

92  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DISPONIBILIDAD DE MICROMINERALES**  
**(Cu, Fe, Mn Y Zn) in situ A NIVEL RUMINAL**  
**DEL PASTO PANGOLA (Digitaria decumbens).**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**Médico Veterinario Zootecnista**  
**P R E S E N T A :**  
**GONZALOGUZMAN MATAS**

**A S E S O R E S**

- M. V. Z. Armando E. Rivas García
- M. V. Z. Marcelo Pérez Domínguez
- M. V. Z. Jaime Romero-Paredes R.



MEXICO, D. F.

1987.



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>2</b>
<b>I.1 HIPOTESIS</b>	<b>5</b>
<b>I.2 OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
<b>II. MATERIAL Y METODOS</b>	<b>5</b>
<b>II.1 LOCALIZACION</b>	<b>5</b>
<b>II.2 ANIMALES Y DIETA</b>	<b>6</b>
<b>II.3 MUESTRA</b>	<b>6</b>
<b>II.4 BOLSAS</b>	<b>7</b>
<b>II.5 TAMANO DE LA MUESTRA</b>	<b>7</b>
<b>II.6 COLOCACION DE LA BOLSA</b>	<b>7</b>
<b>II.7 ANALISIS QUIMICOS</b>	<b>8</b>
<b>II.8 ANALISIS ESTADISTICOS</b>	<b>9</b>
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>11</b>
<b>III.1 EFECTO DE LA DIETA SOBRE LA DISPONIBILIDAD           DE LOS ELEMENTOS</b>	<b>11</b>
<b>III.2 RELACION DEL TIEMPO DE INCUBACION CON LA           DISPONIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS</b>	<b>11</b>
<b>III.3 PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS           A NIVEL RUMINAL</b>	<b>12</b>
<b>IV. DISCUSION</b>	<b>13</b>
<b>IV.1 EFECTO DE LA DIETA SOBRE LA DISPONIBILIDAD           DE LOS MICROELEMENTOS</b>	<b>13</b>
<b>IV.2 EFECTO DEL TIEMPO DE INCUBACION SOBRE LA           DISPONIBILIDAD RUMINAL DE LOS MICROELEMENTOS</b>	<b>14</b>

IV.3	EFFECTO DE LA INTERACCION DIETA-TIEMPO DE INCUBACION SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE LOS MINERALES	15
IV.4	DISPONIBILIDAD DEL FIERRO	15
V.	CONCLUSIONES	17
VI.	LITERATURA CITADA	25

## INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

	PAGINA
CUADRO 1	18
CUADRO 2	19
CUADRO 3	20
GRAFICA 1	21
GRAFICA 2	22
GRAFICA 3	23
GRAFICA 4	24

## R E S U M E N

GUZMAN MATAS GONZALO. Disponibilidad de microminerales (Cu, Fe, Mn y Zn) in situ a nivel ruminal del pasto pangola (Digitaria decumbens). (Aseores: Rivas, G. Armando, Pérez, D. Marcelo, Romero-paredes, R. Jaime).

El presente trabajo se realizó con el fin de determinar la disponibilidad in situ de los microminerales (Cu, Fe, Mn y Zn) del pasto pangola (Digitaria decumbens) a nivel ruminal ya que si bien en un pasto se pueden encontrar niveles adecuados de ciertos minerales, estos, por diversas razones no siempre son disponibles para el animal. Se decidió utilizar la técnica de digestibilidad in situ, para evaluar la disponibilidad de los microminerales del pasto pangola, por las ventajas que ésta ofrece (confiabilidad, economía, y rapidez). Para el experimento fueron utilizadas 6 borregas de 45 Kg, promedio, divididas en 2 lotes. Las borregas estaban fistuladas y provistas de una cánula flexible a nivel ruminal. El régimen alimenticio fué ad libitum y el tiempo de adaptación a la dieta fué de 10 días. Las dietas fueron de alfalfa (Medicago sativa) para el primer lote y de pasto pangola (Digitaria decumbens) para el segundo lote. Una vez que se terminó el experimento este se volvió a iniciar esta vez invirtiendo las dietas, pero con el mismo régimen de alimentación y tiempo de adaptación a la dieta. Las bolsas fueron elaboradas con tela de nylon monofilamentoso, el tamaño de la bolsa fue de 11 x 5.2 cm, el poro de la tela de 10 x 10  $\mu$ . Los periodos de incubación ruminal fueron de 24, 48, 72 y 96 h. El contenido de microminerales se determinó por medio del aparato de espectrofotometría de absorción atómica (Perkin-Elmer modelo 460). El diseño experimental fué un triple cuadro latino 2 x 2 con un arreglo factorial 2 x 4. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y las diferencias entre medias se detectaron mediante la prueba de Tukey. Se obtuvo una mayor digestibilidad de Cu y Mn con la dieta de alfalfa ( $P < 0.05$ ), para Fe y Zn no hubo diferencia significativa debido a la dieta. Se observó un incremento en la digestibilidad de los minerales con más tiempo de incubación, alcanzando el máximo a las 72 h, siendo para el Cu Mn y Zn los siguientes 47.6%, 56.37% y 37.83% respectivamente. Por lo tanto se puede concluir que el porcentaje de digestibilidad de los microminerales se incrementa con el tiempo de incubación únicamente para el Zn y con la dieta de pangola, alcanzando un máximo a las 96 h; hay efecto de dieta solo para el Cu y Mn mejorando con la dieta de alfalfa.

## I. INTRODUCCION

Debido a que las necesidades de elementos traza no han sido suficientemente estudiadas, y a las discrepancias existentes en la adecuación de la concentración de estos minerales en la dieta (3), y que en la mayoría de las áreas tropicales, los rumiantes dependen casi exclusivamente de los forrajes para cubrir sus necesidades de minerales (28), dada la gran relevancia que presentan las especies forrajeras de alto rendimiento por sus buenas características para ser explotadas en sistemas de pastoreo, se considera necesario contar con un conocimiento más específico de la digestibilidad y composición química que presentan los microminerales en los diferentes forrajes (22).

