

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE CIANCIA ANIMAL**



**La influencia del perfil nutricional del pastizal determinado por NIRS  
(Espectroscopia de Reflexión Cercana Al Infrarrojo) y variables climáticas  
sobre la CC (condición corporal) del ganado en Agostadero en el Norte de  
México.**

**Por**

**GERARDO MONTERO ALMORA**

**TESIS**

**Presentada Como Requisito Parcial Para**

**Obtener El Título De:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Junio del 2007.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**La influencia del perfil nutricional del pastizal determinado por NIRS  
(Espectroscopia de Reflexión Cercana Al Infrarrojo) y variables climáticas  
sobre la CC (condición corporal) del ganado en Agostadero en el Norte de  
México.**

**Por**

**GERARDO MONTERO ALMORA**

**TESIS**

**Que Se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito  
Parcial para Obtener el Título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

---

**M. Sc. Ricardo N. Silva Cerrón  
Presidente**

---

**M. C. Laura E. Padilla González  
Sinodal**

---

**Dr. Heriberto Díaz Solís  
Sinodal**

---

**Ing. Rodolfo Peña Oranday  
Coordinador de la División de Ciencia Animal.  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Junio del 2007.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por enfrentarme a retos cada vez mas difíciles y enseñarme que en la vida todo lo que realmente vale la pena requiere de un gran esfuerzo y sobre todo por nunca dejarme solo en problemas muy difíciles que he pasado en la vida por que sabe cuando necesito un escarmiento y la magnitud del mismo espero siempre contar con su compañía y bendición.

A mi Alma Mater, por haber aceptado que formara parte de ella, y realizar mis estudios profesionales al igual que todos los compañeros que conformamos a esta grandiosa institución.

A Juanita, por ser una gran persona, por ser un gran apoyo por que cuando la necesito siempre esta hay, nos brinda su ayuda incondicionalmente, nos aconseja, nos hace sentir como si atuviéramos en casa, Dios la bendiga y gracias por todo.

A la M. C. Laura E. Padilla Gonzáles, por aceptar participar en la realización de este proyecto por el tiempo que dedico en la revisión del trabajo y por haber participado en mi formación profesional al haberme impartida varias materias de la carrera, muchas gracias.

Al Dr. Heriberto Díaz Solís, por haber aceptado ser mi asesor en esta investigación, por el tiempo que invirtió en la revisión de la misma y su ayuda al facilitarme el programa estadístico, gracias.

A mis compañeros de tesis: Esteban, Daniel, Fidel, Amado, Lalo, por que gracias al trabajo de equipo que realizamos logramos sacar adelante el proyecto, pero sobre todo por su amistad, por las vivencias que tuvimos durante los viajes de intercambio y los muestreos.

A M. Sc. Doug Tolleson director del laboratorio Ganlab en la Universidad de Texas A&M. Por su apoyo al capacitarnos en la utilización del sistema NIRS/NUTBAL y en el análisis de las muestras fecales.

Al Dr. Carlos de Luna, por brindarme su apoyo incondicional durante mi estancia en la universidad.

A los dueños y encargados de los ranchos donde realizamos este proyecto: Alfonso Ainslie, Ing. Víctor Aguirre De Luna, Emiliano, Beto, por su apoyo en la recolección de datos de campo.

## DEDICATORIAS

A mi madre Maria Del Pilar Almora Escudero, por inculcarme los valores y principios que me han permitido salir adelante, por estar siempre pendiente de mi, por haberme dejado volar como ella dice, y por confiar en mi y apoyarme en todas mis decisiones aun sabiendo que en ocasiones no están bien pero sobre todo por haberme dado la vida y enseñarme a vivirla, te quiero mucho Ma.

A mi Abuelo Arnulfo Almora Lima †, por ser mi guía, mi ejemplo a seguir, por todas tus enseñanzas, por los momentos que pasamos juntos, por la persona tan maravillosa que fuiste conmigo, por que siempre admire tu forma de ser, educado, culto, responsable con su familia preocupado por que nunca nos faltara nada y siempre estuviéramos bien, y por haberme enseñado como es un hombre de familia, por eso te dedico esta tesis, te quiero mucho abuelito y me haces mucha falta, Dios te guarde en su santa gloria.

A mi Padre Francisco Montero Sosa, por haberme enseñado que en la vida nada es fácil, y para conseguir lo que uno quiere hay que trabajar duro hasta lograr lo que uno se proponga.

A mi Abuelita Bertha Escudero Flores, por todas tus bendiciones, por los consejos que en su momento me diste y por el cariño que me tienes a pesar de que soy muy latoso, gracias bueli.

A toda mi Familia mis tías Julieta, Acela, Ofelia, mis tios Ramón, Cristóbal, Juan, Ignacio, primos Alejandra, Moni, Mariana, Jorge, Marco, Daniel, Ramón, Israel, por su apoyo y comprensión en mi andar por la vida.

Al M. Sc. Ricardo Silva Cerron, por el apoyo que me ha brindado a lo largo de mi estancia en la universidad, gracias a sus consejos, regaños, llamadas de atención he logrado salir adelante, no tengo forma de agradecerle todo lo que ha hecho por mi, por inculcarme valores, sentido de la responsabilidad, por ayudarme en mi formación personal, académica y por confiar en mi gracias Ing. créame que no lo defraudare, Dios lo bendiga.

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	IX
INDICE DE FIGURAS	X
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Pastoreo en zonas semiáridas	3
2.1.1 El manejo del pasto	4
2.1.2 Sistemas flexibles	4
2.2 Composición botánica de la dieta del ganado	5
2.3 Calidad nutritiva de la dieta del ganado	6
2.4 Carga animal	8
2.4.1 Factores que afectan la respuesta a la carga animal	8
2.4.2 Selección del sitio de pastoreo	10
2.4.3 Selección del bocado	12
2.5 Relación Suelo-Planta- Animal	15
2.5.1 Pisoteo	16
2.5.2 Cobertura	17
2.5.3 Deyecciones	17
2.5.4 Selectividad	19
2.6 Condición Corporal	20
2.6.1 Descripción del sistema de condición corporal	21
2.6.2 Efecto de la CC sobre la reproducción	22

2.7 Requerimientos de energía y proteína para ganado en pastoreo.	23
2.7.1 Energía	23
2.7.2 Proteína	24
2.8 NIRS una manera de predecir el valor nutritivo del forraje.	25
3. MATERIALES Y METODOS	28
3.1 Descripción del área de estudio	28
3.1.1 Ubicación geográfica	28
3.1.2 Clima	28
3.1.2.1 Condiciones climáticas del periodo de investigación	29
3.1.3 Hidrografía	30
3.1.4 Características y uso del suelo	30
3.1.5 Principales ecosistemas	30
3.1.6 Vegetación	30
3.2 MATERIALES	33
3.2.1 Características de los animales utilizados	33
3.2.2 Material de muestreo	33
3.3 METODOLOGIA	34
3.3.1 Selección de los animales	34
3.3.2 Calificación de la condición corporal	34
3.3.3 Colección de heces	34
3.3.4 Análisis de las heces	35
3.3.5 Procedimiento experimental	36

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1 Variables climáticas	38
4.1.1 Precipitación pluvial	38
4.1.2 Insolación	40
4.1.3 Temperaturas	40
4.2. Perfil nutricional	42
4.3 Regresión múltiple	44
5. Conclusiones	45
6. Literatura citada	46
7. Apéndice	53

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
1	Calidad nutritiva de la dieta del ganado en un pastizal mediano abierto.	8
2	Relación entre grado de compactación del suelo, infiltración de agua y rendimiento del mismo.	17
3	Magnitud del retorno en heces e influencia en producción de pasto.	18
4	Consumo de energía estimado para cada actividad del ganado.	24
5	Condiciones climáticas del periodo de investigación.	29
6	Plantas forrajeras que consumen los animales en la región Noreste de Coahuila.	32

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
1	Perdida de agua por escorrentía con distinta cobertura y distintas presiones de pastoreo.	18
2	Diagrama de dispersión y ecuación de predicción para la relación condición corporal vs precipitación total.	39
3	Diagrama de dispersión y ecuación de predicción para la relación condición corporal vs insolación.	40
4	Diagrama de dispersión y ecuación de predicción para la relación condición corporal vs temperatura.	41
5	Diagrama de dispersión y ecuación de predicción para la relación CC vs PC.	42
6	Diagrama de dispersión y ecuación de predicción para la relación CC vs MOD.	42

**La influencia del perfil nutricional del pastizal determinado por NIRS (Espectroscopia de Reflexión Cercana Al Infrarrojo) y variables climáticas sobre la CC (condición corporal) del ganado en Agostadero en el Norte de México.**

## 1. INTRODUCCIÓN

El sistema de cría vaca-becerro en el Norte de México es realizado bajo el sistema de pastoreo extensivo siendo su característica particular el corto periodo de buena alimentación (90 a 120 días) (López 2003), en el cual las vacas tienen regulares probabilidades para concebir de nuevo (González, *et al* 2000). Por lo tanto, si no se tiene un adecuado manejo del hato y del pastizal obtendremos una ineficiente reproducción dado que no se cumplirán los requerimientos nutricionales necesarios para mantener una condición corporal óptima en vacas de 5 a 7 y vaquillas 6 a 7 (siendo 1 extremadamente flaca a 9 extremadamente gorda) (Hodgson 1999). Al mantener los vientres en una buena condición corporal podemos obtener anestros pospartos más cortos, mayor por ciento de preñez, menos problemas al parto, menos pérdida de crías, mayor por ciento de crías destetadas, mayor peso al destete, más kg. de becerro/vaca/año y más ingresos.

Este sistema de producción depende principalmente de la distribución y cantidad de lluvia, calidad del forraje disponible, capacidad de carga y otras prácticas de manejo. Varios autores coinciden al señalar, que el contenido de nutrientes de las plantas del pastizal, fluctúa con la estación del año, siendo generalmente más disponibles la mayoría de los nutrientes en verano y otoño, que en invierno y primavera, por lo que el conocimiento de estos patrones estacionales, permite maximizar el uso del pastizal (González y Everitt, 1982, Chávez *et al.* 1988; Luna y Chávez 1990; Villanueva 1990).

Debido a la rapidez y al alto grado de exactitud para determinar varios parámetros químicos de material biológico, el sistema de espectroscopia de

reflexión cercana al infra rojo (NIRS por sus siglas en ingles), en un principio ha sido utilizado para predecir el valor nutritivo en la industria alimenticia humana, y desde finales de la década de los setentas se planteo la posibilidad de utilizarla en la valoración nutritiva de granos y forrajes (Holechek *et al*, 1989).

Holechek *et al*, 1982 y Roberts *et al*, 1987, mencionan que al hacer una investigación donde se compararon el uso del NIRS y la fístula esofágica, encontraron que las estimaciones de PC y MOD que proporciona el NIRS son confiables y pueden utilizarse para tomar decisiones en el manejo del agostadero.

### **1.1 OBJETIVO**

Por lo tanto el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto del perfil nutricional determinado por el sistema de espectroscopia de reflexión cercana al infrarrojo (NIRS) y las variables climáticas sobre la condición corporal del ganado en pastoreo en un sistema de producción vaca becerro.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 PASTOREO EN ZONAS SEMI ARIDAS

El pastoreo extensivo es una actividad muy común en la mayoría de las áreas semiáridas. Los hatos de rumiantes usan una variedad de recursos de forraje como pastizales, pasturas de estación seca en las tierras bajas, residuos de cosechas, forraje y ramoneo de árboles. La vegetación nativa puede ser sabana arbustiva o arbolada, matorrales espinosos, bosques secos y pastizales anegables estacionalmente. El establecimiento de pasturas permanentes cultivadas es riesgoso y no sostenible en las regiones más secas de estas zonas, pero en muchos casos es posible mejorar las pasturas con pastos, leguminosas y árboles.

La densidad del ganado puede alcanzar y aún exceder, la capacidad de carga real utilizando cargas superiores a las que el pastizal puede soportar por un periodo prolongado, ya que ésta depende de los requerimientos de materia seca de los animales y de la disponibilidad de forraje durante el año, una carga animal alta ocasiona un incremento de especies vegetales indeseables a costa de especies deseables, erosión, compactación de la tierra y menor cubierta vegetal (Zinder *et al.* 2000).

