

70
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



EFEECTO DE LA RAZA Y LA EPOCA DEL AÑO
SOBRE LA CONCENTRACION DE CALCIO Y
FOSFORO EN SUERO SANGUINEO EN BOVINO
PRODUCTOR DE CARNE EN AGOSTADERO

TESIS:

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL

PRESENTA

I.A.Z. MARLON CASTILLO MARTINEZ

MARIN, N. L.

ABRIL, 2002

TM
SF207
.C37
2002
c.1



1080124384

TM
SF207
C37
20 2



“DE TODAS LAS OCUPACIONES DE LAS
CUALES SE DERIVA BENEFICIO, NO HAY
NINGUNA TAN AMABLE, TAN SANA, TAN
BONDADOSA Y TAN MERECEDORA DE LA
DIGNIDAD DEL HOMBRE LIBRE, COMO LA
AGRICULTURA Y GANADERIA”

CICERON

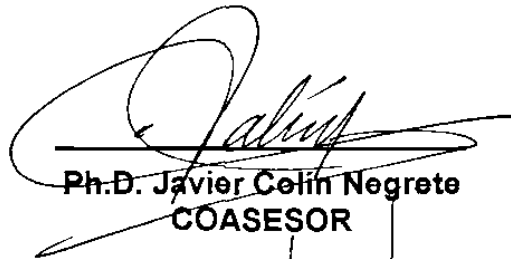
**EFFECTO DE LA RAZA Y LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA
CONCENTRACIÓN DE CALCIO Y FÓSFORO EN SUERO SANGUÍNEO
EN BOVINO PRODUCTOR DE CARNE EN
AGOSTADERO**

I.A.Z. MARLON CASTILLO MARTÍNEZ

Aprobación de la tesis



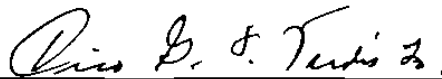
**Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas
ASESOR PRINCIPAL**



**Ph.D. Javier Celín Negrete
COASESOR**



**Ph.D. Emilio Olivares Sáenz
COASESOR**



**Ph.D. Ciro G.S. Valdés Lozano
Subdirector de Estudios de Posgrado**

DEDICATORIAS

- De una forma muy especial dedico esta tesis a mi abuelo Clemente Martínez González quien en vida me enseñó muchas cosas valiosas de la vida y también a amar la ganadería y agricultura. “Abuelo, ya no estás físicamente, pero lo estás en la memoria de todos los que te queremos; cuando tu falleciste yo te hice una serie de promesas que solo tu y yo sabemos; creo que las estoy cumpliendo, he aquí una de ellas, pero hay aun una promesa mayor que si Dios quiere la cumpliré, y haré que tu, en cualquier parte que estés seas feliz y estés orgulloso de mí”.
- A mi querida madre Maria Inés Martínez Zertuche con todo el amor del mundo, por su apoyo sentimental siempre oportuno y por ser la fuente de inspiración para mis grandes logros.
- Para mi querida abuela Maria de la Luz Zertuche Segura que ha sido como una madre para mí.
- Para mi querido hermano Héctor Castillo Martínez, quien siempre ha sido un excelente amigo y hermano, por sus buenos consejos.
- Para mis sobrinos Maritza y Alexis (El negro) con cariño.
- Para mi padre Héctor Castillo Martínez.
- Para Hilda Leticia Tobías Salinas, una persona muy especial que llegó a mi vida, con amor.
- Para mi querida tía Martha Martínez por su apoyo en todo momento, así como a mi tío Jesús González.

- Para mi querida tía Diana Martínez por permitirme estar en su casa como un hijo y por su ayuda.
- Para mi querida tía Clemencia Martínez y mi tío José Pérez (Compañero de pesca).
- Para mis tíos Ricardo, Miguel, Guadalupe y Juan Jaime Martínez.
- Para mi tío Macario Martínez, quien siempre me ha ayudado en muchos aspectos y a quien admiro.
- Para todos mis primos.
- Para todos mis compañeros de Maestría con quienes pase gratos momentos al lado de ellos: Cristian Lizarazo Ortega (El Compadre), Hugo Che, Mariano Molina, Elvia y Juan Romero, Adrian Rivera, Francisco Castillo, Oscar Blanco, Toñita, Marichuy, Thelma, Roylan, Markis, por mencionar algunos.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por permitirme haber llegado hasta aquí, brindándome salud y llevándome siempre por el buen camino.
- Con admiración a mi asesor principal, Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas por su valioso apoyo a lo largo de mis estudios de Maestría, y por haber formado en mi un criterio mas profundo de mis conocimientos.
- Con respeto a mis asesores, Ph.D. Emilio Olivares Sáenz y Ph.D. Javier Colin Negrete por su apoyo y sabias sugerencias para la elaboración de la tesis.
- A todos los catedráticos presentes en mis estudios correspondientes a la Maestría, de quienes obtuve muchos conocimientos y forjé un criterio.
- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y proyecto SIREYES 971026 por su valioso apoyo para la realización de la investigación.
- A los Ranchos La Piedra, Los Ángeles y Campo Experimental Vallecillo por su importante cooperación con el ganado, trabajadores e instalaciones.
- Para el personal de la biblioteca de la FAUANL: Clemente, Rolando y Rossy, de quienes recibí siempre un trato amable, oportuno y de calidad.
- Al Ing. Francisco Uresti de el Laboratorio de Bromatología por su generoso apoyo durante mi trabajo.

- A todos los doctores de posgrado tanto de Producción Animal y Agrícola.
- A Juanita Aranda por su valiosa ayuda en el laboratorio.
- A todos los que de alguna u otra forma me ayudaron durante mis estudios de Maestría y la investigación.
- A la Facultad de Agronomía y a la U.A.N.L. en general.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO		PÁGINA
	INDICE DE CUADROS	ix
	INDICE DE FIGURAS	x
	RESUMEN	xi
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISION DE LITERATURA	4
2.1	Los Minerales en el Organismo.	4
2.1.1	Metabolismo del Calcio y Fósforo.	5
2.1.2	Importancia del Calcio y Fósforo en la producción animal.	8
2.2	El Calcio y el Fósforo en el forraje.	10
2.3	Relación entre el consumo de Fósforo y Calcio con su contenido en el suero sanguíneo.	13
2.4	Efecto del estado fisiológico sobre la concentración del Calcio y Fósforo en el suero sanguíneo.	14
2.5	Diferencia entre razas.	15
2.5.1	En eficiencia biológica.	15
2.5.2	En la concentración del Calcio y Fósforo.	17
2.5.2.1	Su relación genética.	17
3	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1	Descripción del Área de Estudio.	19
3.2	Animales Utilizados.	21
3.3	Procedimiento Experimental.	22

3.3.1	Experimento 1.	22
3.3.2	Experimento 2.	28
3.4	Análisis Estadístico.	29
3.4.1	Experimento 1.	29
3.4.1.1	Rancho Los Ángeles.	29
3.4.1.2	Rancho La Piedra.	30
3.4.1.3	Rancho Vallecillo.	31
3.4.2	Experimento 2.	32
4	RESULTADOS Y DISCUSION	34
4.1	Experimento 1.	34
4.1.1	Rancho Los Ángeles.	34
4.1.1.1	Comportamiento de las variables para ganado.	34
4.1.1.2	Comportamiento de las variables para forraje.	36
4.1.1.3	Comportamiento de las variables para agua.	40
4.1.1.4	Comportamiento de las variables en el suplemento mineral.	41
4.1.2	Rancho Vallecillo.	41
4.1.2.1	Comportamiento de las variables para ganado.	41
4.1.2.2	Comportamiento de las variables en el forraje.	43
4.1.2.3	Comportamiento de las variables para suplemento mineral.	46
4.1.3	Rancho La Piedra.	47
4.1.3.1	Comportamiento de las variables para ganado.	47
4.1.3.2	Comportamiento de las variables para forraje.	51
4.1.3.3	Comportamiento de las variables para agua.	52

4.1.3.4	Comportamiento de las variables para suplemento mineral.	52
4.2	Experimento 2.	54
4.2.1	Comportamiento de las variables para ganado.	54
4.2.2	Comportamiento de las variables para forraje.	54
4.2.3	Comportamiento de las variables para agua.	56
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1	Conclusiones	57
5.2	Recomendaciones	57
6	LITERATURA CITADA	59

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Fechas de muestreo para los ranchos Los Ángeles, La Piedra y Vallecillo.	23
2	Medias de las variables dependientes en el factor raza y estación en el rancho Los Ángeles.	35
3	Análisis de forraje del rancho Los Ángeles, en dos muestreos.	40
4	Medias de las variables dependientes para los factores raza y estación en el rancho Vallecillo.	42
5	Análisis de forraje en el rancho Vallecillo (tres muestreos).	46
6	Medias de las variables dependientes para los factores raza y estación en el rancho La Piedra.	48
7	Análisis del forraje en el rancho La Piedra (dos muestreos).	51
8	Análisis del suplemento mineral. Rancho La Piedra.	53
9	Medias de las variables dependientes del factor fisiológico en el rancho La Tendida.	55
10	Análisis del forraje en el rancho La Tendida (un muestreo).	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Calcio sanguíneo en las dos razas. Rancho Los Ángeles.	37
2	Calcio sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho Los Ángeles.	37
3	Fósforo sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho Los Ángeles.	38
4	Relación sanguínea Ca:P en las diferentes estaciones. Rancho Los Ángeles.	38
5	Condición Corporal en las diferentes estaciones. Rancho Los Ángeles.	39
6	Calcio sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho Vallecillo.	44
7	Fósforo sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho Vallecillo.	44
8	Relación sanguínea Ca:P en las diferentes estaciones. Rancho Vallecillo.	45
9	Condición Corporal en las diferentes estaciones. Rancho Vallecillo.	45
10	Calcio sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho La Piedra.	49
11	Fósforo sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho La Piedra.	49
12	Relación sanguínea Ca:P en las diferentes estaciones. Rancho La Piedra.	50
13	Condición Corporal en las diferentes estaciones. Rancho La Piedra.	50

**“EFECTO DE LA RAZA Y LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA
CONCENTRACION DE CALCIO Y FÓSFORO EN SUERO SANGUÍNEO DE
BOVINO PRODUCTOR DE CARNE EN AGOSTADERO.”**

ING. MARLON CASTILLO MARTINEZ *

E.¹GUTIERREZ, O., J. COLIN N.², E. OLIVARES S².

RESUMEN

Con el objetivo principal de determinar las diferencias en la concentración de Calcio y Fósforo entre razas de bovinos de carne y entre estaciones del año, se tomaron muestras de suero (n=variable) de vacas por cuatro veces durante un año, por estación, en tres ranchos, mínimo dos razas de ganado implicadas por rancho, así como muestras del agua, forraje y suplemento mineral que se estaba utilizando. En el rancho “Los Ángeles”, al sur de Coahuila, se observó una diferencia ($P < 0.05$) entre razas Charolais y Hereford para Ca, y entre Estaciones, para Ca, P, Ca:P y condición corporal. En el rancho “Vallecillo”, al noreste de Nuevo León, también se observó una diferencia ($P < 0.05$) entre Estaciones, para Ca, P, Ca:P y condición corporal, no observándose diferencia ($P > 0.05$) entre las razas Simmental y Cruzas. En el rancho “La Piedra”, al norte de Coahuila, se observó diferencia ($P < 0.05$) entre Estaciones para Ca, P, Ca:P y condición corporal y al igual que en los otros ranchos, a excepción del rancho Los Ángeles, donde no existió diferencia ($P > 0.05$) entre las razas Hereford y Braford.

Un segundo experimento se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del estado fisiológico sobre la concentración de Calcio y Fósforo en el suero. El experimento se realizó en el rancho “La Tendida”, al noreste de Nuevo León.

Se procedió a separar grupos de vacas por similitud del estado fisiológico. Se tomaron muestras de suero al igual que de agua y forraje. No se observó efecto ($P>0.05$) por el estado fisiológico. Se concluyó que la raza puede tener efecto sobre la concentración del Calcio, pudiendo esto ser producto de una interacción raza-ambiente.

* Candidato para el grado de Maestro en Ciencias en Producción Animal (Nutrición Animal).

¹ Asesor Principal.

² Coasesores.

