm	Rum. 40ppm	Bac. 40ppm		Clop. 20ppm	Rum. 40ppm	Bac. 40ppm			
1	2	3	3		5.40	5.40	5.42		= 0	+ .02	
1	2	3	3		5.35	5.35	5.36		= 0	+ .01	
		Clop. 40ppm	Rum. 40ppm	Bac. 40ppm		Clop. 40ppm	Rum. 40ppm	Bac. 40ppm	Clopidol 40 ppm	Rumensin 40 ppm	Bacitrac. 40 ppm
1	4	4			5.10	5.11			+ .01		
1	4	4			5.05	5.05			= 0		
1	4	4			5.35	5.36			+ .01		
1	4	3			5.49	5.50			+ .01		
1	4	2	2		5.54	5.55	5.54		+ .01	= 0	
1	5	2	3		5.48	5.50	5.51		+ .02	+ .03	
1	1	3	1	5	5.32	5.33	5.31	5.32	+ .01	- .01	= 0
1	1	3	1	5	5.35	5.37	5.35	5.36	+ .02	= 0	+ .01
1	1	3	1	5	5.61	5.57	5.64	5.59	- .04	+ .03	- .02
1	1	3	1	5	5.34	5.34	5.32	5.34	= 0	- .02	= 0
1	1	3	1	5	5.56	5.57	5.56	5.57	+ .01	= 0	+ .01

+ Alcalino  
 = Control  
 - Acido



INTERPRETACION DEL pH EN PORCENTAJE DE LA GRAFICA #14  
 BOVINO "A" - ALIMENTADO EN PRADERA- GRAFICAS #15 y 16  
 BOVINOS "B" y "C" - ALIMENTADOS CON CONCENTRADO  
 COMPARADOS CON EL pH RELATIVO DEL CONTROL

BOVINO "A" ALIMENTADO EN PRADERA pH RELATIVO AL CONTROL			BOVINOS "B" y "C" ALIMENTADOS CON CON- CENTRADO- pH RELATIVO AL CONTROL		
<i>Clopidol</i>	+	70.00 %	<i>Clopidol</i>	+	34.78 %
<i>Clopidol</i>	=	10.00 %	<i>Clopidol</i>	=	43.48 %
<i>Clopidol</i>	-	20.00 %	<i>Clopidol</i>	-	21.74 %
<i>Rumensin</i>	+	40.00 %	<i>Rumensin</i>	+	52.63 %
<i>Rumensin</i>	=	20.00 %	<i>Rumensin</i>	=	31.58 %
<i>Rumensin</i>	-	40.00 %	<i>Rumensin</i>	-	15.79 %
			<i>Bacitracina</i>	+	40.00 %
			<i>Bacitracina</i>	=	40.00 %
			<i>Bacitracina</i>	-	20.00 %

- + Hacia la alcalinidad
- = Igual que el control
- Hacia la acidez

## D I S C U S I O N

Como se puede observar en las Gráficas # 1 y 2 del Bovino "A" alimentado en pradera, Rumensin a 40 ppm en 2 de 2 pruebas deprimió la fermentación de Rumen *in vitro* comparado con el control. En 1 de 2 de estas mismas pruebas (Gráfica # 1), Rumensin inhibió la fermentación comparado con Clopidol. Incrementando su actividad ambas drogas hacia el término del período de incubación.

Clopidol a 40 ppm en 1 de 2 pruebas deprimió la fermentación de rumen *in vitro* comparado con el control y con Rumensin, como lo muestra la Gráfica # 2.

Tomando en cuenta lo anterior, podemos decir -- que Clopidol tuvo un efecto menos constante en la inhibición de la producción de gases de la fermentación de rumen *in vitro*, ya que en la Gráfica # 1 tiene un efecto menos depresivo al compararlo con el control y con Rumensin. En la Gráfica # 2 Clopidol tiene un efecto depresivo de la -- producción de gases de la fermentación de rumen *in vitro*, -- comparado con el control y con Rumensin. Asimismo Rumensin tuvo un efecto más constante, ya que en las Gráficas -- #1 y 2 deprimió la fermentación comparada con el control y solamente en un caso (ver Gráfica # 2) su efecto fue inferior a Clopidol.

