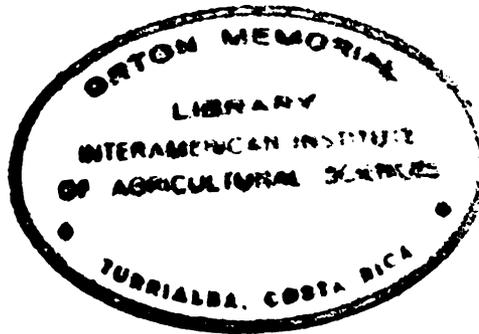


MOTILIDAD DEL RUMEN EN GANADO LECHERO

Por

Francisco J. Morillo A.



Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Turrialba, Costa Rica  
Marzo de 1958

MOTILIDAD DEL RUMEN EN GANADO LECHERO

Tesis

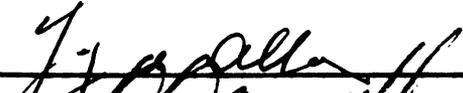
Sometida al Consejo de Estudios Graduados  
como requisito parcial para optar el grado  
de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADO :

	Consejero
	Comité
	Comité
	Comité

Marzo de 1958

**A MIS PADRES**

### AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su profundo agradecimiento al Dr. Jorge de Alba, Jefe del Departamento de Industria Animal, por su acertada dirección y valiosos consejos en la realización de este trabajo.

Agradece igualmente a los señores, Dr. John V. Bateman, Ing. Candelario Carrera y Lic. Rodrigo Umaña, miembros de su Comité, por sus atinadas sugerencias y revisión de la tesis.

A la Fundación Rockefeller por haberle concedido una beca para sus estudios de posgraduado.

A la Srta. Angelina Martínez por la revisión de la literatura.

## BIOGRAFIA

Francisco J. Morillo Andrade, nació en la ciudad de Maracaibo, Venezuela el 5 de marzo de 1935.

Hizo sus estudios primarios y secundarios en su ciudad de origen.

Posteriormente ingresó a la Universidad de Costa Rica, de donde egresó en el año 1956.

En enero de 1957 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en calidad de estudiante posgraduado en el Departamento de Industria Animal, habiendo terminado sus estudios en marzo de 1958.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTO .....	i
BIOGRAFIA .....	ii
TABLA DE CONTENIDO .....	iii
INDICE DE CUADROS .....	iv
INDICE DE GRAFICOS .....	v
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
MATERIALES Y METODOS .....	9
Motilidad Normal del Rumen en Vacas Lecheras .....	9
Casos de Irregularidad en los Movimientos del Rumen y Factores Relacionados .....	13
RESULTADOS .....	15
1. Motilidad Normal del Rumen .....	15
2. Casos de Irregularidad en los Movimientos del Rumen y Factores Relacionados .....	25
DISCUSION .....	30
RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	39
SUMMARY AND CONCLUSIONS .....	42
LITERATURA CITADA .....	45
APENDICE .....	47
Resumen de los Cálculos Necesarios para el Análisis de la Variancia para Motilidad Normal del Rumen.....	48
Cálculo de Errores Standard .....	52

INDICE DE CUADROS

No.		Página
1.	Datos de las Vacas Usadas para el Estudio de Motilidad Normal del Rumen .....	10
2.	Análisis de la Variancia de la Motilidad Normal del Rumen .....	16
3.	Intervalo entre Contracciones del Rumen en las Distintas Razas .....	17
4.	Intervalo entre Contracciones del Rumen en los Diferentes Potreros .....	17
5.	Razas x Potreros .....	18
6.	Intervalo entre Contracciones del Rumen a Diferentes Niveles de Alimentación .....	18
7.	Razas x Niveles .....	19
8.	Potreros x Niveles .....	19
9.	Intervalo entre Contracciones del Rumen según la Actividad a que se Dedicaban las Vacas .....	20
10.	Razas x Actividades .....	22
11.	Niveles x Actividades .....	22
12.	Potreros x Actividades .....	24
13.	Motilidad del Rumen en los Casos de Irregularidad Observados .....	26
14.	Casos de Hipermotilidad del Rumen Observados en el Hato del I.I.C.A. ....	28
15.	Determinación del pH de la Leche en Vacas de Seis Hatos Lecheros .....	29

INDICE DE GRAFICOS .

	Página
II. Distribución de Frecuencias del Intervalo entre Contracciones del Rumen Durante Distintas Actividades .....	21
III. Razas x Actividades .....	23
IV. Niveles x Actividades .....	23

## INTRODUCCION

El rumen es uno de los compartimentos del estómago de los rumiantes, y en él los alimentos son retardados en su paso para ser sometidos a mezcla y fermentación. La mezcla y la regulación del paso de los alimentos a través del rumen son efectuadas principalmente mediante contracciones de la musculatura de éste; las cuales, por su importancia en la digestión, han sido estudiadas por varios investigadores; pero ninguno de los trabajos ha sido realizado en condiciones tropicales, y existen discrepancias en la literatura en lo referente al ritmo y frecuencia de las contracciones en diferentes condiciones sin que, hasta la fecha, se haya hecho análisis de la variancia en ninguno de los casos.

En vacas del hato lechero del Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, se observó una condición anormal caracterizada por irregularidad en la forma y frecuencia de las contracciones del rumen, la cual ocasiona un descenso en la producción de leche y, según pudo observarse durante el estudio, afecta también el pH de ésta.

En la literatura no existe información sobre dicha condición y tampoco sobre su relación con el pH de la leche; siendo éste, por lo tanto, el primer trabajo al respecto. Para poder definirla, se hicieron observaciones preliminares de la motilidad del rumen en vacas normales, encontrándose una variabilidad muy alta. Este hecho, sumado a la discrepancia y variabilidad mencionadas en la literatura, hizo necesaria la realización del presente estudio de la motilidad normal

del rumen en vacas lecheras de las razas Jersey, Criolla lechera y cruce de Sindhi rojo x Pardo suizo, mientras comen, rumian y descansan, en diferentes potreros y con distintos niveles de alimentación.

El estudio de la motilidad normal del rumen se realizó durante tres meses (21 mayo 1957 - 11 agosto 1957) con vacas del hato del Instituto, y al mismo tiempo se estudiaron los casos que se presentaron en el hato de irregularidad en las contracciones del rumen y en el pH de la leche. Esta última parte cubrió nueve meses y se hicieron observaciones en otras cinco fincas lecheras para buscar información sobre la posible existencia del problema en otros hatos.

### REVISION DE LITERATURA

El rumen es el más voluminoso de los cuatro compartimentos del es tó m a g o de los rumiantes, y representa un 80% de su capacidad total en el animal adulto. Según Sisson y Grossman (13) y Grossman (5) su descripción anatómica es como sigue: ocupa la mayor parte de la mitad iz q u ie r d a de la cavidad abdominal y en un estómago lleno, el saco ventral entrará en contacto con la parte más baja del flanco derecho. Cubre la casi totalidad de la pared abdominal derecha, de la cual está separado por el omento mayor. La pared derecha del rumen se encuentra en contacto con el omasum, abomasum y otras vísceras de la cavidad abdominal. Su eje mayor va de un punto opuesto a la parte ventral del séptimo u octavo espacio intercostal, casi hasta la entrada de la pelvis.

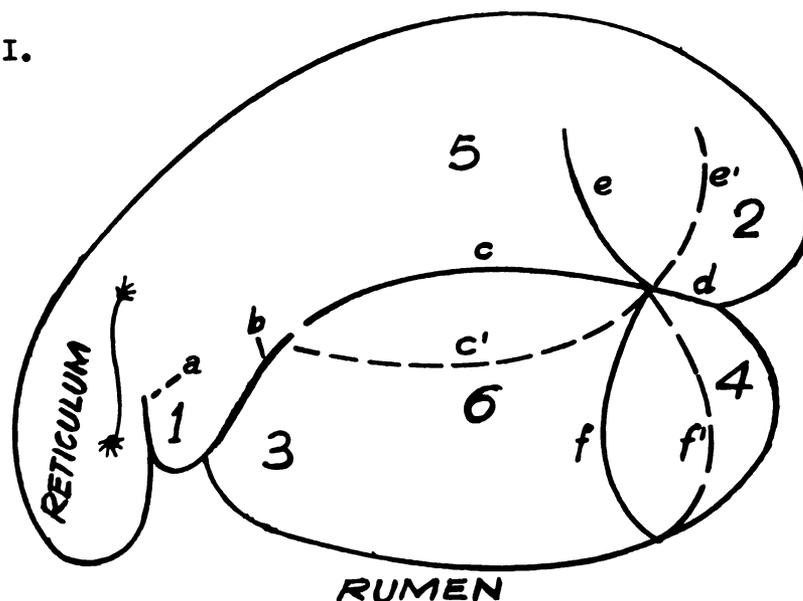
La superficie del rumen está marcada por los surcos longitudinales derecho e izquierdo, que indican la división del rumen en los sacos ventral y dorsal. La extremidad reticular (anterior) está divi d i d a ventralmente en dos sacos por el surco anterior que es transversal. El saco dorsal es el más largo de los dos y se curva ventralmente sobre el extremo redondeado y ciego del saco ventral. El primero se con ti n d a con el retículo, siendo la línea de demarcación externa el surco ruminoreticular. El surco es profundo ventralmente y bien diferenciado en parte de la superficie lateral; pero dorsalmente no existe separación, y el rumen y el retículo forman juntos un vestíbulo en forma de cúpula en el cual termina el esófago. La extremidad pelviana (pos ter io r) está dividida en sacos ciegos dorsal y ventral por un surco

posterior transverso que conecta los dos surcos longitudinales. Los sacos ciegos están diferenciados del resto del rumen por los surcos coronarios dorsales y ventrales.

