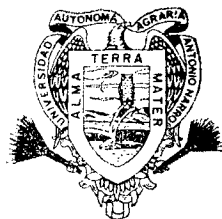


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
PROGRAMA DE GRADUADOS**



**ALIMENTACION DE CORDEROS CRIOLLOS CON  
RACIONES, CONTENIENDO DIFERENTES CONCENTRADOS  
PROTEICOS, TRATADOS CON FORMALDEIDO.**

**POR**

**JAIME MOISES RODRIGUEZ DEL ANGEL**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD CIENCIA ANIMAL**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA MEXICO**

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OPTAR AL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD EN CIENCIA ANIMAL

COMITÉ PARTICULAR:

PRESIDENTE:

DR. DAVID RODRIGUEZ MALTOS

VOCAL:


DR. JESÚS TORRALBA ELQUEZABAL

VOCAL:

LIC. Y M.C. CRIMILIO PADRÓN CORRAL

SUBDIRECTOR DE POSTGRADO:

DR. JESÚS TORRALBA ELQUEZABAL.

Universidad Autónoma  
"ANTONIO DE SÁ" 

BIBLIOT

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., MÉXICO.

## DEDICATORIA

A mi Padre: Alfonso Rodríguez Cancino.

Quien con su ejemplar esfuerzo y dedicación me forjo un carácter y me transmitió una motivación constante de superación.

A mi Madre: Consuelo del Angel de Rodríguez.

Es muy difícil para una mujer forjar un hombre, tú - con tus desvelos, sacrificios, dedicación y con la - ayuda de Dios, forjaste un hijo.

Gracias Mamá.

Con profundo cariño para quienes comparten todo conmigo y de quienes sólo amor recibo.

Elsa Mireya.

Elsa María.

A mis Hermanos:

José Alfonso.

María del Rosario.

Jorge Ariel.

A mi Alma Terra Mater.

## MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO

Al Dr. David Rodríguez Maltos, asesor principal del presente estudio y que gracias a su ayuda y orientación fue posible la realización de este trabajo.

Al Dr. Jesús Torralba Elguezabal, por sus acertadas críticas y por su ayuda en la revisión del texto.

Al M.C. Emilio Padrón Corral, por su ayuda desinteresada en la planeación de este trabajo experimental.

Al M.C. Regino Morones, quien con su enseñanza despertó y acrecentó mi vocación.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera me brindaron su ayuda en la realización de esta tesis.

## INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	4
MATERIALES Y METODOS	13
RESULTADOS Y DISCUSION	
Estudio <u>in vitro</u>	20
Conclusiones	25
Resumen	26
Estudio <u>in vivo</u> con ratones	27
Conclusiones	35
Resumen	36
Consideraciones sobre la primera y segunda fase del estudio	38
Estudio <u>in vivo</u> con corderos	41
Conclusiones	48
Resumen	49
LITERATURA CITADA	51
APENDICE. Análisis estadístico y datos originales de las variables respuesta del estudio	54

## INDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Contenido de proteína en los concentrados proteicos utilizados y ml de formaldehído aplicados por kilogramo, de acuerdo a su contenido proteico.	14
2	Ingredientes y cantidades utilizados en las raciones utilizadas en la alimentación de ratones albinos.	15
3	Porcentajes de aplicación de formaldehído y contenido de proteína en los concentrados proteicos utilizados en la alimentación de ratones albinos.	16
4	Tratamientos nivel de proteína en la ración y porcentaje de aplicación de formaldehído en los diferentes concentrados proteicos utilizados en la alimentación de corderos criollos.	18
5	Ingredientes, tratamientos y cantidades utilizadas en las raciones para la alimentación de corderos criollos.	19
6	Contenido de nitrógeno en forma amoniacal en el fluido ruminal posterior a la digestión <u>in vitro</u> de los concentrados proteicos (h. de soya, h. girasol, harinolina y cartarina) tratados con diferentes niveles de formaldehído.	21
7	Aumento de peso de ratones alimentados con raciones cuya fuente proteica principal fue tratada con diferentes niveles de formaldehído.	28

Tabla		Pág.
8	Consumo de alimento diario (g/día) en ratones albinos (en grupos de tres) sometidos a dietas con diferentes concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina) y diferentes concentraciones de aplicación de formaldehído (0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%).	33
9	Conversión alimenticia de raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina) y diferentes concentraciones de aplicación de formaldehído (0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%) administrados a ratones albinos.	33
10	Aumentos de peso (kg) y promedios ajustados por tratamiento de corderos alimentados con raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos tratados con formaldehído.	41
11	Consumo de alimento (kg) y promedios ajustados por tratamiento de corderos alimentados con raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos tratados con formaldehído.	45
12	Número de animales, días de alimentación, peso inicial, peso final, ganancia diaria, consumo de alimento, conversión alimenticia, costo por kilogramo de alimento y costo por kilogramo de peso aumentado para corderos alimentados con raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos tratados con formaldehído.	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Metabolismo del nitrógeno en los rumiantes.	6
2	Relación entre el contenido de nitrógeno en forma amoniacal en el rumen y la aplicación de formaldehído en diferentes niveles a los concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina).	23
3	Relación entre el aumento de peso de ratones albinos y la aplicación de formaldehído en diferentes porcentajes a los concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina), los cuales fueron fuente proteica principal de las raciones.	31
4	Relación entre las fases <u>in vitro</u> e <u>in vivo</u> con ratones para los diferentes concentrados proteicos tratados con formaldehído.	40



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

Gran parte de la proteína utilizada para el consumo humano proviene de la carne producida en las engordas de ganado, siendo su composición proteínica de alto valor nutritivo en comparación con otros alimentos.

En nuestro país, la producción de carne en corral forma parte importante de la economía nacional, sin embargo, la mayoría de las explotaciones dedicadas a esta área de la producción se ven afectadas por un sin número de factores adversos, entre los que destaca el aspecto alimenticio, debido a su costo económico.

Este problema se ha tratado de solucionar de muchas maneras siendo una de ellas la suplementación con alimentos altos en contenido proteico como los subproductos de la industria oleica, debido a que alrededor del 95% del nitrógeno de las semillas oleaginosas está en forma de proteína verdadera con una digestibilidad del 75 al 95%, y de buena calidad, considerando que el contenido de proteína de estas semillas es más alto que en los cereales y en algunos casos, su calidad se aproxima a la de algunas proteínas de origen animal, aunque en general son inferiores a estas últimas (16).

El alto contenido de proteína de un insumo no es muy significativo para los rumiantes ya que el valor nutritivo de una proteína está influenciada por el grado en que es desintegrada hasta amoníaco en el rumen y en el grado en que es atacada por los microorganismos, dependiendo esto de su naturaleza física y su solubilidad (16).

En los últimos años, con el propósito de reducir la solubilidad de las proteínas de alto valor biológico a nivel ru -

men, y para que éstas sean aprovechadas más eficientemente por el animal, se han aplicado métodos para proteger la proteína, siendo estos principalmente: físicos, como la aplicación de calor; químicos, utilizando solventes orgánicos y otros métodos.

Los resultados obtenidos con estos métodos han sido variables, destacando el uso del método químico, utilizando formaldehído, solvente químico, que aplicado en ciertas dosis a los concentrados proteicos, reduce notablemente la solubilidad de la proteína a nivel rumen.

Hughes y Williams (12) mencionan que si la ración alimenticia cumple con los requisitos o necesidades nutritivas propias del animal, los microorganismos específicos que utiliza el amoníaco producido en el rumen, se reproducen más rápidamente al contar con fuentes de energía, aumentando así el volumen de proteína microbiana, lo cual impide que la notoriedad del tratamiento con formaldehído se manifieste con manera impactante.

Dada la importancia que tiene el aumentar la eficiencia en utilización de la proteína por los rumiantes se llevó a cabo esta investigación la cual se efectuó en tres etapas, teniendo como finalidad los siguientes objetivos:

#### PRIMERA ETAPA

##### Estudio in vitro.

Evaluar el nivel o niveles más apropiados de aplicación de formaldehído a los concentrados proteicos h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina para protegerlos de la de

gradación microbiana a nivel rumen, y que a su vez, estos niveles de formaldehído no sean limitantes para que su proteína sea utilizada eficientemente a nivel abomaso e intestino delgado.

#### SEGUNDA ETAPA

Estudio in vivo con ratones.

Alimentar ratones con raciones que contengan su fuente proteica principal protegida con formaldehído y seleccionar los mejores niveles de aplicación en base al aumento de peso en los mismos.

#### TERCERA ETAPA

Estudio in vivo con corderos.

De los resultados obtenidos en la primera y segunda etapa, seleccionar aquel nivel de aplicación de formaldehído que cumpla satisfactoriamente con los objetivos anteriores, y nivel que se utilizará para alimentar corderos con raciones con teniendo h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina, - tratados contra no tratados, tomando en cuenta que las raciones con proteína tratada, contendrán tres unidades menos de proteína por kilogramo de alimento, evaluando su efecto en base al aumento de peso.

## LITERATURA REVISADA

Por lo general se usan dos términos para definir el valor nutritivo de una proteína: digestibilidad y valor biológico; el primero es la proporción de las proteínas ingeridas que no son excretadas por el animal y el segundo es la eficiencia de las sustancias nitrogenadas absorbidas y utilizadas en la reparación y construcción de los tejidos, lo cual está dado por su composición en aminoácidos (16).

En los rumiantes la proteína ingerida igual que otros alimentos, están sujetos al ataque de la población microbiana del rumen durante la fermentación, sufriendo una degradación antes de llegar al abomaso e intestino delgado. Hay evidencia de que las proteínas verdaderas en el alimento, son desdobladas principalmente en el rumen, constituyendo primeramente aminoácidos y finalmente ácidos grasos volátiles, amoníaco, anhídrido carbónico y metano, de éstos, los compuestos simples nitrogenados, son utilizados por los microorganismos para su crecimiento y reproducción (21).

Por lo anterior, se vuelve aparente que el rumiante absorbe sus aminoácidos esenciales de dos fuentes, primeramente de la digestión de proteína microbiana sintetizada en el rumen, y segundo, de la digestión de la proteína de la dieta, la cual escapó a la fermentación (15).