1.-INTRODUCCION

Tomando en cuenta que México es de vocación ganadera, ya que la mayor parte de su territorio no es apto para la siembra, la producción de ganado bovino en pastoreo toma gran importancia, ya que estos animales contribuyen grandemente como proveedores de alimentos para el hombre, mediante la transformación de productos con escaso o nulo valor alimenticio en productos nutritivos para el hombre. La eficiencia en la producción en los animales como transformadores de alimentos varía ampliamente, pues depende de sus habilidades genéticas, del manejo y de la nutrición **(González,1988)**.

La nutrición en corral de engorda o sistema intensivo es más controlada y/o predecible que la nutrición en agostadero. El consumo (cantidad) a nivel de agostadero es difícil determinarlo, así como determinar lo que los animales consumen (calidad), además de considerar las condiciones ambientales y topográficas, entre otros factores, los cuales afectan sus requerimientos de nutrientes. Por mucho tiempo se ha dedicado un gran

esfuerzo para determinar los requerimientos de los animales en pastoreo, y se han utilizado suplementos con ciertas cantidades de nutrientes, monitoreando la respuesta en la producción animal. Aunado a esto se han desarrollado métodos para la determinación de nutrientes en las plantas existentes en el agostadero consumidas por los animales, así como en el agua de bebida. Otro método menos utilizado ha sido determinar el estatus nutricional (deficiencias o niveles óptimos) en cuanto a diferentes metabolitos en diversos tejidos animales. La determinación de diferentes metabolitos en suero sanguíneo representa un método práctico y una muy buena herramienta para tomar medidas nutricionales para la optimización de la producción **(Gutiérrez, 1991)**.

La producción en los sistemas extensivos de ganado bovino de carne está básicamente sustentada en la reproducción y en la ganancia de peso. Por lo tanto determinar los niveles de algunos metabolitos que más influencia tienen, tales como el Calcio y Fósforo, ayudará a monitorear la producción. La deficiencia de Fósforo puede ocasionar una baja en el consumo voluntario y también una reducción de estros en las vacas. Existe por otro lado una restricción en la producción de leche y en la tasa de crecimiento promedio. La deficiencia de Calcio, provocará malformación ósea, restricción en la producción láctea y en el crecimiento **(Minson, 1990)**.

Es importante detectar animales con una eficiencia mayor en la utilización del Calcio y Fósforo, para explotarlos en ciertas áreas a fin de maximizar los índices productivos y/o reproductivos. Por tal motivo, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar las posibles diferencias entre razas y entre estaciones del año con respecto a la concentración de Calcio y Fósforo en suero sanguíneo en bovinos productores de carne en agostadero.
- Determinar el efecto del estado fisiológico sobre la concentración del Calcio y Fósforo en el suero sanguíneo en bovinos productores de carne en agostadero.
- Determinar la concentración de Calcio y Fósforo en forrajes representativos de los Ranchos.

Hipótesis

Los niveles de Calcio y Fósforo en suero varían dependiendo de la raza, la época del año y el estado fisiológico del animal.

2.-REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.-Los Minerales en el Organismo

Los elementos minerales del alimento están representados por el residuo después de incinerar la materia orgánica. Los minerales tienen importantes funciones en el organismo ya que actúan como constituyentes de los huesos y los dientes, forman parte de las proteínas que componen los músculos, órganos, células sanguíneas y otros tejidos suaves del cuerpo. Participan en la activación de enzimas e intervienen en una serie de funciones como sales solubles en la sangre y otros fluidos corporales. También actúan en el mantenimiento de la presión osmótica, en el equilibrio ácido-básico, y en la irritabilidad de músculos y nervios. Por otra parte, los microorganismos del rumen, de los cuales depende la utilización de los forrajes, tienen necesidades específicas en minerales, de manera que si no se cubren éstas, disminuye la eficacia de la fermentación ruminal (**Hintz et al., 1987; González, 1988**).

2.1.1.-Metabolismo del Calcio y Fósforo.

Más de 70% de la ceniza del organismo está formada de Calcio y Fósforo. La mayoría de las veces llegan al organismo combinados uno con el otro y un suministro inadecuado de cualquiera de ellos en la dieta limita la utilización de ambos. Aproximadamente 99% del Calcio y 80% del Fósforo del cuerpo se encuentran presentes en los huesos y en los dientes. El Calcio es necesario para la coagulación normal de la sangre y tiene que estar presente en la transformación de protrombina en trombina. Es también necesario para la contracción del músculo esquelético y la función del músculo cardíaco, la excitabilidad neuromuscular, la actividad de muchas enzimas y la secreción de varias hormonas y factores de liberación hormonal. El Fósforo forma también parte de fosfoproteínas, nucleoproteínas, fosfolípidos, fosfocreatinina y hexa-fosfato. El fosfato es el componente de varios sistemas enzimáticos (**Hintz et al., 1987; Bernard,1992**).

Existen factores que intervienen en la absorción, distribución y excreción del Calcio. **Little dike y Goff (1987)** mencionan que el Calcio es absorbido en el intestino delgado por medio de transporte activo, dependiente de vitamina D y energía, y/o por simple difusión a causa de las diferencias en concentración. El primer mecanismo se da en el duodeno y el segundo en el resto del intestino delgado. El nivel de Calcio en suero esta regulado por un complejo mecanismo homeostático en donde interactúan varios factores tales como la hormona paratiroidea, la calcitonina y la vitamina D. La hormona paratiroidea es secretada bajo condiciones de

hipocalcemia, para aumentar el Calcio en la sangre. También propicia un decremento en las pérdidas de Calcio vía orina y estimula el desprendimiento del Calcio del hueso; todo esto es causa de la estimulación renal de la 1- α -hydroxylasa y en el plasma de la vitamina D₃ lo cual aumenta la eficiencia en la absorción del Calcio a nivel intestinal.

La calcitonina es secretada cuando existe un incremento en la concentración de Calcio en el suero y una disminución de la hormona paratiroidea, influenciando esto un decremento en la producción de la vitamina D₃ causando una reducción en *la absorción intestinal del Calcio, un incremento de las pérdidas de Calcio en la orina y un incremento en las reservas de Calcio en los huesos.*

Por otra parte existen diversos factores que afectan la cantidad de Calcio absorbido, tales como la forma química y la fuente de Calcio, la cantidad de Calcio en la dieta, las interrelaciones con otros nutrientes y el pH elevado del contenido intestinal. Altos niveles de grasa dietética, niveles elevados de fibra en la dieta y los mismos requerimientos de los animales, que a su vez dependen de diversos factores tales como edad, peso, tipo y estado de producción, también influyen. Las tres vías principales de la excreción del Calcio son las heces, la orina y el sudor.

El metabolismo del Fósforo esta muy relacionado o ligado al del Calcio, ya que un desequilibrio en la proporción de estos dos minerales pone en riesgo el buen funcionamiento del metabolismo del animal. Un exceso de Calcio en el animal

causa una disminución en la absorción del Fósforo y viceversa (**Church y Pond, 1994**).

Los mecanismos de adaptación a alteraciones en el Fósforo dietario son similares aunque tienen sus variantes ya que los factores por los cuales la deprivación incrementa la actividad renal de la 1- α -hydroxylasa y de la vitamina D₃ en plasma son diferentes de aquellos que la incrementan durante la deprivación dietaria de Calcio. El incremento de la 1- α -hydroxylasa renal y de la vitamina D₃ en el plasma puede estar determinado por la cantidad de Fósforo dietario, disponibilidad del Fósforo en la dieta, tiempo en la dieta, edad de los animales y la concentración de Calcio en la dieta. La hormona paratiroidea y la calcitonina no actúan en caso del Fósforo en el aumento de la 1- α -hydroxylasa a nivel renal y de la vitamina D₃ en el plasma (**NRC, 1980; NRC, 1996**).

Características del forraje tales como altos niveles de oxalatos afectan la disponibilidad del Calcio. La cantidad de Fósforo absorbida a nivel de intestino delgado, depende directamente de la cantidad del Fósforo presente en la dieta y de otros factores que pueden influir en la disponibilidad del Fósforo con respecto al forraje consumido tales como especie del forraje, contenido de proteína, Calcio, magnesio, fitatos, oxalatos, aluminio y lípidos (**Minson, 1990**).

2.1.2.-Importancia del Calcio y Fósforo en la producción animal

El Calcio y el Fósforo juegan un papel muy importante en los procesos reproductivos. Una deficiencia de Calcio puede causar trastornos, tales como la disminución del número de crías viables en el caso de partos múltiples y la muerte intrauterina de algunos fetos. Las posibles deficiencias de Calcio en el ganado en agostadero son muy remotas ya que el pasto generalmente cubre los requerimientos. Los pastos que consume el ganado en pastoreo generalmente no satisfacen los requerimientos de Fósforo y por lo tanto es fácil que se presente una deficiencia de dicho mineral. De ahí que el Fósforo sea el mineral que produce más pérdidas en la industria ganadera a nivel mundial, los problemas específicos que se pueden observar con la deficiencia del Fósforo son la irregularidad o desaparición del estró, pero además es un factor limitante en la concepción al primer servicio en el ganado (**Small et al., 1996; Hintz et al., 1987**).

González (1988) menciona que tanto el Calcio como el Fósforo juegan un papel preponderante en la ganancia de peso ya que influyen en el crecimiento óseo y de los tejidos blandos.

Call et al. (1978) observaron los efectos del Fósforo sobre el crecimiento y reproducción utilizando 96 becerras Hereford, proporcionando a un grupo el 66% y al otro grupo el 174 % de su requerimiento, no encontrando efecto significativo en cuanto al consumo, ganancia de peso diaria y edad a la pubertad. Concluyeron

que el problema, al no detectar diferencias entre tratamientos, se debió quizás a una subestimación de los valores sugeridos por las tablas en cuanto al requerimiento de los animales. Aun así, ellos mencionan que la fertilidad y la tasa de parturiciones son muy sensibles al consumo de Fósforo y que una deficiencia causa disfunciones ováricas, reducción en la ganancia de peso e inapetencia.

Dunn y Moss (1992) mencionan que una deficiencia de Fósforo causa pérdida tanto de peso como de condición corporal debido al decremento en el consumo de alimento, así como retraso en la pubertad, interrupción del ciclo estral, aumento en el anestro postparto, decremento en la producción de espermatozoides, disminución de la tasa de ovulación, disminución de la sobrevivencia embrionaria y fetal así como del crecimiento fetal. Por otra parte, ellos recomiendan el uso o aporte de Fósforo suplemental para evitar estos problemas o combatirlos advirtiendo que el éxito en la reproducción se logra solo si se cuenta además con una suficiente suplementación de proteína para el ganado que pastorea forraje de mala calidad.

Minson (1990) menciona que dietas deficientes en Calcio pueden traer consigo una disminución en el consumo, aunque en dietas basadas en forraje generalmente no se da, y además irregularidades en la dentadura, disminución en la tasa de crecimiento de los huesos largos y una disminución en el porcentaje de cenizas de los mismos. Por otra parte, una deficiencia de Fósforo provoca una disminución en el consumo de alimento, así como una tasa de crecimiento baja, disminución del

porcentaje de pariciones, limitada producción de leche en animales lactando, y en casos extremos puede llegar a provocar la muerte.

2.2.-El Calcio y el Fósforo en el forraje

Minson (1990) basado en muestras colectadas bajo diferentes tipos de medioambientes a nivel mundial, reporta una concentración media de Calcio en plantas forrajeras de .9%. Generalmente, los forrajes de zonas templadas contienen mas Calcio que los forrajes creciendo en el trópico. Así también, las leguminosas contienen mas Calcio que las gramíneas. Otra característica a considerar es que las hojas de los forrajes son más ricas en Calcio que los tallos y que la fertilidad del suelo influye sobre la cantidad de Calcio en el forraje. La disponibilidad del Calcio puede ser afectada por el contenido de oxalatos en las plantas, estando estos últimos presentes en altas concentraciones en algunos zacates tales como el Buffel (*Cenchrus ciliaris*). En cuanto al Fósforo, la concentración media obtenida de una serie de muestras de plantas forrajeras creciendo en diferentes partes del mundo es considerada de .29%. Al igual que en el Calcio, el contenido de Fósforo en los forrajes puede variar dependiendo de las diferentes especies, partes de la planta, fertilidad del suelo, y estado de crecimiento. Las hojas contendrán mas Fósforo que los tallos. El contenido de Fósforo declinará conforme la planta se acerca a la madurez. Suelos con baja disponibilidad de Fósforo producirán plantas deficientes en dicho mineral, y por otro lado, en periodo de invierno o sequía los

contenidos también disminuyen, sucediendo lo contrario en periodo de crecimiento activo de las plantas ya que los niveles se encontraran en su punto pico.