A los surcos descritos corresponde interiormente una serie de pilares que son pliegues de la pared del rumen reforzados con fibras musculares y tejido conjuntivo.

Los pilares se llaman entonces igual que el surco correspondiente: longitudinales derecho e izquierdo, anterior, posterior, dorsales coronarios y ventrales coronarios.

Figura I.



Localizaciones anatómicas dentro del rumen. Según Schalk y Amadon (12).

- a - Pliegue ruminoreticular
- b - Pilar anterior principal
- c-c' Pilares longitudinales derecho e izquierdo
- d - Pilar posterior principal

- e-e' - Pilares dorsales coronarios derecho e izquierdo
- f-f' - Pilares ventrales coronarios derecho e izquierdo
- 1 - Saco dorsal anterior
- 2 - Saco dorsal posterior
- 3 - Saco ventral anterior
- 4 - Saco ventral posterior
- 5 - Saco dorsal
- 6 - Saco ventral

El rumen presenta movimientos bastante complejos que están íntimamente relacionados con los del retículo. Mediante ellos se mantienen los alimentos en constante rotación y, según Dukes (4), el retículo tiene una acción de bombeo que cumple las siguientes funciones: a) Dirigir los alimentos hacia el rumen. b) Regular el paso de los alimentos del rumen hacia el omasum o abomasum. c) Suplir humedad a los contenidos del rumen. d) Ayudar en la regurgitación.

El ciclo de motilidad normal del rumen y el retículo en los bovinos ha sido descrito por Schalk y Amadon (12), Brunaud y Dussardier (1) y Williams (15).

Según estudios hechos por Schalk y Amadon (12) en animales con fistula del rumen, los movimientos son de naturaleza peristáltica y el ciclo se origina en el retículo. La pared de esta cavidad efectúa dos contracciones sin un intervalo de tiempo apreciable entre las dos. Durante el período ocupado por la segunda contracción ocurren los estados iniciales de la contracción del pilar anterior del rumen. Según la onda peristáltica avanza hacia atrás, afecta los pilares longitudi-

nales y coronarios dorsales y ventrales. La contracción de los pilares longitudinales derecho e izquierdo, el pilar posterior y los dorsales coronarios ocurre casi simultáneamente, y resulta en un aumento pronunciado de la presión en la región del saco dorsal del rumen.

Mientras los pilares antes mencionados se relajan, los pilares coronarios ventrales y la musculatura ventral del rumen se contraen fuertemente, completando así la onda de movimiento peristáltico que se extiende desde las profundidades del retículo a la región ventral posterior del rumen, y que requiere alrededor de 60 segundos para completarse.

Hay, no obstante, una segunda onda de contracción observada con bastante regularidad, la cual envuelve únicamente la musculatura del rumen. Es iniciada por el pilar anterior y completada por un movimiento ventral coronario, simultáneamente con una fuerte contracción de la pared ventral del rumen. Esta onda aparece a intervalos de 30 segundos aproximadamente.

Williams (15) describe el ciclo en forma semejante a Schalk y Amadon; pero, al igual que Brunaud y Dussardier (1), considera que los movimientos no son de naturaleza peristáltica. Si tomamos en cuenta el hecho de que los contenidos del rumen no son movilizados en una dirección definida, sino que sufren un movimiento de rotación (4) (12), vemos que el carácter de los movimientos no se ajusta a la definición de peristáltico.

Trabajando con vacas intactas, Williams (15) encontró variaciones en el ritmo de las contracciones del retículo y el rumen juntos, en

relación con las que afectan solamente al rumen. En el 73% de los animales el ritmo fué 1:1, es decir, cada contracción retículo-ruminal era seguida por una contracción del rumen independientemente del retículo. El resto de las vacas presentaron ritmo 2:1 ó 1:2 y en un intento de correlacionar las variaciones en ritmo con diferencias en dieta o en cantidad de material contenido en la panza, se encontró que la mayoría de las vacas que presentaron ritmo 2:1 tenía el estómago relativamente vacío. Los intervalos fueron de alrededor de 30 segundos entre una contracción retículo-ruminal y una extra-reticular (independiente del retículo), y de 30 a 40 segundos entre una contracción extra-reticular y la iniciación del próximo ciclo.

Según Schalk y Amadon (12) las contracciones del rumen independientemente del retículo ocurren a intervalos de 30 segundos aproximadamente, y la motilidad varía según la actividad a que esté dedicado el animal, siendo menor cuando rumia que cuando descansa. La mayor actividad se observa cuando el animal come. También hay variación de acuerdo a la cantidad de material contenido en el rumen y el retículo y, aparentemente, la motilidad retículo-ruminal es estimulada por cualquier reducción marcada en dicha cantidad.

De acuerdo a resultados sin publicar de Schwarte (citados por Dukes, (4)) la menor actividad ocurre mientras los animales descansan y no mientras rumian. Las frecuencias promedio son las siguientes: comiendo - 2.8, rumiando - 2.3 y descansando - 1.8 contracciones del rumen por minuto.

Estos son los únicos datos que existen en la literatura sobre

frecuencia de los movimientos del rumen en diferentes condiciones y, como la variabilidad normal es grande, (3) hay dificultad en interpretar resultados en lo referente a cambios que puedan ocurrir en la motilidad del rumen; siendo entonces necesario, antes de considerarlos como tales, asegurarse de que no caen dentro de los márgenes normales de variación.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo consta de dos partes: la primera corresponde de al estudio de la frecuencia normal de los movimientos del rumen en vacas lecheras adultas en producción, y la segunda al estudio de los casos de irregularidad de los movimientos del rumen, su relación con la producción de leche y con el pH de ésta.

### Motilidad Normal del Rumen en Vacas Lecheras.

Para realizar esta parte, se escogieron al azar dentro del hato del Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, vacas adultas en producción de las razas Jersey y Criolla lechera, y del cruce Sindhi rojo x Pardo suizo; en número de cinco para cada uno de los grupos, lo cual hace un total de 15 animales. Se puso como condición que la fecha del último parto de todas las vacas estuviera comprendida dentro de los seis meses anteriores a la iniciación del trabajo; con el fin de que todas estuvieran en condiciones semejantes y de prevenir el hecho de que alguna pudiera secarse durante el período de observación. Los datos de las vacas aparecen en el cuadro número 1.

Durante el estudio, las vacas estuvieron al pastoreo en rotación en seis potreros compuestos principalmente por los pastos guinea (Panicum maximum Jacq.) y calingüero (Melinis minutiflora Beauv.). Permanecían en el establo de 4:00 a 7:00 a.m. y de 4:00 a 7:00 p.m., o sea un total de seis horas diarias, durante las cuales eran ordeñadas y recibían alimento concentrado y forrajes de corte. El concentrado era a base de harinolina de algodón y afrechillo de arroz.

Cuadro N°1. Datos de las Vacas Usadas para el Estudio de Motilidad Normal del Rumen.

Nombre	Raza	Fecha del último parto	Días entre el parto y la iniciación del estudio
Margarita	Criolla	22 Mar..57	60
Muñeca	"	18 Mar. 57	64
Consentida	"	23 Mar. 57	59
Coquineta	"	3 Mayo 57	18
Guapanga	"	6 Mayo 57	15
Amarilis	Jersey	8 Ene. 57	133
Greenbelt	"	13 Dic. 56	159
Marquesa	"	4 Dic. 56	168
Victancia	"	10 Abr. 57	41
Comodín	"	23 Mar. 57	59
Furia	Sindhi-Suizo	5 Ene. 57	136
Mulita	"	3 Feb. 57	107
Bonita	"	21 Abr. 57	30
Elvira	"	8 Dic. 56	164
Iris	"	14 Feb. 57	96

Este último contiene al mismo tiempo afrecho y pulituras de arroz. El pasto de corte suministrado fué mayormente Imperial (Axonopus scoparius (Flugge) Hitch.) y se dió también algo de sorgo negro (Sorghum vulgare Pers.).

Las observaciones se hicieron en las horas que las vacas pasaban en el establo, mediante apreciación visual externa de las contracciones del rumen según se notan en el costado izquierdo del abdomen de las vacas. En los casos de difícil apreciación visual, se usó el método de palpación en la fosa sublumbar izquierda.

Como medida de la motilidad se usó el intervalo en segundos entre contracciones del rumen. Para efectos de análisis, se usó el promedio de cinco intervalos u observaciones individuales; considerándose dicho promedio como una observación.

Los factores o condiciones considerados en el estudio fueron los siguientes:

- a) raza de los animales
- b) potrero en que pastaban
- c) cantidad de material contenido en el rumen o nivel de alimentación
- d) actividad de los animales en el momento de la observación, es decir, si estaban comiendo, rumiando o descansando (sin comer ni rumiar)

Como se dijo antes, se consideraron tres razas: Jersey, Criolla lechera y cruce de Sindhi rojo x Pardo suizo, y se tomaron cinco animales de cada una.

El número de potreros fué 12, ya que las observaciones cubrieron

dos ciclos completos de rotación en los seis potreros existentes. Las observaciones hechas en un mismo potrero en los dos ciclos fueron tomadas como hechas en potreros diferentes.

Se estudiaron dos niveles de alimentación o grados de repleción de la panza, considerados según el movimiento de las vacas en los potreros. Así, las observaciones hechas durante los dos primeros días que las vacas permanecieron en un potrero corresponden al nivel máximo (llenas) y las hechas en los dos últimos corresponden al mínimo (vacías).