La concentración de minerales en los forrajes depende de la interacción de varios factores entre los que se pueden citar: cantidad y forma química del mineral en el suelo (éstas a su vez influenciadas por condiciones propias del terreno, como pueden ser, filtración, acumulación de materia orgánica, pH y otras) (37), fertilización, estación del año, manejo de pastizales, etc. Por lo tanto para la formulación de la dieta es preciso considerar la cantidad de minerales contenidos en los forrajes (18,21,22).

Los desbalances de minerales en suelos o forrajes trae como consecuencia la presentación de signos clínicos ocasionados por deficiencia de minerales, entre los que se observan: pérdida de peso, despigmentación del pelo, desórdenes de la piel, aborto no infeccioso, diarrea, anemia, anormalidades del hueso, tetania, pica y baja fertilidad (21,29): esto traerá como corolario una

baja en la producción y consecuentemente pérdidas económicas para el productor.

El contenido de minerales en un forraje se puede determinar químicamente, sin embargo la disponibilidad biológica es mucho más difícil de estimar (19). La disponibilidad de elementos minerales está determinada, quizá parcialmente en función del grado en el que son solubilizados en el fluido ruminal (14,35).

Otros de los factores importantes a considerar en la disponibilidad biológica de los minerales para el animal son:

1) Niveles dietéticos de minerales traza, 2) Necesidades corporales, 3) Forma química y compuestos presentes o de neoformación y 4) Interacciones con otros minerales y/o componentes dietéticos (13,35).

Como se mencionó anteriormente, las deficiencias nutricionales y más particularmente de minerales, son causa de la limitada productividad del ganado en pastoreo de casi toda América Latina (21). Por lo tanto es preciso considerar que, si bien en condiciones de deficiencia, un elemento en lo particular se puede encontrar en concentraciones consideradas normales, esto puede ser debido a los factores antes mencionados y como ejemplo se pueden citar: interacciones entre los minerales (acciones antagónicas) como es el caso del Cu y Mn (4,14), o la formación de algunos compuestos insolubles del elemento como sucede con el fitato-zinc (4), la reducción en la utilización del zinc, cuando han sido administradas dietas ricas en fitato en pollos, en cerdos y en ratas (6), la acción de niveles altos de proteínas en la dieta, observándose una baja en la absorción del Cu (13) y por

último la interacción de minerales como sucede con el cobre, azufre y molibdeno formándose compuestos insolubles (33).

La historia del desarrollo de métodos para determinar el valor de los alimentos para la producción animal es muy extensa (22,24); no obstante los progresos alcanzados en las técnicas desarrolladas para la evaluación de los alimentos en rumiantes, la prueba de digestibilidad in\_situ se sigue eligiendo (11, 12, 22, 25, 30) por las ventajas que presenta, entre las que se puede mencionar su rapidez, confiabilidad y economía, (2, 25, 31, 32, 35, 38, 39), ya que es un método relativamente rápido para la evaluación de alimentos por su tasa de degradación (17).

La prueba de digestibilidad in\_situ utilizando bolsas de nylon, se ha venido usando desde 1938 por diversos investigadores desde que Quin Vander What & Myburg, plantearon la posibilidad de usar bolsas de fibra artificial o seda, para la evaluación de alimentos a nivel ruminal (11, 16, 22, 25, 30, 39). Desde entonces se ha venido usando y perfeccionando con diferentes propósitos (20, 23, 28, 42). Sin embargo, la prueba de digestibilidad in\_situ puede ser afectada por diversos factores como: tamaño de la bolsa y su fabricación (18, 20, 22, 38), diámetro del poro del material del que se elabore la bolsa (13, 19, 23, 35, 36, 41), periodos de incubación de la muestra (37, 39) y componentes dietéticos (17, 18, 24, 26).

En el presente trabajo esta técnica ha sido utilizada para determinar la disponibilidad de los oligo elementos (Cu, Fe, Mn y Zn), por su tasa de degradación a nivel ruminal del pasto pangola (Digitario decumbens) utilizando 2 diferentes tipos de dieta: alfalfa (Medicago sativa) y pasto pangola.

## I.1 HIPOTESIS.

La hipótesis que se pretende probar en este trabajo es que la disponibilidad de los minerales traza (Cu, Fe, Mn y Zn) varía de acuerdo a los diferentes periodos de incubación ruminal y a la dieta administrada, en este caso, alfalfa (Medicago sativa) y zacate pangola (Digitaria decumbens).

## I.2 OBJETIVOS.

El presente trabajo pretende:

- 1) Analizar el efecto de la dieta alfalfa o pangola sobre la disponibilidad de los microminerales del pasto pangola en el rumen.
- 2) Establecer la relación que existe entre el tiempo de permanencia de la bolsa en el rumen (24, 48, 72 y 96 horas) y la disponibilidad de los microelementos.
- 3) Obtener el porcentaje de disponibilidad a nivel ruminal de los minerales (Cu, Fe, Mn y Zn) del pasto pangola (Digitaria decumbens).
- 4) Determinar cual es el tiempo de incubación que permite una mayor digestibilidad de dichos elementos a nivel ruminal.

## II. MATERIAL Y METODOS.

### II.1 LOCALIZACION.

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Minerales del Departamento de Ruminología Básica del I.N.I.P. de la S.A.R.H. Km 15.5 carretera México-Toluca, Palo Alto, México D. F.. El cual con respecto al meridiano de Greenwich, tiene su localización a los 19° 29'40" de latitud norte y a los 99°15'69"

de longitud oeste. la altura sobre el nivel del mar es de 2800 m y la precipitación pluvial media anual es de 950 mm.