Los factores bióticos como la presión humana y el uso resultante de la tierra, definen el estado de los recursos naturales. Las zonas agrícolas compiten con las tierras de pastoreo que se dividen en diversos sistemas: pastoreo trashumante y semi – trashumante, agro-pastoreo y pastoreo extensivo (instituto de Recursos Naturales, 1999)

### **2.1.1 EL MANEJO DEL PASTO**

Aquí el concepto fundamental es el descanso. se acostumbra a mirar y preocuparse por las reservas corporales de los animales. Sin embargo casi siempre se descuida o se subestima las reservas de las plantas. Se debe planificar el uso de las pasturas de manera que se considere un período adecuado de descanso. Así, se consigue mejorar considerablemente el sistema radicular de las plantas haciéndolas más productivas, y competitivas frente a otras especies indeseables. En el caso de pastizales naturales, dependiendo de la condición ecológica, además de vigorizar las plantas, se puede mejorar la densidad de especies valiosas (Frasinelli. 2005).

### **2.1.2 SISTEMAS FLEXIBLES**

Si las condiciones climáticas de las regiones áridas, semiáridas son altamente variables, sobre todo las precipitaciones, los sistemas de producción deben ser flexibles aplicando tecnología de procesos (seguimiento de la disponibilidad de forraje, condición corporal de los animales, carga adecuada, descanso de pasturas, aplicación del calendario sanitario regional) y la mínima cantidad imprescindible de tecnología de insumos (suplementos, herbicidas, semillas, combustible, etc.). En la región Noreste de Coahuila donde predominan los sistemas de cría vaca becerro las vacas deberían ser la última categoría en suplementar o movilizar frente a situaciones climáticas adversas, sobre todo de sequía. Esto significa que en una determinada zona, donde habitualmente llueven 550 mm, y existiendo la probabilidad de precipitaciones de 300 mm, habría que diseñar un sistema exclusivamente basado en la cantidad de forraje que producen los 300 mm. Si las condiciones fueran más extremas aún, se podría realizar un

destete precoz. Si fueran mejores considerando dicha precipitación se podría seguir la siguiente secuencia:

- 1) destete normal e inclusive de mayor edad,
- 2) engorda de hembras de deshecho (vaquillonas y vacas)
- 3) engorda y recría de machos.

(Frasinelli. 2005).

## **2.2 COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DEL GANADO.**

La especie botánica que prevalece, es influida por el medio, el manejo, el estado de crecimiento, en beneficio o perjuicio del valor nutritivo del agostadero. Considerando estas limitaciones, la especie es muy valiosa como indicadora del valor nutritivo de la planta, principalmente porque el ganado muestra una preferencia relativamente constante para ciertas especies. También, la naturaleza y calidad de las tierras son juzgadas por las especies botánicas que ahí crecen, y la especie es la unidad botánica en que se basa el conocimiento del valor de la vegetación de cualquier lugar (Evans *et al*, 2004).

Las especies vegetales disponibles en el agostadero se dividen genéricamente en gramíneas, herbáceas y arbustivas. Las primeras incluyen especies nativas e introducidas y son altamente preferidas. Las arbustivas son importantes elementos de la dieta ya que normalmente contienen una cantidad adecuada de proteína; no obstante, su alto contenido de lignina y carbohidratos complejos hace que su valor nutritivo, especialmente su disponibilidad de energía sea muy variable. Las herbáceas por su parte representan un aceptable recurso forrajero, aunque en su gran mayoría son especies anuales cuya disponibilidad esta limitada a una época muy corta, dependiendo de la lluvia.

Basados en datos experimentales, la composición botánica de la dieta del ganado, se observa una variación en términos de porcentaje entre las especies disponibles a lo largo del año. Siendo la proporción real de gramíneas, arbustivas y herbáceas de 52.0%, 15.5% y 32.5%, respectivamente (Chavéz *et al*, 1979). Esto hace suponer que no todas las especies existentes son consumidas con la misma proporción que su abundancia, puesto que existe una marcada preferencia por las gramíneas. Se ha encontrado que los bovinos, consumen en promedio lo siguiente: Pastos 81 %, Hierbas 12 %, Arbustos 7 %, este consumo varía según la estación del año y la composición del agostadero ( Hinojosa, 1996).

### **2.3 CALIDAD NUTRITIVA DE LA DIETA DEL GANADO**

La calidad del forraje o consumo de nutrientes es considerado como una función de tasa de ingestión y valor nutritivo (digestibilidad x eficiencia de utilización de lo digerido), así:

$$\text{Calidad del forraje} = \text{Tasa de consumo de MS} \times \frac{\text{Digestibilidad MS} \times \text{Ef. Utiliz. Nutrientes digeridos}}{\text{Valor nutritivo}}$$

En forrajes la tasa de consumo y la digestibilidad están íntimamente relacionadas. Así, la digestibilidad no es máxima si el rumen no cuenta con el mínimo de proteína (7%) y a menor digestibilidad mayor retraso en el paso del forraje ingerido y a menor velocidad de paso menor consumo (López, 1984).

La madurez del forraje y las partes de la planta están asociadas con la calidad del mismo. La calidad declina con la madurez y es menor en tallos que en hojas, cuando el forraje está en crecimiento activo. El contenido de energía, proteína y minerales disponibles pueden ser tres veces mayores que cuando está

en latencia. Por otra parte, cuando el pasto se encuentra maduro y seco, Gutiérrez, (1985) menciona que el valor energético, se reduce aproximadamente 50 %, el contenido de proteína cruda y fósforo de 60 a 70 % y los carotenos (precursores de la vitamina A) desaparecen totalmente. Lo anterior ocasiona una disminución marcada en el consumo voluntario de materia seca por parte del animal.

Se puede observar (Cuadro 1) los valores típicos del contenido de proteína, fósforo, vitamina A, digestibilidad in Vitro de materia orgánica y energía metabolizable. En general se observa una variación estacional de los componentes que concuerda con la fenología de las plantas. Por lo tanto se puede determinar que aquellos sitios con poblaciones elevadas de arbustivas deben aprovecharse preferentemente en el otoño e invierno con el objeto de aportar la mayor cantidad posible de proteína y fósforo en la dieta. Sin embargo, hay que considerar también el bajo valor energético de los arbustos en relación con las gramíneas.

El patrón de lluvias en el noreste de México permite evidentemente un solo ciclo de crecimiento anual del pastizal, teniendo como resultado que la mayoría de las especies presentes maduren aproximadamente al mismo tiempo, tal vez con unas pequeñas diferencias entre especies. Las respuestas mas dramáticas se observan normalmente con una disminución en el contenido de proteína y digestibilidad de la materia orgánica, mientras que simultáneamente ocurre un aumento en el contenido de lignina y fibra (Bell, 1973).

**CUADRO 1**  
**CALIDAD NUTRITIVA DE LA DIETA DEL GANADO**  
**EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO.**

	FENOLOGIA			
	CREC	FLO	MAD	LAT
MATERIA ORGANICA % M.O.	89.3	90.7	92.5	93.6
Constituyentes de M.O.				
Proteína %	13.4	14.4	8.5	4.4
F N D %	74.4	69.9	75.7	78.9
Celulosa %	34.1	34.7	38.0	37.8
Lignina %	8.1	8.4	9.9	9.3
DIVM	70.5	71.5	58.2	53.5
ENERGIA METABOLIZABLE				
(Mcal/kg)	2.38	2.42	1.97	1.81

*Crec= crecimiento, flo= floracion, Mad= madura, Lat= latente, FDN= fibra neutra detergente, DIVM=Digestibilidad in Vitro de la materia orgánica.*

(Chávez, *et al.*, 1983).

## **2.4 CARGA ANIMAL**

### **2.4.1 FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA A LA CARGA ANIMAL**

El tipo de suelo es uno de los factores que más afecta la respuesta animal. Existen muchos ejemplos de potreros adyacentes pastoreados a igual carga que tienen un comportamiento muy diferente. Generalmente el tipo de suelo es el factor que está afectando esta respuesta y por lo tanto hay que utilizarlos de acuerdo a su potencial, con cargas diferentes.

La calidad de las pasturas es otro atributo que afecta la respuesta a la carga animal. Por un lado en las pasturas de muy baja calidad en algunos casos son poco sensibles a la carga animal, justamente porque la limitante más importante no es la cantidad, sino la calidad de la pastura. Por otro lado, cuando se mejora la calidad y cantidad de una pastura, por ejemplo, a través de una fertilización o la inclusión de una leguminosa se eleva el potencial de dicha pastura y en consecuencia tiene mayor capacidad de carga (Evans, 2004).

Datos experimentales muestran que la edad del animal afecta la respuesta a la carga. Animales chicos (8-20 meses) son más sensibles a los aumentos de carga que los animales grandes (20-32 meses). En consecuencia si es necesario trabajar con carga alta se debería evitar utilizar terneros o terneras en recría (Holechek *et al*, 1989).

Dada la estacionalidad del crecimiento de nuestras pasturas, la época del año afecta la respuesta a la carga animal. Incrementos de carga en la época invernal afectan sustancialmente la ganancia de peso. En cambio, en el período de crecimiento estacional el efecto de la carga sobre la ganancia de peso es menor. Esta información es de mucha utilidad porque nos enseña que en el período invernal por un error en el ajuste de la carga, podemos pagar con una pérdida de peso importante en los animales. En el período de crecimiento estacional de acuerdo a la información existente nos permitiría trabajar con una carga más alta en algunos potreros, mientras descansamos otros, sin afectar significativamente al animal (Gonzalez, *et al*, 2000).

Las condiciones climáticas del año hacen variar el efecto de la carga animal. La disminución de la ganancia de peso de animales en recría cuando comparamos un año lluvioso y uno seco a carga baja es del 30 % y en cambio a

carga alta esa diferencia es del 60 %. Esto es común ver cuando se presentan varios años de datos de un sistema que trabaja a carga alta y observar el efecto que tienen de las condiciones climáticas en los resultados.

Estos son algunos de los factores que determinan la respuesta a la carga animal y muestran la gran complejidad del tema. Es necesario considerar cada situación especial y realizar la cuantificación de los parámetros de las pasturas para poder hacer el mejor ajuste de carga posible, teniendo en cuenta la época del año y el tipo de Agostadero. (Pizzio y Royo, 2000).

#### **2.4.2 SELECCIÓN DEL SITIO DE PASTOREO**

Aún bajo condiciones de pastoreo intensivo, los ovinos y vacunos, usan el espacio disponible en forma no uniforme, pastoreando selectivamente según la ubicación del agua, la topografía del terreno, el clima, el tipo de vegetación y suelo, etc. En zonas áridas y semiáridas aparecen diferencias de utilización en relación con las zonas más húmedas. El uso de la vegetación decrece lineal o exponencialmente desde la fuente de agua.

Se ha determinado que el ganado PREFIERE NO PASTOREAR a más de 2 a 2.5 km de distancia del agua, en terrenos más o menos planos. La distancia es aún menor en terrenos con topografía accidentada (Hanselka *et al*, 2002). El tipo de vegetación, la topografía, la edad y clase del animal, el estado fisiológico y la estación del año, influyen en la forma de la curva que relaciona el uso de la vegetación con la distancia del agua (Pizzio y Royo, 2000).

La topografía constituye otro factor importante con respecto a la utilización. Los vacunos, en terrenos accidentados tienen tendencia a permanecer en las partes más bajas, en zonas con pendientes, los vacunos forman rutas de pastoreo

que son mas intensamente usadas, existe una estrecha relación entre el lugar en que se sitúa el agostadero y la dirección de donde sopla el viento. El ganado usualmente pastorea enfrentando al mismo pero en zonas frías buscan áreas protegidas.

Otro factor que influye sobre la utilización del forraje es la presencia de alambrados, ya que los animales pastorean con máxima intensidad una faja alrededor de estos. A partir de ella se notan otras fajas sucesivas dispuestas concéntricamente, en las que el uso va disminuyendo hacia el centro del potrero. Así también, zonas cerca del área que eligen para descansar y rumiar, van a ser las mas intensamente pastoreadas. Este uso no aleatorio del espacio tiene dos efectos principales sobre la vegetación: uno es el grado y frecuencia de defoliación y el otro es el crecimiento diferencial debido a la redistribución de nutrientes y de semillas con las defecaciones.

La selección del sitio de pastoreo dentro de una serie de comunidades vegetales está fuertemente influenciado por la composición particular de cada comunidad (Illius, 1986).

Así, las unidades de espacio seleccionado para pastoreo, son comunidades de plantas cuyos estadíos vegetativos y propiedades varían con las estaciones del año. Previamente a una elección, el animal hace un muestreo de las distintas zonas para obtener información sobre su valor alimenticio. Los mejores predictores de la preferencia entre comunidades son, tanto la cantidad como la calidad del forraje. En este sentido, es conocido que los animales prefieren hojas a tallos, leguminosas a gramíneas y material verde a material muerto (Moore y Sollenberger, 2002).