Dentro de cada nivel de alimentación se hicieron observaciones mientras las vacas comían, rumiaban y descansaban.

Se tienen entonces tres razas con cinco vacas cada una, 12 potreros, dos niveles de alimentación y tres actividades. El número total de observaciones fué de 1080 (o sea  $3 \times 5 \times 12 \times 2 \times 3 = 1080$ ) y el análisis se hizo según el diseño en parcelas sub-subdivididas (14).

Las parcelas grandes (error a) correspondieron a razas, el error b a potreros, el error c a niveles de alimentación y el error d a actividades.

Antes de iniciar el estudio, fué necesario hacer una serie de observaciones preliminares, para determinar el número de vacas que era posible observar en los dos días que comprendía cada nivel de alimentación en un potrero. Como las vacas debían ser observadas mientras comían, rumiaban y descansaban, y hubo dificultades en lo referente a la distribución que ellas hacen de su tiempo en las horas que pasan en el establo, el número de animales no pudo ser

mayor de 15, considerándose que dicha cantidad podría ser observada con seguridad durante el tiempo previsto.

Durante el período preliminar se determinó también el método más conveniente de hacer las observaciones, encontrándose que en muchas de las vacas no todas las contracciones se suceden a intervalos iguales, y que en algunas hay ritmo definido entre contracciones a intervalos diferentes; por lo cual se consideró más exacto tomar el promedio de cinco intervalos como medida de la motilidad y tratar, en lo posible, que dichos intervalos fueran sucesivos.

#### Casos de Irregularidad en los Movimientos del Rumen y Factores Relacionados.

Para la realización de la segunda parte del estudio, todas las vacas en ordeño del Departamento de Ganadería del I.I.C.A. (aproximadamente 75) estuvieron en observación durante nueve meses; y en todos los casos en que se notó disminución sin causa aparente en la producción de leche de alguna vaca, se procedió a hacer observaciones de la motilidad del rumen. Se tomó nota, al mismo tiempo, de la condición y actividad de la vaca, así como de su producción de leche.

En el laboratorio del Departamento de Ganadería se realizan análisis para determinar el porcentaje de proteínas en la leche, por la técnica de titulación con formol que requiere la neutralización de esta última; en varios casos se observó que la leche era ya neutra o alcalina, y pudo notarse que la mayoría de ellos correspondían a vacas que presentaban problemas de la motilidad del rumen. De allí que se iniciara un estudio del pH de la leche.

Dentro del hato del Instituto se tomaron 75 muestras correspondientes a 45 vacas aparentemente normales; y además, se determinó la reacción de la leche de las vacas que presentaron problemas de la motilidad del rumen.

Para las determinaciones del pH se usó un potenciómetro Beckman. Las muestras se tomaron de la producción total de la vaca en un ordeño y, en los casos en que el pH fué superior a 6.8, se hicieron determinaciones en leche de cada cuarto. Al mismo tiempo, se realizaron pruebas de mastitis para saber si el cambio en la acidez de la leche era o no debido a acción bacterial.

El método usado para las pruebas de mastitis fué el de observación microscópica directa de frotis de leche incubada durante 12 horas a 37°C, y teñidos luego con azul de metileno.

Una vez establecida la relación entre la condición de hipermotilidad del rumen y el pH de la leche, se procedió a hacer estudios en cinco fincas lecheras para investigar la posible existencia del problema en otros hatos.

Las fincas están situadas una en Turrialba, una en Paraíso y tres en Orosí y en condiciones ecológicas diferentes. El número total de vacas a las cuales se tomó muestra de leche fué de 292.

En las lecherías se procedió de la manera siguiente: se tomaron muestras de leche de todas las vacas y se les determinó el pH. A las vacas cuya leche tuvo reacción anormal se les tomó muestra separada de cada cuarto para determinar el pH y hacer la prueba de mastitis; se les determinó también la motilidad del rumen.

## RESULTADOS

### 1. Motilidad Normal del Rumen.

El intervalo promedio entre contracciones del rumen, calculado con base en el total de observaciones fué de 25.9 segundos. En el cuadro número 2 aparece el análisis de la variancia para la motilidad normal del rumen. Según puede observarse, la diferencia entre razas no fué significativa sino al nivel del 10%. Los promedios de los intervalos entre contracciones del rumen en las distintas razas aparecen en el cuadro número 3. Dichos promedios fueron calculados con base en todas las observaciones correspondientes a cada raza, independientemente de potreros, niveles de alimentación o actividades.

Las diferencias entre potreros fueron altamente significativas y asimismo la interacción de razas x potreros. En el cuadro número 4 pueden verse los promedios para los distintos potreros y en el cuadro número 5 los correspondientes a la interacción razas x potreros, es decir, promedios de las distintas razas en cada potrero.

El intervalo entre contracciones del rumen fué significativamente (al 1%) menor cuando las vacas estaban llenas, que cuando tenían el estómago relativamente vacío. Los promedios aparecen en el cuadro número 6.

Las interacciones de razas x niveles, potreros x niveles y razas x potreros x niveles fueron significativas al nivel del 1%. Los promedios correspondientes a razas x niveles y potreros x niveles aparecen en los cuadros número 7 y 8 respectivamente.

Cuadro N°2. Análisis de la Variancia de la Motilidad Normal del Rumen.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.	
Razas (R)	2	201.3	100.65	3.05	*
Error (a) (Dentro de razas (V))	12	396.1	33.01		
Potreros (P)	11	357.0	32.45	6.70	**
Razas x Potreros	22	218.1	9.91	2.05	**
Error (b) (P x V)	132	638.7	4.84		
Niveles (N)	1	67.7	67.7	36.01	**
Razas x Niveles	2	11.7	5.85	3.11	**
Potreros x Niveles	11	135.3	12.30	6.54	**
Razas x Potreros x Niveles	22	476.8	21.67	11.53	**
Error (c) (N x V)	12	144	270.3	1.88	
Error (c) (P x N x V)	132				
Actividades (A)	2	6,512.4	3,256.2	794.2	**
Razas x Actividades	4	68.0	17.0	4.15	**
Potreros x Actividades	22	260.0	11.8	2.88	**
Niveles x Actividades	2	44.9	22.4	5.46	**
Razas x Potreros x Actividades	44	791.1	18.0	4.39	**
Razas x Niveles x Actividades	4	159.2	39.8	9.71	**
(R x P x N x A)	44				
(A x V)	24				
Error (d) (P x A x V)	264	620-5=615	2,547.2	4.1	
(N x A x V)	24				
(P x N x A x V)	264				
<b>T o t a l</b>		<b>1,080-5= 1,075</b>	<b>13,770.3</b>		

\* Significativa al 10%

\*\* Grados de libertad restados por pérdida de observaciones

\*\* Significativa al 1%

Quadro N°3. Intervalo entre Contracciones del Rumen en las Distintas Razas.

Razas	Promedios (segundos)
Criolla	26.0
Jersey	25.4
Sindhi-Suizo	26.4

D.M.S. (5%) = 0.93

Quadro N°4. Intervalo entre Contracciones del Rumen en los Diferentes Potreros.

Potreros	Promedios (segundos)
1	25.4
2	24.4
3	25.7
4	25.9
5	26.2
6	26.7
7	26.3
8	25.7
9	25.9
10	26.1
11	26.3
12	26.4

D.M.S. (5%) = 0.64  
D.M.S. (1%) = 0.84

Cuadro N°5. Razas x Potreros.

P R O M E D I O S			
Potreros	R a z a s		
	Criolla	Jersey	Sindhi-Suiza
1	26.4	23.8	25.9
2	24.9	23.5	24.8
3	26.0	25.4	25.7
4	25.7	25.6	26.2
5	25.9	25.8	26.8
6	27.4	25.6	27.1
7	25.7	26.1	27.2
8	24.6	25.9	26.6
9	26.0	25.1	26.6
10	26.4	25.5	26.2
11	26.0	26.3	26.7
12	26.6	25.7	27.1

Cuadro N°6. Intervalo entre Contracciones del Rumén a Diferentes Niveles de Alimentación.

Niveles	Promedios (segundos)
Llenas	25.7
Vacías	26.2

D.M.S. (5%) = 0.16

D.M.S. (1%) = 0.22

Cuadro N°7. Razas x Niveles.

P R O M E D I O S		
Razas	Niveles	
	Llenas	Vacías
Criolla	25.7	26.3
Jersey	25.0	25.7
Sindhi-Suizo	26.3	26.5

Cuadro N°8. Potreros x Niveles.

P R O M E D I O S		
Potreros	Niveles	
	Llenas	Vacías
1	25.2	25.5
2	25.1	23.7
3	25.3	26.1
4	25.2	26.5
5	25.8	26.5
6	26.5	26.9
7	26.0	26.6
8	25.2	26.2
9	26.0	25.9
10	25.5	26.6
11	26.3	26.3
12	25.9	27.0

Las diferencias entre actividades de las vacas fueron altamente significativas; siendo menor el intervalo entre contracciones del rumen cuando las vacas comen que cuando rumian. El mayor intervalo promedio se tiene cuando las vacas descansan, según puede observarse en el cuadro número 9.

Cuadro N°9. Intervalo entre Contracciones del Rumen según la Actividad a que se Dedicaban las Vacas.