## II.2 ANIMALES Y DIETA.

En el presente trabajo se usaron 6 borregas de la raza merino con un peso promedio de 45 Kg. Las borregas fueron fistuladas a nivel ruminal según la técnica de Hecker (1969) y provistas con una cánula flexible de Harret (10, 12, 27, 31). Las borregas fueron divididas en 2 lotes y fueron alimentadas con heno de alfalfa (Medicago sativa) en el primer lote y pasto pangola (Digitaria decumbens) henificado en el segundo. El régimen alimenticio fué ad libitum, dándoseles un tiempo de adaptación a la dieta de 10 días. Al finalizar el experimento, se inició nuevamente, invirtiendo la dieta de ambos grupos; el primer grupo entonces fué alimentado con pasto pangola y el segundo con alfalfa, bajo las mismas condiciones de régimen alimenticio y periodo de adaptación antes mencionados (12, 28, 30).

## II.3 MUESTRA.

Se trabajó con una muestra representativa de 1 Kg de pasto pangola (Digitaria decumbens), el cual fué lavado 6 veces: 2 con agua corriente, 2 con agua destilada y 2 veces más con agua desionizada, posteriormente se lavo nuevamente la muestra con una solución ácida al 3% de ácido clorhídrico y por último fue enjuagada una vez más con agua desionizada para eliminar los residuos de ácido clorhídrico. A continuación se dejó secar a temperatura ambiente durante 48 h, en seguida se secó la muestra

en una estufa a 50° C por un lapso de 12 h. Posteriormente el pasto fué triturado en un molino Thomas Wiley modelo 4, usando una criba de 2 mm y se almacenó en bolsas de polietileno hasta el momento en que fué utilizada (15).

#### II.4 BOLSAS.

El material que se empleó en la fabricación de las bolsas fué tela de nylon monofilamentosa, la cual tiene un poro de  $10 \times 10 \mu$  y un número de perforaciones de  $5102/\text{cm}^2$ . Con el objeto de evitar acumulaciones de la muestra y de facilitar su remoción, en la fabricación de las bolsas se usaron costuras dobles (con hilo nylon), bordes redondeados y las costuras fueron selladas con hule látex (30, 37); quedando de esta manera un área útil de la bolsa de  $11 \times 5.2 \text{ cm}$  (22, 24, 30, 31) sin contar costura y nudo en la bolsa.

#### II.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA.

El tamaño de la muestra fué de 0.5 gr por bolsa, por lo que la relación entre el tamaño de la bolsa y el tamaño de la muestra fué de 11.5 cm de superficie/ 0.1 gr de muestra, respetando así las recomendaciones de Mehrez y Orskov (22), Orskov y Hovell Deb (24) y Weakley et al (41).

#### II.6 COLOCACION DE LA BOLSA.

Una vez colocada la muestra (0.5 gr de pangola) en el interior de cada bolsa, éstas se anudaron lo más cerca posible de la boca del saco con hilo nylon filamentosos, usando un nudo triple con doble vuelta (30, 31) y se depositaron dentro de una

estufa durante 24 h a 65 C para ponerlas a peso constante, posteriormente se introdujeron en un desecador hasta el momento en que fueron pesadas en frío en una balanza analítica (30, 42).

Antes de ser introducidas en el rumen, las bolsas fueron sumergidas en agua desmineralizada a temperatura de 39 C durante un minuto (2, 22, 25, 30). Las bolsas se anudaron con hilo nylon multifilamentoso al tapón de la cánula, con una longitud total de 25 cm (22,23).

A cada borrega de ambos lotes se les introdujo una bolsa cada 24 h (de esta manera la bolsa número 1 tenía 96 h de incubación cuando la bolsa número 4 fué retirada a las 24 h de incubación). Esto se hizo con el propósito de que todas las bolsas fueran retiradas y lavadas al mismo tiempo, minimizando así, posibles variaciones al momento de efectuar el lavado (38, 41).

El lavado postincubación se hizo con agua corriente, hasta que escurria líquido de color claro, posteriormente las bolsas se dejaron escurrir a temperatura ambiente 12 h, después, las bolsas fueron nuevamente desecadas en una estufa, a 65 C durante 24 h.

Se enfriaron en un desecador y se pesaron (22, 30, 31).

## II.7 ANALISIS QUIMICOS.

Una vez que las muestras fueron procesadas con la técnica de digestibilidad in situ, se procedió a determinar su contenido de minerales (Cu, Fe, Mn y Zn), usando para esto la flama de aire-acetileno, del aparato de espectrofotometría de absorción atómica (Perkin-Elmer modelo 460) (8, 15, 16).

Previamente al análisis se realizó la preparación de la

muestra, de acuerdo con lo establecido por Castillo y Pérez en 1980 (5) y modificado por Juárez, Ma. E. y colaboradores (15) en 1985, el cual es normalmente utilizado en el Laboratorio de Minerales del I.N.I.F.A.P. (S.A.R.H.) México, D.F.

La fórmula que se utilizó para determinar la concentración de los minerales (Cu, Fe, Mn y Zn) en el pasto pangola, antes y después de la digestión in situ fué la siguiente:

$$\% \text{ del elemento} = \frac{C \text{ (aforo)}}{\text{Peso de la Muestra}} \times 100$$

En donde: C = Concentración encontrada en la interpolación  
Aforo = 100 ml  
Peso de la Muestra = 0.5 gr

Lo anterior está igualmente de acuerdo a lo establecido por Castillo y Pérez (5) y por Juárez, Ma. E. y colaboradores (15).