En la Gráfica # 3 se hace una comparación directa de Clopidol a 40 ppm con Rumensin a 40 ppm. En esta -- prueba Clopidol deprimió la producción de gases de la fermentación de rumen *in vitro* en la primera hora, igual que Rumensin en la segunda hora. Sin embargo, perdió su efecto a medida que transcurrió el período de incubación, ya -- que a la cuarta hora quedó con un 2% por arriba de Rumensin.

Esta vareabilidad de la acción de la droga se -- puede atribuir a que: la flora ruminal predominante en los animales alimentados en pastoreo es poco sensible a la acción de Clopidol, o que la acción de Clopidol no se manifiesta tan intensamente en las bacterias de tipo metanogénicas, aunque de una u otra manera ahorra energía y proteína, ya que los animales que la reciben en pastoreo ganan más peso que los controles (Pulido 1975 (15)).

Al recapitular los resultados de las pruebas del bovino "A" mantenido en pradera (Ver Tabla #13), podemos observar las diferencias en el porcentaje de inhibición de la producción de gas, de ambos productos. Dichas diferencias podrían deberse a:

- a) A que actúan en diferente forma sobre la flora ruminal o en diferentes tipos de bacterias.
- b) Teniendo en cuenta la baja solubilidad de la droga estos resultados podrían deberse a que en el rumen *in vitro*, la cantidad de ácidos grasos volátiles que se forman es baja, lo que sería negativo para solubilizar al Clopidol, cosa que no ocurre *in vivo*. Esto podría explicar las diferencias observadas.
- c) Otra posibilidad es que el Clopidol para ser utilizado como un regulador de las funciones ruminales en animales en pastoreo necesita un período previo de acostumbramiento de la flora a la droga para que ésta manifieste su eficiencia, puesto que las pruebas *in vivo* (Pulido 1975) se observan efectos biológicos que indican que los animales que reciben Clopidol están utilizando más eficientemente el alimento que los testigos, lo que significa que hay una mejor utilización de la energía y proteínas de la ración (15).

- d) Una cuarta posibilidad citada por Noller (9), es que - el pH ligeramente alcalino en el rumen, actúa como un buffer. En el intestino delgado se disminuye la pérdida de energía debido a una mejor digestibilidad de las paredes celulares del forraje y a una mejor digestión del almidón, lo que da por resultado cambios en la flora del intestino y una mejor velocidad de crecimiento y más eficiencia en el metabolismo.
- e) Otra posibilidad es que, como se menciona en la literatura citada al inicio, que Clopidol da origen a la formación de ácido acético y ácido butírico; además debemos de tomar en cuenta que la mayor eficiencia de Rumensin podría deberse a una mayor producción de ácido propiónico (14).

En lo que respecta a los resultados obtenidos -- con el líquido ruminal procedente del bovino mantenido en libre pastoreo se observa que en este caso la acción de Rumensin fue muy superior a la de Clopidol. Posiblemente debido a que en el licor ruminal del animal en pastoreo existe una flora diferente, la cual sólo es en bajo porcentaje sensible a la acción de Clopidol.

Al resumirse el efecto de los diferentes tratamientos en el pH del líquido ruminal, se puede apreciar en la Tabla #17, en lo que respecta a pradera, que Rumensin - produjo mayor acidez en un 40% de las muestras comparadas con el control.

En cambio las muestras con Clopidol fueron más - ácidas que el control en un 20%. Esto podría significar - que Clopidol, como se mencionó anteriormente, antes de discutir la producción de gas, necesita un previo acostumbramiento de la flora ruminal para producir las modificaciones necesarias para una mejor producción de ácidos grasos volátiles.



Los resultados obtenidos de la fermentación de rumen *in vitro* del líquido ruminal de los bovinos alimentados con concentrado, podemos ver en la Gráfica #4 que al comparar Clopidol y Rumensin a 4 ppm con el control, Rumensin tiene un efecto depresivo en la producción de gas, de una manera muy ligera, ya que está con un 1% por debajo -- del control. En cambio Clopidol fue inefectivo, ya que no deprimió la fermentación comparado con el control, quedando con un 2% por arriba de éste.

Si observamos la curva del período de fermentación de Clopidol, se aprecia un efecto biológico de la droga, ya que tiende a inhibir la producción de gas a medida que transcurre el período de incubación. Esto nos sugiere que posiblemente la solubilidad de la droga sea muy baja o que su mecanismo de absorción y actividad biológica -- necesite más horas para manifestar una plena actividad.