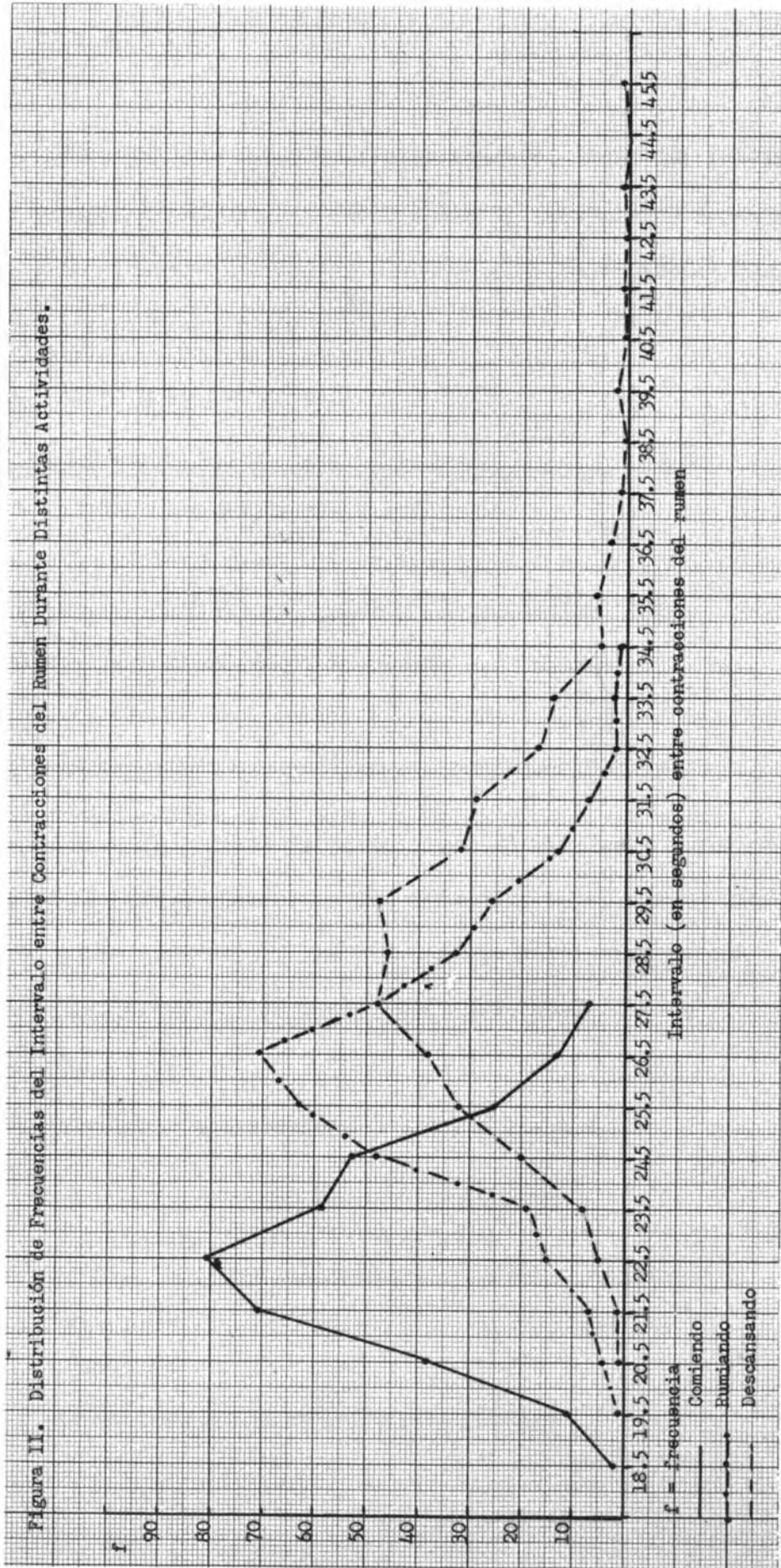
Actividades	Promedios (segundos)
Comiendo	22.7
Rumiando	26.3
Descansando	28.7

D.M.S. (5%) = 0.30  
D.M.S. (1%) = 0.39

Los polígonos de frecuencias que aparecen en la Figura número 2, muestran la variación existente en la frecuencia de las contracciones del rumen en las distintas actividades. El intervalo de clase usado fué de un segundo. Puede observarse que cuando las vacas descansan los intervalos varían entre 20.5 y 45.5 segundos, y que es en esta actividad donde se tiene mayor variación.

Para el total de observaciones se encontró que los intervalos varían entre 18.5 y 45.5 segundos. (Figura 2).

Hubo significación al 1% para las interacciones de razas x actividades, potreros x actividades, niveles x actividades, razas



x potreros x actividades y razas x niveles x actividades. En la Figura número 3 aparece representada gráficamente la interacción razas x actividades y en el cuadro número 10 pueden verse los promedios para las distintas razas de acuerdo a actividades.

Cuadro N°10. Razas x Actividades.

Razas	P R O M E D I O S		
	Comiendo	Rumiando	Descansando
Criolla	22.6	26.2	29.1
Jersey	22.3	25.5	28.3
Sindhi-Suizo	23.3	27.1	28.8

La representación gráfica de la interacción niveles x actividades aparece en la Figura número 4 y los promedios en el cuadro número 11. Según puede observarse, las diferencias entre niveles son mayores cuando las vacas rumian o descansan que cuando comen. (Figura 4).

Cuadro N°11. Niveles x Actividades.

Actividades	Niveles	
	Llenas	Vacías
Comiendo	22.8	22.7
Rumiando	25.9	26.7
Descansando	28.3	29.1

Figura III. Razas x Actividades

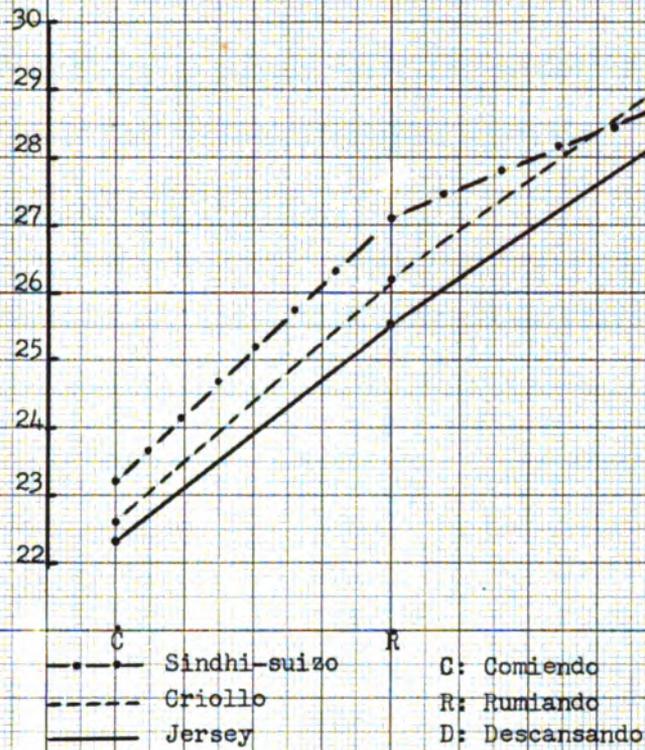
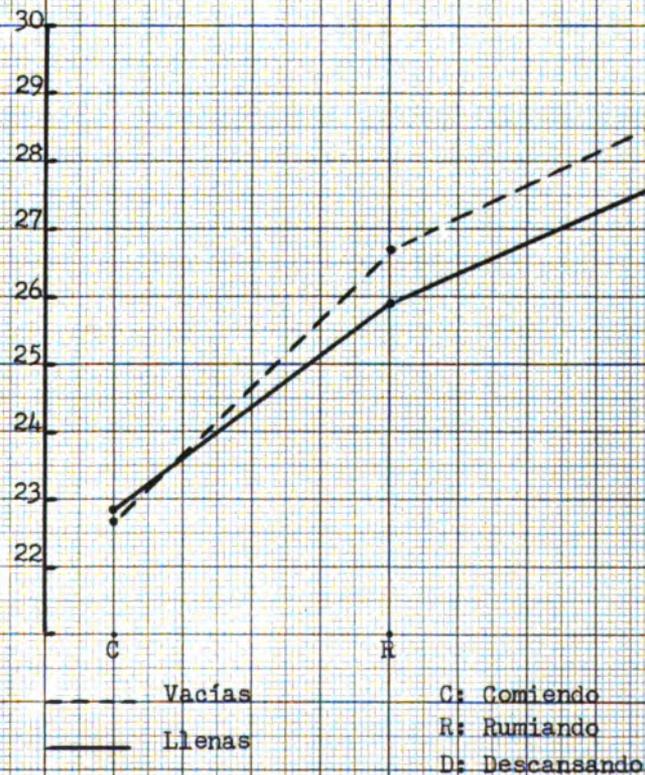


Figura IV. Niveles x Actividades



En el cuadro número 12 pueden verse los promedios correspondientes a cada actividad en los diferentes potreros.

Cuadro N°12. Potreros x Actividades.

P R O M E D I O S			
Potreros	A c t i v i d a d e s		
	Comiendo	Rumiando	Descansando
1	22.8	25.2	28.1
2	21.4	24.6	27.2
3	22.1	25.7	29.3
4	22.4	26.1	29.1
5	22.7	26.3	29.5
6	22.8	26.6	30.7
7	23.0	26.7	29.1
8	22.7	26.5	27.9
9	22.9	27.2	27.7
10	23.2	26.4	28.6
11	23.6	27.2	28.2
12	23.2	26.7	29.4

2. Casos de Irregularidad en los Movimientos del Rumen y Factores Relacionados.

Durante el período de observación de las vacas del hato lechero del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, hubo oportunidad de observar nueve vacas que estuvieron en condiciones anormales y que presentaban los siguientes síntomas: decaimiento general, falta de aptito y descenso brusco en la producción de leche. La condición era apirética y en algunos casos se observó irregularidad en el andar y abundante salivación, así como también contracción en la musculatura abdominal.