## II.8 ANALISIS ESTADISTICO.

Se realizaron análisis de varianza y diferencia entre medias por medio de la prueba de Tuckey, con el objeto de detectar posibles efectos significativos debidos a: periodo de incubación ruminal y efecto de la dieta, en relación a la disponibilidad de Cu, Fe, Mn y Zn.

El diseño experimental empleado fué un triple cuadro latino de 2 X 2 con un arreglo factorial 2 X 4. El modelo estadístico utilizado fué el recomendado por Anderson y McLean en 1974 (1).

Considerando a las borregas como unidad experimental.

El modelo estadístico fué el siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + Q_i + d_i + P_j(i) + A_k(i) + \sqrt{k}(i) + D_{1i} + T_m + D_{1^*m} + E_{l^*m}(ijklm)_n$$

En donde:

$Y_{ijklmn}$  = Es la variable para ser analizada de la n-ésima observación asociada con el i-ésimo cuadro, del j-ésimo período dentro del cuadro, del k-ésimo animal dentro del cuadro de la l-ésima dieta del m-ésimo tiempo.

$\mu$  = Media general.

$Q_i$  = Efecto del i-ésimo cuadro.

$d_i$  = Error de restricción para el efecto del i-ésimo cuadro.

$P_j$  = Efecto del j-ésimo período.

$\eta_j(i)$  = Error de restricción para el efecto del j-ésimo período dentro del cuadro.

$A_k$  = Efecto del k-ésimo animal dentro del cuadro.

$\sqrt{k}$  = Error de restricción para el efecto del k-ésimo animal.

$D_{1i}$  = Efecto de la l-ésima dieta.

$T_m$  = Efecto del m-ésimo tiempo.

$E_{l^*m}(ijklm)_n$  = Error experimental, N I D (0,0)

### III. RESULTADOS.

#### III.1 EFECTO DE LA DIETA SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS

En cuanto al efecto del tipo de dieta sobre la disponibilidad de los microminerales a nivel ruminal del pasto pangola se encontro: que hubo diferencias significativas para el Cu y el Mn ( $P < 0.05$ ) cuando la dieta era de alfalfa, favoreciendo ésta la digestibilidad de los minerales.

En el caso de Zn no existe diferencia significativa, la dieta que favorece la digestibilidad de este elemento en particular es la de pangola. Los resultados que se obtienen en el caso del Fe son negativos, por lo que no se pudieron analizar estadísticamente (Cuadro 1).

#### III.2 RELACION DEL TIEMPO DE INCUBACION CON LA DISPONIBILIDAD DE LOS MICROELEMENTOS.

Con respecto al tiempo de incubación se pudo observar que estadísticamente éste no influyó en la disponibilidad de los minerales (Cu, Mn y Zn) del pasto en cuestión, aunque numéricamente se observa que se incrementa conforme se aumenta el tiempo de permanencia en el rumen. En los periodos de 72 y 96 h, la disponibilidad es: para el Cu 48.8% a las 96 h; Mn 56.37% a las 72 h y Zn 35.83% a las 72 h. No así para el Fe donde una vez más los resultados obtenidos son negativos (Cuadro 2).

### III.3 PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS A NIVEL RUMINAL.

En la interacción dieta-tiempo de incubación, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) únicamente para el Zn, se observó una mayor digestibilidad a las 72 y 96 h con la dieta de pasto pangola, aún cuando las primeras 48 h no hubo diferencias significativas estadísticamente debidas al tipo de dieta (Gráfica 3) (Cuadro 3).

También se puede observar que la dieta a base de alfalfa, influyó en la digestibilidad del Cu y del Mn, siendo mayor numéricamente en las últimas 48 h, sin embargo, no se observaron diferencias significativas en el caso particular de estos dos elementos ( $P < 0.05$ ) (Gráficas 1 y 2).

Para el Fe, los porcentajes que se obtuvieron en todos los periodos de incubación y con ambas dietas fueron negativos, (siendo más marcado en el caso de la dieta a base de alfalfa que con la de pangola) a excepción del periodo 96 h con dieta de pangola, donde aún cuando el porcentaje de disponibilidad encontrado es bajo (2.96%), arroja un resultado positivo (Cuadro 3).

#### IV. DISCUSION.

##### IV.1 EFECTO DE LA DIETA SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE LOS MICROELEMENTOS.

Los resultados obtenidos en el analisis de la relación existente entre el tipo de dieta y la disponibilidad ruminal de los elementos estudiados (Cu, Fe, Mn y Zn), evidencian la existencia de un efecto "dieta-disponibilidad", aun cuando sólo en los casos del Cu y Mn, se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), cuando la dieta fué a base de alfalfa (Cuadro 1). Y se observa en las gráficas 1 y 2 que el Cu y el Mn obtuvieron mejor porcentaje de disponibilidad 57.68 y 73.8 % respectivamente con la dieta a base de alfalfa.

En el caso del Zn, también se apreció un efecto "dieta-disponibilidad", sin embargo no existieron diferencias significativas estadísticamente (Cuadro 1), la dieta que favoreció la disponibilidad ruminal de este mineral, fué la de pangola a las 96 h 64.73 %, y la diferencia observada, es únicamente numérica. (Gráfica 3).

Lo anterior coincide con lo reportado por otros autores (9, 28, 30, 34), los que trabajando con distintos nutrientes, en diferentes forrajes mencionan que cuando la dieta tiene una mejor calidad nutritiva, se proporciona un ambiente más adecuado para que se lleve a cabo la acción de la microflora ruminal. (9, 13, 39) Playne et al (28), reportan que las dietas a base de caña de azúcar (Saccharum officinarum), limitan la disponibilidad biológica de los minerales. En cambio Garcia (9) y Rivas (et al) (30), encontraron que la digestibilidad de la materia seca

del pasto estrella de Africa (Cynodon plectostachyus) se vió favorecida cuando la dieta base del experimento fue de alfalfa (Medicago sativa).