Las mismas especies vegetales tienen distinta aceptabilidad cuando crecen bajo distintos regímenes de nutrientes. Así la fertilización puede aumentar la palatabilidad del forraje. Estas diferencias ocurren naturalmente en distintos tipos de suelos, no solamente en cuanto a sus propiedades químicas sino que también físicas.

Las especies que crecen en matas, influyen en que la comunidad no sea elegida por animales de mayor tamaño como los vacunos. Estos evitan pisar superficies disperejas y el ganado prefiere pastorear plantas que crecen al sol en áreas sin cubiertas causando un uso severo antes de que los animales entren a pastorear bajo los arbustos (Hart, 2000).

Los animales seleccionan los sitios para pastorear, por un sistema de feedback positivo, la ausencia de remanentes vegetativos y rebrotes suculentos, llevan a la reutilización de zonas ya sobre pastoreadas que tienen un rebrote de mayor digestibilidad y con una estructura de la cubierta vegetal más accesible a los pastoreos subsecuentes. Mientras los rebrotes de dichas zonas cubran los requerimientos del ganado, los animales tienden a pastorear otros lugares. Así, en el corto plazo, el pastoreo selectivo aumenta la variación del valor nutricional de las especies vegetales ofrecidas y en el largo plazo es probable que modifique la composición florística de la pastura (Ardiό y Danelon, 1989).

### **2.4.3 SELECCIÓN DEL BOCADO**

Esencialmente, es el proceso de selección de bocados individuales de forraje en el sitio elegido. Los animales bajo pastoreo prefieren comer leguminosas a gramíneas y la dieta seleccionada contiene más hojas y menos

tallos y más tejido vivo y menos tejido muerto, que el promedio de la vegetación a la cual tienen acceso (White y Toppel, 2000).

La elección entre distintas especies o partes de una misma planta está determinada por la respuesta a estímulos químicos percibidos por los sentidos del olfato, del gusto y del tacto del animal. Las únicas señales que pueden activar este sistema, son moléculas que reaccionan químicamente con los receptores nerviosos, para transmitir la información al cerebro. El animal, responde integrando estos mensajes con otros como: información del estado nutricional o la presencia de algún disturbio metabólico. Así por ejemplo, el animal hambriento puede responder disminuyendo su umbral de rechazo del gusto o del olfato, es decir, reduce el nivel de preferencia (White y Toppel, 2000).

Probablemente existan diferencias en el número y tipo de receptores, entre y dentro de las especies animales, y por lo tanto la selección será distinta. Se han hecho varios intentos para relacionar las preferencias con el análisis proximal de la composición de los forrajes. Sin embargo, el animal no puede reconocer carbohidratos solubles, energía, etc., ya que no existen libres a nivel molecular en las plantas. Cuando se encuentran correlaciones entre estas características y preferencias, es porque están relacionadas con algunas entidades específicas o propiedades físicas de las plantas. Pueden estar asociadas con diferencias en la dureza de la estructura de la hoja y el tallo, del tejido joven y del maduro y con las características de turgencia entre el tejido muerto y vivo.

Hay evidencias que demuestran que la preferencia del animal puede ser, no solo innata sino también inducida. De tal manera que la selección puede depender de la experiencia nutricional previa. Esto implica que un animal joven no necesite aprender por prueba y error que forraje es apropiado, sino que lo puede

aprender de la madre. Por lo tanto animales que crecen en distintos medios tendrán distintas preferencias, aún dentro de la misma especie. Así también se les puede enseñar a rechazar un alimento particular si por ejemplo el consumir éste, le produce un malestar.

Por consecuencia, la selección va a depender del nivel de preferencia que tiene el animal por determinados componentes vegetales. Pero esta capacidad de selección estará modificada por la oportunidad que tenga de seleccionar, y por la composición y estructura de la cubierta vegetal, en consecuencia, la forma en que pueden estar entremezcladas las distintas partes de las plantas y su distribución espacial tanto en el plano vertical como horizontal, va a determinar la oportunidad de selección. (Ardiό y Danelon, 1989).

La estructura abierta de la mayoría de los pastizales anuales, permiten un fácil acceso a todos los niveles dentro de la cubierta a diferencia de los canopeos cerrados, típicos de muchas comunidades de pasto corto de climas templados. El mecanismo de pastoreo puede producir la remoción de la capa superior de la canopia, a pesar de que el forraje de mayor calidad pueda estar en la base. Esto puede ocurrir en una pastura con una gran masa de gramíneas en estado avanzado de madurez con leguminosas creciendo en una posición menos accesible para el pastoreo (Pasturas de Festuca o Falaris o Trébol Blanco o Grama Rhodes) (Willms *et al*, 1986).

Las diferencias en tamaño y forma del cuerpo, de las partes de la boca y de la estrategia de pastoreo entre las especies animales y dentro de ellas, van a determinar tanto la selección del bocado, como el sitio de pastoreo, por tener los ovinos boca y dientes más pequeños pueden ser mucho más selectivos que los vacunos y si desean, pueden morder muy cerca de la superficie del suelo. Sin

embargo, tanto ovinos como vacunos, pueden modificar dentro de ciertos límites su método de pastoreo, según la estructura de vegetación (Ardio y Danelon, 1989).

## **2.5 RELACION Suelo – Planta – Animal**

Es uno de los ciclos biológicos más complejos y uno de los medios más ineficientes de aprovechar los elementos de la producción, luz, anhídrido carbónico, agua y elementos minerales para utilidad del hombre. El suelo provee los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas, el agua y todos los elementos minerales. En algunos casos, si el nivel de los elementos nitrógeno, fósforo o su disponibilidad no son suficientes el crecimiento de las plantas disminuye. Por otro lado, hay suelos en los cuales el contenido excesivo de ciertos elementos los vuelve tóxicos para las plantas. Una función adicional del suelo es la de sostén de los vegetales.

Las plantas emplean energía solar, el anhídrido del aire, el agua y los minerales para formar sus tejidos. En las leguminosas, los nódulos de la raíz fijan el nitrógeno del aire del suelo y lo convierten en aprovechable por las plantas. La planta actúa a su vez como fuente de recursos para el suelo, abasteciéndolo de materia orgánica y minerales (descomposición de parte aérea y raíces). Los tejidos vegetales proveen al animal los elementos nutritivos para mantener su vida y los procesos productivos.

El animal actúa perjudicialmente sobre la pradera por lo menos de las siguientes formas:

a) Por pisoteo el animal compacta el suelo, disminuyendo la aireación e infiltración de agua. El pisoteo provoca lesiones a las plantas. Además del daño a la planta en sí, dichas lesiones significan una disminución del forraje cosechable.

b) Por alteración del balance natural entre especies por selectividad.

c) Por alteración en el crecimiento de las plantas por defecaciones

Pero por otra parte, el animal actúa como elemento mejorador de la fertilidad (rotaciones) (Beguet y Bavera, 2001).

Analizando en detalle algunos de los aspectos citados se observa lo siguiente:

### **2.5.1 PISOTEO:**

Ocasiona daños a la planta y al suelo. Las especies vegetales tienen distinta resistencia al pisoteo. Aquellas que tengan estolones, rizomas y cuyo hábito de crecimiento sean más bien rastreras, son en general las más resistentes. El daño por pisoteo se traduce en lesiones mecánicas, como magullamiento de tallos, coronas, destrucción de hojas, heridas en raíces superficiales, estolones y ápices de crecimiento. Comúnmente estos perjuicios se agudizan en condiciones de alta humedad y heladas. Sobre el suelo, el pisoteo produce alteraciones en la densidad aparente, tamaño de poros y capilaridad. El principal síntoma de daño en la superficie del suelo es la baja infiltración de agua por aumento de la densidad (Beguet y Bavera, 2001).

Recientemente se midió la tasa de infiltración y la producción de alfalfa en un suelo que fue laboreado con cincel y compactado artificialmente en distintos grados:

Cuadro 2.- Relación entre grado de compactación del suelo, infiltración de agua y rendimiento del mismo.

Grado de compactación	Infiltración	Rendimiento
Suelo normal	2,18 cm/h	100,00 % a
Compactación baja	0,58 cm/h	87,27 % b
Compactación alta	0,40 cm/h	75,15 % c
Compactación muy alta	0,40 cm/h	67,87 % c

Fuente (Beukes *et al*, 2003).

En los daños por compactación influye el tipo de animales, su peso, la carga, la distancia caminada, el manejo de la pastura, cobertura del suelo, etc.

### 2.5.2 COBERTURA

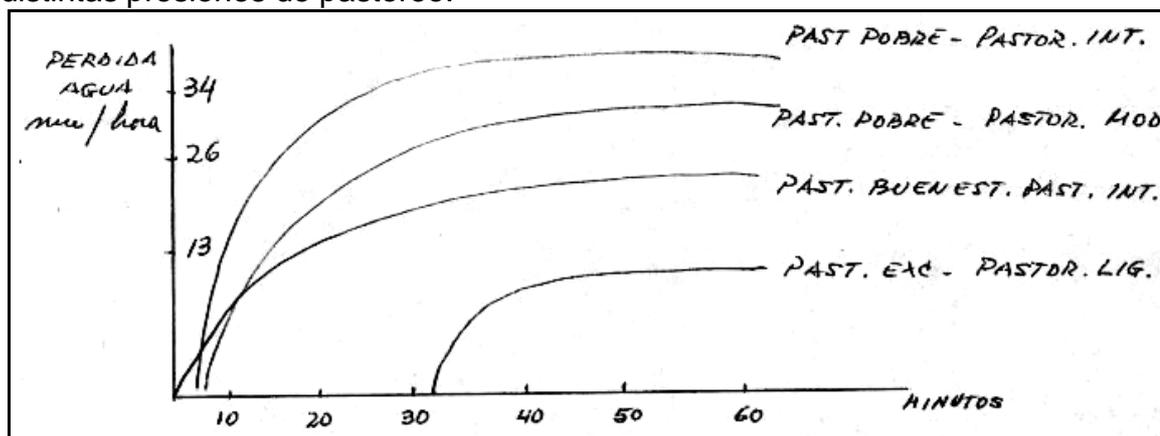
La figura 1 muestra la pérdida de agua por escorrentía con tres grados distintos de cobertura (pastura pobre, en buen estado y excelente), combinado con tres presiones de pastoreo (intensa, moderada y ligera):

La experiencia indica que con cargas moderadas sólo se producen daños en momentos críticos. Sin embargo, las zonas mas frecuentadas por los animales, cercanía a agujeros, senderos, son las más afectadas

### 2.5.3 DEFECACIONES

Las heces frecuentemente destruyen la vegetación por obstrucción y sombra. La orina puede provocar mortandad de plantas en períodos de sequía debido a la concentración de sales. Se producen cambios en la composición botánica porque los excrementos estimulan el crecimiento de gramíneas más que de leguminosas. El forraje cercano a las heces puede permanecer mucho tiempo sin ser pastoreado debido al olor según Voisin, (1967) hasta 12 días. Otros autores mencionan de meses de rechazo. El área rechazada es función inversa a la presión de pastoreo.

Figura 1.- Pérdida de agua por escorrentía con distintas cobertura y distintas presiones de pastoreo.



Fuente (Winder et al, 2000).

En los siguiente cuadro 3 observamos la frecuencia de defecaciones y la influencia que tiene sobre la producción de pasto.

Cuadro.3.- Magnitud del retorno en heces e influencia en producción de pasto.

Producción heces	Frecuencia de defecaciones	Área cubierta	Área rechazo
28 Kg/cab/día	10-12	0,4-0,7 m <sup>2</sup> /d/cab	3-6 veces

Pastura de rye grass y trébol blanco			
Retorno	Rendimiento Kg/MS/ha	Composición botánica	
		Gramíneas	Leguminosas
Ninguno	12.240	50 %	48 %
Orina	14.070	65 %	34 %
Heces	14.490	57 %	42 %
Heces + orina	16.420	72 %	26 %

Fuente Omaliko, 1981.

Las heces o defecaciones devuelven al suelo:

### Nitrógeno:

La mayor parte es excretado por la orina (70 %), principalmente en forma de urea, que se convierte en amonio y nitratos, formas disponibles para los microorganismos del suelo. El nitrógeno excretado por heces está en formas orgánicas, no disponible en forma inmediata. Debe ser mineralizado por los

microorganismos del suelo.

**Fósforo:**

Es excretado principalmente por las heces y se reincorpora al suelo en forma inorgánica. Pero su aporte no es significativo.

**Calcio y magnesio:**

Se encuentra principalmente en el estiércol.

**Potasio y azufre:**

Son aportados por la orina.