Grunes y Welch (1989) mencionan que la concentración de Calcio en las plantas depende de diversos factores metabólicos y fisiológicos. Entre estos están la absorción, translocación y la misma interacción entre nutrientes, así como factores genéticos, tales como eficiencia en absorción de nutrientes y la distribución de la raíz. Los factores medioambientales, condicionando el suplemento de nutrientes son: niveles de aluminio, temperatura, luz, humedad del suelo y la aireación del suelo.

Greene et al. (1987) realizaron un estudio con el objetivo de cuantificar la dinámica estacional del contenido de Fósforo, Potasio, Calcio, y Magnesio en los forrajes nativos dominantes en Texas (*Bouteloua curtipendula* Michx., *Stipa leucotricha* Trin. y Rupr.) y observaron que las concentraciones de estos minerales (excepto Ca) variaron primeramente como una función de la clase de tejido vivo ($P=0.12$, $Mg=0.13$ y $K=2.02$ %) o muerto ($P=0.04$, $Mg=0.09$ y $K=0.57$ %) y como función secundaria de especies, edad absoluta del tejido, y de los patrones de crecimiento medioambiental, teniendo iguales patrones estacionales de concentración de minerales los forrajes de fenología comparable. Para el Calcio, las concentraciones fueron afectadas por la especie (0.40 y 0.42 % para *Bouteloua curtipendula* y *Stipa leucotricha* para tejido vivo; y para tejido muerto 0.40 y .041 respectivamente).

En un estudio realizado en las grandes planicies del Norte, con el objetivo de determinar las variaciones del contenido de minerales de las principales especies forrajeras, durante diferentes fechas. Se concluyó que el Fósforo, comparado con el Potasio, Sodio, Zinc y Cobre, es uno de los más probables de encontrarse en cantidades menores que las requeridas para la buena producción animal y que el Calcio solo sería insuficiente en ciertas circunstancias como una alta producción lechera (**Grings *et al.*, 1996**).

Pinchak *et al.* (1989) determinaron indirectamente los perfiles de minerales de la dieta de ganado bovino, mediante la evaluación de la composición de especies de forraje de la dieta y la concentración mineral de cada forraje. Comparando la cantidad de minerales consumidos por el ganado, encontraron deficiencias drásticas de Fósforo (la concentración de P en el forraje fue de 0.054 %). En cuanto al Calcio (el valor mas bajo encontrado fue de 0.22 %) se llenaron los requerimientos durante las diferentes fechas de muestreo, pero no se descarta la posibilidad de una deficiencia en ciertas circunstancias de alta producción lechera en ganado en pastoreo, durante los primeros cuatro meses posteriores al parto.

2.3.-Relación entre el consumo de Fósforo y Calcio con su contenido en el suero sanguíneo

Sanson et al. (1990) realizaron una investigación con el objetivo de determinar la relación entre el consumo de Fósforo con su concentración en sangre y heces de vacas gestantes y encontraron que no existen respuestas altas o grandes relaciones entre el consumo de Fósforo y su contenido en el suero o plasma, no siendo así para la concentración en heces, donde se encontró una gran relación ($R^2=.78$). Concluyeron que se pueden desarrollar ecuaciones de predicción para determinar el consumo de Fósforo partiendo del contenido en heces, pero tomando en consideración la disponibilidad del Fósforo bajo las diferentes circunstancias nutricionales, ya que sin duda, esto afectará la relación.

Alfaro et al. (1987) agregando 2.35 % de Ca, y manteniendo el nivel de Fósforo en .34 % (relación 7.2:1) en dietas de becerros lecheros, observaron una disminución del Fósforo inorgánico en suero sanguíneo en las dos últimas de las cuatro semanas que duró el experimento.

En una investigación realizada utilizando como tratamientos diferentes niveles y/o relaciones dietarias de Calcio y Fósforo (1.0%, .31%; 1.0%, .54%; 1.8%, .30%; y 1.7%, .54%), se observó que con el aumento de la relación Ca:P, el Calcio y el Fósforo inorgánico en el plasma de la sangre no fueron afectados siendo esto debido quizás a que no se alcanzó el límite máximo de aporte de Calcio necesario

para que en cierto momento el Fósforo en sangre se hubiera visto afectado (**Kincaid et al., 1981**).

Romo et al. (1991) aplicando ocho tratamientos (dos niveles de Ca y P y dos balances anión-cation) a ochenta vacas cerca del parto para evaluar los cambios en suero de las hormonas paratiroidea y calcitonina y del Ca, P, Mg, K, Cl y Na, no observaron respuestas y/o efecto de los tratamientos en Ca y P, así como los demás minerales y hormonas.

Small et al. (1996) reportaron concentraciones mas altas de Fósforo en suero (4mg/dL) en vacas suplementadas consumiéndose heno que en las vacas no suplementadas consumiéndose el mismo heno(3mg/dL), lo cual indica una relación en la concentración de dieta y la concentración en suero.

2.4.-Efecto del estado fisiológico sobre la concentración del Calcio y Fósforo en el suero sanguíneo

En una investigación que tuvo como objetivo evaluar los efectos de la fuente de suplemento de elementos minerales y el estado fisiológico sobre el suero y la leche, se encontró que la media para el suero de las vacas para Ca y P fue significativamente mas alto al parto (Ca=9.31 y P=4.99mg/dL), que tres meses después (Ca=8.08 y P=4.21mg/dL), respectivamente (**Salih et al., 1987**).

Forar et al. (1982) mencionan que el Fósforo inorgánico en plasma es mas alto para vacas de primera lactancia (6.4mg/dL) que para vacas multiparas (6.1mg/dL)

y además mencionan que el Fósforo inorgánico en plasma guarda una gran relación con respecto al rendimiento y/o producción de leche (curva de lactancia), esto es, el Fósforo en plasma se incrementa (5 a 6.2mg/dL) conforme los rendimientos de leche disminuyen (35 a 20 Kg). Además, bajo las condiciones del estudio, observaron que las vacas que parieron en noviembre y diciembre tuvieron el mas alto contenido de Fósforo inorgánico(6.5mg/dL) en plasma descartando a su vez que esto se debió a un efecto de la alimentación ya que estas recibieron siempre la misma alimentación, que las vacas que parieron el los restantes meses del año.

Barton et al. (1981) midiendo las concentraciones de Calcio, Fósforo y 1, 25-Dihidroxivitamina D en plasma en cuatro vacas jóvenes, cuatro vacas viejas no paridas y cuatro vacas viejas paridas durante el ciclo de la lactancia, reportan una severa hipocalcemia e hipofosfatemia en vacas viejas paridas (Ca=5 y P=2.8mg/dL) alrededor del parto siendo solo transitorias en vacas viejas no paridas (Ca=8.5 y P=3.6mg/dL) y vacas jóvenes (Ca=8.5 y P=4.1mg/dL).

Peterson y Waldern (1981) encontraron que tanto el Calcio como el Fósforo son afectados por el estado fisiológico en cuanto a su concentración en suero sanguíneo, presentando mayores niveles para vacas secas (Ca=10.83 y P=6.20mg/dL), luego vacas vacías lactando (Ca=9.02 y P=5.01mg/dL) y por último para vacas preñadas lactando (Ca=8.92 y P=5.55mg/dL).

2.5.-Diferencia entre Razas

2.5.1.-En eficiencia biológica

Kattnig et al. (1993) observaron diferencia en cuanto a eficiencia biológica en vacas cruzadas entre Brangus, Hereford, Charolais y Simmental, relacionando el comportamiento del becerro con el consumo de la vaca, acentuando la posibilidad

de caracterizar al ganado con potencial más grande para la eficiencia biológica bajo condiciones ambientales específicas.

Simpson et al. (1998) reportan diferencias en cuanto a ganancia diaria promedio, metabolitos en sangre (nitrógeno uréico y glucosa en plasma), composición corporal a la primera concepción en las razas Hereford, Senepol y cruce recíproca en vaquillas, recomendando la raza Senepol y cruces de ésta para medioambientes subtropicales.

Se ha determinado la influencia de la raza Angus, Boran, Brahman, Hereford o Tuli sobre la composición corporal, composición de ganancia y utilización de energía en novillos durante el periodo de finalización, observando diferencias entre los novillos de diversas razas en cuanto a peso corporal, composición corporal y composición de la ganancia así como también diferencias en requerimientos de mantenimiento y eficiencias en el uso de la energía para ganancia. En cuanto al consumo, las razas Boran y Tuli presentaron el menor consumo, la Brahman y la Hereford el intermedio y la Angus el mayor consumo. Las tasas de peso, grasa corporal, y ganancias de energía fueron similares para Angus, Hereford, y Brahman, pero menores para la Boran y Tuli (**Ferrell y Jenkins, 1998a**).

Ferrell y Jenkins (1998b) trabajando con ganado Angus, Azul Bélgica, Hereford y Piedmontés observaron diferencias entre las razas con respecto a la eficiencia

alimenticia concluyendo que la máxima eficiencia de crecimiento puede ocurrir no necesariamente a los máximos consumos.

2.5.2.-En la concentración del Calcio y Fósforo

Littlelike *et al.* (1995) evaluaron el efecto de raza, consumo y composición de la canal sobre el estatus en el Hígado de Cu, Zn y Fe y en suero de Cu, Zn, Ca y Mg de 118 vacas maduras representando nueve razas de ganado (Angus, Braunvieh, Charolais, Gelvieh, Hereford, Limousin, Red Poll, Pinzgauer y Simmental), encontrando que la concentración de Calcio en suero fué mayor para Angus (8.5mg/dL) , Red Poll (8.5mg/dL) y Limousin (8.4mg/dL) que para Simmental (7.8mg/dL). La Red Poll tuvo más alta concentración de Calcio en suero que la Braunvieh (7.8mg/dL).

2.5.2.1.-Su relación genética

Odenya *et al.* (1992b) determinando heredabilidades y correlaciones genéticas medioambientales y fenotípicas entre la cantidad de Calcio, Fósforo y Magnesio en suero sanguíneo y el peso al destete para un hato con sangre de Angus y Brahman, encontraron que las correlaciones indican que el Calcio, Fósforo y Magnesio en suero pueden ser usados en procedimientos de evaluación genética de múltiples características para ayudar a identificar animales que requieren bajas canti-

dades de esos macrominerales para crecimiento predestete, y que esto puede proveer ventajas en regiones con deficiencias minerales.

Odenya et al. (1992a) mencionan que las razas Angus y Brahman poseen diferencias genéticas que afectan el peso al destete, y las características de concentración de Calcio, Fósforo, Magnesio. Estos minerales en el suero pueden ser usados para mejorar los procesos de crecimiento y desarrollo, para ayudar en la evaluación genética de animales y grupos de razas, y para optimizar los sistemas de producción.

3.-MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.-Descripción del Área de Estudio.

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante los años 1998 y 1999 en cuatro ranchos ubicados dentro de los estados de Nuevo León y Coahuila. El rancho Los Ángeles, perteneciente al estado de Coahuila (parte sur del estado, mpio. de Saltillo), se localiza 100° 35' longitud oeste y 25° 17' latitud norte presentando una altitud de 1609 msnm. Predomina un clima templado subhúmedo (Cx'). La precipitación media anual fué de 525.6 mm, algo superior a la media que es de aproximadamente 395, presentándose las precipitaciones más abundantes en los meses de julio a septiembre. La temperatura media anual fue de 15.6 ° C, reportando las temperaturas más altas entre los meses de mayo a agosto. El suelo esta compuesto de Litosol, Rendzina y Regosol calcárico de textura media y el tipo de vegetación imperante es el pastizal mediano abierto y matorral parvifolio inerme, siendo los géneros de zacates más importantes *Bouteloua*, *Buchloe* y *Stipa* (INEGI, 1998).