#### IV.2 EFECTO DEL TIEMPO DE INCUBACION SOBRE LA DISPONIBILIDAD RUMINAL DE LOS MICRO ELEMENTOS.

En el analisis de los resultados para observar la relación existente entre el tiempo de incubación y la disponibilidad de los microminerales en el rumen, se puede apreciar que, aún cuando no se presentan diferencias estadísticas significativas para ninguno de los minerales analizados (Cu, Fe, Mn y Zn) numéricamente si se observan diferencias en los dos últimos periodos de 72 y 96 h, siendo mayor la disponibilidad en dichos periodos. (Cuadro 2).

A diferencia de los resultados obtenidos por otros autores (9, 28, 30, 34), los que analizando diferentes nutrientes en diversos forrajes, como lo son la proteína y materia seca (9, 28) o minerales (27, 28), observando que a las 72 y 96 h de incubación ruminal la disponibilidad de dichos componentes dietéticos era mayor estadísticamente. Utilizando siempre la misma técnica de digestibilidad in situ.

Se pudo observar que si bien existen efectos directos entre la dieta y la disponibilidad de los minerales (Cuadro 1), y del tiempo con la disponibilidad de dichos nutrientes, no se puede dejar de hacer notar que también existe un efecto entre la disponibilidad de los minerales y la interacción del tiempo y la dieta.

#### IV.3 EFECTO DE LA INTERACCION DIETA-TIEMPO DE INCUBACION SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE LOS MINERALES.

En relación al porcentaje de disponibilidad de los elementos a nivel ruminal, se puede observar que existe una interacción entre la dieta y el tiempo de incubación. En dicha interacción se encontró que solo existen diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en el caso del Zn, cuando la dieta fue de pasto pangola en los periodos de 72 y 96 h.

Para el Cu y el Mn, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la interacción dieta-tiempo de incubación; numéricamente la disponibilidad de estos dos microelementos fue mayor en las últimas 48 h de incubación cuando la dieta fue a base de alfalfa. (Gráficas 1 y 2) (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos en este apartado difieren con los obtenidos por Orskov et al en 1978 (24), el cual consideró que los componentes dietéticos son un factor limitante en lo que a la disponibilidad de nutrientes se refiere. Así mismo, los resultados obtenidos por Playne et al (28), sugieren que la disponibilidad de los nutrientes (en este caso minerales), se ve afectada por los componentes dietéticos, forma química en la que se encuentra el mineral en el forraje y el tiempo de permanencia de la muestra dentro del rumen. (27, 28).

#### IV.4 DISPONIBILIDAD DEL Fe.

La discusión de los resultados obtenidos con el Fe, se prefiere dejarla al último y de forma individual ya que su comportamiento durante todas las pruebas fue igualmente

individual.

Los resultados obtenidos para medir los efectos de la dieta y el tiempo sobre la disponibilidad del microelemento, así como la interacción de estos a nivel ruminal, no pudo ser analizada estadísticamente, ya que estas fueron negativas, lo cual indica que la cantidad de Fe que se encontró en la muestra post-digestión, fue mayor a la que contenía la muestra sin digerir, esto es a las 0 h de incubación ruminal. (Gráfica 4).

Al respecto Playne et al (28) destaca que en la disponibilidad biológica de algunos minerales contenidos en cuatro diferentes especies forrajeras, existe un incremento en la concentración de algunos minerales en la materia seca residual (post-digestión) en los distintos periodos de incubación (24, 72 y 168 h) lo que puede ser debido, señalan, a la solubilidad del mineral en el fluido ruminal, a la forma química en que se encuentra el mineral en el forraje y a la especie forrajera de que se trate.

## V. CONCLUSIONES.

1) Hay un efecto de la dieta únicamente para el Cu y Mn mejorando con la dieta de alfalfa.

2) El tiempo de incubación, por sí solo, no afecta el porcentaje de digestibilidad de los microelementos estudiados.

3) El porcentaje de digestibilidad de Zn se incrementa con el efecto ejercido por la interacción dieta-tiempo de incubación, alcanzando un máximo a las 96 h, con la dieta de pangola.

**CUADRO 1 EFECTO DEL TIPO DE DIETA SOBRE EL PORCENTAJE DE  
DISPONIBILIDAD DE LOS MICROELEMENTOS (Cu, Mn Y Zn)  
DEL PASTO PANGOLA A NIVEL RUMINAL.**

ELEMENTO	D I E T A	
	ALFALFA	PANGOLA
COBRE	54.53 <sup>a</sup>	32.60 <sup>b</sup>
MANGANESO	67.02 <sup>a</sup>	33.70 <sup>b</sup>
ZINC	10.46	32.90
FIERRO	- 37.03	- 10.95

LITERALES DIFERENTES EN REGLON SON ESTADISTICAMENTE  
SIGNIFICATIVAS ( P < 0.05 )

**CUADRO 2      EFECTO DEL TIEMPO DE INCUBACION EN EL PORCENTAJE DE  
DISPONIBILIDAD A NIVEL RUMINAL DE LOS DIFERENTES  
MICROMINERALES (Cu, Fe, Mn Y Zn) DEL PASTO PANGOLA.**

<b>E L E M E N T O</b>	<b>H O R A S   D E   I N C U B A C I O N</b>			
	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>72</b>	<b>96</b>
<b>COBRE</b>	<b>38.39</b>	<b>39.47</b>	<b>47.60</b>	<b>48.80</b>
<b>MANGANESO</b>	<b>44.26</b>	<b>49.90</b>	<b>56.37</b>	<b>50.91</b>
<b>ZINC</b>	<b>4.37</b>	<b>16.85</b>	<b>35.83</b>	<b>29.80</b>
<b>FIERRO</b>	<b>- 53.27</b>	<b>- 13.85</b>	<b>- 2.32</b>	<b>- 28.52</b>

CUADRO 3 EFECTO DEL TIPO DE DIETA Y TIEMPO DE INCUBACION SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE MICROMINERALES ( Cu, Mn, Zn, y Fe ) IN SITU A NIVEL RUMINAL DEL PASTO PANGOLA (Digitaria decumbens) EN PORCENTAJES .

