

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION PROTEICA Y LA
UTILIZACION DEL SISTEMA DE ESPECTROSCOPIA DE
REFLECCION INFRA-ROJA EN HECES, EN VACAS LACTANTES
BAJO CONDICIONES COMERCIALES EN AGOSTADERO

MIGUEL ANGEL BAUTISTA HERNANDEZ

TESIS

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



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista. Saltillo. Coah.

OCTUBRE DE 2002

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA Y LA UTILIZACIÓN DEL
SISTEMA DE ESPECTROSCOPIA DE REFLECCIÓN INFRA-ROJA EN
HECES, EN VACAS LACTANTES BAJO CONDICIONES COMERCIALES EN
AGOSTADERO

POR

MIGUEL ÁNGEL BAUTISTA HERNÁNDEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

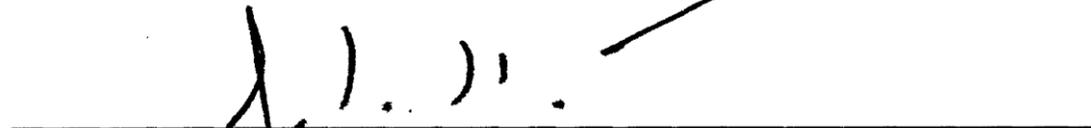
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCIÓN ANIMAL

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:


M. Sc. Ricardo Nicolás Silva Cerrón

Asesor:

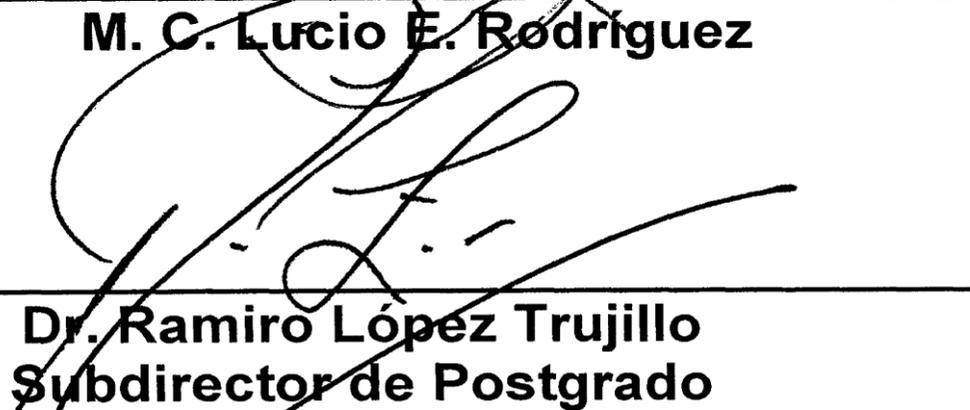

Dr. Heriberto Díaz Solís

Asesor:


M. C. Laura E. Padilla Gonzáles

Asesor:


M. C. Lucio E. Rodríguez


Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Octubre de 2002.

AGRADECIMIENTOS

Al M. Sc. Ricardo Silva Cerrón, quien ayudo a desarrollar la presente investigación, además de orientarme y aconsejarme en aspectos académicos, profesionales y personales durante mí estancia en la Universidad.

Dr. Heriberto Díaz Solís, al apoyo recibido para la elaboración y revisión de este trabajo.

M. C. Laura E. Padilla Gonzáles, por su apoyo en la revisión de este documento.

M. C. Lucio E. Rodríguez, por hacer los arreglos necesarios para desarrollar la investigación en el rancho “La Salada” y por sus comentarios.

M. Sc. Doug Tolleson director del laboratorio GanLab en la Universidad de Texas A&M. Por su apoyo en el análisis de las muestras de heces y sus comentarios sobre este trabajo.

A Alfonso Ainslie dueño del rancho “La Salada” y a los vaqueros que ayudaron con el manejo del ganado.

Ciertamente, la experiencia enseña muchas cosas a los hombres.
Antes de que el acontecimiento nos sea manifiesto,
ningún adivino nos dirá lo que ha de ocurrir. *“Sófocles”*

DEDICATORIAS

A mis padres **Lucila Hernández Macias** y **Manuel Bautista Hurtado**, por el ejemplo de familia, rectitud, tenacidad y lucha ante la vida, por lo anterior y muchas cosas más esto es solo un pequeño tributo.

A Don **Jesús Hernández Toledo** (†) que aunque ya no esta, aun recuerdo los momentos de felicidad que vivimos, abuelo donde quiera que te encuentres gracias.

Al Prof. **Esteban Bautista Trinidad**, por su devoción hacia la preparación de sus hijos y nietos.

A mis Abuelas **Celia Macias** y **Maria Teresa Hurtado** (†), por el cariño y comprensión a sus nietos.