El rancho La Piedra, también en el estado de Coahuila, se ubica en una longitud 100° 51' oeste y 28° 20' latitud norte (parte noreste del estado) sobre una altitud de 374 msnm. La precipitación media anual fué de 346 mm presentándose la mayor cantidad en los meses de agosto a septiembre. La temperatura media anual fue de 23.7 °C, imperando las temperaturas más altas de junio a agosto. Domina un clima seco semicálido (Bsohx') y el tipo de suelo corresponde a un Xerosol háplico, Rendzina y Xerosol cálcico con textura media manteniendo una vegetación en su mayoría, matorral parvifolio espinoso siendo los géneros Bouteloua, Buchloe (zacates), Acacia, Prosopis, Leucophyllum y Larrea (arbustos) los más representativos del lugar (**INEGI, 1998**).

El rancho Vallecillo (campo experimental perteneciente a la Universidad Autónoma de Nuevo León), en el estado de Nuevo León, esta ubicado en una longitud 99° 59.2' oeste y 26° 39.5' latitud norte con una altitud de 270 msnm. El tipo de suelo es un Xerosol, cálcico lúvico de textura media siendo el tipo de vegetación predominante matorral espinoso. La precipitación media anual fué de 394.9 mm, siendo los meses con mayor precipitación de agosto a septiembre. La temperatura media anual fué de 23.7 °C, presentándose las mas altas de junio a agosto. El clima BSo(h')hx', corresponde a seco cálido (**INEGI, 1998**).

El rancho La Tendida, se encuentra sobre un suelo Xerosol lúvico, Yermosol lúvico, Vertisol crómico, moderadamente salino-sódico y con una clase de textura fina. La temperatura media anual fué de 23 °C y la precipitación media anual de

450 mm. El tipo de vegetación que predomina es de matorral espinoso (INEGI, 1998).

3.2.-Animales Utilizados

En el rancho Los Angeles se trabajó con Charolais francés y con Hereford con un peso promedio del inicio al final del experimento de 350 Kg y con una edad de 2 años aproximadamente y el mismo estado fisiológico, o sea vacías.

En el rancho La Piedra, las razas implicadas en la investigación fueron vacas maduras Hereford y Braford, promediando ambas 500Kg de peso del inicio al final del experimento, el estado fisiológico no se tomó en cuenta ya que en cada fecha de muestreo se tomaron muestras aleatorias de las vacas.

Para el rancho Vallecillo, las razas utilizadas fueron vacas maduras sin importar el estado fisiológico ya que se muestrearon la totalidad de ellas. Las razas fueron Simmental y ganado cruzado de las razas Simmmbrah, Charolais, Brahman y Suizo, promediando aproximadamente 500 Kg de peso vivo a lo largo del experimento.

Para el rancho La Tendida, se trabajó con vacas maduras de las razas Charolais, Suizo y Brahman.

3.3.-Procedimiento Experimental

Se llevaron a cabo dos experimentos, el primero en los ranchos Los Angeles, La Piedra y Vallecillo, y el segundo en el rancho La Tendida. La condición corporal (CC) se determinó a criterio de una sola persona, basándose en una escala del 1 al 9, de muy delgada a muy gorda, (**Selk et al., 1988**).

3.3.1.-Experimento 1

Los factores tomados en cuenta correspondientes a este experimento fueron estación, y raza. Con respecto a las variables dependientes se analizó en suero sanguíneo, la concentración de Ca, P, y se calculó la relación Ca:P, además la CC y los análisis del forraje, del agua y del suplemento mineral.

Una vez identificadas las razas se procedió a separar aproximadamente 20 animales de cada raza. En los muestreos de los tres ranchos, los animales fueron los mismos, durante todo el experimento, excepto en el rancho La Piedra en el que fueron seleccionados al azar. El número de animales muestreados en las tres explotaciones varió por cuestiones de manejo.

Los muestreos se realizaron con intervalos de aproximadamente 4 meses (Cuadro 1), durante un año.

Cuadro 1.- Fechas de muestreo para los ranchos Los Angeles, La Piedra y Vallecillo.

RANCHO	FECHAS			
Los Angeles	12/08/1998	11/11/1998	03/03/1999	
La Piedra	05/12/1998	08/05/1999	02/10/1999	
Vallecillo	22/10/1998	21/01/1999	21/04/1999	09/08/1999

Se inició con la toma de muestras a las 0900 horas. Para la extracción de sangre del ganado se utilizó una aguja con adaptador y tubos vacutainer con vacío sin anticoagulante, punzando la vena coccígea, y posterior al llenado de dos tubos, estos fueron puestos a reposar bajo la sombra por aproximadamente 30 min, y posteriormente puestos en hielo para su transporte. El tiempo transcurrido entre la recolección de sangre y la centrifugación fué de 5 a 6 horas aproximadamente. La centrifugación para extraer el suero se realizó a 1000 x g durante 10 minutos, utilizando una centrifuga ®. El suero se recopiló en biales con capacidad de 1.5 ml y se almacenó a temperatura de -20 °C hasta su posterior análisis.

® marca Heraeus SEPATECH modelo Labofuge 200

Para la determinación de Calcio en suero se utilizó la técnica descrita por **Fick et al. (1979)**. Se preparó una curva con 0, 1, 2, y 3 ppm de Calcio para calibrar el espectrofotómetro de absorción atómica. La preparación de las muestras de suero fué por duplicado y consistió en agregar 1 ml de muestra (suero) a un matraz de aforación al cual se le agregó 15 ml de Lantano diluido, con el fin de evitar interferencias de sustancias quelantes en la lectura y se aforó con agua bidestilada. El espectrofotómetro utilizado fue un IL modelo VIDEO 11. Los resultados se obtuvieron en ppm transformándose posteriormente a mg de Calcio/dL. Los análisis se hicieron en laboratorios industriales*.

Para la determinación de Fósforo en suero se utilizó la técnica propuesta por **Fiske y Subbarow (1925)**. Primeramente se obtuvo un filtrado libre de proteínas mezclando 4 ml de ácido tricloracético con 1 ml del suero problema, los cuales fueron centrifugados a 700 x g durante 15 minutos. Después se removió 1 ml del filtrado depositándose en tubos de 10 ml de capacidad agregándoseles 4 ml de molibdovanadato diluido. La mezcla se dejó reposar 10 minutos y después se analizó en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 400 nm. Los estándares para la calibración del aparato se prepararon de una manera similar a la muestra. Se utilizó un espectrofotómetro ®.

* Laboratorios de Investigación de Industrias del Alkali S.A. de C.V. en García, N.L.

® Sequoia-Turner modelo 690.

Las lecturas fueron procesadas para obtener por regresión los mg/dL de Fósforo en la muestra correspondiente. Las muestras se procesaron también por duplicado.

Las muestras de forraje para cada rancho y para las principales especies forrajeras más representativas del lugar fueron tomadas en cada fecha de muestreo. Las muestras se cortaron y se depositaron en bolsas de papel, y se colocaron en un horno a 65 °C por 24 hrs. Al sacarse se trituraron en un molino Willey con una malla de 2mm de diámetro, y se almacenaron en bolsas de plástico selladas hasta su posterior análisis.

En el forraje, las variables determinadas fueron materia seca, materia orgánica, cenizas, fibra detergente neutra, proteína cruda, Calcio, Fósforo, digestibilidad *In vitro* de la materia seca y digestibilidad *In vitro* de la materia orgánica. Estos análisis se realizaron como un complemento de información para los experimentos.

Las determinaciones de materia seca, materia orgánica, ceniza y proteína se realizaron siguiendo las técnicas propuestas por la **AOAC (1990)**. El procesamiento del forraje para su análisis de Calcio y Fósforo consistió en solubilizar las cenizas en un medio ácido, realizándose una digestión con 5 ml de ácido clorhídrico (HCL) concentrado, 20 ml de agua destilada y 10 gotas de ácido nítrico (HNO₃) concentrado. La mezcla se calentó a punto de ebullición bajo una campana para gases hasta reducir a un volumen a 10 ml aproximadamente. Posteriormente la

solución fue filtrada a través de un papel filtro Whatman #40 y se recibió el líquido con los minerales, Calcio y Fósforo, en un matraz de 100 ml. Se aforó con agua destilada y se almacenó en refrigeración. Posterior a esto, el Calcio se determinó por titulación con ácido etilendiamino tetra acético (EDTA). El procedimiento consistió en colocar una alícuota de 5 ml de la solución de cenizas a un matraz Erlenmeyer de 125 ml. Se agregaron 20 ml de agua destilada, 5 gotas de dietil dicarbamato de sodio, 15 gotas de hidroxido de sodio (Na OH) 4 N y 50 mg de indicador de purpurato de amonio y posteriormente se tituló con EDTA. El cambio de color fue de rosa fuerte a púrpura. Con los ml de EDTA utilizados, por medio de fórmula, se calculó el contenido de Calcio en el forraje **(Quiroga, 1971)**.

El contenido de Fósforo en forrajes fue determinado por el método fotométrico **(AOAC, 1990)**, y consistió primero en preparar una curva estándar, la cual se logró transfiriendo alícuotas de la solución estándar de trabajo (solución de Fósforo, concentración conocida que fue de .1 mg de Fósforo/ml) conteniendo .2, .4, .6, .8, 1.0, 1.2 y 1.4 mg de Fósforo a matraces volumétricos de 100 ml para obtener una regresión de lectura del aparato. Tanto a las muestras para la curva como para la lectura, aparte de la alícuota, se les agregaron 20 ml de reactivo de molibdo vanadato y se aforaron a 100 ml con agua destilada. Se mezclaron y se dejaron reposar por 10 minutos. Se midió su absorbancia en un espectrofotómetro marca Sequoia-Turner modelo 690 a 400nm y por regresión se obtuvieron los mg de Fósforo que posteriormente se transformaron a porcentaje.

Del suplemento mineral se analizaron materia seca, materia orgánica, cenizas, Calcio y Fósforo. Para este efecto se tomó una muestra del suplemento en cada fecha de visita a los ranchos, poniéndose en una bolsa de papel para su transporte y almacenamiento hasta su análisis. Se procedió primero a homogeneizar el suplemento, tomando una muestra y moléndola en un molino ®. Posterior a esto se obtuvo materia seca, ceniza y materia orgánica por diferencia, siguiendo la metodología propuesta por la AOAC (1990). El Calcio, se determinó por la técnica de espectrofotometría de absorción atómica propuesta por la **AOAC (1990)**, utilizando un espectrofotómetro ®* en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

El Fósforo se obtuvo por el mismo método que el utilizado para los forrajes propuesto por la **AOAC (1990)**. La obtención de las cenizas y la posterior digestión para obtener los minerales se hizo de la misma manera que en los forrajes tanto para Calcio como para Fósforo.

® **CIENCEWARE SERIE No 37252-0000**

®* **ZEISS FMD4**

Para agua solo se determinó Calcio. Se tomó una muestra de cada rancho en frasco de vidrio poniéndola a enfriar en una hielera para su transporte y se mantuvo en refrigeración hasta su análisis posterior. El método utilizado fue el de titulación propuesto por **Quiroga (1971)**, siguiendo el procedimiento utilizado para la determinación de Calcio en Forrajes.

3.3.2.-Experimento 2

La prueba se realizó en el rancho La Tendida, municipio de China, N.L. El factor analizado fué estado fisiológico y las variables dependientes fueron concentración sérica de Ca, P, y la relación Ca:P, además de la CC del ganado.

Se seleccionaron al azar 16 vacas maduras divididas en 2 grupos, preñadas (4, 5 y 7 meses de preñez) y lactando (2 y 3 meses de lactancia). Las vacas se seleccionaron tratando de que fueran homogéneas tanto en peso como en edad. El muestreo se inició a las 1000 horas finalizando a las 1600 horas. Se procedió a calificar la CC.

Se realizó un solo muestreo (27 de Octubre de 1999). La extracción del suero, almacenamiento y posterior análisis, fueron similares a lo realizado con las muestras del Experimento 1.

El forraje que se muestreó fue zacate Buffel común y sorgo para grano (grano y forraje). Se recolectó, almacenó y analizó de la misma forma que el forraje del Experimento 1.

En este rancho no se suplementaron minerales. Se procedió a tomar muestras de agua, tanto de la pila como de la presa. Los análisis se realizaron de la misma forma que en el Experimento 1.