Con respecto a las pérdidas durante el reciclaje de estos elementos, las mayores ocurren en la fracción del nitrógeno por volatilización y lixiviación (lavado en el perfil del suelo) (Voisin, 1967).

**2.5.4 SELECTIVIDAD**

Al pastorear, el vacuno activa su capacidad de selección posiblemente tomando como base primordial la succulencia que esta muy relacionada con la digestibilidad. Normalmente la hoja es más atractiva que el tallo y la hoja en crecimiento activo es más apetitosa que las hojas viejas, existe una gran relación entre el valor nutritivo y selectividad. El vacuno posee un instinto alimentario por el cual selecciona los alimentos que satisfagan lo mejor posible sus necesidades fisiológicas.

Los resultados experimentales demuestran que el forraje ingerido contiene más proteína, grasa y digestibilidad y menos fibra que el que tenía el forraje antes del pastoreo por corte. Estos cambios se atribuyen a la selección de hojas por los animales. Además de la composición química del forraje, inciden en la

selectividad la forma de presentación del alimento, el tacto, el aroma, el gusto o la combinación de ellos (Lopez, 1984).

Según Voisin, (1967)., el ganado agrega otro factor de selectividad; la búsqueda de placer en la rumia. En un pasto muy joven, el vacuno tiene tendencia a buscar las plantas mas maduras. En un pasto más maduro, tiende a consumir las plantas más jóvenes. . Voisin, (1967) reporta que el bovino que pastorea una planta demasiado joven, pobre en celulosa, se ve privado del placer de una rumia prolongada. Asi mismo puede tener dolores abdominales ocasionados por diarreas. Por lo tanto puede deducir a no elegir plantas similares a las que le han provocado esos trastornos.

## **2.6 CONDICION CORPORAL**

La CC, básicamente describe el grado de acumulación de grasa corporal en las vacas. Para ello se ha determinado un valor numérico que va de 1 a 9, identificando los diferentes grados de gordura del animal. El número 1 corresponde al ganado muy flaco, mientras que el 9 se asigna a las vacas extremadamente gordas. Al calificar el ganado con este sistema, es preciso tomar en cuenta si la vaca está preñada, si tiene su sistema digestivo lleno, si la cubierta de pelo la difiere entre las diferentes razas y épocas del año, su edad y otras posibles causas que puedan confundir la calificación asignada, no se debe utilizar el peso corporal para tratar de estimar la condición corporal ni la reserva de grasa de sus vacas. El estado de preñez y el llenado del tracto digestivo son factores muy importantes que confunden la condición del animal, ya que estos

pueden tener semejante peso, pero diferente condición corporal y viceversa (Terrell, 2002).

En general las calificaciones 1, 2 y 3 indican una condición delgada; el 4 corresponde al límite entre mala y buena; 5, 6 y 7 para la condición buena y óptima; mientras que 8 y 9 corresponden a una calificación de animales obesos.

## 2.6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONDICIÓN CORPORAL

### Calificación -- Descripción

1. **Extremadamente delgada.** Toda la estructura ósea y costillas son visibles a simple vista. Los animales están débiles, con dificultad para estar de pie y caminar. No hay ningún rastro de grasa.
2. **Extremadamente delgada.** Similar al 1, pero no tan débiles.
3. **Muy delgada.** Sin grasa aparente en las costillas y el pecho. Músculos visibles en el cuarto posterior, las vértebras de la espina dorsal se observan a simple vista y al tacto.
4. **Delgada.** Las costillas y el hueso isquiático son muy visibles. No se palpa grasa en las costillas y el hueso isquiático. Se observan músculos en el tercio posterior.
5. **Límite bueno moderado.** Las costillas son menos aparentes que en el 4 y hay 0.5 cm de grasa en el lomo. Las dos o tres últimas costillas se palpan fácilmente. No hay grasa en el pecho, pero existe 1 cm de grasa en el hueso isquiático. No se observan músculos en la parte posterior.

6. **Buena.** Apariencia uniforme en todo el cuerpo con acumulación de grasa en el pecho. No se observan las costillas. Acumulación de 1 cm de grasa en las 2-3 últimas costillas y en el hueso isquiático.
7. **Muy buena, óptima.** Pecho completamente lleno, la base de la cola y hueso isquiático completamente cubiertos de grasa. Aspecto de canaladura en el lomo. Acumulación de 1-2 cm de grasa en las 2-3 últimas costillas.
8. **Obesa.** El lomo es cuadrado, el pecho está distendido por exceso de grasa. Grandes depósitos de grasa en la base de la cola y hueso isquiático. Cuello obeso y acumulación de 3-4 cm de grasa en las costillas.
9. **Muy obesa.** Igual al 8, en grado extremo.

Fuente: (Sánchez, 2006).

## **2.6.2 EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL SOBRE LA REPRODUCCION**

Una de los mayores retos para incrementar la eficiencia reproductiva del hato, es acortar el periodo de anestro posparto. Si se desea que las vacas tengan un periodo entre partos de 12 meses, entonces deberán quedar preñadas a los 80 – 85 días después de tener su becerro. La condición corporal al momento de parir tiene entonces gran influencia sobre el éxito que se obtenga en la siguiente temporada de empadre. Por lo tanto la acumulación de reservas de energía en forma de grasa, a través de la CC es más eficiente para estimar el estado real de la vaca. El proceso de desarrollo fetal, el parto, al principio de la lactancia, el reinicio del estro y la época de empadre representan en conjunto un gran estrés para la vaca y demandan un elevado gasto energético. Esto es manejado correctamente solo si se mantiene el hato en una CC mínima de 5 . Estos altos requerimientos se reducen a su mínimo después del destete, que es cuando la

vaca simultáneamente está en el primer tercio de la gestación y tiene la capacidad de convertir el consumo de forraje en depósitos de grasa. (Kunkle *et al*, 1994).

## **2.7 REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y PROTEINA PARA GANADO EN PASTOREO**

El ganado mantenido en agostadero tiene básicamente los mismos requerimientos nutricionales que el ganado estabulado, de ahí que las tablas recomendadas para calcular las necesidades alimenticias se basan en un consenso de opiniones y resultados obtenidos con animales confinados. Aunque es preciso determinar que el ganado en agostadero utiliza constantemente un gasto adicional de energía para buscar su alimento, además de que está expuesto a las condiciones climáticas desfavorables que consumen energía de producción para convertirla en energía de mantenimiento (Bernal, 1997).

La alimentación del ganado sometido a sistemas extensivos de explotación en zonas áridas y semiáridas determina las deficiencias nutricionales señaladas anteriormente, pero recientemente se pone particular atención para precisar los requerimientos de fósforo y vitamina A, así como a incluir niveles crecientes de fuentes nitrogenadas a los suplementos invernales (Zea y Díaz, 2000).

### **2.7.1 Energía**

Los requerimientos de energía en bovinos productores de carne se expresan generalmente como NDT (Nutrientes Digestibles Totales). Es el nutriente que se requiere en mayor cantidad y es utilizada por el animal en todas las funciones importantes (mantenimiento, crecimiento, producción y

reproducción). La productividad del ganado esta basada en su comportamiento en agostadero y por lo tanto en el gasto de energía que representan sus actividades diarias (Cuadro 4). Todas ellas influyen en los aspectos reproductivos y de supervivencia, por lo que conocerlas significa planear con criterio para definir una operación ganadera redituable.

Murrieta (1993), menciona que entre el 60 y 70 % de la energía que utilizan los bovinos en agostadero, proviene de la acción de los microorganismos del rumen sobre la celulosa de los forrajes, sin embargo, existen otra fuentes, especialmente, los carbohidratos no estructurales.

CUADRO 4  
CONSUMO DE ENERGÍA ESTIMADO PARA CADA ACTIVIDAD DEL GANADO.

ACTIVIDAD	ENERGIA NETA Mcal
Pastoreo <sup>1/</sup>	0.62/hr/kg
De pie	0.15/hr/kg
Rumia	0.24/hr/kg
Caminata	0.45/hr/kg

Fuente (Sánchez y Ortiz, 1977).

*1/ Cosecha, masticación y deglución.*

### 2.7.2 Proteína

Es el nutriente limitante (para el crecimiento, lactación y reproducción) en la mayoría de las dietas basadas en forrajes (Lusby, *et al.* 1987). También es

considerado el segundo nutriente en cuanto a cantidad requerida y es indispensable para mantener una flora ruminal abundante.

La cantidad de proteína que llega a el intestino delgado para su absorción es la suma de la proteína sintetizada por los microbios ruminales y la proteína de la dieta que escapa (proteína de escape) a la degradación ruminal (Van Soest, 1994), siendo referidas por la NRC (1985b) como proteína cruda bacterial (PCB) y proteína de consumo indegradable (PCI), respectivamente. De toda la proteína que llega a el duodeno, de 40 a 80 % es PCB, lo que depende de factores como la dieta o el animal.

Los requerimientos protéicos del ganado normalmente tienden a ser mayores cuando se someten a condiciones extremas de actividad, además de la necesidad para sustituir los tejidos de reposición. Asimismo hay que considerar las pérdidas de nitrógeno en la orina, pelo, células superficiales, excremento y la ganancia de peso cuya composición esta constituida por el 18% de proteína, (Owens y Bergen, 1983).

## **2.8 SISTEMA DE ESPECTROSCOPIA DE REFLEXIÓN INFRARROJA (NIRS) UNA MANERA DE PREDECIR EL VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE**

El arribo de las microcomputadoras de alta velocidad y precio accesible, el surgimiento de una amplia gama de técnicas para desarrollar y aportar sistemas de soporte de decisiones (DSS) y el poder analítico de la espectroscopía de reflectancia cercana al infrarojo (NIRS) han confluído para aportar un mecanismo de provisión de sistemas de asesoría práctica nutricional para los herbívoros que se encuentran bajo condiciones de libre pastoreo.

La metodología establecida mediante la NIRS para la determinación de perfiles fecales fue finalizada en 1991 y para el año de 1994 la investigación previa a la extensión había progresado a tal punto, que la tecnología era lo suficientemente robusta para establecer un laboratorio nacional de servicio para atención de los productores.

La técnica NIRS es rápida y usualmente no requiere trabajo intensivo en el procesamiento de las muestras, teniendo en cuenta el gran número de muestras que se puedan analizar. Realizando la decisión oportuna en el uso estratégico de la suplementación nutricional o ajuste en la formulación de la ración y mantener eficientemente la producción de leche, carne o producción de fibra también es facilitada por este método.

Hay otras ventajas de la NIRS sobre los métodos analíticos de los laboratorios convencionales, en concreto; (1) no es destructivo; (2) no requiere de reactivos; y (3) permite la determinación de múltiples valoraciones, proteína cruda (PC), materia orgánica digestible (MOD), fibra detergente ácida (FDA), y Fibra detergente neutra (FDN) etc. en un solo procedimiento analítico.

La determinación directa de un componente obtenido por ambos, la espectroscopia de reflexión cercana al infrarojo y análisis químico tradicional en un número de muestras individuales. Usando luego esta información para desarrollar una ecuación de predicción, es la manera en la cual la NIRS es más usada para cuantificar la calidad del forraje. La medición indirecta obtenida para la espectroscopia de un material y analizando químicamente el contenido de un subproducto, o incluso un precursor, de ese material es también posible. Por ejemplo, el producto final de la digestión o fermentación puede ser escaneado por la NIRS y el constituyente primario que contribuyó a la formación de ese producto

puede ser predicho. Este método es empleado en la determinación de la calidad de la dieta en animales en pastoreo vía NIRS de heces, (Lyons y Stuth, 1992).