En la parte baja de la panza de las vacas se observaron contracciones que no se extendían a la parte dorsal del rumen y que ocurrían a intervalos muy cortos. Se notó aumento en la intensidad de las contracciones que sí se extendían hacia la parte superior de la panza. Dichas contracciones ocurrían a intervalos irregulares y así, algunas se presentaban a intervalos entre 10 y 16 segundos, y otras ocurrían a intervalos de más de 40 segundos. En algunas vacas los intervalos eran regulares; pero más cortos que cualesquiera de los observados en animales normales.

En el cuadro número 13 pueden observarse los intervalos entre contracciones individuales que se extendieron hacia la parte dorsal de la panza, y los promedios de cinco de ellos en los distintos casos; se especifican también la condición y actividad de la vaca en el momento de la observación.



Cuadro N°13. Motilidad del Rumen en los Casos de Irregularidad Observados.

Vaca	Fecha	Condición	Actividad	Contracciones individuales	Promedio
Mansa	10 Jun. 57	Llena	Rumiando	15 - 15 - 25 - 15 - 15 - 25	18.33
Limeña	15 Jun. 57	Vacía	Comiendo	13 - 14 - 17 - 18 - 13	15.0
Limeña	15 Jun. 57	Vacía	Rumiando	17 - 15 - 30 - 18 - 14 - 30	20.67
Limeña	15 Jun. 57	Vacía	Descansando	20 - 20 - 20 - 19 - 20	19.8
Limeña	12 Jul. 57	Vacía	Comiendo	10 - 13 - 14 - 12 - 17	13.2
Limeña	14 Jul. 57	Llena	Comiendo	25 - 18 - 20 - 18 - 17	19.6
Limeña	14 Jul. 57	Llena	Descansando	25 - 20 - 25 - 20 - 22	22.4
Eddy	9 Jul. 57	—	—	—	—
Coquineta	17 Ago. 57	Vacía	Descansando	23 - 17 - 23 - 17 - 22	20.4
Mirta	17 Ago. 57	Vacía	Comiendo	41 - 14 - 12 - 21 - 42	26.0
Mirta	17 Ago. 57	Llena	Comiendo	11 - 23 - 19 - 28 - 16	19.4
Artillera	30 Ago. 57	—	Descansando	46 - 15 - 11 - 15 - 8	19.0
Artillera	30 Ago. 57	—	Rumiando	21 - 23 - 35 - 17 - 28	24.8 *
Artillera	31 Ago. 57	—	Descansando	11 - 23 - 22 - 60 - 24	28.0 **
Canancia	23 Oct. 57	Vacía	Comiendo	12 - 21 - 16 - 23 - 19	18.2
Bullanga	9 Nov. 57	—	Comiendo	12 - 15 - 26 - 26 - 14	18.6 **
Bullanga	20 Nov. 57	Vacía	Descansando	10 - 14	—
Nory	6 Feb. 58	Vacía	Descansando	29 - 15 - 17 - 29 - 10	20.0

\* En oportunidades presentó movimientos casi contínuos

\*\* Contracciones en la parte baja de la panza

\*\*\* Se observó movimiento casi sin interrupción

Los datos de producción de leche de las vacas con hipermotilidad del rumen aparecen en el cuadro número 14. En el mismo cuadro pueden verse los datos correspondientes al pH de la leche; puede notarse que este último fué en todos los casos superior a 6.8.

En el estudio del pH de la leche en vacas normales se encontró un margen de variación de 6.58 a 6.80 y el pH promedio fué de 6.69. Para el cálculo de este promedio se utilizaron los datos de vacas que no padecían mastitis, no estaban en calor y no estaban recién paridas ni próximas a secar.

En los casos en que la vaca padecía al mismo tiempo mastitis e hipermotilidad del rumen, pudo observarse que el pH de la leche era superior a 6.8, tanto en los cuartos afectados por la mastitis como en los no afectados.

En el cuadro número 15 aparece el resumen de los datos obtenidos en el estudio del pH de la leche; incluye el hato del Instituto (hato número 6) y otras cinco fincas lecheras donde se investigó acerca de la existencia de hipermotilidad del rumen. Puede notarse que en el hato número 4 apareció una vaca cuya leche tuvo pH superior a 6.8 y que al ser observada presentó hipermotilidad del rumen. El hato número 4 está situado en la parte alta del valle de Orosi en la provincia de Cartago.

Cuadro N°14. Casos de Hipermotilidad del Rumen Observados en el Hato del I.I.C.A.

Nombre de la Vaca	Fecha del Parto	Fecha(s) en que se observó hiper-motilidad	Producción de Leche (promedio diario en Kgrs.)		pH de la Leche		
			10 días anteriores a la observación de hiper-motilidad	Después que se despareció la hiper-motilidad	Antes de observar hiper-motilidad	Después de desaparecer la hiper-motilidad	
Mansa	29 Nov.56	10 Jun.57	3.3	2.6	2.7	—	—
Limeña	3 Dic.56	15 Jun.57	8.6	3.9	3.1	7.19	6.71
Eddy	9 Mayo 57	9 Jul.57	3.8	2.1	secó	7.1	—
Coquineta	3 Mayo 57	( 4 Jul.57 17 Ago.57	11.1 10.1	8.8 8.6	11.0 8.8	6.87 * 6.87	— 6.75
Mirta	12 Jun.57	10 Jul.57	8.2	7.4	8.6	6.95	—
Artillera	26 Ago.57	30 Ago.57	—	5.9	8.2	6.95 **	6.79
Bullanga	31 Oct.57	9 Nov.57	—	7.4	8.0	6.89	6.78
Ganancia	8 Mar.57	19 Oct.57	2.8	1.6	secó	7.59 ***	—
Nory	23 Oct.57	6 Feb.58	11.0	6.9	8.0	6.81	—

\* Staphilococcus en dos cuartos

\*\* Streptococcus en dos cuartos; pero pH alto también en los dos negativos

\*\*\* Próximas a secar

Quadro N°15. Determinación del pH de la Leche en Vacas de Seis Hatos Lecheros.

Hato N°	N° de Vacas a las que se les tomó muestras	N° de muestras tomadas	N° de Vacas cuya leche tuvo pH alto en alguna oportunidad	N° de Vacas cuya leche tuvo pH mayor de 6.8 y fue positiva por mastitis	Vacas con pH mayor de 6.8 e irregularidad en los movimientos del rumen	Muestras con pH alto por otras causas
1	95	123	9	5	—	4
2	42	42	1	1	—	—
3	16	16	2	2	—	—
4	57	73	4	3	1*	—
5	28	28	6	6	—	—
6	54	113	15	7	8	1
<b>T o t a l</b>	<b>292</b>	<b>395</b>	<b>37</b>	<b>24</b>	<b>9</b>	<b>5</b>

\* pH de la leche: 6.82; intervalo entre contracciones del rumen (descansando) : 15- 18 - 15 - 25 - 14.

## DISCUSION

La información que existe en la literatura acerca de la motilidad del rumen en el ganado se refiere, en su mayor parte, a la mecánica y el ritmo del ciclo y las contracciones reticulo-ruminales. Ninguno de los trabajos ha sido realizado en condiciones tropicales y no se ha entrado en detalles en lo referente a la frecuencia de las contracciones del rumen. La información al respecto es algo contradictoria, y asimismo la referente a la forma en que el intervalo entre contracciones es afectado por distintos factores.

En el presente trabajo se ha aplicado análisis estadístico a los datos obtenidos de un número grande de observaciones, con el objeto de conocer la variación normal y determinar el efecto de varios factores sobre la motilidad del rumen.

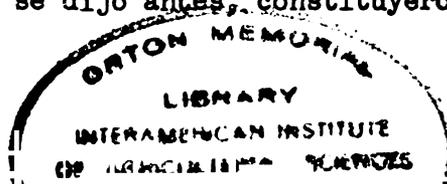
Los resultados del estudio del intervalo normal entre contracciones del rumen deben ser interpretados pensando, especialmente, en la importancia práctica que tiene el conocer la variación normal, para poder definir cambios en motilidad del rumen ocasionados por drogas u otros factores. Desde luego, tiene también importancia científica el conocimiento de factores que afectan significativamente la motilidad del rumen; aún cuando las diferencias que ocasionen no sean de una magnitud que pueda llevar a conclusiones erróneas cuando se trate de observar, en la práctica, si la frecuencia de las contracciones del rumen en un determinado momento es normal o no.

Los resultados obtenidos concuerdan en parte con la información que se encuentra en la literatura acerca de trabajos realizados en

condiciones diferentes de las tropicales; pero hay una serie de puntos en los cuales se obtuvieron resultados diferentes. Así, el promedio general obtenido (25.9 segundos) para el intervalo entre contracciones del rumen, es más bajo que el mencionado en la literatura, que en la mayoría de los casos ha sido de 30 a 40 segundos (12) (15).

El análisis de la variancia no dió significación para las diferencias entre razas. El hecho de que la variación haya estado cerca del límite de la significación, y de que las interacciones de razas por las otras fuentes de variación fueran todas significativas, parece indicar que el número de vacas para cada raza fué pequeño. La exactitud del diseño en parcelas subdivididas es mayor en las subdivisiones que en las parcelas grandes, que en este caso correspondieron a razas, y puede pensarse que el diseño no fué lo suficientemente exacto en esa parte. De todas maneras, las diferencias fueron pequeñas y no tendrían gran importancia práctica, aún cuando se demostró que las distintas razas responden en forma diferente a cambios de potrero o de cantidad de alimento ingerido. También se comportaron en forma distinta en las diferentes actividades. En la literatura no existe ninguna mención de trabajos para tratar de averiguar si las razas difieren o no en la frecuencia de las contracciones del rumen.