3.4.-Análisis Estadístico

3.4.1.-Experimento 1

3.4.1.1.-Rancho Los Ángeles

Se realizó un análisis de varianza en parcelas divididas donde los factores utilizados o tomados en cuenta en el modelo fueron estación y raza, tomando en este caso el factor estación como parcela grande y la raza como parcela chica. Esto debido a que en investigaciones en donde se tienen varias observaciones en la misma unidad y/o unidades experimentales a diferente tiempo es aconsejable analizar los datos de esta manera (**Gómez y Gómez, 1984**). El modelo fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \delta_{ijk}$$

Donde:

μ = media general

i = i-ésima estación

j = j-ésima raza

k = k-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error experimental parcela mayor

δ_{ijk} = error experimental parcela menor

Los datos fueron analizados por procedimientos GLM (General Linear Models) del paquete estadístico SPSS 8.0 para Windows.

3.4.1.2.-Rancho La Piedra

Las variables dependientes tales como CC, Ca, P y la relación Ca:P fueron analizadas como factorial simple utilizándose los factores tales como estación y raza, debido a que las unidades experimentales fueron diferentes en cada muestreo. Los datos se analizaron por medio del procedimiento GLM del paquete estadístico SPSS versión 8.0 para Windows, siendo el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \delta_{ijk}$$

Donde:

μ = media general

i = i-ésima estación

j = j-ésima raza

k = k-ésima repetición

ϵ_{ijk} = error experimental

3.4.1.3.-Rancho Vallecillo

Las variables dependientes se analizaron igualmente por parcelas divididas debido a lo anteriormente explicado (Gómez y Gómez, 1984). Las variables independientes tomadas en cuenta fueron: estación y raza, y los datos se analizaron por procedimientos GLM del programa estadístico SPSS versión 8.0 para Windows, el modelo fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \delta_{ijk}$$

Donde:

μ = media general

i = i-ésima estación

j = j-ésima raza

k = k-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error experimental parcela mayor

δ_{ijk} = error experimental parcela menor

3.4.2.-Experimento 2

Las variables dependientes para este experimento fueron CC, Ca, P y la relación Ca:P. En este rancho la variable independiente tomada en consideración fue el estado fisiológico y se analizaron los datos bajo un diseño completamente al azar por procedimientos GLM del paquete estadístico SPSS versión 8.0 para Windows y el modelo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = media general

i = i-ésimo estado fisiológico

j = j-ésima repetición

ϵ_{ij} = error experimental

Se utilizó la prueba DMS para comparar las medias de los datos en todos los ranchos cuando se consideró necesario.

4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.-Experimento 1

4.1.1.-Rancho Los Angeles

4.1.1.1.-Comportamiento de las variables para ganado

Con respecto al efecto de raza (Hereford y Charolais), se observó diferencia ($P < .05$) en la concentración de Calcio, no así para Fósforo, condición corporal y la relación Ca:P (Cuadro 2 y Figura 1). La raza Charolais reportó la concentración mayor de Ca 10.4 mg/dL seguida de la Hereford con 9.9 mg/dL. Este resultado indica una posible interacción genotipo-ambiente que hace que la raza Charolais, bajo este ambiente, contenga mayor concentración de Calcio que la raza Hereford. En ocasiones el ambiente puede ser tan restrictivo que permite observar ventajas en algunas razas (Pollak et al., 1984).

Cuadro 2.- Medias de las variables dependientes para el factor raza y estación en el rancho Los Angeles.

FACTOR	VARIABLES			
	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Ca:P	CC
RAZA				
Charolais	10.47a	6.24	1.9:1	4.97
Hereford	9.90b	5.85	1.7:1	4.87
ESTACION				
Primavera	9.92a	5.29a	1.9:1a	4.20a
Otoño	9.85a	8.82b	1.1:1b	5.67b
Invierno	10.79b	4.56a	2.4:1c	4.88c

* Diferente letra dentro de factores representa diferencia estadística ($P < .05$)

Esto sería de utilidad, ya que si se complementaran los datos relacionándolos con variables de productividad los criadores podrían tener excelentes herramientas para decidir cual raza es más factible y/o rentable criar en ese medio-ambiente.

Para el efecto de estación, se encontró una diferencia ($P < .01$) para la concentración de Ca y P así como para la relación Ca:P y condición corporal. El mayor nivel de Calcio sérico se presentó durante el invierno (10.7 mg/dL). El Fósforo tuvo el valor mas alto en Otoño (8.8 mg/dL). En la condición corporal del ganado la media mayor (5.6) se manifestó en Otoño y para la relación Ca:P la media de Invierno (2.4:1) fue la mayor (Figura 2, 3, 4, 5 y Cuadro 2):

Aunque el efecto de estación afectó significativamente los metabolitos sanguíneos en estudio, no se observó alguna interacción entre raza y estación. En otras palabras, el efecto de estación se dió en la misma magnitud para las razas tomadas en cuenta en el experimento, producto esto quizás de una adaptación o respuesta igual al ambiente por ambas razas (Ferrell y Jenkins, 1985).

4.1.1.2.-Comportamiento de las variables para forraje

Los datos obtenidos del análisis muestran valores de Fósforo menores a los mencionados por Minson (1990), de 0.29 %. En cuanto al Calcio, los valores concuerdan con los reportados por la literatura (NRC, 1996; Gutiérrez, 1991; Minson, 1990), pudiéndose esto observar mejor en el Cuadro 3.

Figura 1.- Calcio sanguíneo en las dos razas.
Rancho Los Angeles.

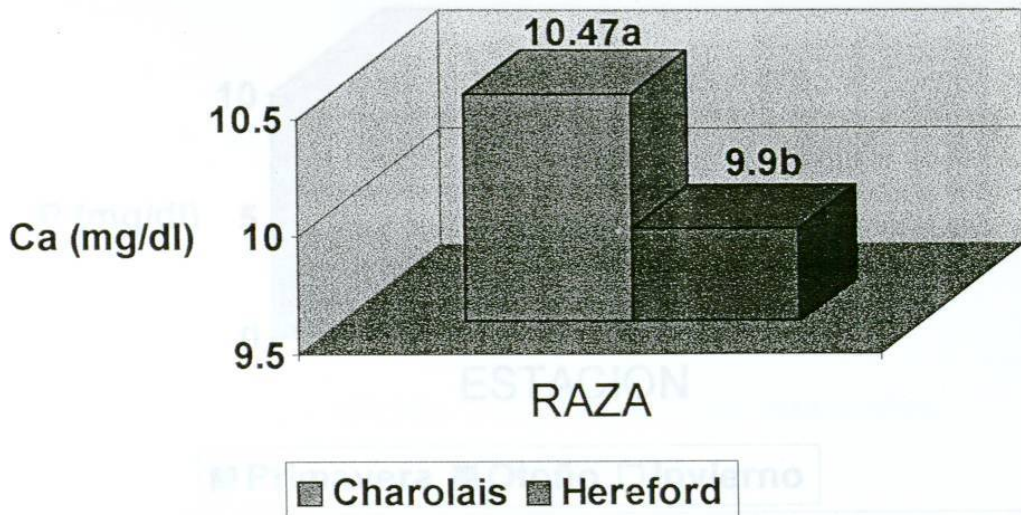


Figura 2.- Calcio sanguíneo en las diferentes estaciones.
Rancho Los Angeles.

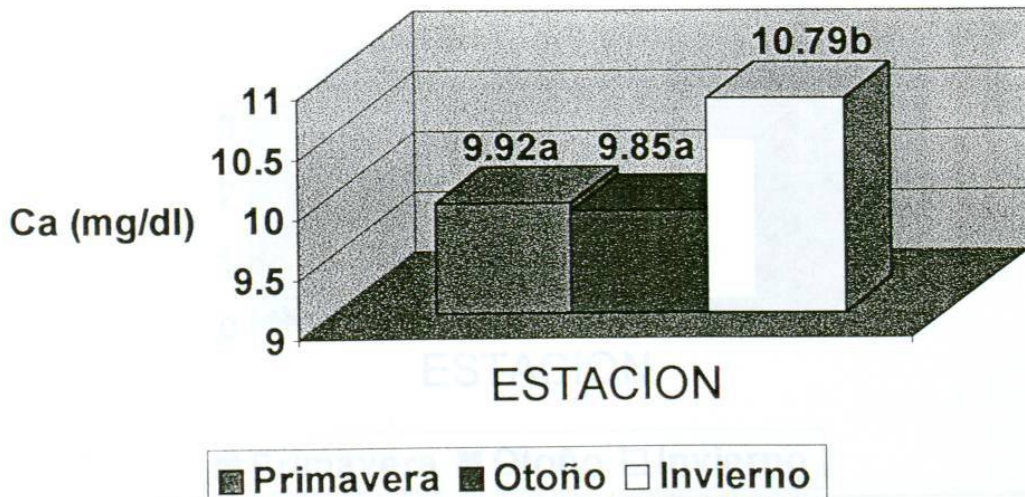


Figura 3.- Fósforo sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho Los Angeles.

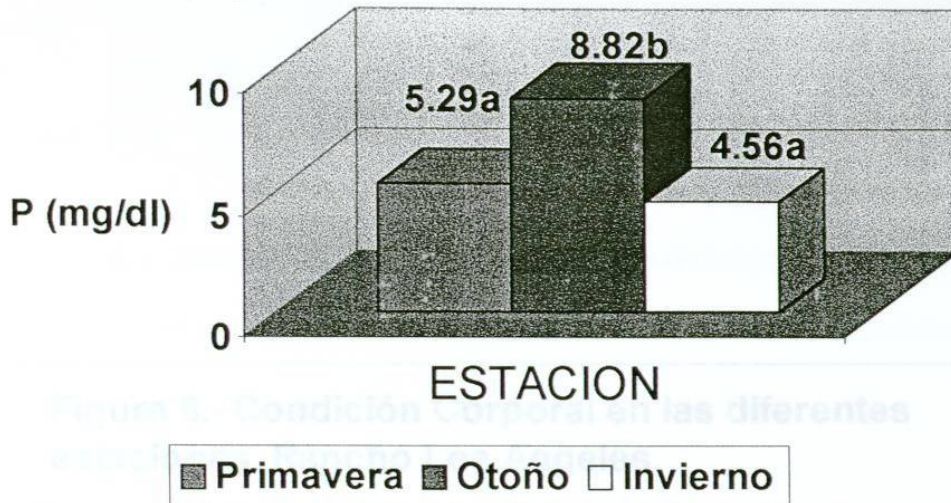
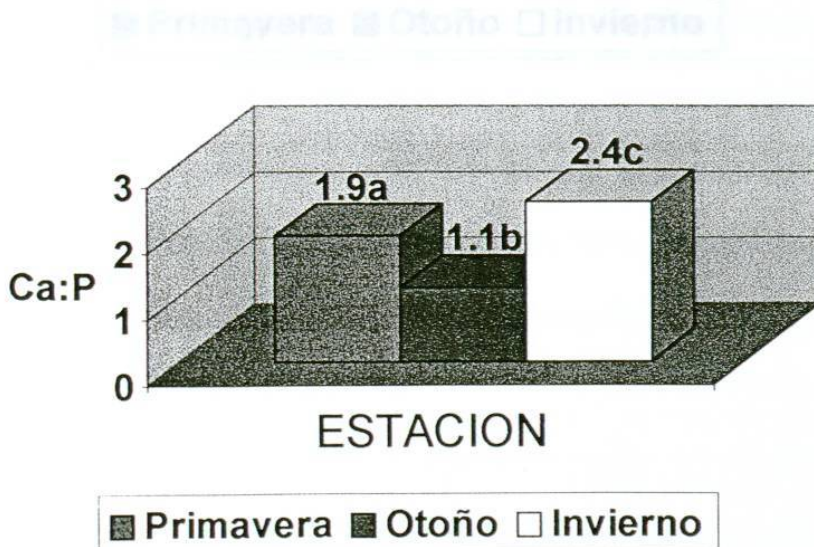


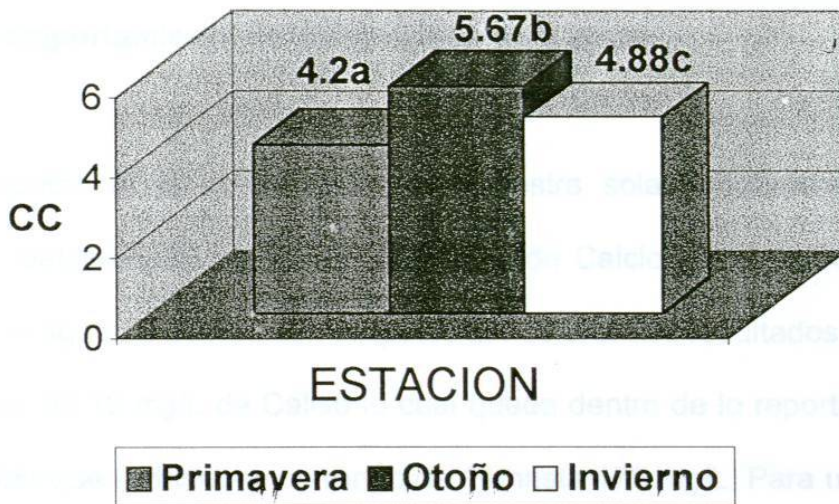
Figura 4.- Relación sanguínea Ca:P en las diferentes estaciones. Rancho Los Angeles.