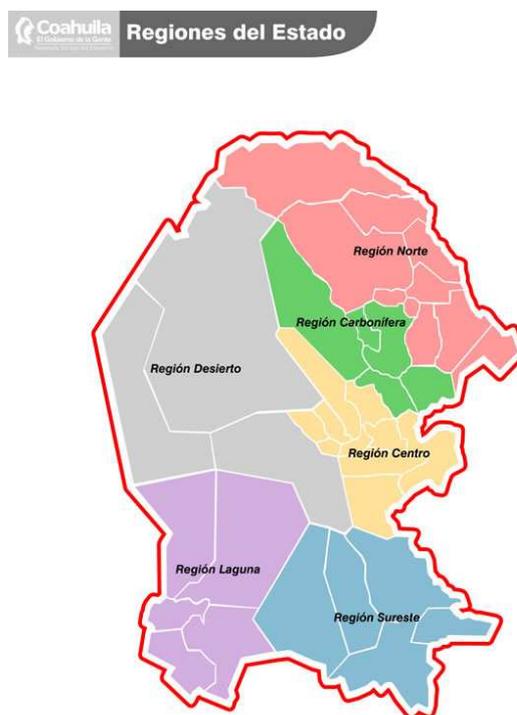
Los recientes avances en la tecnología NIRS han hecho posible detectar a nivel fecal productos colaterales a la digestión y también relacionarlos a la CP y DOM de la dieta (Stuth et al. 1989, Lyons y Stuth 1991, Stuth et al. 1991, Lyons y Stuth 1992, Leite et al. 1992, Lyons et al. 1993, Pearce et al. 1993, Leite y Stuth 1994, Lyons y Stuth 1995, Whitley y Stuth 1996, Showers 1997). Las ecuaciones de predicción están desarrolladas en base a muestras fecales de animales intactos, así como a partir de muestras colectadas en animales con fístulas esofágicas, quienes comparten las mismas praderas sobre una amplia gama de condiciones forrajeras, como también alimentación controlada bajo estabulación. Desarrollaron una ecuación que predecía la CP y DOM de la dieta con niveles similares de exactitud a los análisis químicos estándar de laboratorio en base húmeda para el ganado bovino. A la fecha, las ecuaciones para la predicción de la calidad de la dieta en ganado bovino parecen ser confiables a lo largo de un amplio espectro de tipos de forraje, incluyendo las zonas arbustivas subtropicales, pastizales templados y tropicales, praderas templadas y subtropicales, praderas desérticas, praderas mediterráneas anuales, bosques de maderas duras, bosques de coníferas, zonas pantanosas y praderas montañosas en los EUA.

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1 Descripción del área de estudio

##### 3.1.1 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en la Región Norte del Estado de Coahuila de Zaragoza, México. La región norte del Edo. de Coahuila comprende los siguientes municipios: Cd. Acuña, Jiménez, Piedras Negras, Zaragoza, Morelos, Nava, Allende, Villa Union, Guerrero e Hidalgo, ocupando una extensión territorial de 30,766 kilómetros cuadrados, a una altura de 150 a 360 msnm.



Fuente

##### 3.1.2 Clima

El clima de esta región es: Bs hx` (e): clima seco, semicalido, extremo, con invierno fresco, lluvias escasas todo el año, con precipitación invernal superior al 10 por ciento.

Donde:

Bs<sub>o</sub> = El mas seco de los Bs.

h = Semicalido con invierno fresco, temperatura media anual entre 12 y 18 °C.

x` = Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno.

(e) = Extremoso, oscilación entre 7 y 14 °C.

La temperatura media anual es de 20 a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre; los vientos predominantes tienen dirección suroeste con velocidad de 15 a 25 km/hr. La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de 0 a 1 días.

### 3.1.3 Condiciones climáticas del periodo de investigación

La información climática recolectada durante la investigación fueron temperatura media mensual, precipitación e insolación que se presentó en la zona de estudio (Cuadro 5).

Cuadro 5. Condiciones climáticas del periodo de investigación.

	Septiembre 2003	Noviembre 2003	Diciembre 2003	Enero 2004	Febrero 2004	Marzo 2004
Precipitación Total (mm)	190.7	6.2	0.0	34.2	15.2	127.2
Temp. Promedio (°C)	25.0	14.4	13.5	13.2	14.0	20.4
Insolación Promedio (Hrs)	5.4	4.6	6.6	3.5	5.6	4.6
	Abril 2004	Mayo 2004	Junio 2004	Julio 2004	Agosto 2004	Septiembre 2004
Precipitación Total (mm)	226.7	13.5	109.9	85.4	24.7	7.62
Temp. Promedio (°C)	20.3	24.9	28.9	29.9	30.7	27.7
Insolación Promedio (Hrs)	5.4	6.9	7.1	8.6	8.3	7.3

### **3.1.4 HIDROGRAFÍA**

De noreste a este corre el río Bravo, que sirve de límite con los Estados Unidos; por el sur entra el río San Rodrigo, proveniente del municipio de Zaragoza; por último, este río entra por el oeste a Piedras Negras; asimismo cruzan este municipio los arroyos Las Vacas, Tule y Lobo.

### **3.1.5 CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

Se pueden distinguir dos tipos de suelo en el municipio. Xerosol: Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión. Rendzina: Tiene una capa superficial rica en materia orgánica que descansa sobre roca caliza y algún material rico en cal, es arcilloso y su susceptibilidad a la erosión es moderada.

En lo que respecta al uso del suelo, la mayor parte del territorio municipal es utilizado para el desarrollo pecuario, siendo menor la extensión dedicada a la producción agrícola y el área urbana. En cuanto a la tenencia de la tierra, predomina el régimen de tipo ejidal.

### **3.1.6 PRINCIPALES ECOSISTEMAS**

Cuenta con una vegetación propia de la región de clima semidesértico; la flora está constituida por pastizales, arbustos y plantas xerófilas.

En cuanto a sus animales, se encuentran coyote, liebre, conejo, rata, víbora, tortuga, gavilán, zopilote y codorniz.

### **3.1.7 VEGETACION**

La vegetación presente en esta región según COTECOCA (1979), es clasificada como matorral medio espinoso. Este tipo de vegetación esta formado

por un conjunto de arbustos medianos, de 1 a 2 metros de altura (cuando existen derramaderos con acumulación de humedad puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 metros o mas de altura) provistos de hojas o foliolos pequeños y espinas. Las especies que caracterizan esta comunidad vegetal son: Chaparro prieto *Acacia rigidula*, guajillo *A. berlandieri*, mezquite *Prosopis juliflora*, chaparro amargoso *Castela texana*, guayacán *Porlieria angustifolia*, cenizo *Leucophyllum texanum*, huizache *Acacia farnesiana*, Zacate mezquite *Hilaria belangeri*, nopal kakanapo *Opuntia lindheimeri*, toboso *Hilaria mutica*, mezquite *Prosopis glandulosa*, gatuño *Acacia greggii*.

Las especies mas deseables de este tipo de vegetación son: Zacate rizado *Panicum halli*, Z. banderita *Bouteloua curtipendula*, Z. navajita *B. gracilis*, Z. navajita velluda *B. hirsuta*, Z. navajita roja *B. trifida*, Z. temprano *Setaria macrostachya*, Z. escobilla *Leptoloma cognatum*, Z. gigante *Leptochloa dubia*, Z. toboso *Hilaria mutica* y Z. punta blanca *Trichachne californica*.

Como especies menos deseables se consideran los acates tridente *Tridens muticus*, zacaton alcalino *S. tiroides*, amor perennes *Eragrostis spp.*, pata de gallo *Cloros verticillata*, Zacate galleta *Hilaria jamesii*, zacate plumerillo *Pappophorum mucronulatum*, punta blanca *Andropogon saccharoides*, popotillo plateado *A. barbinoidis*. Las arbustivas guajillo *Acacia berlandieri*, chaparro prieto *A. rigidula*, ramincillo o engorda cabra *Dalea tuberculata*, Cosahui o ebanillo *Calliandra eriphylla* y nopal kakanapo *Opuntia lindheimeri* (Vázquez 1992).

Las especies vegetales presentes en los potreros utilizados para el experimento se pueden observar en el cuadro 6.

Cuadro 6.- Plantas forrajeras que consumen los animales en la región noreste de Coahuila.

Familia	Genero	Especie	Nombre común
Cactaceae	Opuntia	lindheimeri	Nopal kakanapo
Fabaceae	Acacia	farnesiana	Huizache
	Dalea	bicolor	Engordacabra
	Eysenhardtia	texana	Vara dulce
	Leucaena	sp	Leucaena
Poaceae	Bothriochloa	laguroides	Z. popotillo platedo
	Bouteloua	curtipendula	Z. banderita
	Bouteloua	trifida	Z. navajita roja
	Buchloe	dactyloides	Z. bufalo
	Cynodon	dactylon	Z. pata de gallo
	Digitaria	cognata	Z. escobilla
	Hilaria	mutica	Z. toboso
	Leptochloa	dubia	Z. gigante
	Nasella	leucotricha	Z. agujilla
	Panicum	coloratum	Z. klein
	Panicum	obtusum	Z. mezquite
	Setaria	leucopila	Z. tempranero
	Sporobolus	cryptandrus	Z. arenoso
	Scrophularaceae	Leucophyllum	frutescens

Fuente: Vázquez 1992.

## **3.2 MATERIALES**

### **3.2.1 CARACTERISTICAS DE LOS ANIMALES UTILIZADOS**

Para fines de la investigación utilizamos dos grupos de animales localizados en ranchos que son los mas representativos de la región Noreste de Coahuila, el primero grupo ubicado en el rancho San Antonio esta constituidos por, 98 vacas con un rango de edades de 4 a 10 años y 42 vaquillas de las cuales la mitad contaba con un año de edad y el resto dos años. La raza esta formada por la crusa de  $\frac{1}{4}$  Braford,  $\frac{1}{4}$  Limousin,  $\frac{1}{2}$  Angus rojo. Los sementales son Angus rojo puros. El segundo grupo ubicado en el rancho La Salada formado por 260 vacas y 13 toros que se encontraban en un rango de 2 a 10 años de edad la crusa de la raza esta conformada por: un medio de Simental por un medio de (Charolais, Hereford y Brahaman).

### **3.2.2 MATERIAL DE MUESTREO**

- Bolsas de plástico Zip-Loc (250 a 500 g)
- Hielo para conservar las muestras colectadas
- Hielera
- Congelador de la unidad metabólica y del cuarto frío del laboratorio de lácteos (UAAAN)
- Caja de poliestireno
- Bolsas de hielo seco o gel congelado
- Forma de información de muestra del laboratorio GANLab
- Cinta adhesiva y etiquetas de correo
- Marcador permanente
- Cámara fotográfica digital

- Discos de 3 ½

### **3.3 METODOLOGIA**

#### **3.3.1 SELECCIÓN DE LOS ANIMALES**

La selección de los animales de los cuales se muestrearon fue completamente al azar, considerando el número de animales que se encontraban en las pastas muestreadas. Tomando solo 10 muestras fecales de animales representativos del hato considerando solo la condición corporal la cual se encontraba entre un rango de 3.0-6 (1 extremadamente flaca – 9 extremadamente gorda).

#### **3.3.2 CALIFICACION DE LA CONDICIÓN CORPORAL**

Se evaluó la condición corporal en la escala de 1 a 9, aproximadamente a 15 vacas por hato en las pastas de cada rancho, primero se observaron todos los animales que integraban el hato, se determinó cuál es la más delgada y se le asignamos el número 1, al igual con la más obesa y se le asignamos el 9, dentro de ese hato en particular, y posteriormente a partir de ese rango se asignaron las calificaciones para el resto de los animales, este ejercicio lo realizamos en cada muestreo con la finalidad de llevar un registro periódico para observar el aumento o descenso de la condición corporal a través de cada muestreo.

#### **3.3.3 COLECCIÓN DE HECES**

Se colectaron las muestras de heces aproximadamente cada 30 días a partir del 13 de septiembre del 2003 hasta el 17 de septiembre del 2004 (período de muestreo). Se colectaron 10 muestras de heces por hato, tomando en cuenta que fueran lo más reciente posible; libres de insectos, tierra, piedras, agua de

lluvia, etc., con un peso aproximado de 100 g c/u, colocándolas dentro de bolsas Zip-Loc con su identificación correspondiente, puestas en la hielera para su conservación hasta el congelador del cuarto frío del laboratorio de lácteos de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila para su posterior envío al GANLab (laboratorio de Nutrición Animal en Pastoreo por sus siglas en inglés, Texas A&M) para su análisis.

Previo al envío de las heces, se hizo una muestra compuesta de 50 gramos, procedente de las 10 heces de cada hato para cada muestreo. Las bolsas de las muestras compuestas se etiquetaron con un marcador, anotando el nombre de la pasta, fecha de recolección, y estado fisiológico de las vacas. Se colocaron las muestras frías en la caja de poliestireno con suficiente hielo. Se congelaron las bolsas de gel y etiquetaron las cajas de poliestireno con su dirección y la dirección del GANLab.

### **3.3.4 ANÁLISIS DE LAS HECES**

Las heces fueron congeladas para su conservación hasta el momento en que realizamos su análisis en el laboratorio de servicio de nutrición de animales en pastoreo GAN Lab (Texas A&M University).