En general, los cambios que ocurren en el rumen son ventajosos para el animal cuando su dieta contiene proteínas de bajo valor biológico, pero puede ser desventajoso cuando en la dieta están contenidas proteínas de alto valor nutritivo: cualquier ventaja aparente que resulte de la conversión de proteína microbiana en el rumen, cuando se trata de proteína

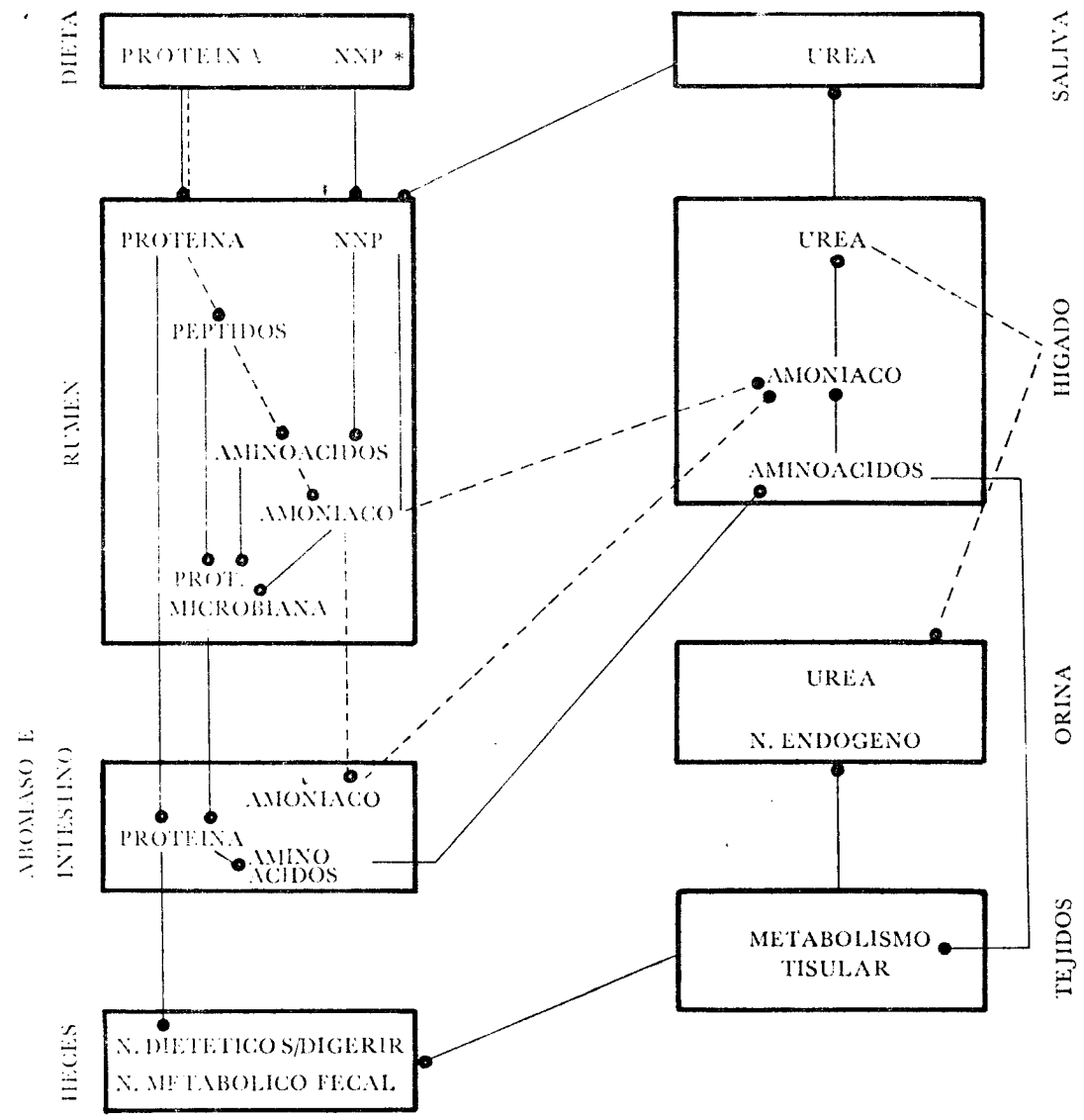
de buena calidad, es compensada en términos de la utilización total de la proteína a nivel abomaso e intestino delgado, debido al posible desperdicio de nitrógeno en forma de amoníaco, que sucede durante la fermentación en el rumen, y por el hecho de que la proteína microbiana formada es de digestibilidad relativamente baja, además de que el nitrógeno de diferentes proteínas, es retenido más eficientemente por los rumiantes cuando las proteínas son agregadas directamente que cuando son agregadas por vía oral (1, 22).

Mc Donald (15), demostró que la desintegración de las proteínas en el rumen era de importancia cuantitativa para el animal y concluyó que el amoníaco es uno de los principales productos finales de la desintegración de las proteínas, cuya cantidad depende de la naturaleza de las mismas y de la proporción de hidratos de carbono en la ración. Estos trabajos fueron los que establecieron las bases del metabolismo del nitrógeno en los rumiantes.

Los puntos de vista actuales acerca de las vías del metabolismo del nitrógeno en los rumiantes según Annison y Lewts (1), están expresados en la figura 1, así mismo ellos afirman que el grado en que las proteínas son degradadas parece que depende más de las propiedades de las proteínas que de la población microbiana del rumen, y que la naturaleza de las proteínas que constituyen la dieta del animal, no influye en la velocidad de fermentación en el rumen.

Existen trabajos efectuados por Mc Donald (15) en donde se demuestra que parte de las proteínas pasan al abomaso sin sufrir una gran degradación, y que las cantidades que pasan dependen de la solubilidad de la proteína en el líquido rumial. Así, solamente un 10% del nitrógeno de la caseína no es degradado durante la fermentación en el rumen, mientras que la zeí-

**METABOLISMO DEL NITROGENO EN LOS RUMIANTES**



a la degradación y alcanza el abomaso,

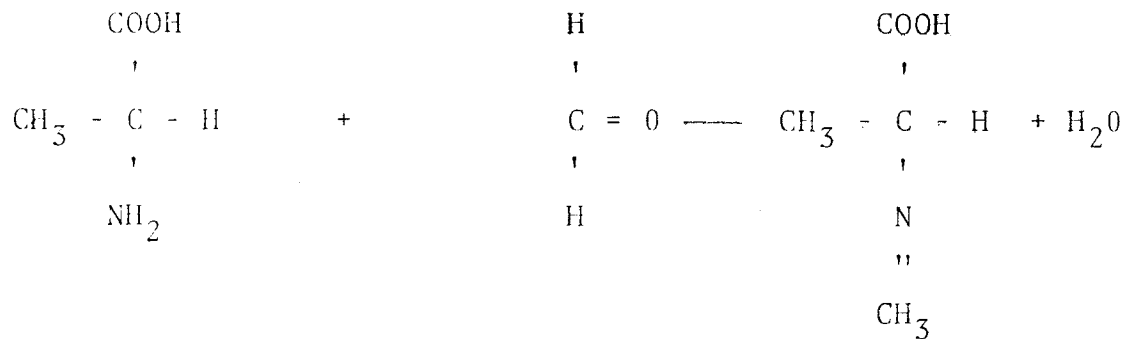
El-Zhazly (7), demostró en sus trabajos que el poder de la mezcla de los organismos del rumen, para descomponer los aminoácidos en amoníaco y otros productos, es mayor cuando se incrementa el contenido de proteína soluble en la dieta.

Así mismo Babor y Aznavez (4), afirman que en muchas plantas y semillas existen inhibidores que reducen la solubilidad de las proteínas, tales como los taninos que forman precipitados insolubles con las proteínas pudiendo afectar su digestibilidad.

En la actualidad se utilizan varios métodos para reducir la solubilidad de las proteínas como son, la aplicación de calor, ácido tánico y formaldehído; sin embargo, varios autores, entre ellos Faichney, Fraenkel y Langlands (8, 11, 13), coinciden en que la utilización de formaldehído reduce notablemente la solubilidad de las proteínas evitando una rápida degradación y provocando así una mejor utilización de esta por el rumiante. El uso de este método reduce los riesgos de modificar la digestibilidad y desnaturalizar la proteína que ha sido tratada con alguno de los métodos con el propósito de reducir su solubilidad se le designa con el nombre de Proteína Protegida.

El formaldehído se obtiene a partir del metanol, este es un gas de olor picante característico, que enfriado a  $-21^{\circ}$  C se condensa en un líquido no estable que se polimeriza en una masa blanca, que por calentamiento desprende nuevamente gas, este compuesto al ser aplicado a las proteínas reacciona con el grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) eliminando los hidrógenos de la proteína y combinándose con el oxígeno del formol formando agua y finalmente coagulando la proteína, haciéndola más insoluble (4).

## Reacción del Formaldehído



La reacción del formaldehído con las proteínas es de gran importancia, utilizándose para diversos aspectos como son el curtido de cueros, endurecimiento de los tejidos y de las fibras y ahora con el propósito de reducir la solubilidad de las proteínas (17).

En general, la protección de las proteínas en la alimentación de los rumiantes, no es más que una modificación en su estructura química, sin alterar su cuadro de aminoácidos, para que esta sea más resistente al ataque microbiano en el rumen (15).

Se ha demostrado que los carbohidratos son necesarios para la utilización de la amonía por las bacterias del rumen y que cuando se agrega nitrógeno no proteico a raciones pobres en proteína pero ricas en energía, la actividad de las bacterias se incrementa transformando rápidamente la amonía en proteína microbiana (18).

Ciertas investigaciones efectuadas por El-Zhazly (7), han demostrado que 100 gr de proteína no protegida fermentada en el rumen produce solamente 17 gr de aminoácidos absorbidos por el intestino delgado mientras que 100 gr de proteína protegida que no hayan sido degradados en el rumen pueden producir hasta



70 gr de aminoácidos absorbidos. Estos resultados están sujetos a cambios de acuerdo a la digestibilidad de la proteína y a la proporción de nitrógeno no proteico incluido en la proteína cruda. La respuesta productiva de la proteína tratada depende de la composición de la proteína y del grado de protección que posee. Algunas proteínas como las contenidas en la harina de carne, responden muy poco al tratamiento con formaldehído ya que poseen un grado considerable de protección natural.

Hughes y Williams (12), evaluaron la respuesta de varios tratamientos de formaldehído en una prueba in vitro usando caseína como fuente proteica y encontraron que la caseína tratada con 1% de formaldehído, redujo la solubilidad de 90 a 4.9% usando como solvente líquido ruminal. Posteriormente estos mismos autores al alimentar borregos de seis meses de edad con raciones conteniendo tres niveles de energía y recibiendo como suplemento 50 gr de proteína no tratada y 50 gr de proteína tratada con 1% formaldehído, observaron que a medida que aumentaban los niveles de energía consumida, el efecto de la proteína protegida se reducía.

En un experimento efectuado por Faichney y Westin (9), en el que utilizaron seis corderos Border Leicester x Merino, los cuales fueron alimentados con una dieta conteniendo 10% de caseína, tres de ellos recibiendo caseína tratada y tres de ellos caseína sin tratar, observando que las dietas tratadas previnieron la degradación proteica en el rumen sin tener problemas para la digestión y absorción de las proteínas en el intestino delgado.