Cuadro 3.- Análisis de forraje del rancho Los Ángeles, en dos muestreos.

MUESTRO	NUTRIENTE								
	MS (%)	PC (%)	PDH (%)	MO (%)	CENIZAS (%)	DMMS (%)	DMEM (%)	Ca (%)	P (%)
1999/2000	85.4	6.91	77.43	26.53	9.07	35.77	38.57	0.4	0.04
2000/2001	81.48	11.42	84.12	35.77	14.13	44.25	39.06	2.19	0.1

Figura 5.- Condición Corporal en las diferentes estaciones. Rancho Los Angeles.



Cuadro 3.- Análisis de forraje del rancho Los Ángeles, en dos muestreos.

11/11/98	NUTRIENTE								
FORRAJE	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	MO (%)	CENIZAS (%)	DIVMS (%)	DIVMO (%)	Ca (%)	P (%)
Mezcla	93.4	6.01	77.83	90.93	9.07	33.77	36.67	0.4	0.04
Mezcla (rebrote)	93.46	11.42	64.12	85.77	14.23	44.28	39.05	2.16	0.1

Según los datos obtenidos (cuadro 3), es probable que el ganado del rancho Los Angeles no necesite suplementación proteica, ni de Calcio, dependiendo de la disponibilidad de forraje, pero sí de Fósforo, en noviembre.

4.1.1.3.-Comportamiento de las variables para agua

Con respecto al agua, se tomó una muestra solamente procedente de un bebedero; determinándose solo el contenido de Calcio por considerarse de mas efecto en el agua de bebida con respecto al Fósforo. Los resultados indicaron una cantidad de 96.19 mg/L de Calcio lo cual queda dentro de lo reportado **por Hintz et al. (1989)** que establecen un rango de 11 hasta 173 mg/L. Para una vaca típica de la región de alrededor de 400 kg de peso con un consumo de aproximadamente 70 L de agua, podría representar un aporte de Calcio por esta vía de mas o menos 20 % de sus requerimientos, lo cual seria bueno tomarse en cuenta como factor de riesgo ante un posible desbalance mineral.

4.1.1.4.-Comportamiento de las variables en el suplemento mineral

En cuanto al suplemento, fue tomada una muestra solamente, y los valores obtenidos fueron 98.5, 88.9, 11.09, 13.07, y 2 %, respectivamente para materia seca total, ceniza, materia orgánico, Ca y P. Los resultados fueron comparados con el contenido impreso en la etiqueta de la envoltura comercial y coincidieron.

4.1.2.-Rancho Vallecillo

4.1.2.1.-Comportamiento de las variables para ganado

Para raza, no se encontraron diferencias significativas ($P > .05$) en la concentración de Calcio, Fósforo, relación Ca:P (en suero) y condición corporal (Cuadro 4).

Con respecto al efecto de estación, se pudo observar una diferencia estadística ($P < .05$) para Calcio, Fósforo, relación Ca:P y la condición corporal (Cuadro 4). El muestreo en Otoño fue el que reportó la media mas alta para la concentración de Calcio con 10.5 mg/dL, seguido del muestreo de Primavera, Invierno y Verano con 8.6, 8.5 y 8.2 mg/dL respectivamente, (Figura 6). Estos datos podrían ser entendibles a excepción del dato de Invierno, que quizás sea producto de la suplementacion alimenticia que en esa época se realizó y esto pudo hacer que se reportara un valor mas alto que el de verano en el que las lluvias algunas veces

Cuadro 4.- Medias de las variables dependientes para los factores raza y estación en el rancho Vallecillo.

FACTOR	VARIABLES			
	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Ca:P	CC
RAZA				
Simmental	9.14	5.51	1.79:1	4.69
Cruza	8.99	5.76	1.62:1	5.02
ESTACION				
Primavera	8.68a	6.20a	1.5:1b	5.06a
Verano	8.22a	4.79b	1.8:1a	5.29a
Otoño	10.56b	5.28b	2.0:1a	4.28b
Invierno	8.54a	6.23a	1.4:1b	4.90a

*Diferente letra dentro de factores representa diferencia estadística (P<.05)

son mínimas; aunado a esto, se sabe también que muchas plantas tienen mayores concentraciones de Calcio conforme el estado fisiológico avanza producto del aumento en paredes celulares que son ricas en Calcio. Para Fósforo, la media o concentración mayor se encontró en Invierno con 6.2 mg/dL, seguido de Primavera, Otoño y por último Verano, con 6.2, 5.2 y 4.7 mg/dL, respectivamente (Figura 7). El comportamiento para la media de la relación Ca:P reportó una relación mayor en la estación de Otoño con 2.0:1, difiriendo así de la estación de Verano, Primavera e Invierno, 1.8:1, 1.5:1 y 1.4:1 respectivamente (Figura 8). Para condición corporal, se observó el valor más bajo en Otoño, con un valor de 4.2 difiriendo de las demás estaciones con 5.2, 5.0 y 4.9, para Verano, Primavera e Invierno respectivamente (Figura 9).

4.1.2.2.-Comportamiento de las variables en el forraje

En la primera fecha, 22 de Octubre 1998, se recolectó una muestra de Pretoria 90 y Bermuda (NK-37), al igual que el 21 de Abril de 1999; y para el 9 de Agosto de 1999 se analizó Buffel común y NK-37 (Cuadro 5). Estos datos concuerdan con los datos del **NRC (1996)**.

Figura 6.- Calcio sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho Vallecillo.

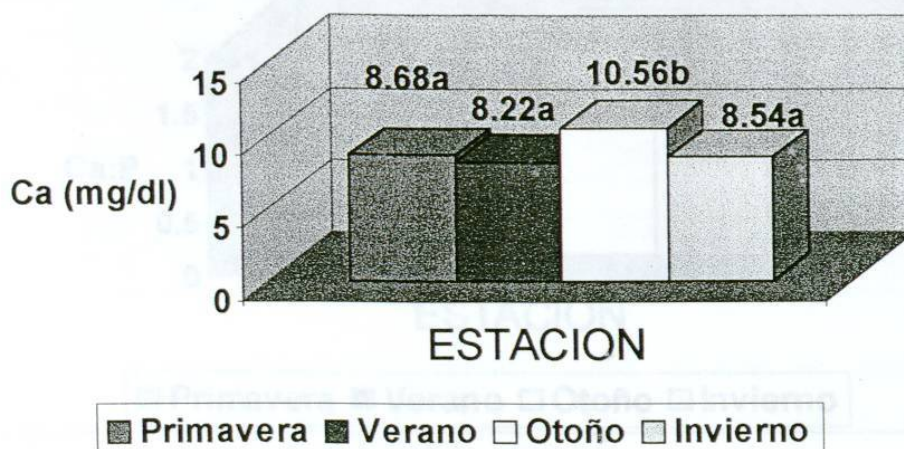


Figura 7.- Fósforo sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho Vallecillo.

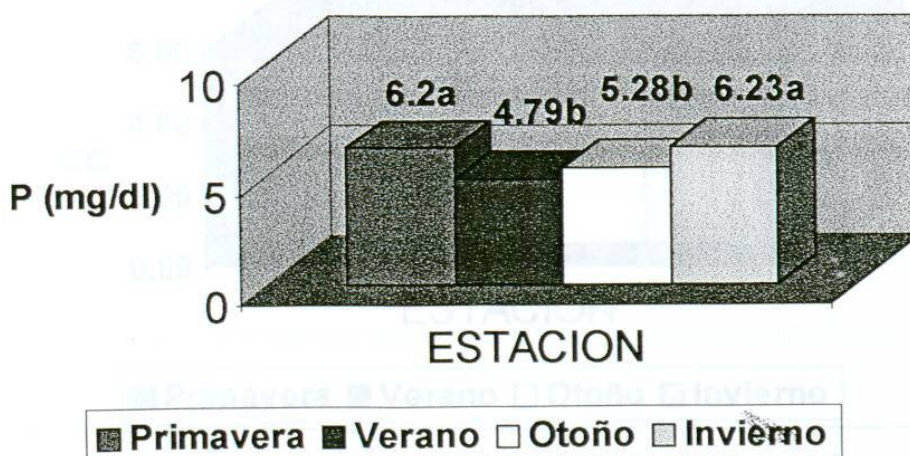


Figura 8.- Relación sanguínea Ca:P en las diferentes estaciones. Rancho Vallecillo.

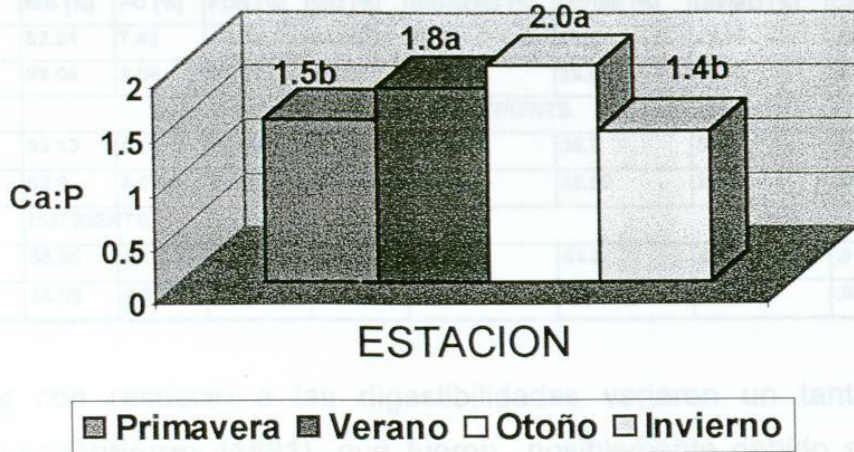
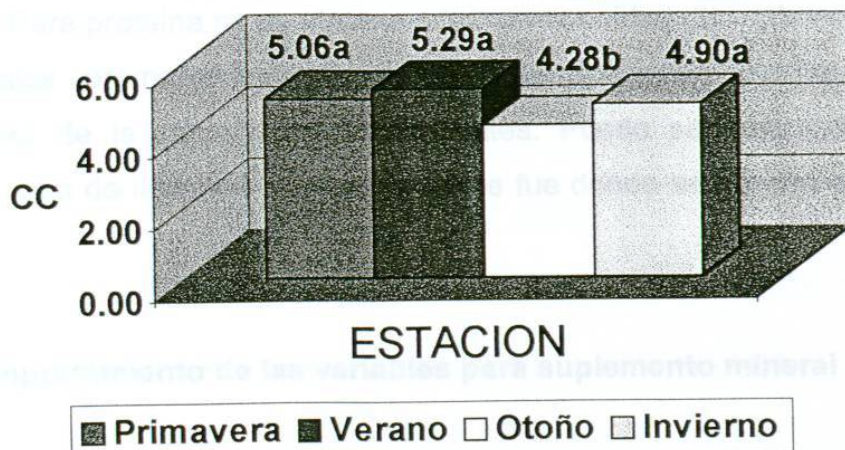


Figura 9.- Condición Corporal en las diferentes estaciones. Rancho Vallecillo.



Cuadro 5.- Análisis de forraje del Rancho Vallecillo, en tres muestreos.

22/10/98	NUTRIENTE								
FORRAJE	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	MO (%)	CENIZAS (%)	DIVMS (%)	DIVMO (%)	Ca (%)	P (%)
NK-37	92.24	7.42	80.72	89.34	10.66	41.2	41.16	.66	.08
Pretoria 90	93.04	3.04	80.11	87.49	12.61	39.9	40.73	.64	.03
21/04/99	NUTRIENTE								
NK-37	93.13	6.13	80.26	89.37	10.63	35.7	34.48	.84	.08
Pretoria 90	93.8	4.02	80.63	87.88	12.12	36.69	37.09	.68	.02
9/08/99	NUTRIENTE								
Buffel Común	96.96	4.16	81.6	91.97	8.03	44.9	43.78	.31	.11
NK-37	94.69	4.06	89.06	91.32	8.68	46.72	43.9	.38	.04

Los datos con respecto a las digestibilidades variaron un tanto con los reportados por **Gutiérrez (1991)**, que fueron posiblemente debido a lo que el mismo autor menciona que los sesgos en una prueba *in vitro* pueden ser muchos, entre ellos la fuente del inóculo, que dependiendo de lo que esté comiendo el animal donador afecta las pruebas con otro tipo de alimento o forraje que se este analizando.