La fuente de variación que en el análisis de la variancia se llamó "potreros" se incluyó en el estudio por dos razones. La primera fué obtener mayor número de repeticiones y observaciones para las subdivisiones siguientes, es decir, se aumentó el número de ciclos de entrada y salida de potreros (que, como se dijo antes, constituyeron



los niveles de alimentación). La segunda razón fué determinar si cambios en la clase o composición de los forrajes afectan la motilidad del rumen.

Se encontraron diferencias significativas entre potreros; pero cabe indicar que estas diferencias pueden ser debidas no solo a cambios en los forrajes, sino también a factores desconocidos dependientes de la época de observación. En otras palabras, los potreros y el tiempo estaban confundidos en el diseño.

Williams (15) realizó intento de correlacionar el ritmo de las contracciones reticulo-ruminales con la cantidad de material contenido en el rumen; encontró que el ritmo de dos contracciones reticulo-ruminales acompañadas por una extra-reticular se presenta mayormente en animales con el estómago relativamente vacío. Esto sugirió que la repleción de la panza pudiera tener influencia en la motilidad del rumen.

En el presente trabajo se encontró que la motilidad del rumen es mayor (el intervalo entre contracciones es menor) cuando las vacas tieten el estómago lleno que cuando están relativamente vacías. Schalk y Amadon (12) dicen que aparentemente la motilidad rumino-reticular es estimulada por cualquier reducción marcada en los contenidos del rumen; pero sus trabajos fueron realizados con animales con fistula del rumen, y ésto puede haber tenido influencia, ya que según Williams (15) todos los animales con fistula con los cuales trabajó en su experimento presentaron ritmo 1:1 en las contracciones reticulo-ruminales. Como en el presente estudio se usó el método de observación directa y palpación en el animal intacto, no fué posible distinguir los dos

tipos de movimientos del rumen que se mencionan en la literatura.

Clark (2), en su revisión de literatura sobre factores que afectan la motilidad del rumen, menciona el hecho de que la tensión es estimulante de la contracción en la mayoría de los músculos y cita a Quin y Van der Wath; quienes trabajando con ovejas encontraron que el hambre o la inanición reducen la motilidad del rumen.

La interacción razas x niveles puede interpretarse como el diferente comportamiento de las razas a un determinado grado de repleción de la panza, o bien por diferencias en las razas en cuanto a cantidades relativas de materiales en el rumen, es decir, que aún cuando las vacas se consideraran llenas por haber entrado a un potrero nuevo, las vacas de todas las razas no se llenaron al mismo nivel relativo. El mismo razonamiento puede aplicarse cuando se consideraron vacías y puede explicar también la interacción niveles x potreros, si se toma en cuenta que las diferencias pueden deberse no solo a la clase y composición de los forrajes, sino también al consumo de ellos que puede haber sido diferente en los distintos potreros.

El factor que causa el mayor margen de variación en la frecuencia de las contracciones del rumen es la actividad de las vacas en el momento de la observación. Todos los autores coinciden al afirmar que las contracciones del rumen se aceleran cuando el animal come (2) (12) (Schwarte, citado por Dukes (4)).

Schwarte (citado por Dukes (4)), da un promedio de 21.4 segundos para el intervalo entre contracciones mientras las vacas comen, de 26.1 segundos cuando rumian y de 33.3 segundos cuando descansan.

Estos resultados coinciden con los aquí presentados en cuanto a la motilidad relativa en las distintas actividades; siendo ésta mayor cuando los animales rumian que cuando descansan, a diferencia de lo informado por Schalk y Amadon (12) de que hay menor motilidad cuando los animales rumian que cuando descansan.

El menor margen de variación se tiene cuando las vacas están comiendo y el mayor cuando están descansando. Estas variaciones son de importancia práctica y deben ser consideradas siempre que se den datos de motilidad del rumen, puesto que observaciones normales para una actividad pueden estar fuera de los márgenes de variación encontrados para otra.

Hay diferencias en el comportamiento de las razas en las distintas actividades; así, se observa que el cruce Sindhi-suizo presenta la menor motilidad comiendo y rumiando, mientras que es la raza criolla lechera la que tiene menor motilidad cuando las vacas descansan.

Se observa también interacción significativa entre niveles y actividades. Las diferencias entre niveles son mayores cuando las vacas rumian o descansan que cuando comen, y las diferencias entre actividades son mayores cuando están vacías que cuando están llenas.

En la segunda parte de los resultados se han descrito los casos observados de irregularidad en los movimientos del rumen. Puede observarse que la irregularidad se manifiesta en dos formas. Una es caracterizada por aumento de la frecuencia e intensidad de las contracciones del rumen, como fué el caso de la vaca Limeña, donde se ve que el promedio de los intervalos es mucho menor que en todas las vacas conside-

radas normales. La otra forma se manifiesta por una gran irregularidad en la frecuencia de las contracciones, aún cuando el promedio de varios intervalos pueda ser aparentemente normal; como en el caso de la vaca Mirta. También se observó la aparición de ondas de contracción en la parte ventral de la panza, las cuales no alcanzaban la parte dorsal del rumen. En ocasiones, se observó que las contracciones se sucedían casi sin interrupción, o que durante los intervalos había contracciones muy frecuentes en la parte baja de la panza.

Es conveniente recalcar que la variación en el intervalo entre contracciones individuales del rumen, en vacas normales, fué mucho más amplia que la encontrada en los promedios de varios intervalos. Así, se observaron intervalos individuales desde 16 hasta 38 segundos mientras las vacas comían; de 17 hasta 49 segundos mientras rumiaban y de 17 hasta 70 segundos mientras descansaban. De manera que no es suficiente una sola observación para definir si la motilidad del rumen es normal o no. Cabe hacer anotación de que algunas de las vacas con hiperomotilidad del rumen presentaban varias contracciones a intervalos normales, seguidas por un período de aceleración de los movimientos o por contracciones en la parte baja de la panza.

En la literatura no existe información respecto a la condición aquí descrita. Hasta el momento, no se sabe qué factor, o factores provocan la mencionada irregularidad en los movimientos del rumen; pero existe la idea de que pueda deberse a efecto de alguna planta tóxica ingerida.

La información en la literatura indica que hay varias drogas

capaces de aumentar la motilidad del rumen, tales como el sulfato de eserina y la lentina, dependiendo de la dosis y de la vía de administración la forma en que actúan (3) (2). Dougherty (3) informa también que la insuflación intrarruminal con oxígeno tiene efecto estimulante sobre la actividad del rumen.

Es necesario continuar el estudio de los casos de hipermotilidad del rumen que se presenten, para tratar de determinar la causa de la condición y probar diferentes métodos de tratamiento para corregirla.

En el presente trabajo se estudió la producción de leche y el pH de ésta en las vacas afectadas y es de gran importancia estudiar otros aspectos de su fisiología, para determinar la amplitud del efecto fisiológico de la condición.

Es notorio el efecto de la irregularidad de los movimientos del rumen sobre la producción de leche, ya que ocasiona un descenso brusco en ésta. La condición se presenta tanto en vacas recién paridas como en las que están a mediados o al final de la lactancia. En las vacas recién paridas hubo descenso en producción; pero una vez desaparecida la hipermotilidad del rumen, las vacas volvieron a su nivel de producción anterior. En cambio, las que tuvieron hipermotilidad en estados más avanzados de la lactancia, no volvieron a producir a su nivel anterior. En dos de los casos, las vacas se secaron.

Los resultados del estudio del pH de la leche muestran que hay relación entre éste y la hipermotilidad del rumen. El margen de variación normal encontrado (6.58 a 6.80) y el promedio total (6.69) coinciden con los datos encontrados en la literatura. Hastings y Beach (6)

mencionan un margen de variación normal de 6.5 a 6.8; Johnston y Doan (7) dan un margen de 6.4 a 6.8 y Rao y Dastur (10), trabajando con vacas de razas indias, encontraron variación de 6.6 a 6.74.

En la mayoría de los estudios realizados sobre pH de la leche se ha considerado que los valores superiores a 6.8 son anormales (6) (9).

La mastitis es uno de los factores que causan aumento en el pH de la leche, por lo cual la mayoría de las pruebas para su diagnóstico están basadas en cambios de reacción en la leche. Se ha determinado que otros factores, además de la mastitis, afectan el pH de la leche. Así, Kleckner (8) llegó a la conclusión de que el celo tiene influencia sobre el pH; se ha informado también que éste aumenta según avanza el período de lactancia (11) (9).

Tanto la evidencia encontrada en la literatura como la obtenida en este trabajo, indican que valores de pH superiores a 6.8 son anormales en la leche de vacas que no están en calor o a fines de la lactancia.

Los datos obtenidos de las vacas que padecieron hipermotilidad del rumen muestran que esta condición causa una concentración anormal de iones de hidrógeno en la leche. La misma reacción se observó en todos los cuartos de la ubre y, en las vacas que al mismo tiempo sufrieron mastitis, el pH alto se presentó también en los cuartos no afectados. Cabe hacer notar que, en todos los casos en que se obtuvo el dato, la reacción volvió a ser normal una vez que desapareció la irregularidad en la frecuencia de las contracciones del rumen.