Al comparar dos grupos de corderos respecto a su grado de desarrollo, durante ciento veintiseis días a partir de

las nueve semanas de edad, y durante los cuales se alimentó al primer grupo con una dieta conteniendo 10% de caseína tratada con formaldehído y al segundo grupo con una dieta similar con caseína sin tratar; Faichney (3) encontró que el grupo de animales que recibió la caseína tratada creció significativamente más rápido y requirió significativamente menos alimento por unidad de peso aumentado que los corderos alimentados con raciones que contenían caseína no tratada.

Reis y Tunks (21), suplementaron con caseína a doce borregos (dando a todos ellos 16 gr de nitrógeno por día) y midieron su efecto en el crecimiento de lana, ganancia de peso corporal y retención de nitrógeno. Los tratamientos consistieron en: caseína sin tratar en la dieta, caseína sin tratar directamente al abomaso y caseína tratado con formaldehído 2% en la dieta. El tratamiento número uno resultó ser inferior significativamente a los tratamientos dos y tres para todas las variables estudiadas. La diferencia entre los tratamientos dos y tres no fué significativa ( $P = .05$ ) y la digestibilidad de la caseína protegida fué de un 90%.

Langlands (14), efectuó estudios con corderos castrados raza merino en pastoreo, utilizando cinco grupos de siete animales cada uno, durante cinco meses y con una carga animal de 25 borregos por hectárea. Cada animal fué suplementado con 150 gr de trigo y 50 gr de harinolina en la mitad de los casos tratados con formaldehído 2% y en el resto sin tratar, los resultados obtenidos no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos para pesos vivo y producción de lana de los animales.

Ibarra (13), realizó un experimento con borregos machos raza merino-rambouillet con una edad aproximada de 12 meses proporcionando dietas cuya fuente proteica principal era harinolina, en la mitad de las dietas estaban tratadas con formaldehído 2%, los resultados para consumo de materia seca, retención de nitrógeno y aumento de peso corporal entre grupos fueron similares no existiendo diferencia significativa. La digestibilidad del nitrógeno fué baja en ambos tratamientos, 35.16% para la harinolina tratada con formaldehído y 33.91% para la harinolina no tratada.

Faichney y Davis (10), no encontraron diferencia significativa en ganancia de peso vivo, conversión alimenticia, digestibilidad y en los niveles de urea, glucosa y nitrógeno amino en el plasma sanguíneo, al alimentar novillos Holstein con dietas que contenían harina de cacahuate tratada con formaldehído al 0.9% contra dietas con el mismo concentrado proteico pero sin tratar.

Pereyña (20), efectuó un estudio con 22 becerros Holstein, alimentándolos con dietas que contenían su fuente proteica principal (harinolina) protegida con formaldehído (1%) y comparándola con dietas no protegidas, los resultados obtenidos afirman que no hay diferencia significativa en cuanto a aumento de peso diario en novillos, entre las dos diferentes dietas. Por lo anterior es posible mencionar que la utilización del formaldehído para reducir la solubilidad de la proteína es efectivo, a pesar de que los resultados obtenidos no son del todo satisfactorios, por las desventajas que presenta el ser aplicado en grado excesivo, además de que si la dieta cumple con los requerimientos para mantenimiento y producción, desde el punto de vista proteico la aplicación de formaldehído no es necesaria ya que los microorganismos -

que diariamente crecen en el rumen proporcionarán junto con la proteína de la dieta el volumen necesario de proteína para el animal.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en los laboratorios de Bioquímica, Reproducción y en los corrales de engorda ubicados en Buenavista, Coahuila, durante un período de 150 días.

El experimento se llevó a cabo en tres etapas:

### Estudio in vitro.

Para lograr los objetivos de esta etapa se determinó el porcentaje de proteína de los diferentes concentrados proteicos (harina de soya, harina de girasol, harinolina y cartarina), por el método Kjeldhall (3); para posteriormente efectuar aplicaciones de formaldehído, en las concentraciones 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0% de acuerdo con el contenido proteico de los concentrados (Tabla No. 1). Se utilizaron 400 cc de agua como vehículo por cada kilogramo de concentrado proteico, procediendo inmediatamente a embolsar el material asperjado en bolsas de polietileno durante 48 horas con el propósito de facilitar la reacción y secado al sol una vez terminado este período.

Las diferentes concentraciones de formaldehído aplicadas a los concentrados proteicos fueron consideradas como tratamientos, quedando estos de la siguiente manera.

Tres muestras de cada uno de los tratamientos fueron utilizados en la simulación de la digestión en el rumen por el método de Barnes (5), para lo cual fue necesario dietar y fis

TABLA No. 1. Contenido de proteína en los concentrados proteicos utilizados y ml de formaldehído aplicados por kilogramo, de acuerdo a su contenido proteico.

Concentrado proteico	Contenido de proteína (%)	Concentraciones de formaldehído (%)				
		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
h. soya	51	0.0	6.88	13.77	20.65	27.54
h. girasol	34	0.0	4.59	9.18	13.77	18.36
Harinolina	42	0.0	5.67	11.34	17.01	22.68
Cartarina	37	0.0	4.99	9.99	14.98	19.98

tular ruminalmente un novillo, con el propósito de que el fluido ruminal utilizado en la prueba fuera representativo del material a digerir. Una vez terminada esta simulación, se determinó la cantidad de nitrógeno en forma amoniacal en el fluido ruminal (posterior al centrifugado), utilizando el procedimiento de destilación de Kjeldhall (3). Los resultados de esta etapa fueron analizados estadísticamente por medio de un Diseño Completamente al azar, procediendo posteriormente a calcular sus tendencias utilizando Polinomios Ortogonales (23)

#### Estudio in vivo con ratones.

En esta etapa 51 ratones albinos machos de 21 días de edad fueron alimentados por un período de 10 días, con una ración preparada de la siguiente manera (Tabla No. 2).

TABLA No. 2. Ingredientes y cantidades utilizados en las raciones utilizadas en la alimentación de ratones albinos.

Ingredientes	Cantidad (%)
Glucosa	70.3
Proteína	17.0
Celulosa	1.5
Aceite de maíz	5.0
Mezcla de vit. y min.	2.2
Sal	4.0

El porcentaje de proteína en la ración fué cubierto en su totalidad por los concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina).

Los tratamientos probados en esta etapa consistieron en la aplicación de diferentes concentraciones de formaldehído a las fuentes proteicas de la ración de acuerdo a su contenido de proteína (Tabla No. 3).

TABLA No. 3. Porcentajes de aplicación de formaldehído y contenido de proteína en los concentrados proteicos utilizados en la alimentación de ratones albinos.

Concentrado	Contenido de proteína (%)	Aplicación de formaldehído (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
h. soya	51	0	0.5	1.0	1.5	2.0
h. girasol	34	0	-	1.0	1.5	2.0
Harinolina	42	0	-	1.0	1.5	2.0
Cartarina	37	0	-	1.0	1.5	2.0

A cada tratamiento se le asignaron al azar tres ratones los cuales fueron pesados en forma individual al inicio y al final del experimento y confinados en jaulas por tratamiento. El consumo de alimento se registró diariamente por tratamiento durante el período de estudio.



Los aumentos de peso de los ratones fueron analizados estadísticamente por medio de un Diseño Completamente al azar - y posteriormente se calcularon las tendencias de respuesta de los porcentajes de aplicación de formaldehído utilizando Polinomios Ortogonales (23).

#### Estudio in vivo con corderos.

Para este trabajo se utilizaron 24 corderos criollos de la región, los cuales provenían de agostadero. Antes de iniciar la prueba y a los 15 días, los animales fueron desparasitados interna y externamente, además se les aplicó una dosis de (2cc) vitaminas A, D y E por vía intramuscular, posteriormente fueron distribuidas al azar en grupos de tres animales por tratamiento y confinadas en corrales con una superficie de 52 m<sup>2</sup>. La duración del presente estudio fue de 70 días, - de los cuales los primeros 10 días se consideraron como período de adaptación al manejo y a la dieta, los 60 días restantes, fueron utilizados para la prueba de alimentación.

Los niveles de aplicación de formaldehído a los concentrados proteicos, seleccionados, a partir de los resultados obtenidos en la primera y segunda etapa y la variación en el contenido total de proteína de las raciones, fueron considerados como tratamientos, quedando de la siguiente manera (Tabla No. 4).

TABLA No. 4. Tratamientos, nivel de proteína en la ración y porcentaje de aplicación de formaldehído en los diferentes concentrados proteicos utilizados en la alimentación de corderos criollos.

Tratamiento	Concentrado proteico	Proteína en la ración (%)	Aplicación de formaldehído (%)
1	h. soya	18	0.0
2	h. soya	15	1.0
3	h. girasol	18	0.0
4	h. girasol	15	1.0
5	Harinolina	18	0.0
6	Harinolina	15	1.5
7	Cartarina	18	0.0
8	Cartarina	15	1.0

El alimento balanceado (Tabla No. 5), fue proporcionado a libre acceso y con el propósito de llenar los requerimientos de materia seca, todos los animales recibieron la misma cantidad de rastrojo de maíz. Diariamente se pesó el alimento ofrecido y rechazado (alimento balanceado exclusivamente) por animal, con el propósito de conocer el consumo diario del mismo. Al iniciar la prueba de alimentación, los animales fueron pesados individualmente, repitiéndose esta operación cada 15 días hasta finalizar el período de estudio. Los aumentos de peso y consumo de alimento de los animales, fueron evaluados mediante un diseño completamente al azar con covarianza (23).

tes por 100 kilogramos de ración).

	T	R	A	T	A	N	I	E	N	T	O	S*
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	
h. soya	27.1	20.3										
h. girasol			41.4	31.3								
Harinolina					32.9	25.0						
Cartarina										38.0	28.5	
Sorgo	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
Olote de maíz	25.6	32.4	11.3	21.4	19.8	27.7	14.7	24.2				
Melaza	6.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	2.0	
Aceite acidulado	—	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Vit. y minerales	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	

\* T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub> Tratamientos testigo con 18% de proteína sin tratar.

T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>8</sub> Tratamientos con 15% de proteína tratada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Estudio in vitro:

Los contenidos de nitrógeno en forma amoniacal en el fluído ruminal, posterior a la prueba in vitro, de los concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina) tratados con diferentes niveles de formaldehído, se muestran en la Tabla No. 6. El análisis estadístico de los mismos fue probado al 5% de probabilidad.

La solubilidad de la proteína a nivel rumen de los diferentes concentrados proteicos estudiados, se redujo 86% en promedio con respecto al testigo para el máximo nivel de aplicación de formaldehído (2%). Resultados similares fueron obtenidos por Hughes y Williams (12) al realizar una prueba in vitro usando caseína como proteína. El nivel óptimo lo obtuvieron cuando trataron la caseína con formaldehído al 1%, reduciendo así la solubilidad de 90 a 4.9 %, usando como solvente fluído ruminal.

La proteína de la harina de soya y cartarina, presentaron mayor solubilidad en el tratamiento testigo (0% formaldehído) comparadas con la harina de girasol y harinolina, debido posiblemente a las propiedades de los concentrados. A este aspecto Dougherty (6), menciona que en muchas plantas y semillas existen inhibidores naturales que reducen la solubilidad de las proteínas, tales como los taninos que forman precipitados insolubles en el fluído ruminal.