ELEMENTO	ALFALFA				PANGOLA			
	24	48	72	96	24	48	72	96
COBRE	55.85	51.36	53.21	57.68	20.93	27.58	42.00	39.91
MANGANESO	55.38	72.96	73.80	66.63	33.15	27.53	38.95	35.20
ZINC	4.05 <sup>cde</sup>	20.61 <sup>cb</sup>	22.30 <sup>b</sup>	-5.11 <sup>e</sup>	4.7 <sup>cde</sup>	13.18 <sup>cbd</sup>	49.36 <sup>a</sup>	64.73 <sup>a</sup>
FIERRO	-73.57	-9.91	-4.61	-60.01	-32.96	-17.78	-0.033	2.96

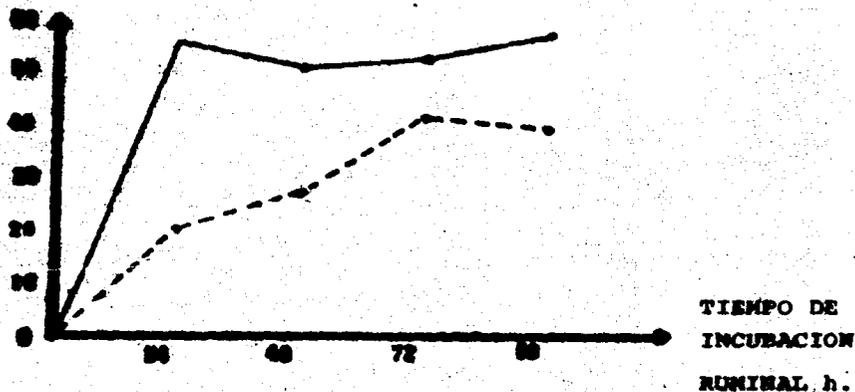
LITERALES DIFERENTES SON ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVAS (P < 0.05)

GRAFICA 1.- PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DEL Cu EN EL PASTO PANGOLA A DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION RUMINAL Y CON DIFERENTES DIETAS.

% DE DISPONIBILIDAD.

DIETA ALFALFA —————

DIETA PANGOLA - - - - -

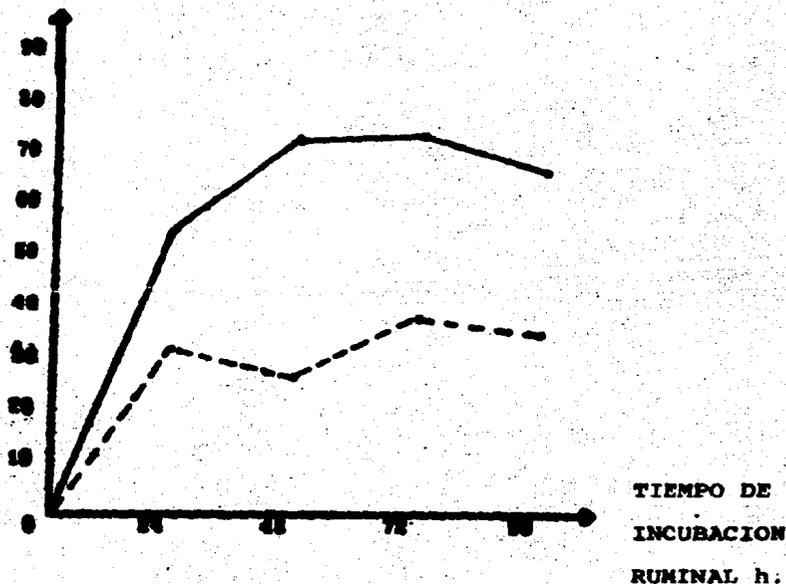


Como se observa en esta gráfica, la digestibilidad del Cu fué de 57.68 % a las 96 h, con dieta de pasto pangola.

GRAFICA 2.- PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DEL Mn DEL PASTO PANGOLA A DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION RUMINAL CON DIFERENTES DIETAS.

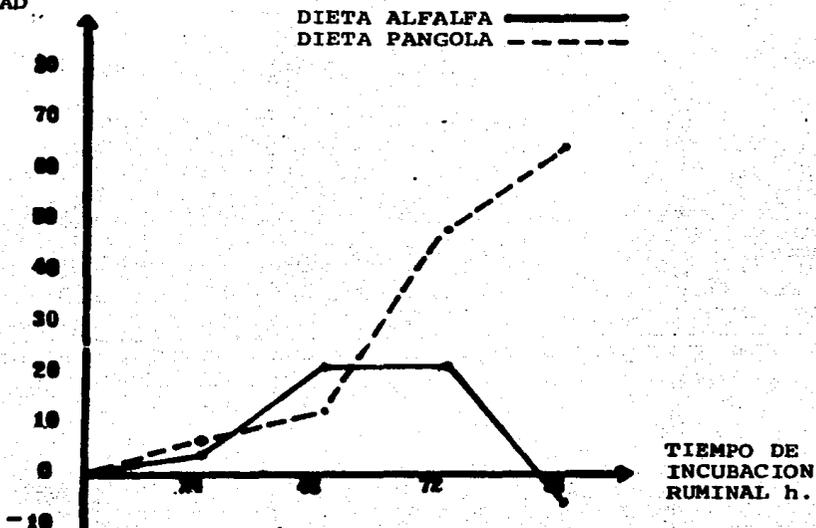
% DE DISPONIBILIDAD.