El procedimiento que realizamos en el laboratorio fue el siguiente:

- Registro de las muestras de heces en el software de Gan Lab.
- Secado de las heces en una estufa a 60 °C por 48 horas.
- Molienda de las muestras que pasan por una criba de 1 mm para uniformizar la dimensión de partícula para mejorar la precisión del NIRS (Norris et al ., 1976).
- Estabilización de la humedad de las muestrea durante 1 hrs. (Lyons, 1990)

- Colocación de la muestra en un disco de cerámica para realizar su lectura a través del NIRS.
- Análisis a través de la NIRS que cuenta con un escáner 4250 previsto con tres filtros y un drawer. recipiente para colocar las muestras.
- Predicción de PC y MOD por medio de ecuaciones de predicción a través de un software por computadora que recibe el análisis realizado por el NIRS.

### 3.3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se realizó un análisis de regresión simple para cada variable, y múltiple para determinar el efecto de todas las variables independientes proteína cruda, materia orgánica digestible, temperatura media e insolación sobre la variable dependiente condición corporal.

La regresión simple es la relación entre dos variables, en la que una (independiente) influye sobre la otra (dependiente). La regresión múltiple es la relación entre diversas variables, donde se busca la influencia de un conjunto de variables (independientes) sobre una variable (dependiente).

La recta de regresión de X sobre Y es aquella  $\hat{Y} = A + B X_i$ . El modelo estadístico usado y determinado por la computadora fue:

$$\hat{Y}_i = A + B X_i \text{ (regresión simple)}$$

$$\hat{Y}_i = A + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + \dots + B_n X_n \text{ (regresión múltiple)}$$

Donde:

$\hat{Y}_i$  = Variable dependiente, que fue la condición corporal.

A = Constante de la ecuación de regresión.

B = Coeficiente de regresión parcial para la variable independiente.

$X_i$  = Variable independiente, en este caso fueron la proteína cruda, materia orgánica digestible y las variables climatológicas ( temperatura media e insolación)

Los datos se procesaron el software Statistica versión 6.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados que presentamos a continuación se obtuvieron durante el periodo de investigación, iniciando el 13 de septiembre del 2003 al 17 de septiembre del 2004.

### **4.1 VARIABLES CLIMATICAS**

Los datos climatológicos en esta investigación fueron tomados de la Comisión Nacional del Agua en su observatorio meteorológico de Piedras Negras y Zaragoza periodo septiembre 2003 a septiembre 2004.

#### **4.1.1 PRECIPITACIÓN PLUVIAL**

Durante el periodo de estudio se registraron abundantes precipitaciones rebasando la media anual que es de 541.7 mm, siendo para Piedras Negras de 952.42 mm y para Zaragoza de 1242 mm.

En la figura 2 se puede observar que la precipitación tuvo poca influencia (7 %) sobre la condición corporal, pues en el análisis de correlación para la relación CC vs PPT obtuvimos una  $r^2 = 0.07$  significativa ( $p < 0.05$ ) debido a que durante todo el año de muestreo la cantidad de lluvia poco influyó en que la condición corporal aumentara o disminuyera, es decir que a mayor precipitación mayor condición corporal y viceversa. En una investigación similar realizada en la región Boreal en la parte central de Alberta Canada, Bork, *et. al.* (2001)., reportan que la producción de forraje se correlaciona significativamente con la precipitación, pero la magnitud y dirección de esa relación varia dependiendo del tipo de pastizal. Las tierras altas mostraron una relación lineal positiva con la

precipitación ( $R^2 = 0.76$ ;  $p < 0.01$ ) mientras que las comunidades de tierras bajas mostraron una relación curvilínea negativa ( $R^2 = 0.65$ ;  $p < 0.05$ ).

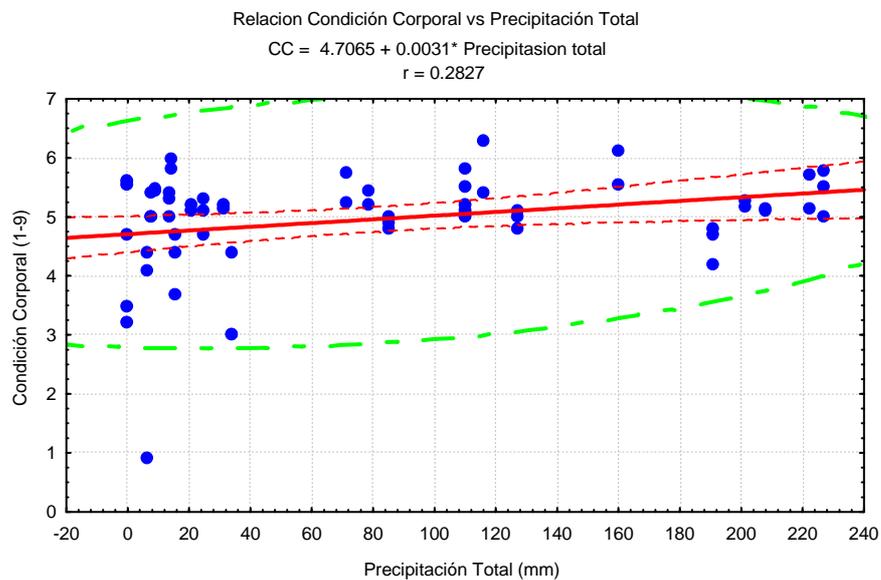


Figura 2.- Diagrama de dispersión y ecuación de predicción para la relación Condición Corporal vs Precipitación Total.

La cantidad de lluvia es factor muy importante en la producción animal debido a que es la precursora de la producción de biomasa tal como lo reportan Taugue *et al.* (2002). El aumento del contenido de agua en el suelo y la intensidad de apacentamiento interactuaron para reducir la proporción de hojas muertas incrementando la producción de nuevos hijuelos. Al haber mas biomasa el animal tiene mas diversidad en su dieta por lo cual comienza una selectividad consumiendo aquellas plantas que están mas tiernas (mayor contenido nutricional) satisfaciendo sus requerimientos nutricionales lo cual coincide con lo reportado por Ganskopp *et al.* (2001). El forraje es de alta calidad en las estaciones de verano y otoño con un contenido de 10 a 16 % de PC debido a la respuesta por la humedad presente, dando como resultado una buena condición corporal, con lo cual concluimos que la influencia de la precipitación para con la condición corporal es indirecta.

### 4.1.2 INSOLACION

La influencia de la insolación (foto-periodo) en los animales es a nivel reproductivo pues dicho foto-periodo actúa incrementando la actividad del lóbulo anterior de la hipófisis produciendo la liberación de las hormonas gonadotroficas (North y Bell, 1993).

La correlación obtenida para la relación CC vs Insolación. fue significativa ( $p < 0.05$ ) con una  $r^2 = 0.07$  (figura 3), esto quiere decir que la influencia que tuvo el foto periodo hacia la condición corporal fue indirecta y a través del forraje que consumió el ganado, debido a que la luz solar estimula la actividad fotosintética en las plantas y estas al tener las condiciones adecuadas de precipitación y temperatura generan nuevo tejido (rebrote) con lo cual se mejora la calidad de la dieta.

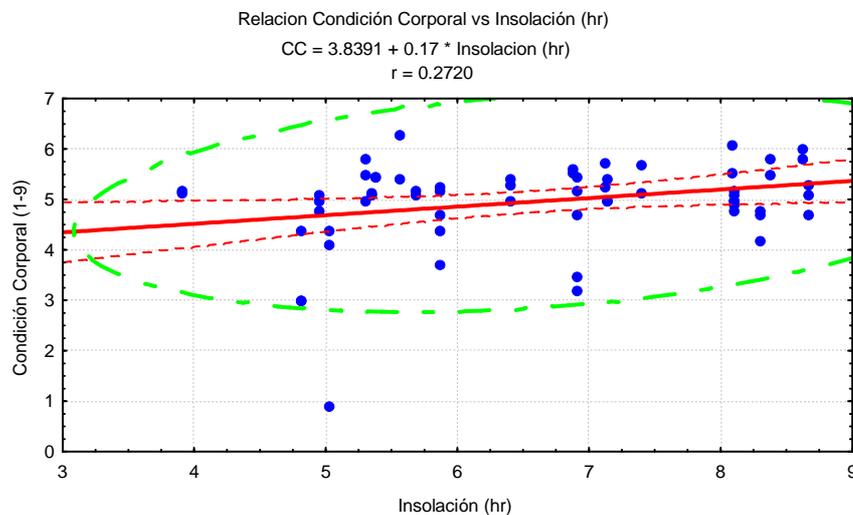


Figura 3.- Diagrama de dispersión y ecuación de predicción para la relación condición corporal vs insolación.

### 4.1.3 TEMPERATURA

La temperatura registrada durante el periodo de investigación oscilaron en un rango de 13 a 31 °C, ubicándose dentro de la temperatura critica inferior (Tci)

como de la temperatura crítica superior (Tcs) siendo estas de -7 a 33 °C respectivamente (Zuo, *et al*, 2004).

En el análisis de correlación para la relación CC vs Temperatura obtuvimos una  $r^2 = 0.12$  significativo ( $p < 0.05$ ) (Figura 4). El ganado al mantenerse en esta temperatura que se presentó en el periodo de investigación podría decirse que se encontró en una zona de termo neutralidad (23 a 33°C) ; es decir no presentó estrés por calor o frío, tal como lo señala Zuo, *et al*, (2004). las temperaturas por fuera de la zona termo neutral pueden afectar la digestibilidad de la dieta. El consumo total de materia seca puede afectar la digestibilidad en los animales, por lo que el estrés por calor o frío puede afectar el consumo y éste la digestibilidad, el estrés por frío incrementa el consumo de materia seca pues el animal trata de consumir suficiente energía para su mantenimiento. Este aumento en el consumo puede reducir la digestibilidad pues se aumenta su velocidad de tránsito del bolo alimenticio, en el estrés por calor pueden ocurrir cambios en el volumen ruminal y en la velocidad de tránsito del bolo alimenticio. Es por ello que la influencia de la temperatura para con la condición corporal fue baja.

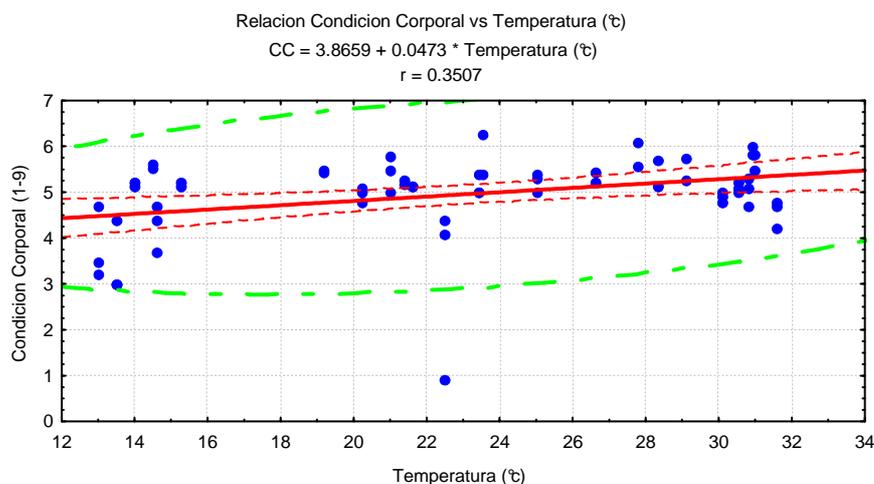


Figura 4.- Diagrama de dispersión y ecuación de predicción para la relación condición corporal vs temperatura.

## 4.2 PERFIL NUTRICIONAL.

La Proteína Cruda tuvo efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la Condición Corporal (figura 5), en el análisis de correlación los resultados para la relación CC vs PC ( $r^2 = .14$ ), sin embargo para la Materia Orgánica Digestible (figura 5) el efecto no fue significativo ( $p > 0.05$ ).

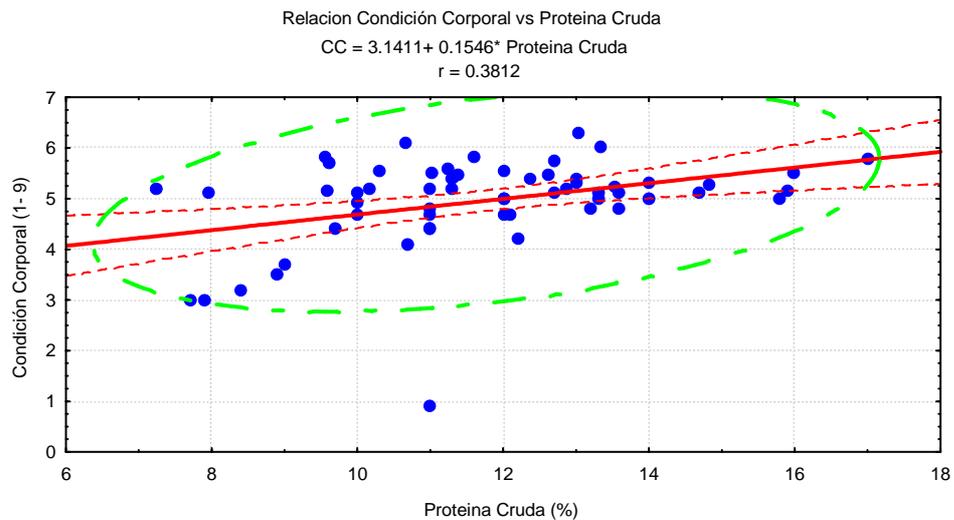


Figura 5.- Diagrama de dispersión y ecuaciones de predicción para la relación Condición Corporal vs Proteína Cruda.