En la Gráfica #5 se hace una comparación de Rumensin y Clopidol a 4 ppm, más la adición de .5cc de Propilén Glicol comparados con el control, en donde Rumensin -- tiene un comportamiento muy errático, inhibiendo la producción de gas al término del período de incubación con un 1% comparado con el control. Clopidol no tuvo efecto depresivo de la fermentación, quedando con un 4% por arriba del -- control. En las gráficas #6 y 7, se hace una comparación directa de Clopidol con Rumensin, bajo las mismas condiciones a 4 ppm más la adición de .5cc de Propilén Glicol. Clopidol deprimió la fermentación en ambas pruebas, con un -- 11% en la Gráfica #6 y con un 1% en la Gráfica #7.

Si observamos la curva trazada por Clopidol en -- el transcurso del período de incubación de las Gráficas #4 5, 6 y 7, podemos apreciar que Clopidol tiende a deprimir la producción de gases de la fermentación de rumen *in vitro*, lo cual nos confirma lo antes expuesto en el caso del

bovino "A" alimentado en pradera. La limitante que tiene Clopidol a esta concentración de 4 ppm para ejercer su actividad biológica es la solubilidad. Sin embargo, el Propilen Glicol agregado al sistema parece mejorar la actividad biológica, pues en un 66.66% de las pruebas fue mejor que Rumensin (Ver Gráficas #5, 6 y 7). Este incremento a la actividad podría explicarse de dos formas:

- a) El Propilen Glicol mejora la solubilidad de la droga, ya que en agua, por ejemplo, tiene una solubilidad de 4 microgramos/ml. y en alcohol metílico es de 50 microgramos. Teniendo en cuenta que el Propilen Glicol es un alcohol, existe una fuerte posibilidad de que esa sea la causa de este aumento de actividad biológica. El Índice Merck 1976 lo cita como un solvente para farmacéuticos (20).
- b) El Manual de Propilen Glicol de la Casa Dow, Página 5- dice que muchos materiales, inmiscibles con el agua pueden hacerse solubles en ella por medio de sus enlaces químicos al adicionar el Propilen Glicol. El Propilen Glicol es también un tensoactivo, ya que su tensión superficial es menor que la del agua y actúa como un agente humectante. Teniendo en cuenta este hecho, podríamos suponer que la adición de un tensoactivo a una sustancia micronizada como lo es el Clopidol aumentaría la superficie de contacto entre la droga y los solventes orgánicos que están presentes en el líquido ruminal. Al dispersarse las partículas aumentarían la posibilidad de contacto entre la droga y el substrato biológico.

En la Gráfica #8 se hace una comparación de Clopidol a 20 ppm con Rumensin a 40 ppm en donde Clopidol tiene un efecto depresivo de la producción de gas hacia el término del período de incubación, quedando con un 8% por debajo de Rumensin.

En la Gráfica #9, al comparar Clopidol a 20 y 40 ppm con el control, podemos apreciar que Clopidol a 20 ppm no deprimió la fermentación quedando con un 10% por arriba del control. Siendo hasta cierto punto inconstante su actividad biológica a esta concentración, ya que si observamos estas dos gráficas (# 8 y 9), Clopidol representa un -50% de actividad. La curva trazada durante el período de incubación tiende a ser similar a las de las Gráficas # 4, 5, 6 y 7, en diferentes concentraciones, lo cual reafirma lo antes expuesto que, a medida que transcurre el período de incubación, tiende a deprimir la producción de gases de la fermentación de rumen *in vitro*.

Clopidol a 40 ppm comparado con el control en la Gráfica #9, tiene un efecto inhibitorio de la producción de gas, en todo el período de incubación.

En la Gráfica #10 lo encontramos a Clopidol y Rumensin a 40 ppm comparados con Bacitracina a 40 ppm. Observándose que ambas drogas son más constantes a 40 ppm. En la inhibición de la producción de gas, en la fermentación de rumen *in vitro*. Al observar a Rumensin en forma individual, comparado con el control (Gráfica #11) deprimió la producción de gas de una manera apreciativa, quedando con un .6% por debajo del control.

Al comparar Bacitracina a 40 ppm con el control, podemos apreciar en la Gráfica #12 que Bacitracina en ningún momento deprimió la producción de gas en la fermentación de rumen *in vitro*, quedando con un 10% por arriba del control. Si observamos la curva trazada por Bacitracina hacia el término del período de incubación, tiende a deprimir la producción de gas, lo cual nos indica una baja solubilidad de esta droga.