DIETA ALFALFA \_\_\_\_\_  
DIETA PANGOLA - - - - -



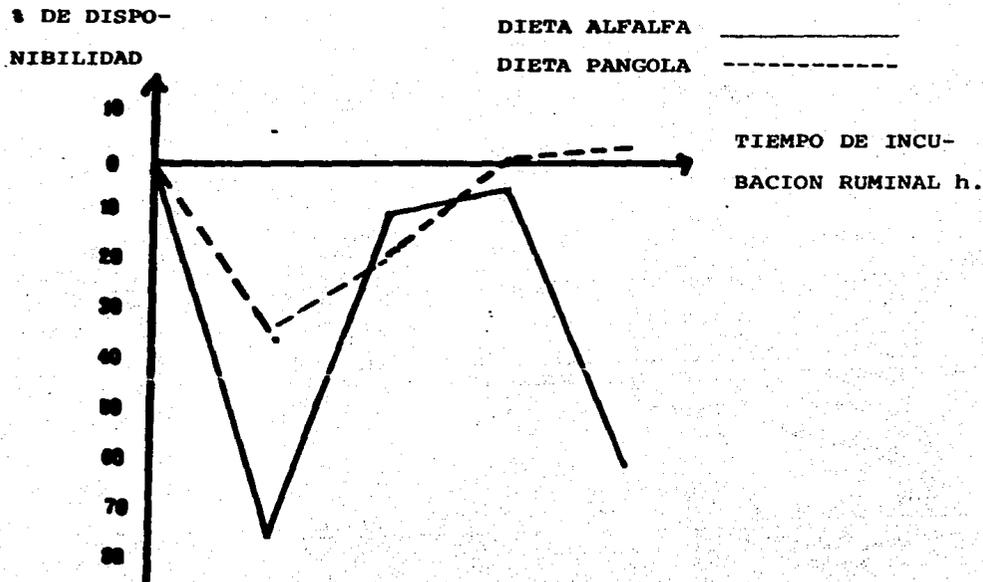
En este caso la gráfica nos muestra que el porcentaje de digestión en cuanto al tipo de dieta y tiempo de incubación coincide con el obtenido en el caso del Cu (Gráfica 1).

GRAFICA 3.- PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DEL Zn EN EL PASTO PANGOLA A DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION RUMINAL Y CON DIFERENTES DIETAS.



En este caso, la dieta que favoreció la digestión del Zn fué la de pangola, ( $P < 0.05$ ) sin embargo el tiempo óptimo de incubación ruminal coincide igualmente con respecto al tiempo de incubación obtenido para el Cu y el Mn (Gráficas 1 y 2).

GRAFICA 4.- PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DEL Fe EN EL PASTO PANGOLA A DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION RUMINAL Y CON DIFERENTES DIETAS.



En este caso los resultados obtenidos en la digestibilidad del Fe fueron negativos, por lo que no pudieron ser analizados estadísticamente.

VI. LITERATURA CITADA.

1) ANDERSON, V. L. and Mc LEAN, R. A.: Design of experiments a realistic aproach: Ed. by Owen, D. B., and Marcel Dekker Inc. New York., 117 - 118 (1974).

2) ARCHIBALD, J. G., FENNER, H. O., and BARNES, H. D.: Measurement of the nutritive value of alfalfa and timothy hay by varied techniques. J. Dairy Sci., 44 : 2232-2241 (1961).

3) BREMNER, I., and KNIGHT, A. H.: The complexes of Zinc, Copper and Manganese present in ryegrass. Br. J. Nuper., 24 : 279-289 (1970).

4) BREMNER, I.: Zinc, Copper and Manganese in the alimentary tract of sheep. Br. J. Nuper., 24 : 769-783 (1970).

5) CASTILLO, F. M. y PEREZ, D. M.: Manual de procedimientos de análisis de minerales. Laboratorio de Minerales I.N.I.P. México, D. F. (1980).

6) DAVIES, N. T., and NIGHTINGALE, R.: The effects of phytate on intestinal absorbtion and secretion of Zinc, and wholebody retention of Zn, Copper, Iron and Manganese in rats. Br. J. Nuper., 34: 243-258 (1975).

7) GANEV, G., ORSKOV, E. R., and SMART, R.: The effect of roughge or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in rumen. J. Agric. Camb., 93: 651-656 (1979).

8) GARCIA, B. C.: Estudio sobre las deficiencias nutricionales de los macroelementos Calcio, Fósforo y Magnesio en bovinos de la zona norte de Chiapas y las correlaciones existentes entre estos minerales en pelo de capa, pelo de cola y suero. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., (1980).

9) GARCIA, C. E. R.: Efecto de la dieta y del tiempo de incubación sobre la digestibilidad in situ a nivel ruminal de la materia seca del pasto pangola. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Autónoma de México, D. F. (1985).

10) HECKER, J. F.: A simple rapid method for inserting rumen cannulae in sheep. J. Aust. Vet., 45 (6): 293-294 (1969).

11) HELLEN Van, R. W. and ELLIS, W. C.: Membranes for rumen in situ digestion techniques. J. Anim. Sci., 37: 358-359 (1973).

12) HELLEN Van, R. W. and ELLIS, W. C.: Sample container porosities for rumen in situ studies. J. Anim. Sci., 44 (1) : 141-146 (1977).

13) IVAN, M. and VEIRA, D. M.: Effects of dietary protein on the solubilities of Manganese, Copper, Zinc and Iron in the rumen and abomasum of sheep. Can. J. Anim. Sci., 61: 955-959 (1981).

14) JOHNSON, R. R.: Techniques and procedures for in vitro and in vivo rumen studies. J. Anim. Sci., 25: 855-875 (1966).