En la harina de soya se presentó el nivel más bajo de solubilidad de la proteína con respecto al testigo 6.66%, para el máximo nivel de aplicación de formaldehído (2%). Mien

TABLA No. 6. Contenido de nitrógeno en forma amoniaco en el fluido ruminal posterior a la digestión in vitro de los concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina) tratados con diferentes niveles de formaldehído.

Harina de soya		Harina de girasol			
Formal dehído (%)	Diferencias con respecto al testigo (%)			$\bar{X}$	Diferencias con respecto al testigo (%)
	I	II	III		
0.0	6.63	6.91	7.19	6.19	100.00
0.5	3.87	2.76	3.32	3.32	48.04
1.0	1.93	1.38	1.66	1.66	24.02
1.5	0.83	0.83	1.10	0.92	13.31
2.0	0.28	0.55	0.46	0.66	6.66
Harinolina					
Formal dehído (%)	Diferencias con respecto al testigo (%)			$\bar{X}$	Diferencias con respecto al testigo (%)
	I	II	III		
0.0	3.87	3.87	4.14	3.96	100.00
0.5	3.87	4.14	2.48	3.49	88.00
1.0	1.38	1.38	1.10	1.29	32.58
1.5	0.55	0.83	0.83	0.74	18.69
2.0	0.83	0.55	0.55	0.64	16.16
Cartarina					
Formal dehído (%)	Diferencias con respecto al testigo (%)			$\bar{X}$	Diferencias con respecto al testigo (%)
	I	II	III		
0.0	6.08	6.08	6.08	6.08	100.00
0.5	4.70	5.53	4.98	5.07	83.39
1.0	2.21	1.92	1.93	2.02	33.22
1.5	2.21	1.66	1.66	1.84	30.26
2.0	1.10	1.10	0.55	0.92	15.13

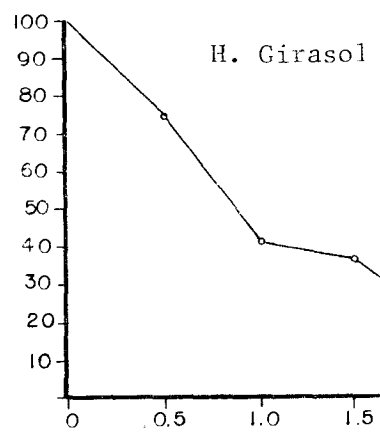
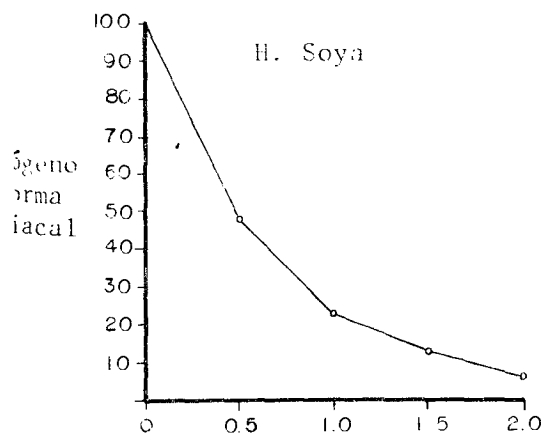
tras que la harina de girasol, harinolina y cartarina presentaron un mínimo de solubilidad de 16.62, 16.16 y 15.13% respectivamente, para el mismo nivel de aplicación y con respecto al testigo.

En relación a lo anterior, Mc Donald y Edwards (16), mencionan que la respuesta productiva de los concentrados proteicos tratados depende de su composición y del grado de protección que poseen algunas proteínas, como las contenidas en la harina de carne, que responden muy poco al tratamiento con formaldehído ya que poseen un grado considerable de protección natural.

En general, la relación entre el contenido de nitrógeno en forma amoniacal en el rumen y la aplicación de formaldehído en diferentes niveles a los concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina) fue negativa, ajustándose a una respuesta polinomial (23). Debido principalmente según Annison y Lewts (1), al comportamiento fisiológico del rumen y al rango de espaciamiento de los niveles de formaldehído aplicados, consecuentemente, a mayor cantidad de formaldehído aplicado a los concentrados proteicos, menos solubilidad de la proteína a nivel rumen (Figura No. 2),

Sin embargo, y en relación a lo anterior, Faichney (8) afirma que los altos niveles de aplicación de formaldehído a las proteínas no solamente reduce la solubilidad de las mismas a nivel rumen, sino que también provoca que la digestión a nivel abomaso e intestino delgado sea lenta reduciendo algunas formas de producción.

Figura No. 2 Relación entre el contenido de nitrógeno en forma amoniacal rumen y la aplicación de formaldehído en diferentes niveles concentrados proteicos (H. Soya, H. Girasol, Harinolina y Cartarina).

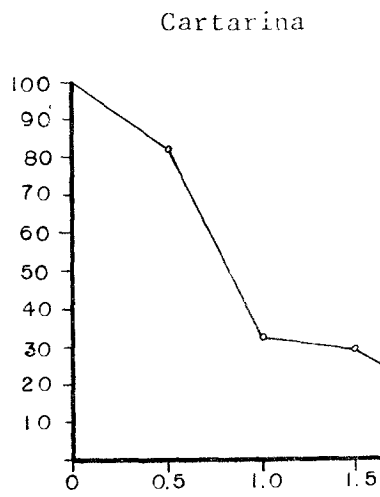
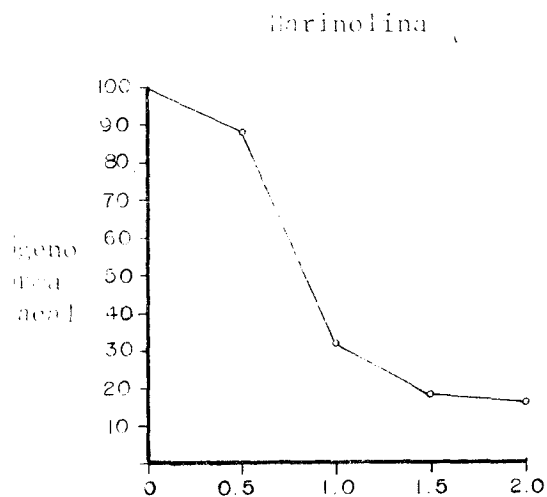


Porcentaje de Aplicación de Formaldehído (%)

Porcentaje de Aplicación de Formaldehído (%)

$$Y = 6.902 - 9.526X + 5.342X^2 - 1.0956X^3$$

$$Y = 4.969 + 1.853X - 13.704X^2 + 11.92X^3$$



Porcentaje de Aplicación de Formaldehído (%)

Porcentaje de Aplicación de Formaldehído (%)

$$Y = 3.949 + 5.406X - 18.784X^2 + 13.786X^3 - 3.08X^4$$

### CONCLUSIONES DEL ESTUDIO in vitro

Bajo las condiciones en que se realizó el experimento y según los objetivos y las interpretaciones estadísticas, se puede concluir lo siguiente:

1. La aplicación de formaldehído a los concentrados proteicos (h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina) reduce la solubilidad de la proteína de los mismos a nivel rumen.
2. La relación entre solubilidad de la proteína en el rumen y las concentraciones de aplicación de formaldehído es negativa.
3. La respuesta de los diferentes concentrados proteicos a la aplicación de formaldehído es variable, dependiendo esto de su composición y del grado de protección natural que poseen.
4. Los porcentajes de aplicación de formaldehído que redujeron en mayor grado la solubilidad de la proteína en los concentrados proteicos utilizados fueron: 1.5, 2.0, y 1.0 y 2.0% para la h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina respectivamente.



## R E S U M E N

Cuatro concentrados proteicos (h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina), fueron asperjados con formaldehído en diferentes porcentajes (0.5, 1.0 y 2.0), de acuerdo a su contenido proteico y sometidos a un estudio secuencial de tres etapas, mismas que fueron analizadas estadísticamente al 5% de probabilidad.

Estudio in vitro: tres muestras de cada uno de los tratamientos fueron utilizados para simular la degradación de las proteínas en el rumen por el método de Barnes (5), usando fluido ruminal de un novillo fistulado y determinando el nitrógeno en forma amoniaca por medio de destilación Kjeldhal (3). En general, la aplicación de formaldehído al 2.0% redujo en 86% la solubilidad de la proteína a nivel rumen, respecto al testigo (0.0% de formaldehído). La h. de soya y cartarina presentaron la mayor solubilidad en el tratamiento testigo 6.91 y 6.08% respectivamente. La relación entre el nitrógeno en forma amoniaca en el rumen y la aplicación de formaldehído fué negativa ajustándose a una respuesta polinomial. Los porcentajes de solubilidad para el nivel de aplicación de 2.0% formaldehído fueron de 6.66, 16.62, 16.16 y 15.13% para la h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina respectivamente. La respuesta dentro de un mismo concentrado proteico a la aplicación de formaldehído fué significativa para todos los niveles en la h. de girasol y cartarina, no así en la h. de soya donde los niveles 1.5 y 2.0% fueron no significativos al igual que 1.0, 1.5, 2.0% en harinolina.

### ESTUDIO in vivo CON RATONES

En esta fase con ratones albinos donde se simuló el nivel abomaso e intestino delgado de los rumiantes, la digestión de los concentrados proteicos h. soya, h. girasol, harinolina y cartarina tratados con formaldehído, tuvieron los siguientes resultados, los cuales fueron analizados estadísticamente al 5% de probabilidad.

Aumento de peso.

Los aumentos de peso por tratamiento de los ratones utilizados en este estudio, se presentan en la Tabla No. 7. En general, la aplicación de formaldehído a los concentrados proteicos de las raciones probadas, redujo el promedio en aumentos de peso, observándose una reducción de peso de 79% en los ratones que consumieron raciones con el máximo nivel de aplicación de formaldehído (2%), Faichney (9). Al suplementar corderos Border-Licester con caseína tratada con 1 y 2% de formaldehído, encontró que el exceso de formaldehído redujo el crecimiento de la lana, encontrando que la proteína sobreprotegida no solamente resiste la fermentación microbial en el rumen, sino que también la digestión en el resto del tracto digestivo se torna más lenta, afectando otras formas de producción.

Nishimuta, Ely y Boling (19), en un estudio en donde alimentaron corderos con harina de soya tratada (1.5% formaldehído), encontraron que los animales tuvieron un coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda significativamente más bajo que corderos alimentados con harina de soya sin tra

TABLE No. 7. Aumento de peso de ratones alimentados con raciones cuya fuente proteica principal fue tratada con diferentes niveles de formaldehído.