Es interesante el hecho de que se encontrara en otro hato una vac ca mostrando la misma condición anormal observada en vacas del hato

del I.I.C.A. Se pudo obtener la información de que en el hato donde se encontró la vaca con hipermotilidad del rumen, se han presentado frecuentes casos de animales positivos a la prueba de bromotimol azul (que es una prueba de pH, con sensibilidad de 6.0 a 7.6) para mastitis, sin que hubiera ninguna manifestación clínica de esta enfermedad.

La relación entre la irregularidad de los movimientos del rumen y el pH de la leche es de suma importancia, pues indica que la condición tiene un efecto fisiológico amplio y, además, aumenta su importancia desde el punto de vista económico por ser fuente de error en las pruebas más usuales de mastitis.

El pH alto en mastitis es ocasionado por filtración de cloruro de sodio de la sangre a la leche por daño en las paredes de la glándula mamaria. Un punto primordial para avanzar más adelante el presente estudio, sería ver si en casos de hipermotilidad del rumen, la leche tiene aumento de cloruros.

Klein y Learmonth (9) consideran como anormal un porcentaje de cloro en la leche mayor de 0.14 y Hastings y Beach (6) usan el criterio de que un contenido de cloro de 0.15 por ciento o más es anormal.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas se realizó un estudio para determinar la motilidad normal del rumen en vacas Criollas lecheras, Jersey y Sindhi rojo x Pardo suizo en diferentes potreros; a dos diferentes niveles de alimentación y mientras comían, rumiaban y descansaban (sin comer ni rumiar). Se estudiaron también los casos observados de irregularidad en los movimientos del rumen y factores relacionados.

Cinco vacas de cada raza fueron observadas durante tres meses, y se determinó la motilidad del rumen mediante observación visual directa de las ondas de contracción en el animal intacto. Como medida, se usó el intervalo (en segundos) entre contracciones. Los datos fueron analizados según el diseño en parcelas repetidamente subdivididas.

Todas las vacas del hato lechero del Instituto estuvieron en observación durante nueve meses, y se estudiaron los casos de irregularidad en los movimientos del rumen que se presentaron. Se llevaron registros de la producción de leche y del pH de ésta en las vacas afectadas. Se hicieron también pruebas de mastitis a todas las vacas cuya leche tuvo pH mayor de 6.8.

Se hizo un estudio en cinco hatos lecheros para investigar acerca de la existencia del problema en otros hatos.

El intervalo promedio (de todas las observaciones) entre contracciones del rumen fué de 25.9 segundos. Hubo diferencias altamente significativas entre potreros, niveles de alimentación y actividades de las vacas. Las diferencias entre razas fueron significativas al

nivel del 10%. Todas las interacciones fueron significativas.

El intervalo entre contracciones del rumen fué más corto cuando las vacas comían (22.7 segundos) que cuando rumiaban (26.3 segundos) o descansaban (28.7 segundos). También fué más corto cuando las vacas estaban llenas (25.7 segundos) que cuando estaban relativamente vacías (26.2 segundos).

De las 292 vacas observadas, 9 presentaron hipermotilidad del rumen, junto con disminución en la producción de leche y elevación anormal en el pH de ésta.

Los resultados del presente estudio llevan a las siguientes conclusiones:

1. Los cambios de potrero no afectan en igual forma la motilidad del rumen en las razas.
2. Los cambios en la cantidad de alimento ingerido afectan la motilidad del rumen, siendo ésta mayor cuando las vacas es tán llenas que cuando tienen el estómago relativamente vacío.
3. La variación debida a cambios en el grado de repleción de la panza depende del potrero en que pastan las vacas, y no es igual para todas las razas.
4. Las diferencias entre niveles de alimentación son mayores cuando las vacas rumian o descansan que cuando comen.
5. La motilidad del rumen es afectada por la actividad de las vacas en el momento de la observación; siendo menor cuando descansan que cuando rumian. La mayor motilidad se

tiene cuando los animales están comiendo.

- 6.. El mayor margen de variación en la motilidad del rumen es el ocasionado por la actividad de las vacas en el momento de la observación.
7. Las diferencias en frecuencia de las contracciones del rumen en distintas actividades no son iguales para todas las razas.
8. La variación en motilidad del rumen en distintas actividades es mayor cuando las vacas están vacías que cuando están llenas.
9. Existe una condición anormal en las vacas, caracterizada por irregularidad y aumento de frecuencia de las contracciones del rumen.
10. Dicha condición causa un descenso en la producción de leche, y aumento en el pH de ésta sobre el nivel normal.

### SUMMARY AND CONCLUSIONS

The observation of irregularities in rumen movements, thought to be hypermotility, led to a study conducted at the Animal Industry Department of the Inter-American Institute of Agricultural Sciences to determine the normal rumen motility in the Dairy Criollo, the Jersey and the Red Sindhi x Brown Swiss cows in different pastures; at two different levels of feeding while they were eating, ruminating and resting (not eating - not ruminating). The observed cases of irregularity in the rumen movements and related factors were also studied.

To establish a standard five cows of each breed were observed during three months, and rumen motility determined by visual observation of the waves of contraction in the intact animal. The measure used was the interval (in seconds) between contractions. The data were analyzed as a split-plot design with multiple replication degeneracy.

All the cows of the Institute's dairy herd were under observation during nine months and the cases of irregularity in rumen movements were recorded. Milk pH and milk production of the affected cows were also recorded. Cows producing milk that had a pH higher than 6.8 were tested for mastitis.

A survey was made in five dairy herds to check the existence of rumen hypermotility in other herds.

The average interval (of all the observations) between rumen contractions was found to be 25.9 seconds. There were highly

significant differences between pastures, levels of feeding and activities of the cows. The differences between breeds were significant at the 10% level. All the interactions were significant.

The interval between rumen contractions was shorter when the cows were eating (22.7 seconds) than when they were ruminating (26.3 seconds) or resting (28.7 seconds). It was also shorter when the cows were full (25.7 seconds) than when their stomachs were relatively empty (26.2 seconds).

Nine of the 292 observed cows were found to have rumen hypermotility. This condition was accompanied by a decrease in milk production and an abnormal increase in the milk pH.

The results of this study led to the following conclusions:

1. The changes of pasture did not affect rumen motility in the same way in all breeds.
2. The changes in the level of feed intake affected rumen motility, this being greater when the cows were full than when their stomachs were relatively empty.
3. Differences due to the degree of fill of the stomach varied with the pasture and with the breed.
4. The differences between levels of feeding were greater when the cows were ruminating or resting than when they were eating.
5. Rumen motility was affected by the activities of the cows.

The frequency of rumen contraction was lowest while the cows were at rest, it increased during rumination, and the highest

- rate of motility was recorded while the cows were eating.
6. The widest range of variation in rumen motility was caused by the activity of the cows during observation.
  7. The differences in frequency of rumen contractions during different activities were not the same for all breeds.
  8. The variation in rumen motility during different activities was greater when the cows were empty than when they were full.
  9. An abnormal condition exists, characterized by irregularity and increase in the frequency of rumen contractions.
  10. The above mentioned condition was accompanied by a decrease in milk production and an abnormal increase in milk pH.

LITERATURA CITADA

1. BRUNAUD, M. & DUSSARDIER, M. Etudes sur la motricité des estomacs des ruminants. I. Réseau et rumen. Recueil de Médecine Vétérinaire 129(3):137-154. 1953.
2. CLARK, R. A review of our present knowledge of factors and drugs influencing ruminal motility. South African Veterinary Medical Association. Journal 21:49-57. 1950.
3. DOUGHERTY, R. W. A study of drugs affecting the motility of the bovine rumen. Cornell Veterinarian 32:269-280. 1942.
4. DUKES, H. H. The physiology of domestic animals. 7th ed. Ithaca, N. Y., Comstock Publishing Associates, 1955. pp. 352-391.
5. GROSSMAN, J. D. Form, development and topography of the stomach of the ox. American Veterinary Medical Association. Journal 114(867):416-418. 1949.
6. HASTINGS, E. G. & BEACH, B. A. The production of milk of abnormal composition by animals free from udder streptococci. Journal of Agricultural Research 54(3):199-220. 1937.
7. JOHNSTON, H. K. & DOAN, F. J. The use of a direct reading pH meter for routine examination of milk at the dairy plant intake. Journal of Dairy Science 26(3):271-276. 1943.
8. KLECKNER, A. L. Some observations on the H-ion concentration of cow's milk during estrum. American Veterinary Medical Association. Journal 96(756):316-318. 1940.
9. KLEIN, L. A. & LEARMONTH, R. Significance of streptococci, and high leukocyte count, H-ion concentration and chlorine content in cow's milk. American Veterinary Medical Association. Journal (n. s.) 39(5):600-619. 1935.
10. RAO, M. B. & DASTUR, N. N. Hydrogen-ion concentration of milk. I. pH of milk of animals of different breeds and individuals. Indian Journal of Dairy Science 8(4):158-172. 1955. (Original not available for examination; abstracted in Dairy Science Abstracts 18(5):441. 1956.)
11. \_\_\_\_\_ & DASTUR, N. N. Hydrogen-ion concentration of milk. II. Effect of some factors on the pH of milk. Indian Journal of Dairy Science 9(3):114-123. 1956. (Original not available for examination; abstracted in Dairy Science Abstracts 19(1):53. 1957.)