En cuanto a Calcio, se puede observar que los niveles son satisfactorios para cumplir con los requerimientos nutricionales del ganado, no sucediendo así para la concentración de Fosforo, que durante todo el año pudiera ofrecerse en algún suplemento. Para proteína no se observa alguna necesidad de suplementación, ya que los forrajes promediaron alrededor del 9 %, porcentaje que cumple con el mantenimiento de la mayoría de los animales. Puede ser una excepción en animales en pico de lactancia y en verano que fue donde se reportó el valor mas bajo.

4.1.2.3.-Comportamiento de las variables para suplemento mineral

Los resultados fueron para: materia seca total (96 %), ceniza (70.48 %), materia orgánica (29.51 %), Calcio (20.76 %) y Fósforo (6.93 %),

4.1.3.-Rancho La Piedra

4.1.3.1.-Comportamiento de las variables para ganado

Para raza, no existió diferencia ($P>.05$) en la concentración sérica de Calcio, Fósforo, relación Ca:P y condición corporal (Cuadro 6). Esto quizás debido a una adaptabilidad igual de ambas razas al mismo medio ambiente (**Ferrell y Jenkins, 1985**).

La estación afectó ($P<.05$) la concentración sérica del Calcio teniendo los animales mayor concentración durante el Invierno (11.3 mg/dL), seguido de Primavera con 10.1mg/dL y por el Otoño la mas baja con 8.9 mg/dL (Figura 10). El Fósforo se comportó inverso, ya que la media mayor fue de 6.4 y 6.3 mg/dL para Primavera y Otoño, siendo para Invierno de 4.2 mg/dL (Figura 11). La relación Ca:P fue mayor para el Invierno con 2.8:1 difiriendo de las medias reportadas para la Primavera y Otoño con 1.7 y 1.5:1 respectivamente, (Figura 12). Las vacas mostraron una mayor condición corporal en Otoño e Invierno con 5.7 y 5.6, mientras que para Primavera el valor menor con 5.2 (Figura 13). Cabe hacer mención que no fue posible tener información que representara la estación de Verano (Cuadro 6).

Cuadro 6.- Medias de las variables dependientes para los factores raza y estación en el rancho La Piedra.

FACTOR	VARIABLES			
	Ca (%)	P (%)	Ca:P	CC
RAZA				
Braford	10.18	5.95	1.94:1	5.49
Hereford	10.07	5.41	2.10:1	5.59
ESTACION				
Primavera	10.17b	6.44a	1.75:1b	5.26b
Otoño	8.90c	6.36a	1.52:1b	5.74a
Invierno	11.30a	4.24b	2.80:1a	5.62a

*Diferente letra dentro de factores representa diferencia estadística ($P < .05$)

Figura 10.- Calcio sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho La Piedra.

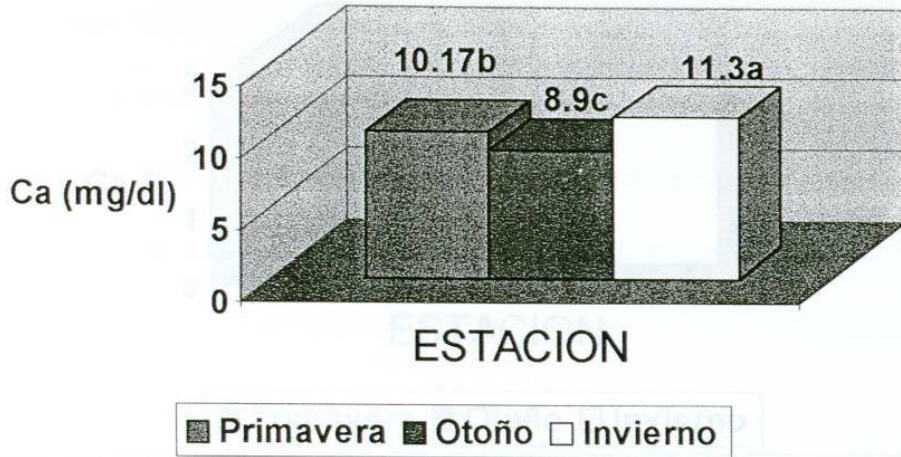


Figura 11.- Fósforo sanguíneo en las diferentes estaciones. Rancho La Piedra.

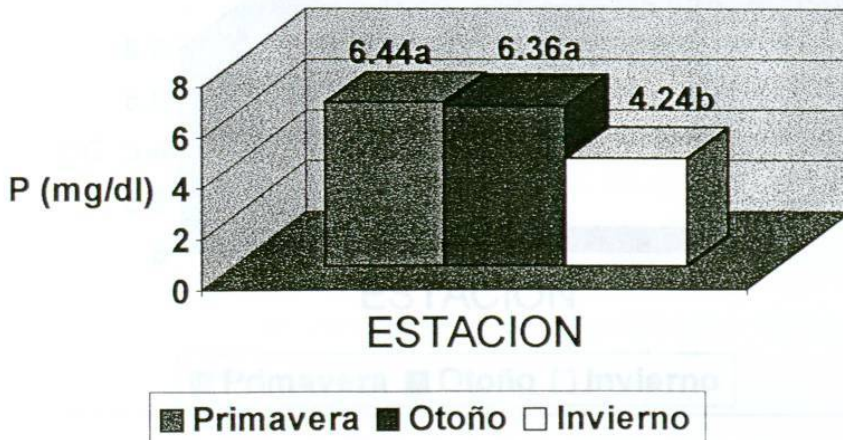


Figura 12.- Relación sanguínea Ca:P en las diferentes estaciones. Rancho La Piedra.

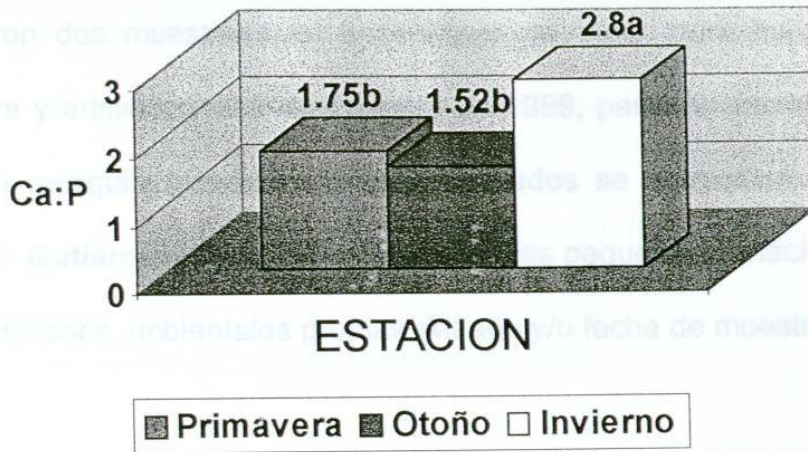
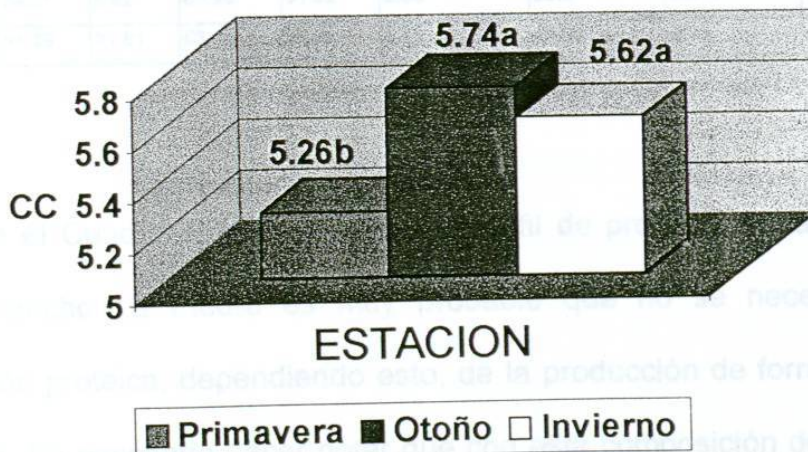


Figura 13.- Condición Corporal en las diferentes estaciones. Rancho La Piedra.



4.1.3.2.-Comportamiento de las variables para forraje

Se efectuaron dos muestreos, el 8 de Mayo de 1999, para huajillo, cenizo, zacate navajita y aristida, y el 2 de Octubre de 1999, para las mismas plantas a excepción del mezquite (Cuadro 7). Los resultados se aproximan a los datos reportados por **Gutiérrez (1991)**, y posiblemente las pequeñas variaciones se han debido a condiciones ambientales propias del año y/o fecha de muestreo.

Cuadro 7.- Análisis del forraje en el rancho La Piedra (dos muestreos).

8/05/99	NUTRIENTE								
FORRAJE	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	MO (%)	CENIZAS (%)	DIVMS (%)	DIVMO (%)	Ca (%)	P (%)
Huajillo	94.27	18.68	46.62	94.67	6.33	27.62	24.93	.68	.09
Cenizo	94.89	8.64	62.24	94.15	6.85	36.95	35.37	.64	.06
Navajita	94.5	7.05	75.51	90.86	9.14	37.76	37.15	.82	.04
Aristida	94.33	6.24	85.44	93.37	6.63	36.72	35.11	.71	.04
2/10/99	NUTRIENTE								
Huajillo	94.49	18.57	43.81	94.89	6.11	37.24	36.78	.69	.09
Cenizo	96.38	11.01	55.03	93.88	6.12	44.69	42.18	.68	.14
Navajita	94.58	9.05	78.2	91.21	8.79	42.13	42.35	.44	.10
Aristida	94.21	5.52	80.66	91.92	8.08	29.5	28.48	.79	.03
Mezquite	94.38	21.81	53.36	93.44	6.56	44.96	42.1	.78	.17

Basados en el Cuadro 7, y observando el perfil de proteína de las diferentes plantas del rancho La Piedra es muy probable que no se necesite alguna suplementación proteica, dependiendo esto, de la producción de forraje y/o de la disponibilidad. Es necesario hacer notar que con esta composición de plantas en un rancho teniendo una buena disponibilidad de forraje podría evitarse la suplementación durante todo el año, siendo esto definitivamente muy importante.

Sucede lo mismo para Calcio, ya que el contenido en los forrajes es alto, aunado a esto su alta concentración en el agua de bebida del ganado. Para el Fósforo sí pudiera ser necesaria una suplementación todo el año, ya que el aporte que proporcionan estos forrajes está abajo de los requerimientos del ganado (**Minson, 1990**).

4.1.3.3.-Comportamiento de las variables para agua

Para este rancho se observó un contenido de Calcio en el agua de 160.3 mg/L. La muestra fue recolectada de un bebedero de agua de pozo. El resultado queda dentro de los límites mencionados por **Hintz et al. (1987)**, de 11 mg/L como mínimo y de 173 mg/L como máximo.

4.1.3.4.-Comportamiento de las variables para suplemento mineral

Al igual que en los demás ranchos se analizó el suplemento para materia seca total (MST), ceniza, materia orgánica (MO), Calcio (Ca) y Fósforo (P). Se analizó dos veces el mismo suplemento variando muy poco quizás debido al muestreo (Cuadro 8).

Cuadro 8.- Análisis del suplemento mineral en el rancho La Piedra.

MUESTRA	MST (%)	CENIZA (%)	MO (%)	Ca (%)	P (%)
1	94.13	76.01	23.98	17.81	10.33
2	96.39	76.64	23.35	15.77	10.44

Para los tres ranchos se observó un efecto de la estación sobre los minerales monitoreados en el experimento en igual magnitud para todas las razas implicadas, esto como ya se explicó anteriormente, puede tener respuesta según **Ferrell y Jenkins (1985)**, en que el clima y/o condiciones medio-ambientales deben ser igualmente restrictivas para las diferentes razas.