Formal dehído (%)	Harina de soya				Harina de girasol						
	I	II	III	$\bar{X}$	Diferencias con respecto al testigo (%)	Formal dehído (%)	I	II	III	$\bar{X}$	Diferencias con respecto al testigo (%)
0.0	9.70	9.00	9.40	9.37	100.00	0.0	3.40	5.60	4.90	3.97	100.00
0.5	5.25	5.90	8.65	6.60	70.44						
1.0	5.80	5.10	6.10	5.67	60.51	1.0	4.10	3.80	3.50	3.80	95.72
1.5	2.10	4.20	5.70	4.00	42.69	1.5	0.40	0.80	2.10	1.10	27.75
2.0	0.90	1.00	1.00	0.97	10.35	2.0	0.30	0.60	1.00	0.63	15.87
Cartarina											
Formal dehído (%)	Harinolina				Cartarina						
	I	II	III	$\bar{X}$	Diferencias con respecto al testigo (%)	Formal dehído (%)	I	II	III	$\bar{X}$	Diferencias con respecto al testigo (%)
0.0	4.00	5.20	6.90	5.37	100.00	0.0	4.60	4.70	8.10	5.80	100.00
1.0	5.10	5.20	3.70	5.00	93.11	1.0	1.80	2.00	1.70	1.83	31.55
1.5	3.20	3.30	3.50	3.33	62.05	1.5	2.10	1.80	0.40	1.43	24.66
2.0	2.70	2.90	3.20	2.93	54.56	2.0	0.10	0.40	0.70	0.40	6.89

tar. La resistencia a la degradación de la harina de soya tratada, fué indicada por un porcentaje menor en la retención de nitrógeno de la dieta.

Por lo anterior, cabe hacer notar que la aplicación de formaldehído en altas concentraciones, provocó una reducción en la eficiencia de algunas formas productivas en los animales.

Los tratamientos en donde su fuente proteica principal no fué tratada con formaldehído, se obtuvieron los mayores aumentos de peso de los ratones, destacando la ración que contenía h. de soya (9.37 g) comparativamente con las raciones que contenían h. de girasol, harinolina y cartarina, cuyos aumentos de peso totales fueron de 3.97, 5.37 y 5.8 g respectivamente.

En relación con lo anterior, Mc Donald y Edwards (16) mencionan que existen dos términos para definir el valor nutritivo de una proteína: digestibilidad y valor biológico, el primero es la proporción de las proteínas ingeridas que no son excretadas por el animal, y el segundo es la eficiencia de las sustancias nitrogenadas absorbidas en la reparación y construcción de los tejidos, lo cual está dado por su composición en aminoácidos. Esto implica que la eficiencia de los concentrados proteicos para contribuir a las formas productivas difiere significativamente.

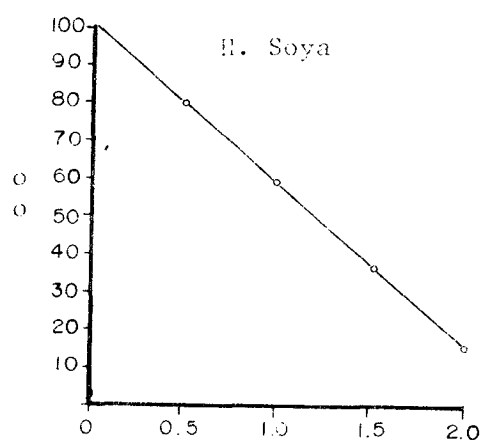
El mayor aumento de peso de los ratones, para el máximo nivel de aplicación de formaldehído (2%) se presentó en la ración que contenía harinolina (2.93 g), seguida por las raciones que contenían h. soya, h. girasol y cartarina (9.97, 9.63 y 9.40 g) respectivamente. A este respecto, El-Shazly (7), menciona que la respuesta productiva de los

concentrados proteicos tratados con formaldehído es variable, ya que depende de la composición de la proteína y el grado de protección de la misma, debido a que algunas proteínas responden muy poco al tratamiento con formaldehído ya que poseen un grado considerable de protección natural, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos en este estudio.

La relación entre el aumento de peso de los ratones y los niveles de aplicación de formaldehído a los diferentes concentrados proteicos se ajustó a un modelo lineal, Snedecor y William (23), excepto para las raciones que contenían harina de girasol (Figura No. 3). Así mismo, se observó que dicha relación fué negativa, lo cual indica una reducción en la retención de nitrógeno, conforme aumentaron las concentraciones de formaldehído aplicado, se propicio una sobre protección de la proteína. Resultados similares fueron encontrados por Faichney y Davis (10).

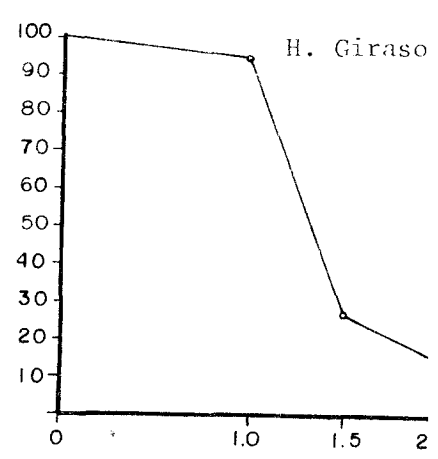
Los niveles de aplicación de formaldehído dentro de un mismo concentrado proteico tuvieron resultados variables en relación al aumento de peso en los ratones. En la harina de soya todos los niveles resultaron ser diferentes, mientras que en la harina de girasol y harinolina los niveles 1.5 y 2% resultaron no significativos, y en cartarina los niveles 1.0, 1.5 y 2.0% resultaron ser iguales. Estos resultados tienen relación con las observaciones hechas por Mc Donald y Edwards (16), en el sentido de que la respuesta al tratamiento con formaldehído en los concentrados proteicos es variable debido a su composición proteica y a su protección natural.

ura No. 3 Relación entre el aumento de peso de ratones albinos y la aplica de formaldehido en diferentes porcentajes a los concentrados pro (E. Soya, F. Girasol, Harinolina y Cartarina), las cuales fueron te protefca principal de las raciones.



Porcentaje de Aplicación de Formaldehido. (%)

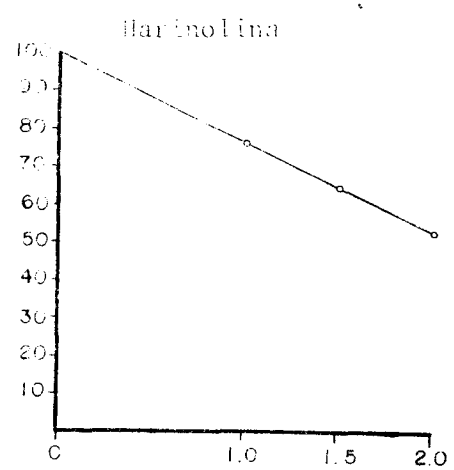
$$Y = 9.2 - 3.88 X$$



Aumento de peso (%)

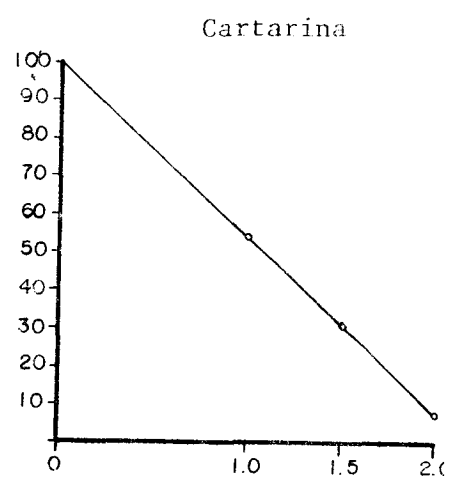
Porcentaje de Aplicación de Formaldehido. (%)

$$Y = 3.9698 + 9.2868X - 13.43X^2 + 3.9$$



Porcentaje de Aplicación de Formaldehido. (%)

$$Y = 5.6205 - 1.3 X$$



Aumento de peso (%)

Porcentaje de Aplicación de Formaldehido. (%)

$$Y = 5.385 - 2.68 X$$

### Consumo de Alimento.

El consumo de alimento por los ratones durante los diez días de estudio fué variable entre los diferentes concentrados proteicos, no así entre las concentraciones de aplicación de formaldehído dentro de un mismo concentrado proteico (Tabla No. 8). El mayor consumo de alimento se presentó en la ración que contenía como fuente proteica h. de soya y 1.0% de formaldehído (13.9 g/día), correspondiendo a la ración con h. de girasol y 1.5% de formaldehído el menor consumo de alimento (6.94 g/día). Al comparar en forma general las medias de consumo diario por tratamiento de las raciones que contenían diferentes concentrados proteicos, no se encontró diferencia significativa entre h. de soya y harinolina (11.97 y 11.05 g/día) respectivamente, pero si entre éstas y la h. de girasol y cartarina (8.15 y 8.71 g/día) respectivamente, siendo estas dos últimas estadísticamente iguales. Lo anterior resulta comprensible si tomamos en cuenta las observaciones hechas por algunos investigadores en el sentido de que la cantidad de fibra contenida en los concentrados proteicos modifica el consumo de los mismos, existiendo una correlación negativa entre estas dos variables (7, 10 y 16).

### Conversión Alimenticia.

La relación entre el consumo de alimento y el aumento de peso de los ratones para el cálculo de la conversión alimenticia, se efectuó tomando como máximo aumento de peso de los ratones el obtenido en el tratamiento testigo en cada uno de los diferentes concentrados proteicos (Tabla No. 9).

La conversión alimenticia de los diferentes tratamientos fué igual estadísticamente entre los concentrados protei

TABLA No. 8 Consumo de alimento diario (g/día) en ratones albinos (en grupos de tres) sometidos a dietas con diferentes concentrados proteicos (h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina) y diferentes concentraciones de aplicación de formaldehído (0 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%).

Concentración de formaldehído aplicado. (%)	Concentrados Proteicos			
	h. soya	h. girasol	Harinolina	Cartari
0.0	12.16	8.02	11.51	10.4
0.5	8.11	—	—	—
1.0	13.99	8.24	10.84	8.0
1.5	10.78	6.94	12.15	7.6
2.0	10.96	9.42	9.62	8.6

TABLA No. 9 Conversión alimenticia de raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos (h. de soya, h. girasol, harinolina y cartarina) y diferentes concentraciones de aplicación de formaldehído (0, 0 1.0, 1.5 y 2.0%) administrados a ratones albinos

Concentración de formaldehído aplicado. (%)	Concentrados Proteicos			
	h. soya	h. girasol	Harinolina	Cartari
0.0	12.16	8.02	11.51	10.4
0.5	11.51	—	—	—
1.0	23.12	8.60	11.64	25.6
1.5	25.25	25.00	29.58	31.0
2.0	105.85	59.35	17.63	125.6



cos, no así entre los porcentajes de aplicación de formaldehído.