Teresa, Manuel e Iván, por darme su apoyo, consejos y porque a su lado la vida a sido alegría y honestidad. A mi cuñada y sobrina que han pasado a formar parte de esta familia.

A ti Carolina que llegaste a complementar mi vida y siempre ocupas un lugar en mis pensamientos.

El hombre caza y lucha. La mujer intriga y sueña; es la madre de la fantasía de los dioses. Posee la segunda visión, las alas que le permiten volar hacia el infinito del deseo y de la imaginación... Los dioses son como los hombres; nacen y mueren sobre el pecho de una mujer.... "*Jules Michelet*"

A mis primos por la unión tan especial que hay entre nuestras familias, por las cosas compartidas y por compartir.

A mis amigos: Serafín, Cesar, Fausto, Jhonisel, Eduardo, Carlos, Héctor, Alejandro, Ricardo, Tereso, Sotero y aquellos amigos de infancia y juventud, por todas esas vivencias que encierra una amistad.

Al personal del Departamento de Producción Animal por su amistad, en especial a Juanita, Chayito, Lety y Ernesto.

COMPENDIO

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA Y LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESPECTROSCOPIA DE REFLECCIÓN INFRA-ROJA EN HECES, EN VACAS LACTANTES, BAJO CONDICIONES COMERCIALES EN AGOSTADERO

POR

MIGUEL ÁNGEL BAUTISTA HERNÁNDEZ

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. OCTUBRE 2002.**

M. Sc. Ricardo Nicolás Silva Cerrón - Asesor -

Palabras clave: Suplementación proteica, ganancia de peso, condición corporal, proteica cruda, materia orgánica digestible, sistema de espectroscopia de reflexión infrarroja, vacas lactantes.

Se evaluó el efecto de la suplementación proteica en vacas lactantes en la época de invierno en el agostadero, y se analizaron las heces en condiciones de rancho por medio del sistema de espectroscopia de reflexión infra-roja (NIRS, por sus siglas en ingles). Se utilizaron 24 vacas lactantes, 12 vacas para testigo (Gt) y las otras 12 para el tratamiento (GT), al GT se le

proporciono un suplemento con un nivel de proteína del 32 por ciento, en un periodo de 85 días. El procedimiento estadístico fue un análisis de varianza (ANVA) para las variables ganancia de peso (Gp), condición corporal CC, proteína cruda (PC), y materia orgánica digestible (MOD). Además un análisis de factores (AF) utilizando las variables anteriores y se añadió nitrógeno fecal (FN) y fósforo fecal (FP) a este análisis.

El consumo de suplemento del GT fue de 455 gr en base seca (1.3 kg en base húmeda). Al realizar un ANVA para Gp y utilizar peso inicial como covariable, se encontró una diferencia estadística significativa entre GT y Gt ($P < .061$), al presentarse una Gp del GT de 5 kg, mientras Gt perdió 13 kg. CC no muestra una diferencia significativa ($P > .10$). PC no mostró diferencia estadística entre tratamientos para la variable PC. La MOD de los tratamientos muestra una diferencia significativa al ($P < 0.005$), en promedio la MOD de GT y Gt son 57 y 55.8 por ciento.

En el análisis de factores (AF), los primeros tres factores explican el 73.83 por ciento de la varianza total. El F1 explica el 35.71 por ciento de la varianza total y las variables que lo explican son periodo de muestreo (PM), MOD, FN y FP. El F2 contiene el 22.61 por ciento de la varianza total, y explica la relación negativa entre T y CA. El F3 explica el 14.54 por ciento de la varianza total, donde las variables que interactúan son PC y FN.

ABSTRACT

EVALUATING PROTEIN SUPPLEMENTATION EFFECTS AND THE USE OF NEAR-INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY OF FECES IN RANGELAND BEEF LACTATING COWS UNDER RANCH CONDITIONS.

By

Miguel Ángel Bautista Hernández

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA SALTILLO COAHUILA MÉXICO. OCTOBER 2002.

M.S. Ricardo Nicolas Silva Cerron -Advisor-

Key words: Supplementary feeding, Protein, body weight gain, body condition, lactating beef cows, Digestibility Organic Matter, Infrared Spectroscopy.

Protein supplementation in Mexican rangeland crossbred beef lactating cows during winter under ranch conditions and Near-Infrared reflectance spectroscopy (NIRS) of their fecal samples grazing native forage was performed. Twenty-four crossbred beef cows were used, 12 for control and 12 for treatment. Treatment consisted of a 32 percent protein supplement under

restricted consumption and NIRS for fecal monitoring of forage diet quality was utilized in both control and treatment cows for 85 days during winter (January – April). Statistical procedures were done through ANOVA and Multivariate Analysis for parameters body weight gain, body condition score, crude protein and digestible organic matter of forage consumed by the control and treatment groups. Fecal Nitrogen and Fecal Phosphorus ,ecological measures reported by NIRS were only analyzed by factor Analysis. Results show that consumption of the supplement by the treatment group was estimated at 1.3 kg as fed equivalent to .455 kg dry matter. For body weight gain and having initial weight as a co variable, a significant difference was found ($p < .061$). The control group lost 13 kg while the treatment gained 5 kg during the trial. There was no significant difference ($p > .10$) in body condition score. Fecal samples monitored through NIRS showed no significant difference for crude protein content between treatment, 5.13 and control 5.21 percent . But for Digestible Organic Matter significant difference ($p < .005$) was found for the treatment group with 57 percent compared to 55.8 for the control.