15) JUAREZ, S. Ma. EUGENIA, VERA, G. E., PEREZ, D. M., CORTEZ, C. CH., CASTILLO, F.: Manual de procedimientos para el análisis de minerales en forrajes. Laboratorio de Minerales I.N.I.P. Mexico, D. F. (1985).

16) KEMPTON, T. J.: El uso de bolsas de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para el rumiante. Prod. Anim. Tropic. 5: 115-126 (1980).

17) KEUREN Van, R. W. and HEINEMANN, W. W.: Study of a nylon bag technique for in vivo estimation of forage digestibility. J. Anim. Sci. 21: 340-345 (1962).

18) KINCAID, R. L. and CRONRATH, J. D.: Amounts and distribution of minerals in Washington forages. J. Dairy Sci. 66: 821-824 (1983).

19) LUSK, J. W., BROWNING, C. B. and MILES, J. T.: Small Sample in vivo cellulose digestion procedure for forage evaluation. J. Dairy Sci. 45: 69-73 (1962).

20) MARQUEZ, P., LIZARRAGA, G., AGUAYO, A. y GARZA, R. : Evaluación del rendimiento y digestibilidad del zacate Ferrer en diferentes estados de madurez en Carbo, Sonora. I.N.I.P. S.A.R.H. Tec. Pac. Mex. 32: 9-12 (1977).

21) Mc DOWELL, L. R., et al.: Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Departamento de Ciencia Animal, Centro de Agricultura Tropical. Universidad de Florida, Gainesville (1984).

22) MEHREZ, A. Z. and ORSKOV, E. R.: A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci Camb., 88: 645-650 (1977).

23) NEATHERY, M. W.: Dry matter disappearance of roughages in nylon bags suspended in the rumen. J. Dairy Sci., 52 (1): 74-78 (1969).

24) ORSKOV, E. R. y HOVELL DEB, F. D.: Digestión ruminal del heno (medida a través de bolsas de dacrón) en el ganado alimentado con caña de azúcar o heno de pangola. Prod. Anim. Tropic., 3: 9-11 (1978).

25) ORSKOV, E. R. y HOVELL DEB, F. D. and MOULD, F.: The use of the nylon bag technique for the evaluation of feeds tuffs. Tropic. Anim. Prod., 5: 195-213 (1980).

26) PERDOMO, J. T., SHIRLEY, R. L. and CHICCO, C. F.: Availability of nutrient minerals in four tropical forages fed freshly chopped to sheep. J. Anim. Sci., 45 (5): 1114-1119 (1977).

27) PLAYNE, M. J., Mc LEOD, M. N., DEKKER, F. H.: Digestion of the Dry Matter, Nitrogen, Phosphorus, Sulphur, Calcium and Detergent-fibre fractisus of the Feed and Pod. of Stylo Santhes humilio contained in Terylene Bago in the Bovine Rumen. J. Sci. Fd Agric., 23: 925-932 (1972).

28) PLAYNE, M. J., M.G., MEGARRITY G. R.: Release of Nitrogen, Sulphur, Phosphorus, Calcium, Magnesium, Potassium and Sodium from four Tropical Hays during their Digestion in Nylon

bags in the rumen. J. Sci. Fd Agric., 29: 520-526 (1978).

29) RIBEIRO, M. C.: Mineralizacáo correta, uma ciencia e uma arte. Anuariu Brasileiro de Medicina Veterinaria. 1978-1979.

30) RIVAS, G. A., PEREZ, D. M. y VAZQUEZ, P.: Efecto de la dieta y del tiempo de incubación sobre la digestibilidad in situ del pasto de estrella de Africa. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. S.A.R.H. 737-741 (1983).

31) RODRIGUEZ, H.: Digestibilidad con la bolsa in vivo: la posición relativa de la bolsa dentro del rumen. Rev. Cub. Agric., 2: 285-287 (1968).

32) RODRIGUEZ, H.: The in vivo bag technique in digestibility studies. Rev. Cub. Agric., 2: 78-81 (1968).

33) RYSSSEN Van, J. B. J.: The interrelation ship between Copper, olybdenum and Sulphur in ruminant nutrition. Proceedings, Nutrition conference for the feed Industry. Atlanta Georgia (1982).

34) SANTIAGO, G. E.: Digestibilidad in situ a nivel ruminal de la materia seca y proteina del pasto Estrella de Africa (Cynodon plectostachyus). Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Autónoma de México, D. F. (1986).

35) STAKE, E. P.: Trace element absorbtion factors in animals. Feedstuffs, 49 (52): 22, 23 y 26 (1977).

36) TEJADA, DE H. IRMA.: Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronato

de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México.  
A. C. I.N.I.P. S.A.R.H. 3 y 4 (1983).

37) THORTON, I.: Soil-Plant-Animal interactions in relation to the incidence of trace element disorders in grazing livestock. Br. Soc. Anim. Prod. (7): 39-49 (1983).

38) TOMLIN, D. C., ANDERSON, M. J. and HARRIS, L. E.: Refinements in the in vivo bag rumen technique. Anim. Sci. 26: 622 (1974).

39) UDEN, P., PARRA, R. and SOEST Van, P. J.: Factors influencing reliability of the nylon bag technique. J. Dairy Sci. 57: 622 (1974).

40) WAEKLEY, D. C., STERN, M. D.: Factors from bags suspended in the rumen. J. Anim. Sci. 56 (2): 493-507 (1983).

41) WAEKLEY, D. C., STERN, M. D. and SATTER, L. D.: Factors affecting disappearance of feedstuffs from bags suspended in the rumen. J. Sci. Anim. 56 (2): 493-507 (1983).

42) WAYNE, F. W. H. and BRENT, H. T.: An evaluation of the nylon bag technique for estimating rumen utilization of grains. J. Anim. Sci. 35 (1): 113-120 (1972).