El Índice Merck 1976. (20) cita que Bacitracina -

tiende a ser insoluble a pH de 6 a 3; por lo tanto sus resultados en estas pruebas fueron negativos.

En el caso de Bacitracina en ninguna de las pruebas se observó inhibición de la fermentación, por lo que podemos pensar que Bacitracina difícilmente disminuye el gasto o pérdida de energía durante los procesos metabólicos del rumen. En cambio las dos drogas antes mencionadas tienen una alta posibilidad de actuar como promotores de crecimiento en especial en bovinos que reciben concentrado puesto que la inhibición de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  en los procesos fermentativos del rumen implica un ahorro de energía metabólica que se transforma más tarde en carne y leche.

Si resumimos los resultados de todas las pruebas verificadas con los diferentes niveles de las drogas, se observa que Clopidol produjo un mayor porcentaje 62.5% de eficacia. En segundo término tenemos a Rumensin con un 57.14% de porcentaje de inhibición, de la fermentación de rumen *in vitro*, como lo muestra la Tabla # 13.

En el caso del efecto de estas drogas en el líquido ruminal del bovino alimentado con concentrado se puede observar que Clopidol produjo una mayor acidez, 21.74% seguida muy de cerca por Rumensin, 15.79%. (Ver Tabla # 17).

Estas observaciones coinciden con los datos obtenidos en efecto de estas drogas en producción de gas en las que Clopidol también fue más frecuente, lo que significa que una mayor cantidad de energía se convirtió en ácidos grasos volátiles y que a esto se debe la mayor acidez del líquido ruminal.

En el caso de Bacitracina, los datos obtenidos en pH y producción de gas son contradictorios aparentemente, ya que produjo tanta acidez como Clopidol y nunca inhibió la producción de gas.

Sin embargo, debemos tomar en cuenta la baja solubilidad de la droga, ya que esto podría explicarse en base a que la acidez del líquido ruminal puede ser influenciada por el  $\text{CO}_2$ .

## C O N C L U S I O N E S

- 1) Clopidol fue la droga más eficiente desde el punto de vista de conservación de energía y producción de ácidos grasos volátiles en líquido ruminal de bovinos alimentados con concentrado.
- 2) Rumensin fue en un 5.95% menos eficiente que Clopidol en los cambios de pH y en un 5.36% menos eficiente en la inhibición de producción de gas en el líquido ruminal de los bovinos alimentados con concentrado.
- 3) En el líquido ruminal del bovino mantenido en pastoreo Rumensin fue superior a Clopidol en un 66.66% en la -- inhibición de producción de gas y en un 20% en cuanto a acidez.
- 4) Al disminuir Clopidol y Rumensin, la velocidad de la fermentación disminuye las posibilidades de ruminitis.
- 5) Bacitracina no mostró ningún efecto positivo para ambos parámetros.

## S U M A R I O

Los efectos de Rumensin, Bacitracina y Clopidol en la fermentación de rumen *in vitro* fueron determinados en un período de incubación de 4 horas, en especial el porcentaje de inhibición de la producción de gas, así como sus cambios de pH.

En el bovino mantenido en libre pastoreo Rumensin tiene un 66.66% y Clopidol un 33.33% de inhibición de la producción de gas en la fermentación de rumen *in vitro*. El pH de Rumensin está con un 40% hacia el lado ácido y Clopidol con un 20%.

En los bovinos alimentados con concentrado Clopidol deprimió la producción de gas en la fermentación de rumen *in vitro* en un 62.50% y Rumensin en un 57.14%. Bacitracina tiene un efecto negativo, ya que no deprimió la fermentación en ninguna de sus pruebas. El pH de Clopidol está en un 21.74% hacia el lado ácido. Bacitracina al no deprimir la fermentación, probablemente la concentración de CO<sub>2</sub> es lo que nos da el pH en un 20% de tendencia a la acidez, siendo negativo en ambos parámetros. El pH de Rumensin tiene un 15.79% hacia la acidez.