La mayor conversión alimenticia se obtuvo en los tratamientos testigo (0.% de formaldehído), destacando la ración que contenía h. de girasol (8.02 g/día) para el máximo aumento de peso logrado en ese concentrado proteico, seguido por las raciones con cartarina, harinolina y h. de soya (10.44, 11.51 y 12.16 g/día) respectivamente.

Al comparar las medias de conversión alimenticia respecto a la concentración de aplicación de formaldehído se encontró diferencia significativa entre los concentrados proteicos tratados con formaldehído (77.13 g/día) y los concentrados tratados con 1.0 y 1.5% (10.53, 17.25 y 25.21 g/día) respectivamente, no existiendo diferencia entre estos tres últimos, sin embargo, cabe señalar que la relación conversión alimenticia y concentración de formaldehído aplicado es negativa incrementándose ésta en el máximo nivel de aplicación, lo cual indica una reducción en la capacidad de las raciones para aumentar el peso, conforme se incrementa la aplicación de formaldehído a su fuente proteica principal.

### CONCLUSIONES DEL ESTUDIO in vivo CON RATONES

Las principales conclusiones y sus interpretaciones estadísticas, bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento fueron:

1. La aplicación de formaldehído a los concentrados proteicos incluidos en la dieta para ratones reduce significativamente ( $P < .05$ ) la retención de nitrógeno de la misma, propiciando que exista un menor aumento de peso en los ratones.
2. Los porcentajes de aplicación de formaldehído que reducen en mayor grado la retención de nitrógeno de las dietas probadas son (2.0, 1.5, 1.5 y 1.0%) para h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina respectivamente.
3. La relación entre la cantidad de formaldehído aplicado a los concentrados proteicos, incluidos en las dietas y el aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los ratones fué negativa, incrementándose ésta, conforme los porcentajes de aplicación fueron en aumento.
4. Por lo anterior, es posible hacer mención de que los altos porcentajes de aplicación de formaldehído a los concentrados proteicos propician una sobreprotección de la proteína, afectando algunas formas de producción en los monogástricos.

## R E S U M E N

Estudio in vivo con ratones: 51 ratones albinos de 21 días de edad fueron alimentados durante 10 días con raciones isoproteicas (17,5 PC). La proteína utilizada para estas dietas fué derivada de h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina. Dichos concentrados proteicos se asperjaron con formaldehído en los niveles 1.0, 1.5 y 2.0% respecto a su contenido proteico, para h. de soya se incluyó el nivel de 0.5%. Tres ratones fueron sorteados al azar para cada uno de los tratamientos, los cuales fueron pesados al inicio y al final del estudio pesando diariamente su consumo de alimento. El aumento de peso de los ratones se redujo en promedio 79% para el nivel de 2.0% de formaldehído, respecto al testigo. Los mayores aumentos de peso se obtuvieron en las dietas testigo (9.37, 3.97, 5.37 y 5.8 g), para h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina respectivamente, mientras que el aumento promedio para las dietas con 2.0% de formaldehído fué de 1.23 g. La relación entre el aumento de peso de los ratones y el porcentaje de aplicación de formaldehído fué negativo, ajustándose a un modelo lineal, excepto para las raciones con h. de girasol, donde la relación fué cúbica. Los niveles de aplicación de formaldehído dentro de un mismo concentrado proteico en relación al aumento de peso fueron significativos para h. de soya, no así para h. de girasol y harinolina donde los niveles 1.5 y 2.0% resultaron iguales lo mismo que 1.0, 1.5 y 2.0% para cartarina. El consumo de alimento resultó no significativo entre los diferentes niveles de aplicación de formaldehído a un mismo concentrado proteico. Las medias de consumo para las raciones con h. de soya y harinolina (11.97, 11.03 g/día) fueron estadísticamente no significativas pero diferentes a

las medias de consumo de las dietas con h, de girasol y cartarina (8.15, 8.71 g/día) siendo estos dos últimos estadísticamente iguales.

Del análisis de los dos estudios anteriores se tomaron las bases para la tercera etapa, utilizando los cuatro concentrados descritos como fuentes proteicas, asperjadas con porcentajes de formaldehído que en sus curvas de respuesta demostraron tener la menor degradación a nivel rumen y a la vez, la mayor asimilación a nivel abomaso e intestino delgado.

## CONSIDERACIONES SOBRE LA PRIMERA Y SEGUNDA FASE DEL ESTUDIO

Teniendo en cuenta los objetivos del presente estudio se analizaron los resultados de la primera y segunda fase, encontrándose que los porcentajes de aplicación de formaldehído - que redujeron la solubilidad de la proteína a nivel rumen y que a la vez permitieron el aprovechamiento de la misma a nivel abomaso e intestino delgado en forma más eficiente fueron 1, 1, 1.5 y 1% para la h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina respectivamente, los mismos tuvieron una degradación a nivel rumen respecto al testigo en la ecuación de predicción, de 25.51, 40.61, 18.46 y 33.22%, correspondiendo la menor degradación a harinolina y el mayor porcentaje de degradación a cartarina.

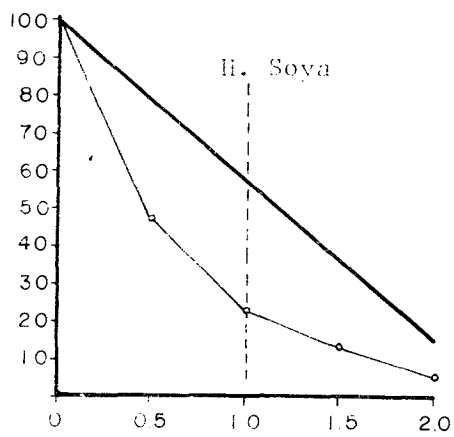
En la segunda fase donde se midió el aprovechamiento de la proteína de los concentrados a nivel abomaso e intestino delgado, los porcentajes de aprovechamiento respecto al testigo en la ecuación de predicción fueron de: 57.83, 77.23, 76.80 y 50.17% para la h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina respectivamente, siendo el mayor aprovechamiento para h. de girasol y el menor para cartarina.

En la figura No. 4 se observa que los tratamientos de formaldehído relacionados para los diferentes concentrados, son aquellos en donde las curvas de tendencia para las dos fases se alejan más una de otra, es decir, en donde se tuvieron las menores degradaciones proteicas a nivel rumen y se registraron los aumentos de peso más altos en los ratones.

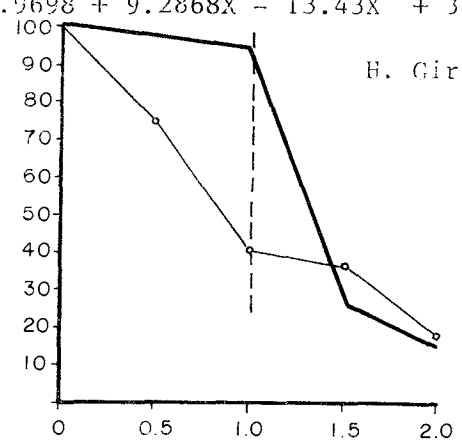
De estos estudios se tomaron las bases para llevar a cabo a tercera etapa con corderos, los cuales fueron alimentados con raciones cuya fuente proteica principal fué tratada con formaldehído en los porcentajes seleccionados conteniendo 15% de proteína cruda y comparados con corderos alimentados con raciones testigo sin tratar, con 18% de proteína cruda.

Figura No. 4 Relación entre las fases in vitro e in vivo con ratones para los diferentes concentrados proteicos tratados con formaldehido.

<u>in vitro</u>	$Y = 6.902 - 9.526X + 5.342X^2 - 1.0956X^3$	<u>in vitro</u>	$Y = 4.969 + 1.853X - 13.704X^2 + 11.92X^3 - 3$
<u>in vivo</u>	$Y = 9.2 - 3.88X$	<u>in vivo</u>	$Y = 3.9698 + 9.2868X - 13.43X^2 + 3$

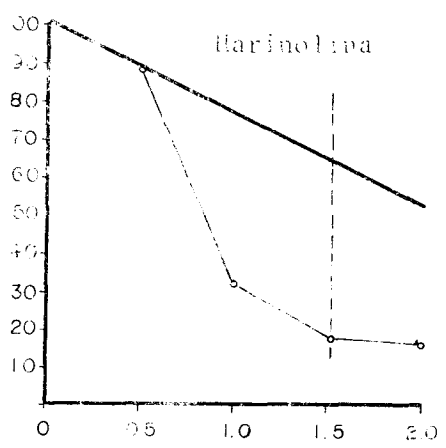


Porcentaje de Aplicación de Formaldehido.

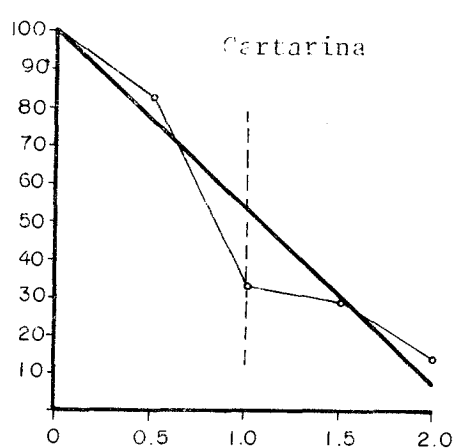


Porcentaje de Aplicación de Formaldehido.

<u>in vitro</u>	$Y = 3.049 + 5.406X - 18.784X^2 + 13.786X^3 - 3.08X^4$	<u>in vitro</u>	$Y = 6.061 + 7.584X - 25.612X^2 + 25.66X^3 - 5$
<u>in vivo</u>	$Y = 5.5205 - 1.3X$	<u>in vivo</u>	$Y = 5.385 - 2.68X$



Porcentaje de Aplicación de Formaldehido



Porcentaje de Aplicación de Formaldehido

----- Nitrogeno en forma amoniacal en rumen (%) con respecto al testigo.  
 ————— Aumento de Peso de los ratones (%) con respecto al testigo.

ESTUDIO in vivo CON CORDEROS

Los aumentos de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia obtenidos durante la prueba de comportamiento de corderos criollos alimentados con raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos, tratados con formaldehído, - se muestran en las tablas No. 10, 11 y 12. Las pruebas estadísticas se realizaron al 5% de probabilidad.

Aumento de peso.

Los aumentos de peso por tratamiento de los corderos - utilizados en esta fase del estudio se presentan a continuación. (Tabla No. 10).

TABLA No. 10. Aumentos de peso (kg) y promedios ajustados por tratamiento de corderos alimentados con raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos tratados con formaldehído.