12. SCHALK, A. F. & AMADON, R. S. Physiology of the ruminant stomach (bovine); study of the dynamic factors. North Dakota Agricultural Experiment Station Bulletin 216. 1928. 64 p.
13. SISSON, S. & GROSSMAN, J. D. The anatomy of domestic animals. 3d ed. rev. Philadelphia, Pa., W. B. Saunders Co., 1938. pp. 456-469.
14. VILLARS, D. S. Statistical design and analysis of experiments for development research. Dubuque, Iowa, Wm. C. Brown Co., 1951. pp. 129-140.
15. WILLIAMS, E. I. A study of reticulo-ruminal motility in adult cattle in relation to bloat and traumatic reticulitis with an account of the latter condition as seen in a general practice. I. A study of reticulo-ruminal motility in adult cattle with reference to the eructation of ruminal gases and bloat. Veterinary Record 67:907-911. 1955.

**APENDICE**

Resumen de los cálculos necesarios para el análisis de la varian-  
cia para motilidad normal del rumen.

$$\text{Factor de Corrección} = \frac{\text{Total}^2}{1080}$$

$$FC = \frac{27985.4^2}{1080} = 725169.1$$

$$\text{Suma de Cuadrados total} = \sum x^2 - FC$$

$$S. de C. total = 738939.4 - 725169.1 = 13770.3$$

Suma de Cuadrados de razas:

$$S. de C. razas = \frac{T_c^2 + T_j^2 + T_{ss}^2}{360} - FC$$

$$S. de C. razas = 725370.4 - 725169.1 = 201.3$$

Suma de Cuadrados error (a):

$$S. de C. error (a) = \left[ \frac{V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_{15}^2}{72} - FC \right] - S. de C. razas$$

$$S. de C. error (a) = \left[ \frac{52255189.8}{72} - 725169.1 \right] - 201.3 = 396.1$$

Suma de Cuadrados de potreros:

$$S. de C. potreros = \frac{P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_{12}^2}{90} - FC$$

$$S. de C. potreros = \frac{65297347.3}{90} - 725169.1 = 357.0$$

Suma de Cuadrados de potreros x razas:

$$S. de C. P \times R = \left[ \frac{C_1^2 + C_2^2 + \dots + C_{12}^2 + J_1^2 + J_2^2 + \dots + J_{12}^2 + SS_1^2 + SS_2^2 + \dots + SS_{12}^2}{30} - FC \right] - \left[ S. de C. razas + S. de C. potreros \right]$$

$$S. \text{ de C. P x R} = \left( \frac{7286529.25 + 6952626.95 + 7539207.48 - 725169.1}{30} \right) - \left( 201.3 + 357.0 \right) = \underline{218.1}$$

Suma de Cuadrados error (b):

$$S. \text{ de C. error (b)} = \frac{V_1 R_1 P_1^2 + V_1 R_1 P_2^2 + \dots + V_5 R_3 P_{12}^2}{6} - FC - \left( SCR + S.C. \text{ error (a)} + SCP + SCP \times R \right)$$

$$S. \text{ de C. error (b)} = 726980.3 - 725169.1 - 201.3 - 396.1 - 357.0 - 281.1 = \underline{638.7}$$

Suma de Cuadrados de niveles:

$$S. \text{ de C. niveles} = \frac{N_1^2 + N_2^2}{540} - FC$$

$$S. \text{ de C. niveles} = \frac{13857.5^2 + 14127.9^2}{540} - 725169.1 = \underline{67.7}$$

Suma de Cuadrados de razas x niveles:

$$S. \text{ de C. R x N} = \frac{R_1 N_1^2 + R_1 N_2^2 + \dots + R_2 N_3^2}{180} - FC - \left( SCR + SCN \right)$$

$$S. \text{ de C. R x N} = \frac{130580960.6}{180} - 725169.1 - 201.3 - 67.7 = \underline{11.7}$$

Suma de Cuadrados de potreros x niveles:

$$S. \text{ de C. P x N} = \frac{P_1 N_1^2 + P_1 N_2^2 + \dots + P_{12} N_2^2}{45} - FC - \left( SCP + SCN \right)$$

$$S. \text{ de C. P x N} = \frac{32657810.1}{45} - 725169.1 - 357.0 - 67.7 = \underline{135.3}$$

Suma de Cuadrados de razas x potreros x niveles:

$$S. \text{ de C. R x P x N} = \frac{R_1 P_1 N_1^2 + R_1 P_1 N_2^2 + \dots + R_2 P_{12} N_2^2}{15} - FC - \left( SCR + SCP + SCN \right)$$

$$S. \text{ de C. R x P x N} = \frac{10894078.8}{15} - 725169.1 - 201.3 - 357.0 - 67.7 = \underline{476.8}$$

Suma de Cuadrados error (c):

$$S. \text{ de C. error (c)} = \frac{V_1 R_1 P_1 N_1^2 + V_1 R_1 P_1 N_2^2 + \dots + V_5 R_3 P_{12} N_2^2}{3} - FC -$$

$$\left[ \begin{array}{l} SCR + SC \text{ error(a)} + SCP + SC P \times R + SC \text{ error(b)} + \\ SCN + SC R \times N + SC P \times N + SCR \times P \times N \end{array} \right]$$

$$S. \text{ de C. error (c)} = \frac{2183826.2}{3} - 725169.1 - 201.3 - 396.1 - 357.0 - 218.1 - 368.7 - 67.7 - 11.7 - 135.3 - 476.8 = \underline{270.3}$$

Suma de Cuadrados de actividades:

$$S. \text{ de C. actividades} = \frac{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2}{360} - FC$$

$$S. \text{ de C. actividades} = 731681.5 - 725169.1 = \underline{6512.4}$$

Suma de Cuadrados de razas x actividades:

$$S. \text{ de C. R x A} = \frac{R_1 A_1^2 + R_1 A_2^2 + \dots + R_3 A_3^2}{120} - FC - \left[ SCR + SCA \right]$$

$$S. \text{ de C. R x A} = 731950.8 - 725169.1 - 201.3 - 6512.4 = \underline{68.0}$$

Suma de Cuadrados de potreros x actividades:

$$S. \text{ de C. de P x A} = \frac{P_1 A_1^2 + P_1 A_2^2 + \dots + P_{12} A_3^2}{30} - FC - \left[ SCP + SCA \right]$$

$$S. \text{ de C. de P x A} = 732298.5 - 725169.1 - 357.0 - 6512.4 = \underline{260.0}$$

Suma de Cuadrados de niveles x actividades:

$$S. \text{ de C. de N x A} = \frac{N_1 A_1^2 + N_1 A_2^2 + \dots + N_2 A_3^2}{180} - FC - \left[ SCN + SCA \right]$$

$$S. \text{ de C. de N x A} = 731794.1 - 725169.1 - 67.7 - 6512.4 = \underline{44.9}$$

Suma de Cuadrados de razas x potreros x actividades:

$$S. de C. de R \times P \times A = \frac{R_1 P_1 A_1^2 + R_1 P_1 A_2^2 + \dots + R_3 P_{12} A_3^2}{10} - FC -$$

$$\left[ \begin{array}{c} 10 \\ SCR + SCP + SCA \end{array} \right]$$

$$S. de C. de R \times P \times A = 733030.9 - 725169.1 - 201.3 - 357.0 - 6512.4 = \underline{791.1}$$

Suma de Cuadrados de razas x niveles x actividades:

$$S. de C. de R \times N \times A = \frac{R_1 N_1 A_1^2 + R_1 N_1 A_2^2 + \dots + R_3 N_2 A_3^2}{60} - FC - \left[ \begin{array}{c} SCR + \\ SCN + SCA \end{array} \right]$$

$$S. de C. de R \times N \times A = 732109.7 - 725169.1 - 201.3 - 67.7 - 6512.4 = \underline{159.2}$$

Suma de cuadrados de potreros x niveles x actividades:

$$S. de C. de P \times N \times A = \frac{P_1 N_1 A_1^2 + P_1 N_1 A_2^2 + \dots + P_{12} N_2 A_3^2}{15} - FC - \left[ \begin{array}{c} SCP + SCN + \\ SCA \end{array} \right]$$

$$S. de C. de P \times N \times A = 732720.7 - 725169.1 - 357.0 - 67.7 - 6512.4 = \underline{614.5}$$

Suma de Cuadrados del error (d):

$$S. de C. error (d) = S. de C. Total - \left[ \begin{array}{l} SCR + SC \text{ error}(a) + SCP + SC P \times R \\ + SC \text{ error}(b) + SCN + SC R \times N + SC P \times N + SC R \times P \times N \\ + SC \text{ error}(c) + SCA + SC R \times A + SC P \times A + SC N \times A + \\ SC R \times P \times A + SC R \times N \times A + SC P \times N \times A \end{array} \right]$$

$$S. de C. error (d) = 13770.3 - 11223.1 = \underline{2547.2}$$

Cálculo de errores standard.

Error standard de la diferencia entre razas:

$$ESD = \sqrt{\frac{2(\text{C.M. error a})}{v \times p \times n \times a}} = \sqrt{\frac{2(33.01)}{5 \times 12 \times 2 \times 3}} = 0.428$$

Error standard de la diferencia entre potreros:

$$ESD = \sqrt{\frac{2(\text{C.M. error b})}{v \times r \times n \times a}} = \sqrt{\frac{2(4.84)}{5 \times 3 \times 2 \times 3}} = 0.328$$

Error standard de la diferencia entre niveles:

$$ESD = \sqrt{\frac{2(\text{C.M. error c})}{v \times r \times p \times a}} = \sqrt{\frac{2(3.76)}{5 \times 3 \times 12 \times 3}} = 0.0835$$

Error standard de la diferencia entre actividades:

$$ESD = \sqrt{\frac{2(\text{C.M. error d})}{v \times r \times p \times n}} = \sqrt{\frac{2(4.1)}{5 \times 3 \times 12 \times 2}} = 0.151$$