## B I B L I O G R A F I A

- 1) BLAXTER, K. I.  
Metabolismo Energético de los Rumiantes  
Editorial Acribia  
Zaragoza, España  
1964  
Págs. 191 - 193
- 2) COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORG.  
Dow Chemica, USA  
East Melbourne, Victoria, Australia  
November 9, 1972
- 3) CHURCH, D. C.  
Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes  
Universidad del Edo. de Oregon, USA  
Departamento de Ciencia Animal  
Vol. I y III  
1974
- 4) C. S. C. (Commercial Solvens Corporation)  
Animal Health and Nutrition Division  
Baciferm in Beef Cattle Ration  
New York, USA
- 5) IOWA STATE UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
Two Feeding Trials Testing the Value of a New Feed  
Additive (Rumensin) in Cattle Feedlot Rations  
Experimental Station  
Agriculture and Home Economics  
Cooperative Extension Service  
Amex, Iowa  
July 1975
- 6) JOHNSON R.  
Techniques and Procedures for In Vitro and In Vivo  
Rumen Studies  
Journal of Animal Science  
Vol. 25  
October 1969  
Pág. 855
- 7) KUCERS A. AND MC.BENETT  
The Use of Antibiotics  
Lipincott, Philadelphia - USA  
Second Edition  
1975  
Pág. 241 - 243



- 8) MUNOZ, C. P.  
3-5 Diclono, 2-6 Dimetil-4-Piridinol en el Tratamiento  
de la Disenteria  
Tesis Profesional  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad de Guadalajara  
1976
- 9) NOLLER H. CARL  
Low Intestine pH Correction May Help Digestibility: Purdue  
Feedstuffs  
Vol. 50 # 14  
Abril 3, 1978  
Pág. 13
- 10) PARRA  
Efecto del Meticlorpindol en la Producción Láctea de  
Ganado Lechero Estabulado  
Tesis Profesional  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad de Guadalajara  
1977
- 11) PENDINGTON  
Animal Research Review of Clopidol  
Clopidol Meeting  
1977
- 12) PHILLIPSON A. T.  
Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant  
Oriel Press Limited  
1970  
Pág. 406 - 420
- 13) POTTER E. I. RAUN, COOLEY, RATHMACHER AND RICHARDSON  
Effect of Monensin on Efficiency of Feedlot Cattle  
Journal of Animal Science  
Vol. 43  
1976
- 14) POTTER E. I. RAUN, COOLEY, RATHMACHER AND RICHARDSON  
Effect of Monensin on Carcass Characteristics  
Carcass Composition and Efficiency of Converting  
Feed to Carcass  
Journal of Animal Science  
Vol. 43 # 3  
1976

- 15) PULIDO  
Utilización de Metilcloropindol en Ganado Bovino de  
Engorda en Semipastoreo  
Granja Experimental Dow Química Mexicana  
Tesis en Desarrollo  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad de Guadalajara  
1975
- 16) RAUN A. P. COOLEY, RATHMACHER, RICHARDSON AND POTTER  
Effect of Different Levels of Monensin on Feed  
Efficiency  
Ruminal and Carcass Characteristics of Cattle  
Journal of Animal Science  
Vol. 25  
1974
- 17) RAUN, A. P.  
Cattle Feed, Additive Cleared  
Daily Animal Nutrition Research  
Journal of Animal Science  
Vol. 43  
1976
- 18) SATTER I. D. AND WHITLOW: Universidad de Wisconsin  
Resistance of Protein in Brewers Dried Grains to  
Microbial Degradation in the Rumen  
Feedstuffs  
Vol. 49 # 50  
Diciembre 5 de 1977
- 19) SNIFFEN J.  
New Concepts in Protein Nutrition for Dairy Cattle  
Feedstuffs  
Vol. 49 # 45  
Pág. 23  
Octubre de 1977
- 20) THE INDICE MERCK  
An Encyclopedia of Chemicals and Drugs  
Rahway, N. J. - USA  
Ninth Edition  
Pág. 1017  
1976
- 21) THORTON J. H., OWENS, TEMENAGER AND ROBERT TOTUSEK  
Oklahoma Agriculture Experimental Station  
Rumian Nutrition: Abstract # 475  
Journal of Animal Science  
Vol. 43 # 1  
1976

- 22) TOLLET  
Pruebas de Digestibilidad de Materia Seca In Vitro  
Animal Research Review of Clopidol  
Clopidol Meeting  
1977
- 23) VAN NEVEI AND DEMEYER  
Effect of Monensin on Rumen Metabolism in Vitro  
Applied and Environmental Microbiology  
Vol. 34 # 3  
September 1977