T R A T A M I E N T O S	I	II	III	$\bar{X}$	$\bar{X}$
T <sub>1</sub> . h. soya 18% PC	9.8	10.8	8.2	9.6	9.5
T <sub>2</sub> . h. soya (1%) 15% PC	11.4	11.1	9.6	10.7	10.9
T <sub>3</sub> . h. girasol 19% PC	9.8	10.7	10.1	10.2	10.0
T <sub>4</sub> . h. girasol (1%) 15% PC	8.0	9.8	10.2	9.3	8.8
T <sub>5</sub> . Harinolina 18% PC	11.5	10.6	9.0	10.3	10.1
T <sub>6</sub> . Harinolina (1.5%) 15% PC	10.1	11.1	11.4	10.5	9.9
T <sub>7</sub> . Cartarina 18% PC	9.6	9.8	6.5	8.6	9.2
T <sub>8</sub> . Cartarina (1%) 15% PC	7.8	5.2	5.7	6.2	6.9

El aumento de peso de los corderos alimentados con ra-



ciones tratadas con formaldehído (15% PC) fué de 9.125 kg, es decir, un promedio de 152 gr/día por animal, mientras que en los corderos alimentados con raciones no tratadas fué de 9.7 kg. total y 161 gr/día por animal. La diferencia encontrada al comparar estos tipos de raciones resultó estadísticamente no significativa. A este respecto Hughes y Williams (12) afirman que si la ración cumple con los requisitos o necesidades de proteína del animal, el efecto del formaldehído no es necesario ya que los microorganismos que diariamente crecen en el rumen y la proteína dietética proporcionan el volumen de proteína necesaria para el animal, de esta manera cuando la proteína aportada por la ración se reduce, el formaldehído cumple su función protectora, dando oportunidad de optimizar la utilización de la proteína dietética.

Por lo anterior, cabe hacer notar que los resultados tenidos en el presente estudio se asemejan a las observaciones efectuadas por Hughes y Williams (12) en cuanto a aumento de peso se refiere.

Al comparar raciones con la misma fuente proteica, tratada contra no tratada, solamente se encontró diferencia significativa entre los tratamientos que contenían cartarina, cuyos promedios de aumento de peso fueron de 9.2 y 6.9 kg respectivamente. El-Zhazly (7), menciona que la respuesta productiva de los concentrados proteicos tratados con formaldehído es variable, ya que depende de la composición de la proteína y el grado de protección de la misma, debido a que algunas proteínas responden muy poco al tratamiento con formaldehído ya que poseen un grado considerable de protección natural, así no todos los concentrados proteicos tendrán la misma respuesta al ser tratados con formaldehído. Los resultados obtenidos en este trabajo y para cartarina guardan u

sentido lógico respecto a las afirmaciones de El-Zhazly (7

Consumo de alimento.

El consumo de alimento igual que los aumentos de peso fueron afectados por el peso inicial de los animales, no obstante que el coeficiente de variación para peso inicial fué de 12.79%, por lo que fué necesario efectuar un ajuste tomado como variable concomitante el peso inicial. Los resultados por tratamiento fueron los siguientes (Tabla No. 11).

TABLA No. 11. Consumo de alimento (kg) y promedios ajustados por tratamiento de corderos alimentados con raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos tratados con formaldehído.

TRATAMIENTOS	I	II	III	$\bar{X}$	$\bar{X}$
T . h. soya 18% PC	53.64	62.82	54.54	57.00	55
T . h. soya (1%) 15% PC	47.04	50.52	59.10	52.22	55
T . h. girasol 18% PC	68.34	78.90	65.10	70.78	68
T . h. girasol (1%) 15%PC	48.00	77.04	68.46	64.50	59
T . Harinolina 18% PC	62.82	65.64	58.14	62.20	60
T . Harinolina (1.5%) 15% PC	52.50	70.20	76.02	66.24	59
T . Cartarina 18% PC	55.38	61.98	38.46	51.94	58
T . Cartarina (1%) 15%PC	46.20	35.28	40.08	40.52	48

El consumo de alimento promedio en los corderos que recibieron raciones tratadas (15% PC) durante los 60 días de alimentación fué de 55.570 kg, es decir, un promedio de 0.92 kg/día por animal, mientras que los corderos alimentados con raciones sin tratar (18% PC) consumieron 60.78 kg en total,

o sea, 1.013 kg/día por animal. La diferencia resultante la comparación de estos tipos de raciones fué estadísticamente no significativa. Ibarra (13), en un estudio efectuado con seis corderos machos de la raza Merino-Rambouillet alimentados con raciones conteniendo harinolina, no encontró diferencia significativa entre las raciones tratadas y no tratadas para consumo de materia seca.

Por otro lado, al comparar los consumos de raciones con la misma fuente proteica, tratada contra no tratada, se encontró diferencia significativa en los tratamientos que contenían h. de girasol y cartarina, siendo los consumos de 59. y 68.48 para h. de girasol y 48.53 y 58.60 kg para cartarina haciendo la aclaración de que en ambos casos los consumos más altos se registraron en las raciones no tratadas (18% I). A este respecto Langlands (14), afirma que la naturaleza de degradación, consumo y retención de nitrógeno diferentes a ser evaluados con animales.

#### Conversión alimenticia.

La media de conversión alimenticia para los corderos que recibieron raciones tratadas con formaldehído (15% PC) fué de 6.27 kg de alimento por kilogramo de aumento de peso mientras que para los corderos alimentados con raciones sin tratar (18% PC) fué de 6.20 kg de alimento por kilogramo de aumento de peso (Tabla No. 12). La diferencia de la comparación de raciones tratadas y no tratadas fué estadísticamente no significativa.

Lo anterior es semejante a lo reportado por Faichney y Davis (10). Cuando observaron el efecto de la pasta de cacahuate tratada y no tratada con formaldehído en novillos Holstein-Friesian, donde no encontraron diferencia significativa para conversión alimenticia y digestibilidad.

Las comparaciones dentro de concentrados proteicos para conversión alimenticia no fué posible probarlas desde el punto de vista estadístico, debido a que los cocientes de consumo y aumento de peso provienen de valores ajustados por covarianza. Sin embargo, se observaron diferencias fuertes desde el punto de vista numérico (Tabla No. 12), en las raciones con h. de soya, requiriéndose 780 gr más de alimento por kilogramo de peso aumentado para la ración sin tratar (18% PC) y en las raciones con cartarina, se requirieron 66 gr más de alimento por kilogramo de peso aumentado para la ración con proteína tratada (15% PC). Para las raciones con harinolina y h. de girasol la diferencia de conversión alimenticia fué mínima.

Estas diferencias en conversión alimenticia pueden ser explicadas por la naturaleza propia de los concentrados utilizados como fuente proteica en las raciones, de acuerdo con lo mencionado por Pereyra (20). La cantidad de alimento necesario para producir un kilogramo de aumento de peso osciló de 7.03 kg para la ración con cartarina tratada (15% PC) a 5.10 kg para la ración con h. de soya tratada (15% PC), con valores intermedios para el resto de los tratamientos, es notorio que la ración con h. de soya tratada y con 15% de proteína cruda fué la que requirió menos alimento para producir un kilogramo de carne, por ende, los animales alimentados con esta ración tuvieron los mayores aumentos de peso diario (0.18 kg).

Lo anterior es comprensible si tomamos en cuenta las observaciones de Mc Donald (15), en el sentido de que el nitrógeno contenido en la h. de soya se encuentra en forma de proteína verdadera de alta calidad, además de tener una buena digestibilidad en comparación con otros concentrados proteicos de origen vegetal.

#### Análisis económico.

El costo promedio por kilogramo de alimento tratado (1 Pc) fué de \$ 2.77, mientras que el kilogramo de ración no tratada (18% PC) fué de 2.93 (Tabla No. 12), la diferencia de \$ 0.16 parece no ser muy significativa, sin embargo, al comparar el costo por kilogramo de peso aumentado, la diferencia entre las raciones tratadas y no tratadas se acentúa siendo de \$ 1.15 por kilogramo de peso aumentado, lo cual en volumen y en explotaciones intensivas representa una buena cantidad de dinero.

TABLA No. 12. Número de animales, días de alimentación, peso inicial, peso final, ganancia diaria, consumo de alimento, conversión alimenticia, costo por kilogramo de alimento y costo por kilogramo de peso aumentado para corderos alimentados con raciones conteniendo diferentes concentrados proteicos tratados con formaldehído.

T R A T A M I E N T O S **	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T
Número de animales	3	3	3	3	3	3	3	3
Días de alimentación	60	60	60	60	60	60	60	60
Peso Inicial (kg)	22.83	21.26	23.23	24.23	23.13	24.90	20.13	19
Peso Final (kg)*	32.33	32.16	33.23	33.13	33.23	34.80	29.35	26
Ganancia diaria (kg)	0.16	0.18	0.17	0.15	0.17	0.17	0.15	0
Consumo de alimento (kg/día) **	0.93	0.93	1.14	0.98	1.00	0.99	0.98	0
Conversión alimenticia	5.88	5.10	6.85	6.71	5.96	5.97	6.37	7
Costo/kg de alimento (\$)	2.90	2.77	3.02	2.84	2.81	2.68	2.98	2
Costo/kg de peso aumentado (%)	17.05	14.13	20.69	19.05	16.75	16.00	18.98	19

\* Valores ajustados por covarianza

\*\* T<sub>1</sub> h. soya 18% PC

T<sub>2</sub> h. soya (1%) 15% PC

T<sub>3</sub> h. girasol 18% PC

T<sub>4</sub> h. girasol (1%) 15% PC

\*\* T<sub>5</sub> Harinolina 18 % PC

T<sub>6</sub> Harinolina (1.5%) 15% PC

T<sub>7</sub> Cartarina 18% PC

T<sub>8</sub> Cartarina (1%) 15% PC

### CONCLUSIONES DEL ESTUDIO in vivo CON CORDEROS

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que:

1. La aplicación de formaldehído a los concentrados teicos utilizados y la reducción del porcentaje de proteína en las raciones, permitió una mejor lización de ésta por los corderos.
2. La diferencia en aumento de peso de los corderos mentados con raciones tratadas contra no tratada no significativa, no obstante que las primeras c vieron tres unidades porcentuales menos de prote cruda.
3. En general, el consumo de alimento, al igual que conversión alimenticia de las raciones tratadas tratadas fué el mismo, salvo algunas variaciones do a la naturaleza propia de los concentrados pr cos utilizados.
4. Los costos por concepto de ganancia de peso en l corderos, se redujeron al tratar las fuentes pro cas con formaldehído y reducir el porcentaje de teína cruda en la ración.