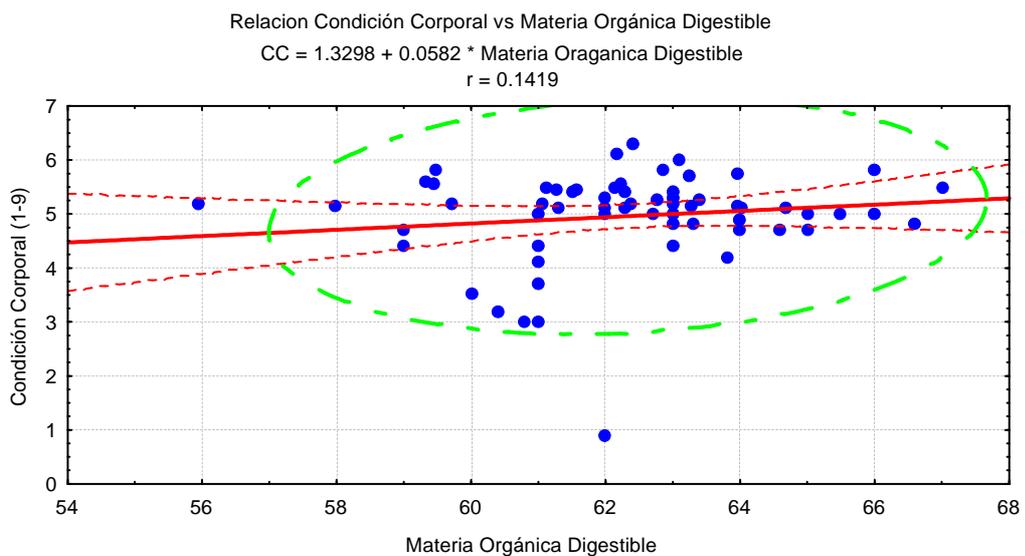


Figura 6.- Diagrama de dispersión y ecuaciones de predicción para la relación Condición Corporal vs Materia Orgánica Digestible.

El hecho por el cual se considera que se obtuvo una correlación baja para el perfil nutricional se explica a continuación: la calidad de la dieta mantuvo un rango (ver apéndice A ) el cual cubrió con los requerimientos para mantenimiento y producción (mantenimiento >9% PC, producción > 11% PC), lo cual coincide con lo reportado por Parsons *et al*, (2003), la calidad del forraje varia entre épocas, a inicios de verano el forraje tiene menos materia seca, mayor contenido de proteína cruda, menos fibra y una mayor tasa de desaparición *in situ* de la materia seca en comparación con el forraje de fines de verano.

Con excepción de los meses invernales donde descendió un poco la calidad de la dieta pero no repercutió en la condición corporal como menciona Terrel, (2002); el hecho de que el ganado se mantuviera en una condición corporal mayor a 5, le permitió mantener reservas corporales bajo el impacto de los meses invernales. Debido a esto fue que no se presentaron cambios significativos sobre la condición corporal. Cabe mencionar que en zonas áridas y semiáridas en los sistemas de producción vaca – becerro influye considerablemente el manejo que le demos al ganado. Este factor es al que le adjudicamos el hecho de que se halla mantenido el ganado en buena condición durante el periodo de investigación. En esta región se comenzó a muestrear el ganado desde el año 2002. Los encargados de la producción de los ranchos al observar la importancia que tenía el manejo de los hatos y siendo capacitados en la calificación de la CC aprendieron a calificarla, a describir la conformación de las heces bovinas y la condición del pastizal. Al adquirir estas herramientas comenzaron a hacer rotaciones adecuadas de los hatos a pastas que se encontraban en mejor condición y es por esto que se considera que la calidad de la dieta no mostró una influencia mayor sobre la condición corporal.

### 4.3 REGRESIÓN MULTIPLE

Para analizar los datos en regresión múltiple tomamos como variable dependiente a la condición corporal, y como independientes Proteína Cruda, Materia Orgánica Digestible, Precipitación total, Temperatura media, e Insolación, con la cual obtuvimos una  $r^2 = 0.28$  significativo ( $p < 0.05$ ), esto quiere decir que solo el 28 % de los cambios en la condición corporal son atribuidos a estas variables.

La productividad de cualquier especie depende de la interacción del genotipo, el ambiente y el manejo, así que no es posible aislar o no tomar en cuenta el efecto de genotipo, por lo anterior encontramos este resultado (28%) dado que las variables analizadas en esta investigación están íntimamente relacionadas solamente con el ambiente y el manejo.

## 5. Conclusión

- La calificación de las vacas productoras de carne, basándose en su condición corporal, representa una herramienta muy útil para mejorar el comportamiento reproductivo y productivo del hato.
- Existe una relación significativa entre el perfil nutricional del pastizal (Proteína Cruda y Materia Orgánica Digestible) y la Condición Corporal.
- Las variables climáticas (precipitación, temperatura, e insolación) presentaron significancia para la correlaciones con la condición corporal.
- La influencia de las variables juntas tanto climáticas como del perfil nutricional fue significativa con una  $R^2 = 0.28$  sobre la condición corporal.
- El Sistema de Espectroscopia de Reflexión Infrarroja (NIRS) es una herramienta confiable que nos ayuda a la toma de decisiones del manejo del pastizal y de los hatos.

## LITERATURA CITADA

- Alden**, W. G. 1970. The effects of nutritional deprivation on the subsequent productivity of sheep and cattle. *Nutr. Abstr. Rev.* 40:1167 – 1184.
- Ardi6** A. y Danelon, J.L. 1989. *Nutricion Animal Aplicada*,2(8): 32-34.
- Beguet**, H. A. y Bavera, G. A. 2001. *Curso de Producci6n Bovina de Carne*. FAV UNRC.
- Bell**, H. M. 1973. *Rangeland management for livestock production*. University of Oklahoma Press. U.S.A.
- Bernal** B., H. 1997. Requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo. *Revista Beefmaster*. Mar.- Abr. 1997 A6o 5 Bimestre 2. 18 p.
- Beukes** P.C. and Cowling R.M. 2003. Non-selective grazing impacts on soil-properties of the Nama Karoo. *J. Range Management*. 56:547-552.
- Bontti** E. E. and Boo, R.M. 2002. Sample numbers for microhistological estimation of fecal *Vizcacha* diets. *J. Range Management*. 55:498-501.
- Bork**, E. W., Thomas, T., and McDougall, B., 2001. Herbage response to precipitation in central Alberta Boreal grasslands. *J. Range Management*. 54: 243-248.
- Ch6vez**, A. Et Al. 1979. Composici6n bot6nica y valor nutricional de la dieta de bovinos en pastoreo en un pastizal amacollado arbosufrutescente. *Pastizales* Vol. X, No. 5 P2-13.
- Chavez**, R. M., M. Luna y P. Jurado. 1988. Valor nutricional de la dieta de bovinos en un pastizal mediano de los Altos de Jalisco. *SOMMAP*. 1(1):3.
- Ch6vez**, A. y E. S6nchez. 1983. Composici6n bot6nica, preferencia y similaridad de la dieta de bovinos en un pastizal mediano abierto. *Pastizales*. Vol. XIV, No. 4. P.3-15.
- Clanton**, D. C. 1978. Non-protein nitrogen in range supplements. *J. Anim. Sci.* 47:765-779.
- Cochran**, R. C., D. C. Adams, P. O. Currie, and B. W. Knapp. 1986. Cubed Alfalfa hay or cottonseed meal-barley as supplements for beef cows grazing fall-winter range. *J. Range Mgt.* 39(4):361-364.
- Cohen**, R. D. H. 1975. Phosphorus and the grazing ruminant. *Wold Rev. Anim. Prod.* 11:27-43.
- Coleman**, S. W., and R. D. Wyatt. 1982. Cottonseed meal or small grain forages as protein supplements fed at different intervals. *J. Anim. Sci.* 55:11-17.

- Cook**, C. W., and L. E. Harris. 1968b. Effect of supplementatation on intake and dogestibility of range forage. Utah Agric. Exp. Stn. Bull. 475.
- COTECOCA**. 1979. Coeficientes de los agostaderos de Coahuila. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 34-35 p.
- Evans**, G. S., Pelster, A. J., Leininger, W. C., and Trilica, M. J. 2004. J. Range Management. 57:539-545.
- Frasinelli**, C. A. 2005. Sistemas pastoriles de producción de carne. Marca Liquida Agropecuaria, Cordoba, 15(138):23-26.EEA INTA San Luis.
- Fisher**, D. S., J. C. Burns, and K. R. Pond. 1990 Modelling Physical limitations to intake in ruminant digestion. In: A. B. Robson and D. P. Poppi (Ed.) Proc. Third International Workshop on Modeling Digestion and Metabolism in Farm Animals. Sept. 1989. Lincoln College, Canterbury, New Zealand. Pp 19-28.
- Forbes**, J. M. 1980. A model of the short-term control of feeding in the ruminant: Effects of changing the animal or feed characteristics. Appetite 1:21-41.
- Forbes**, J. M. 1984. The effect of sex hormones, pregnancy, and lactattion on digestion, metabolism, and voluntary food intake. In: L.P. Milligan, W. L. Grovum, and A. Dobson (Ed.) Control of Digestion and Metabolism in Ruminants. Pp 420-435. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Fox**, D. G, C. J. Sniffen, and J. D. O'Connor. 1998. Adjusting nutrient requirement of beef cattle for animal and environmental variations. J. Anim. Sci. 66:1475-1495.
- Ganskopp**, D., and Bohert, D. 2001. Nutritional dynamics of 7 northern great basin grasses. J. Range Management. 54: 64 – 647.
- González**, C. L. y J. H. Everitt. 1982. Nutrient content of mayor food plants eaten by cattle in the south Texas plains. J. Range. Sci. 35:773.
- González**, E. V; Ortega, S. J. A y Ávila, J. M. C. (S/F). Manejo de la carga animal y su importancia en la ganadería. Investigadores del programa forrajes y pastizales del C. E. Aldama-INIFAP-SAGARPA. Consultado en: [www.manejo de la carga animal.htm](http://www.manejo.de.la.carga.animal.htm). Noviembre 25, 2006.
- Grings**, E. E., Short, R. E., Haferkamp, M. R., and Heitschmidt, R. K., 2001. Animal age and sex effects on diet of grazing cattle. J. Range Management. 54: 77-81.
- Gutiérrez** A., J. L. 1985. Nutrición de bovinos de carne en agostadero. Revista técnica para el ganadero (TESEACHIC). Universidad Autónoma de Chihuahua. No. 4. 26 p.
- Hanselka**, C. W., E. V. González, L. D. White y J. A. Ortega. 2002. Producción de ganado en equilibrio con el potencial de los recursos naturales en el

Noreste de México y sur de Texas. H. G. Ibarra, W. Hamilton y N. E. H. Treviño (eds.) Simp. Taller Aprov. Sust. Rec. Nat. N. Mex. S Tx. Peras. Cons. Tec. Nres. Mex. S. Tex. Guadalupe N.L. p 3-11.

**Hart**, C. R. 2000. Drought. Texas Agricultural Extensión Service, L-5370. Inst. de Rec. Nat. 1999. La caja de herramientas sobre ganadería y medio ambiente. Consultado en : [http// lead.virtualcenter.org/es/dec/toolbox](http://lead.virtualcenter.org/es/dec/toolbox). Septiembre,20,2006.

**Hinojosa**, T., R. 1996. El pastizal y la fauna. Revista Beefmaster Nov.-Dic.1996 Año 4 Bimestre 6, 11 p.

**Hodgson**, J., 1990. Grazing Management: Science into practice. LongmanScientific & Technical. New Zeland. P. 151.

**Holechek**, J. L., M. Vavra, and D. Arthum. 1982a. Relationships between performance, intake, diet nutritive quality and fecal nutritive quality of cattle on mountain range. J. Range Manage. 35:741 – 744.