En resumen, para el factor raza en los tres ranchos y para las razas en general se observó una tendencia en la concentración de Calcio y Fósforo en suero con respecto a las estaciones; ya que generalmente en los muestreos de Invierno y Verano se observaron las concentraciones mas altas de Calcio en suero, pero a la vez se registraron las concentraciones mas bajas en Fósforo. Esto quizás obedece a que en los meses mas fríos y secos (invierno y verano) la concentración de Calcio en los forrajes se eleva debido al contenido de este mineral en las paredes celulares de las plantas (**Marschner, 1995**), caso contrario el Fósforo, que en esos meses el estado de madurez, sequías y/o disponibilidad de forraje causa una baja de Fósforo en el forraje. Otra explicación a los resultados podría estar en el rol de las hormonas en la homeostasis del Calcio y el Fósforo a nivel sanguíneo; ya que al existir un aumento en los requerimientos de estos minerales, la hormona

paratiroidea promueve aumentos en los niveles de Calcio sérico a expensas de los huesos, no sucediendo lo mismo para con el Fósforo, que aunque existe un mecanismo hormonal de homeostasis su concentración en suero se ve mas influenciada por su nivel en el forraje que el ganado esta consumiendo (**Horst, 1986**).

4.2.-Experimento 2

4.2.1.-Comportamiento de las variables para ganado

Referente al estado fisiológico, donde se compararon grupos de vacas preñadas (4, 5 y 7 meses de preñez) y vacas lactando (2 y 3 meses de lactancia) no se observó efecto significativo ($P>.05$) para Calcio, Fósforo relación Ca:P y condición corporal (Cuadro 9). Esto fue posiblemente debido a que los grupos que se hicieron por estado fisiológico ninguno representó a vacas en pleno pico de lactancia, que según **Barton et al. (1981)**, es en donde existe la mayor variación para la concentración en suero de Calcio y Fósforo, y que fuera de ese pico es difícil encontrar diferencias.

4.2.2.-Comportamiento de las variables para forraje

En este caso, fue solo un muestreo (27 de Octubre de 1999) y los forrajes muestreados fueron zacate Buffel y sorgo para grano (planta con espiga). Los resultados (Cuadro 10) concuerdan con los reportados por el **NRC (1996)**.

Cuadro 9.- Medias de las variables dependientes del factor fisiológico en el rancho La Tendida.

FACTOR	VARIABLES			
	Ca (%)	P (%)	Ca:P	CC
FISIOLOGICO				
Prefiadas	9.00	6.16	1.49:1	5.30
Lactantes	8.92	5.39	1.70:1	5.59

*Diferente letra dentro de factores representa diferencia estadística (P<.05)

Cuadro 10.- Análisis del forraje en el rancho La Tendida (un muestreo).

27/10/99	NUTRIENTE								
FORRAJE	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	MO (%)	CENIZAS (%)	DIVMS (%)	DIVMO (%)	Ca (%)	P (%)
Buffel común	93.62	5.86	81.3	93.91	6.09	34.92	33.59	.83	.12
Sorgo para grano	93.06	10.84	66.87	89.53	10.47	39.14	36.2	.27	.20

Al igual que en los Ranchos anteriores, los resultados indican que quizás no sea necesaria la suplementación de proteína y Calcio, pero sí de Fósforo todo el año, al menos para esta fecha.

4.2.3.-Comportamiento de las variables para agua

Se tomaron dos muestras de agua, una correspondiente a agua de presa y la otra fue tomada de un bebedero de agua de pozo. La muestra del bebedero reportó 114.2 mg/L de Calcio y la correspondiente a la presa 30 mg/L. Aquí se pudo observar que el agua proveniente de pozo contiene mas Calcio que la de presa y esto concuerda con lo mencionado por **Hintz et al. (1987)**.

5.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

- ◆ Existió diferencia en la concentración sérica del Calcio entre vaquillas de la raza Charolais (mayor concentración) y Hereford, pero existió efecto de raza solo en uno de los ranchos muestreados.
- ◆ La época del año (estaciones) tiene influencia en la concentración de Calcio y Fósforo en el suero sanguíneo del ganado.
- ◆ El estado fisiológico de las vacas preñadas y lactantes incluidas en esta investigación, no tiene influencia en la concentración sérica de Calcio y Fósforo.
- ◆ La dieta de un animal en pastoreo en agostadero típico de la región (Coahuila y Nuevo León) baja en Fósforo, debido a la baja concentración del mismo en los forrajes y plantas.

5.2.- Recomendaciones

- La suplementación de Fósforo al ganado durante todo el año y la de Calcio solo en condiciones de alta producción de leche en el pico de lactancia de ganado de carne en agostadero, es recomendable bajo la supervisión técnica.

- Con el objetivo de tener herramientas para la selección de las razas más idóneas para su explotación en cierto tipo de ambiente, es recomendable seguir investigando bajo este tópico.

6.-LITERATURA CITADA

- Alfaro, E., M.W. Neathery, W.J. Miller, C.T. Crowe, R.P. Gentry, A.S. Fielding, D.G. Pugh, y D.M. Blackmon. 1988. Influence of a wide range of calcium intakes on tissue distribution of macroelements and microelements in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 71:1295-1300.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th Edición. USA.
- Barton, B.A., N.A. Jorgensen, y H.F. DeLuca. 1987. Impact of prepartum dietary phosphorus intake on calcium homeostasis at parturition. *J. Dairy Sci.* 70:1186-1191.
- Bernard, J.H. 1992. Diagnósticos y tratamientos clínicos por el laboratorio. 9^a Edición Meisson, M.A.S.S.-Salvat Medicina. p.210.
- Call, J.W., J.E. Butcher, J.T. Blake, R.A. Smart y J.L. Supe. 1978. Phosphorus influence on growth and reproduction of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 47(1):216-225.
- Church, D.C., y W.G. Pond. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa S.A. de C.V. 4^a. reimpresión, pp. 11-49.
- Dunn, T.G., y G.E. Moss. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70:1580-1593.
- Ferrell, C.L. y T.G. Jenkins. 1985. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. *J. Anim. Sci.* 61 (3):725.
- Ferrell, C.L. y T.G. Jenkins. 1998a. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese sires. *J. Anim. Sci.* 76:637-646.
- Ferrell, C.L. y T.G. Jenkins. 1998b. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the fin

- ishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. *J. Anim. Sci.* 76:647-657.
- Fick, K.R., L.R. McDowell, P.H. Miles, N.S. Wilkinson, J.D. Funk, y J.H. Conrad. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. pp. 701-703.
- Fiske, C.H., y Y. Subbarow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66:375.
- Forar, F.L., R.L. Kinkaid, R.L. Preston, y J.K. Hillers. 1982. Variation of inorganic phosphorus in blood plasma and milk of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 65:760-763.
- Gómez, K.A., y A.A. Gómez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. Segunda Edición, John Wiley and Sons, Inc.
- González, J.C. 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. pp. 34-41.
- Greene, L.W., W.E. Pinchak, y R.K. Heitschmidt. 1987. Seasonal dynamics of minerals in forages at the Texas experimental ranch. *J. Range Manage.* 40(6):502-506.
- Grings E.E., M.R. Haferkamp, R.K. Heitschmidt y M.G. Karl. 1996. Mineral dynamics in forages of the northern great plains. *J. Range Manage.* 49(3):234-240.
- Grunes, D.L., y R.M. Welch. 1989. Plant contents of magnesium, calcium y potassium in relation to ruminant nutrition. *J. Anim. Sci.* 67:3485-3494.
- Gutiérrez, J.L.A. 1991. Nutrición de rumiantes en pastoreo. Departamento editorial de la Universidad Autónoma de Chihuahua, C. Degollado #3500, Chihuahua, Chih. pp. 33-62.
- Hintz, H.F., J.E. Legates, J.K. Loosli, L.A. Maynard, A.M. Sorensen, Jr., R.G. Warner, y E.J. Warwick. 1987. Ganadería: Guía para la reproducción, nutrición, cría, y mejora del ganado. Minerales. Mc Graw-Hill de México, S.A. de C.V. Vol. 4:920-925.
- Horst, R.L. 1986. Regulation of calcium and phosphorus homeostasis in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 69:604-616.
- INEGI. 1983. Síntesis geográfica del estado de Coahuila. Secretaría de programación y presupuesto. México, D.F.

- INEGI. 1998. Síntesis geográfica del estado de Nuevo León. Secretaría de programación y presupuesto. México D.F.
- Kattnig, R.M., J.A. Winder, J.D. Wallace, y C.C. Bailey. 1993. Evaluation of biological efficiency of free-grazing beef cows under semidesert conditions. *J. Anim. Sci.* 71:2601-2607.
- Kinkaid, R.L., J.K. Hillers, y J.D. Cronrath. 1981. Calcium and phosphorus supplementation of rations for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 64:754-758.
- Littledike E.T., y J. Goff. 1987. Interactions of calcium, phosphorus, magnesium and vitamin D that influence their status in domestic meat animals. *J. Anim. Sci.* 65:1727-1743.
- Littledike, E.T., T.E. Wittum, y T.G. Jenkins. 1995. Effect of breed, intake, and carcass composition on the status of several macro and trace minerals of adult beef cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2113-2119.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Press. pp. 285-290.
- Minson, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, INC., San Diego California, U.S.A. pp. 208-264.
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh revised edition. National academy press. Washington, D.C.
- Odenya, W.O., M.A. Elzo, C. Manrique, L.R. McDowell, y D.L. Wakeman. 1992a. Genetics and environmental factors affecting serum macrominerals and weights in an Angus-Brahman multibreed herd: I. Additive and nonadditive group genetic effects of serum calcium, phosphorus, and magnesium and weight at weaning. *J. Anim. Sci.* 70:2065-2071.
- Odenya, W.O., M.A. Elzo, C. Manrique, L.R. McDowell, y D.L. Wakeman. 1992b. Genetics and environmental factors affecting serum macrominerals and weights in an Angus-Brahman multibreed herd: II. Heritabilities of and genetic, environmental, and phenotypic correlations among serum calcium, phosphorus, and magnesium and weight at weaning. *J. Anim. Sci.* 70:2072-2077.
- Peterson, R.G., y D.E. Waldern. 1981. Repeatibilities of serum constituents in holstein-friesians affected by feeding, age, lactation, and pregnancy. *J. Dairy Sci.* 64:822-831.

- Pinchak, W.E., L.W. Greene, y R.K. Heitschmidt. 1989. Mineral dynamics in beef cattle diets from a southern mixed-grass prairie. *J. Range Manage.* 42(5):431-433.
- Pollak, E.J., S.F. Lane y C.J. Sniffen. 1984. The use of genetic concepts and variation in the study of metabolism. *J. Anim. Sci.* 59 (2):490.
- Quiroga, V.L. 1971. Análisis de alimentos utilizados en nutrición animal. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía, Monterrey N.L.
- Romo, G.A., R.O. Kellems, K.Powell, y M.V. Wallentine. 1991. Some blood minerals and hormones in cows fed variable mineral levels and ionic balance. *J. Dairy Sci.* 74:3068-3077.
- Salih, Y., L.R. McDowell, J.F. Hentges, R.M. Mason, Jr., y C.J. Wilcox. 1987. Mineral content of milk, colostrum, and serum as affected by physiological state and mineral supplementation. *J. Dairy Sci.* 70:608-612.
- Sanson, D.W., G.L. Walker, D.C. Clanton, y K.M. Eskridge. 1990. Relationship between phosphorus intake and blood or fecal phosphorus in gestating cows. *J. Range Manage.* 43(3):238-241.
- Selk, G.E., R.P. Wettemann, K.S. Lusby, J.W. Oltjen, S.L. Mobley, R.J. Rasby y U.C. Garmendia. 1988. Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. Anim. Sci.* 66: 3153.
- Simpson, R.B., C.C. Chase, Jr., A.C. Hammond, M.J. Williams, y T.A. Olson. 1998. Average daily gain, blood metabolites, and body composition at first conception in Hereford, Senepol, and reciprocal crossbred heifers on two levels of winter nutrition and two summer grazing treatments. *J. Anim. Sci.* 76: 396-403.
- Small, J.A., E. Charmley, A.V. Rodd, y A.H. Fredeen. 1996. Serum mineral concentrations in relation to estrus and conception in beef heifers and cows fed conserved forage. *Can. J. Anim. Sci.* 77(1):55-62.