## R E S U M E N

Estudio in vivo con corderos: 24 corderos con un peso promedio de 22.44 kg fueron alimentados por un periodo de 60 días con raciones conteniendo como fuente proteica h. de soya, h. de girasol, harinolina y cartarina, tratadas con formaldehído (15% PC), contra no tratadas (18% PC). Los animales fueron distribuídos al azar en grupos de tres por tratamiento y pesados al inicio y con intervalos de quince días durante el estudio, el consumo de alimento fué pesado diariamente. Los resultados para aumento de peso y consumo fueron ajustados por covarianza con la variable concomitante peso inicial. Los medios para aumentos de peso de raciones tratadas y no tratadas (9.17 y 9.72 kg respectivamente), fueron no significativas, pero al comparar aumentos de peso dentro de un mismo concentrado proteico, las raciones con cartarina tratada (6.95 kg), y no tratada (9.21 kg), resultaron significativas, no así las raciones conteniendo h. de soya, h. de girasol y harinolina (10.25, 9.43 y 10.05 kg) respectivamente. El consumo de alimento total promedio para las raciones tratadas (55.57 kg), y las no tratadas (60.78 kg), fue igual estadísticamente y al comparar consumo de alimento de las raciones tratadas contra no tratadas dentro de un mismo concentrado proteico, se encontró diferencia significativa entre las raciones con h. de girasol (59.02, 68.48 kg), y cartarina (48.53, 58.60), siendo mayores los consumos en las raciones sin tratar. Las medias de consumo de alimento en las raciones con h. de soya y harinolina (55.74, 59.66 kg), fueron no significativas. La conversión alimenticia para raciones tratadas (6.20 kg de alimento/kg de aumento de peso), y no tratadas (6.27 kg de alimento/kg de aumento de peso), fue estadísticamente no significativa, fluctuando los valores de conversión alimenticia de (7.00 kg de alimento/kg de aumento



de peso) para cartarina tratada a (5,06 kg de alimento/kg - de aumento de peso) para h. de soya tratada,

La aplicación de formaldehído a los concentrados proteicos h. de soya, h. de girasol y harinolina en los niveles 1.0, 2.0 y 1.5% respectivamente de acuerdo a su contenido proteico, permite reducir en tres unidades el porcentaje de proteína de la ración para corderos, ya que permite una mejor utilización de la proteína dietética y microbiana, no afectando los aumentos de peso ni la conversión alimenticia. La aplicación de este método a cartarina, no es recomendable debido a las respuestas negativas en aumento de peso y conversión alimenticia obtenidos en el presente estudio.

## LITERATURA CITADA

1. Annison, E.F., y M.A.D. Lewts. 1966. El metabolismo del rumen. Traducción al español por el Dr. Manuel Chavarría. 1a. Ed. Ed. UTHEA, México. pp 93 - 113.
2. Anónimo. 1970. Rural Research in Sciro Australia.
3. AOAC. 1970. Official methods of analisis (10th ED.) Association of official agricultural chemist. Washington, D.C.
4. Babor, J.A. y J.I. Aznavez. 1966. Química General Moderna. 3a. Ed. Ed. Manuel Marín y Cía. Barcelona España, p. 702.
5. Barnes, R.F. 1969. Collaborative research with the in vitro technique. Proc. National Conference in forage evaluation and utilization. Nebraska, U.S.A.
6. Dougherty, R.M. 1965. Physiology of digestion in the ruminant. 2a. Ed. Ed. Butterworths Inc. U.S.A. p. 324.
7. Faichney, G.J. 1971. The effect of formaldehyde treated casein on the growth of ruminant lamb. Australian J. Agr. Res. 21: 283.

9. Faichney, G.J. and R.H. Weston. 1971. Digestion by ruminant lambs of a diet containing formaldehyde treated casein. Australian J. Agr. Res. 22:4
10. Faichney, G.J. and H.L. Davis. 1971. The effect of formaldehyde of peanut meal in concentrate diets on the performance of Australian sheep. Agr. Res. 23:
11. Fraenkel-Conrat, H. 1945. The reaction of formaldehyde with proteins. J. American chemistry Soc. 67:
12. Hughes, J.C. and Williams. G.L. 1971. The effect of formaldehyde treatment of protein supplements upon their in vitro fermentation and utilization by sheep. Proceeding Nutrition Soc. 30: 41A.
13. Ibarra, H.W. 1972. Efectos de la harina de linaza tratada con formaldehído en la engorda de bovinos. Tesis del Departamento de Zootecnia, División de Ciencias Agropecuaria y Marina. ITESM. Monterrey, Méx.
14. Langlands, J.P. 1971. The wool production of sheep supplemented with cotton seed meal and formaldehyde treated cotton seed meal. Australian J. Agr. Res. 11: 493.
15. Mc Donald, I.W. 1952. The role of ammonia in ruminal digestion of protein. Biochem J. 51,86.
16. Mc Donald, I.W. and R.A. Edwards. 1969. Nutrición Animal. Traducción al español por Aurora Pérez T. 4a Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp 112 - 140
17. Mertz, T.E. 1978. Bioquímica. 2a. Ed. Ed. Publicaciones Cultural S. A. México D. F. pp 126 - 128

18. Morrison, F.B. 1965. Compendio de Alimentación del ganado. Traducción por José Luis de la Loma. ed. Ed. UTHEA. México. pp 388 - 391.
19. Nishimuta, J.F., D.G. Ely and J.A. Boling. 1973. Nitrogen Metabolism in lambs fed Soybean meal treated with heat, formalin and tannic acid. J. Nutrition. 103: 49.
20. Pereyra, G.L. 1973. Uso de harinolina tratada con formaldehído en la engorda de bovinos. Tesis. Departamento de Zootecnia, División de Ciencias Agropecuaria y Marina. ITESM. Monterrey, N. L. Co.
21. Ries, P.J. and D.A. Tunks. 1969. Evaluation of formaldehyde treated casein for wool growth and nitrogen retention. Australian J. Agr. Res. 10:5
22. Smith, R.H. 1969. Nitrogen Metabolism in the rumen. Reviews of the progress of Dairy Sci. 23: 31
23. Snedecor, W.G. y William, G.C. 1975. Métodos Estadísticos. Traducción por J.A. Reinoso Fuller. 1a Ed. C.E.C.S.A. México.

## APENDICE

Análisis estadístico y datos originales de las variables respuesta del estudio.

CUADRO No. 1. Análisis de varianza del contenido de nitrógeno en forma amoniacal en fluido ruminal de la harina de soya, harina de girasol, harina y cartarina tratados con diferentes niveles de formaldehído.

H. soya

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>
Tratamientos	4	82.10	20.525	201.23*
Error	10	1.02	0.102	
Total	14	83.124		

H. girasol

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>
Tratamientos	4	33.168	8.292	49.563*
Error	10	1.673	0.1673	
Total	14	34.84		

Harinolina

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>
Tratamientos	4	20.07	7.518	41.91*
Error	10	1.794	0.1794	
Total	14	31.864		

Cartarina

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>
Tratamientos	4	60.687	15.172	186.729*
Error	10	0.8125	0.08125	
Total	14	61.499		

CUADRO No. 2. Análisis de varianza para ganancias de peso en la prueba de alimentación de ratones, con dietas en donde su fuente proteica principal fue tratada con varios niveles de formaldehído.

H. soya

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_c$	
Tratamiento	4	116.484	29.121	21.04*	(P .05)
Error	10	13.835	1.384		
Total	14	130.319			

H. girasol

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_c$	
Tratamiento	3	27.699	9.223	22.134*	(P .05)
Error	8	3.334	0.4167		
Total	11	31.0025			

Harinolina

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_c$	
Tratamiento	3	13.049	4.35	7.632*	(P .05)
Error	8	4.56	0.57		
Total	11	17.609			

Cartarina

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_c$	
Tratamiento	3	50.433	16.811	13.704*	(P .05)
Error	8	9.814	1.2267		
Total	11	60.2467			

CUADRO No. 3. Cuadro de concentración de datos de pesos iniciales y aumentos de corderos criollos en la prueba de alimentación con raciones en donde sus fuentes - proteicas principales: h. soya, h. girasol, harinolina - cartarina; fueron tratadas con diferentes niveles de formaldehído.

T R A T A M I E N T O S	I		II		III	
	Peso Inicial	Aumento de peso	Peso Inicial	Aumento de peso	Peso Inicial	Aumento de peso
h. soya 18% PC	21.5	9.8	24.0	10.8	23.0	8.2
h. soya (1%) 15% PC	21.8	11.4	21.0	11.1	21.0	9.6
h. girasol 18% PC	25.0	9.8	24.5	10.7	20.2	10.1
h. girasol (1%) 15% PC	20.0	8.0	26.0	9.8	27.0	10.2
Harinolina 18% PC	22.2	11.5	26.2	10.6	21.0	9.0
Harinolina (1.5%) 15% PC	20.2	10.1	26.9	11.1	27.6	10.4
Cartarina 18% PC	20.0	9.6	23.0	9.8	17.4	6.5
Cartarina (1%) 15% PC	21.2	7.8	18.9	5.2	18.9	5.7



CUADRO No. 4. Análisis de covarianza para aumentos de mando como variable concomitante peso in los corderos en la prueba de alimentaci6n raciones en donde su fuente proteica pri h. soya, h. girasol, harinolina y cartar tratada con diferentes niveles de formal

Análisis de regresión

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_c$	
Regresión	1	7.1936	7.1936	6.890*	(P
Residual	15	15.6604	1.044		
Total	16	22.854			

Análisis de varianza ajustado

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_c$	
Tratamientos	7	28.499	4.071	3.899*	(P
Error	15	15.66	1.044		
Total	22	44.1593			

Comparación de medias ajustadas

h. soya	$T_1$	9.5	$T_c = 1.795$ NS (P
	$T_2$	10.944	
h. girasol	$T_3$	10.0	$T_c = 1.389$ NS (P
	$T_4$	8.854	
Harinolina	$T_5$	0.185	$T_c = 0.326$ NS (P
	$T_6$	9.912	
Cartarina	$T_7$	9.208	$T_c = 2.787^*$ (P
	$T_8$	6.925	

Comparación de aumentos de peso  
para las raciones tratadas y sin tratar

Proteína sin tratar	$\bar{X} = 9.723$	$T_c = 0.616$ NS (P
Proteína tratada	$\bar{X} = 9.171$	

CUADRO No. 5. Análisis de covarianza para consumo de alimento tomando como variable concomitante el peso corporal de los corderos en la prueba de adaptación con raciones en donde su fuente principal: h. soya, h. de girasol, harinolina y cartarina, fue tratada con diferentes dosis de formaldehído.

#### Análisis de regresión

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_c$
Regresión	1	950.561	950.561	37.766*
Residual	15	410.120	27.341	
Total	16	1360.682		

#### Análisis de varianza ajustado

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_c$
Tratamientos	7	979.716	139.959	512 *
Error	15	410.120	27.341	
Total	22	1389.836		

#### Comparación de medias ajustadas

h. soya	$T_1$	55.86	$T_c = 0.057$ NS (P	.0
	$T_2$	55.61		
h. girasol	$T_3$	68.48	$T_c = 2.198^*$ (P	.0
	$T_4$	59.02		
Harinolina	$T_5$	60.19	$T_c = 0.245$ NS (P	.0
	$T_6$	59.12		
Cartarina	$T_7$	58.60	$T_c = 2.355$ (P	.0
	$T_8$	48.53		

Comparación de consumo de alimento para  
raciones tratadas y sin tratar

Proteína sin tratar	$\bar{X} = 6.165$	$T_c = 0.12$
Proteína tratada	$\bar{X} = 6.203$	