**Holechek**, J. L., M. L. Galyean, J. D. Wallace, and H. Wofford. 1985. Evaluation of fecal indices for predicting phosphorus status of cattle. Grass Forage Sci. 40:489-492.

**Holecheck**, J. I., Pieper R. D. y Herbel C. H. 1989. Range Management, principles and practices. Prentice Hall. Neww jersey, U.S.A. p 89-85.

**Instituto de Recursos Naturales**, 1999. la caja de herramientas sobre ganaderia y medio ambiente. Consultado en: [http//lead.virtualcenter.org/es/dec/toolbox/index.htm](http://lead.virtualcenter.org/es/dec/toolbox/index.htm) noviembre, 4 2006.

**Judkins**, M. B., J. D. Wallace, E. E. Parker, and J. D. Wright. 1985b. Performance and phosphorus status of range cows with and without phosphorus supplementation. J. Range Manage. 38:139-144.

**Kartchner**, R. J. 1981. Effects of protein and energy supplementation of cows grazing native winter range forage on intake and digestibility. J. Anim. Sci. 57:432-438.

**Kawas**, J. R., A. M. Aron y L. Racial. 2001. Suplementacion especifica para el ganado en pastoreo: proteína y energía. Revista Beefmaster. Jul. – Ago. 2001 Año 9 Bimestre 4. 29-31 p.

**Leite**, E. R., and J. W. Stuth. 1994. Influence of duration of exposure to field conditions on viability of fecal samples for NIRS analysis. J. Range Manage. 47:312-314.

**Leite**, E. R., J. W. Stuth, R. K. Lyons, and J. P. Angerer. 1992. Using near infrared spectroscopy to monitor nutritional status of free-ranging goats. In: Goat,

Wool & Mohair CPR. Pp 35-41. Texas Agricultural Experiment station, College Station.

- Lyons**, R. K ; Machen R. V Y Stuth, J. W. (S/F). Forage quality and quantity in Texas-managing nutrition in range beef cattle. Tex. Agric. Ext. Ser. B-6124 8-02.
- Lyons**, R. K., and J. W. Stuth. 1991. Procedures for processing cattle fecal samples for NIRS analysis. Anim. Feed Sci. Technol. 35:21-36.
- Lyons**, R. K., and J. W. Stuth. 1992. Fecal NIRS equations predict diet quality of free ranging cattle. J. Range Manage. 45:614-618.
- Lyons**, R. K., J. W. Stuth. 1995. Technical Note: Fecal NIRS equation field validation. J. Range Manage. 48:380-382.
- Lyons**, R. K., J. W. Stuth, J. E. Huston, and J. P. Angerer. 1993. Predictions of the nutrient composition of the diets of supplemented versus un supplemented grazing beef cows based on near-infrared reflectance spectroscopy of feces. J. Anim. Sci. 71:530-538.
- López T.**, R. 1984. Dieta del ganado en agostadero. Folleto de divulgación. Vol. I No. 5 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 18 p.
- López R**, T., 2003. Cambios en el manejo del potrero. Apuntes de clase de nutrición de rumiantes en agostadero. 50 p.
- Lusby**, Keith S., and Donald G. Wagner. 1987. Effects of supplements on feed intake. Okla. Agric. Expt. Sta. Misc. Pub. 121:173-181.
- Luna M. L.** y M. G. Chavez. 1990. Características nutricionales de la dieta de bovinos en pastoreo en un matorral microfilo del Noreste de Jalisco. Reunión anual de investigación pecuaria Tabasco – 90.
- Lyons**, R. K. 1990. Fecal indices of nutritional status of free-ranging cattle using near infrared reflectance spectroscopy. Ph. D. Diss. Texas A&M Univ., College Station.
- McCollum**, T. 1995. Ruminant degradability of supplemental protein for grazing beef cattle. Proc. Southern Pasture Forage Crop Improvement conf., May 23-25, 1994, Knoxville, TN. Pp 177-189. USDA-ARS, New Orleans, LA.
- Moir**, K. W. 1960. Nutrition of grazing cattle III. Estimation of protein, phosphorus and calcium in mixed diets. Queensl. J. Agric. Sci. 17:373 – 383.
- Moore**, J. E. y Sollenberger, L. E. 2002. Forage quality. Institut of food and agricultural sciences. University of Florida. SS-AGR-93.

- Moore**, J. E., and W. E. Kunkel. 1995. Improving forage supplementation programs for beef cattle. In: 6<sup>th</sup> Annual Ruminant Nutrition Symposium. Pp 65-74. University of Florida, Gainesville.
- North** , M., Bell, D., 1993. Manual de Producción Avícola. 3<sup>o</sup> Edición. Ed. El Manual Moderno, México.
- Norris**, K. H., Arnes, R. F., Moore, J. E., and Shenk, J. S. 1976. Predicting forage quality by near infrared reflectance spectroscopy. J. Anim. Sci. 43:889-897.
- NRC**. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle (6<sup>th</sup> Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- NRC**. 1987. Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals. Natinal Academy Press, Washington, DC.
- Omali**ko, C. P. E. 1981. Dung deposition breakdown and grazing behavior of beff cattle a two seasons in a tropical grasslans ecosystem. J. Range Management. 34:36-36.
- Parsons**, C. I., Momont, P. A., Delcurlo, T., McInnins, M., and Porath, M. L. 2003 Cattle distribution patterns and vegetation use in mountain riparian areas. J. Range Management. 56: 334-341.
- Pearce**, R. A, R. K. Lyons, and J. W. Stuth. 1993. Influence of handling methods on fecal NIRS evaluations. J. Range Manage. 46:274-276.
- Pizzio**, R.M. y Royo Pallares, O. 2000. E.E.A. INTA Mercedes, Corrientes, Argentina. Jornada de actualizacion en forrajes subtropicales.
- Reed**, M. J., and R. A. Peterson. 1961. Vegetation, soil, and cattle responses to grazing on northern Great Plains Range. U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 1252.
- Rittenhouse**, L. R., D. C. Clanton. And C. L. Streeter. 1970. Intake and digestibility of winter-range forage by cattle with and without supplement. J. Anim. Sci. 31:1215-1221.
- Sánchez**, E., y V. Ortíz. 1977. Determinación del gasto energético (Mcal/día) por el ganado bovino a partir de sus hábitos y comportamiento en pastoreo de verano. Tec. Pec. Mex. No. 32 P. 27-31.
- Sanchez**, G. E. J. 2006. Calificar la condicion corporal de las vacas es una practica redituable. Boletín informativo. Union Ganadera Regional de Chihuahua.
- Showers**, S. 1997. Prediction of diet quality parameters of white-tailed deer via near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) fecal profiling. M.S. Thesis. Texas A&M University, College Station.

- Speth**, C. F., V. R. Bohman, H. Melendy, and M. A. Wade. 1962. Effects of dietary supplements on cows on a semi-desert range. *J. Anim. Sci.* 21:444-448.
- Squires**, V. R., and B. D. Siebert. 1983. Botanical and chemical components of the diet and liveweight change in cattle on semi-desert rangeland in central Australia. *Aust. Range J.* 6:28-34.
- Stuth**, J. W., E. D. Kapes, and R. K. Lyons. 1989. Use of near infrared spectroscopy to assess nutritional status of cattle diets on rangeland. In: *Proc. XVI Internl. Grassl. Cong., Nice, France.* Pp889-890.
- Stuth**, J.W., and B. G. Lyons (Ed.) .1991. Proceedings of the international conference on decision support systems for resource management. Texas A&M University, College Station, TX.
- Teague**, W. R., and Dowhower, S. L. 2002. Irrigation impact on horses efficiency in grazed old world bluestem. *J. Range Management.* 55: 260-265.
- Terrel**, Calving L. <<Ganado bovino para carne>>. En: Pond, W. G., D. C. Church y K. R. Pond (ed) 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Laparra Vega, J. L.,(rev). Perez Calderon L. J. (trad). 2ª Edición. UTEHA WILEY. Mexico. P. 409-422.
- Urness**, Philip J. 1980. "Supplemental feeding of big game in Utah". *Utah Div. Wildl. Resources Pub.* 80-88. 12 p.
- Vallentine**, John F., R. Phil Shumway, and Sydney C. James. 1984. "Cattle ranch planning manual". Brigham Young Univ. Pub., Provo, Utah. 315 p.
- Vázquez**, A. R. 1992. Plantas de pastizales del Rancho La Salada. Jiménez, Coahuila, México.
- Villanueva**, A. J. F. 1990. Composición química y degradabilidad de la dieta de bovinos en pastoreo en un pastizal amacollado arbosufrutescente en el Noroeste de Chihuahua. Tesis. M.C. Universidad Autónoma de Chihuahua. 119 p.
- Voisin**, A. 1967. Productividad de la hierba. Ed. TECNOS, S.A. Madrid, España. Pp172-178.
- Wagnon**, K. A., H. R. Guilbert, and G. H. Hart. 1959. Beef cattle investigations on the San Joaquin Experimental Range. *Calif. Agric. Exp. Stn. Bull.* 765.
- Whitley**, E. M., and J. M. Stuth. 1996. Fecal NIRS equations for predicting protein absorption sites of free-ranging cattle. In: *La Copita Research Area: 1996 Consolidated Progress Report CPR-5047.* pp 233-237.
- White**, D, and T. R. Troxel. 2002. Balance entre la producción y demanda de forraje de los pastizales. *Tex. Agri. Serv. Sys.* E-96S 6-01.

- Willms**, W. D. Smoliak, S. Schaalje G. B. Cattle weight gains in relation to stocking rate fescue grasslands. *J. Range Management* 39 (2), march 1986.
- Winder**, J. A., Bailey, C. C., Thomas, M., and Holechek J. 2000. Breed and Stocking rate effects on Chihuahua desert cattle production. *J. Range Management*. 53:32-38.
- Wofford**, H., J. L. Holechek, M. L. Galyean, J. D. Wallace, and M. Cardenas. 1985 Evaluation of fecal indices to predict cattle diet quality. *J. Range Manage.* 38:450-454.
- Zea**, J. y Diaz, M. D. 2000. El pasto y la alimentación del ternero de carne. *Rev. Mundo Ganadero*. Vol. 118. p 45.
- Zuo**, H., and Millar-Goodman, S. 2004., Lanscape use by catte affected by pasture developments and season. *J. Range Management*. 57:426 – 434.

## APÉNDICE

### A

NIRS Análisis para proteína cruda (PC), condición corporal (CC) y materia orgánica digestible (MOD) para Septiembre 2003 a Septiembre 2004.

	Sep. 03	Oct. 03	Nov. 03	Dic. 03	Ene. 04	Feb. 04	Marz. 04	Abr. 04	May. 04	Jun. 04	Jul. 04	Ags. 04	Sep. 04
PC Hato 1	10.66	13.04	12.62	12	7.25	13.59	14.82	15.9	11.31	13.52	13.35	9.57	9.61
PC Hato 2	10.31	12.36	11.37	11.25	7.97	10.16	12.86	14.68	11.33	12.71	11.6	11.01	9.59
PC Hato 3	11		11	8.9	7.9	9	10	16	13	11	14	14	12
PC Hato 4	10		11	11	11	9.7	14	17	13	12	10	12	12
PC Hato 5	12.2		10.7	8.39	7.71	12.1	13.6	15.8	13.3	12.7	13.2	13.3	11.3
MOD Hato1	62.16	62.4	61.12	59.44	55.96	64.02	62.77	63.96	61.05	63.38	63.1	59.49	63.25
MOD Hato2	62.24	62.28	61.28	59.32	57.98	59.7	62.37	64.67	61.56	63.95	62.86	62.14	63.28
MOD Hato3	63		63	60	61	61	62	67	62	63	65	63	61
MOD Hato4	64		62	59	59	61	66	66	63	62	64	65	63
MOD Hato5	63.8		61	60.4	60.8	64.6	66.6	65.5	62.7	61.3	63.3	62.3	61.5
CC Hato 1	6.11	6.28	5.47	5.54	5.2	5.12	5.27	5.15	5.2	5.25	6	5.81	5.7
CC Hato 2	5.55	5.4	5.45	5.6	5.13	5.2	5.19	5.12	5.44	5.75	5.81	5.5	5.15
CC Hato 3	4.8		4.4	3.5	3	3.7	5.1	5.5	5.3	5.2	5	5.3	5
CC Hato 4	4.7		4.9	4.7	4.4	4.4	5	5.8	5.4	5	4.9	4.7	5
CC Hato 5	4.2		4.1	3.2	3	4.7	4.8	5	5	5.1	4.8	5.1	5.4