Factor Analysis explains 73.84 percent of total variance. Factor one composed of sampling date, Digestible Organic Matter, Fecal Nitrogen and Fecal Phosphorus explains 35.71 percent of the total variability. Factor two which includes Treatment and stocking rate explained 22.61 of total variability. Factor three that includes Crude Protein and Fecal Nitrogen explained 15.52 of total variability.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
I.- INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	4
II.- REVISIÓN DE LITERUTURA	5
Suplementación.....	5
Suplementación proteica.....	7
Valor biológico de la proteína del suplemento.....	13
Concentración de proteína en el suplemento.....	14
Efecto de la suplementación proteica en vacas lactantes.....	17
Condición corporal (CC) y la importancia de ésta en vacas lactantes.....	20
Efecto de la carga animal en la productividad del ganado en el agostadero.....	24
Sistema de espectroscopia de reflexión infrarroja (NIRS) una manera de predecir el valor nutritivo del forraje.....	27
Procedimiento de análisis.....	33
Utilización del NIRS.....	34
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	39
Descripción del área de estudio.....	39

Ubicación Geográfica.....	39
Clima.....	40
Condiciones climáticas prevalecientes durante la investigación.....	41
Tipo de suelo.....	41
Vegetación.....	42
Características del rancho utilizado.....	44
Caracterización del sistema de producción.....	44
Materiales.....	45
Características de animales utilizados.....	45
Composición del suplemento proporcionado a los animales.....	45
Metodología.....	46
Selección de animales.....	46
Suplemento proteico.....	47
3.3.3. Parámetros evaluados.....	47
Peso, condición corporal, proteína cruda y materia orgánica digestible de las heces.....	47
Colección de heces.....	48
Análisis de heces.....	48
Variables calculadas.....	49
Tratamientos.....	51
Procedimiento experimental.....	51

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	52
Consumo de suplemento.....	52
Respuesta animal.....	53
Ganancia de peso (Gp).....	53
Condición corporal (CC) y Cambio en la condición corporal (CCC).....	57
Valor nutritivo de la dieta.....	59
Proteína Cruda y Materia orgánica digestible.....	60
Análisis global a través de análisis de factores.....	62
V.- CONCLUSIONES.....	71
VI.- RESUMEN.....	72
VII.- LITERATURA CITADA.....	75
VIII.- APÉNDICE A.....	85
APÉNDICE B.....	91
APÉNDICE C.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
2.1	Composición química de ingredientes proteicos.....	14
2.2	Clasificación de los suplementos proteicos.....	16
2.3	Efecto de la condición corporal antes del parto y su subsecuente efecto en el comportamiento reproductivo.....	23
2.4	Proteína cruda y materia orgánica digestibles de muestras de toretes fistulados y de heces fecales a través de química húmeda y NIRS.....	31
3.1	Condiciones meteorológicas prevalecientes durante el periodo de investigación.....	41
3.2	Especies vegetales presentes en los potreros.....	43
3.3	Composición del suplemento utilizado.....	46
3.4	Comparación de la estimación y el análisis del suplemento.....	46
4.1	Resultados de los análisis estadísticos de las variables respuesta animal.....	52
4.2	Análisis de heces.....	59
4.3	Análisis de varianza para proteína cruda y materia orgánica digestible.....	60
4.4	Coeficientes de correlación las variables con los tres primeros factores.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Comparación de la proteína de las plantas del agostadero.....	9
2.2	Cambios en la digestibilidad de las plantas del agostadero.....	10
2.3	Relación entre el consumo relativo de materia seca y el contenido de proteína cruda (Mathis S/F).....	11
2.4	Efecto de la cantidad del suplemento proteico en el forraje de baja calidad Lyons <i>et al.</i> , (S/F).....	12
2.5	Pruebas de laboratorio contra NIRS en Plantas C ⁴ para proteína cruda.....	31
2.6	Pruebas de laboratorio contra NIRS en plantas C ⁴ , para materia orgánica digestible.....	32
2.7	Calidad de la dieta de pastizales de Garfield Co. MT, USA.....	33
3.1	Localización geográfica del rancho “La Salada”.....	39
4.1	Comparación de la ganancia de peso promedio entre tratamientos.....	54
4.2	Comparación de la ganancia de peso entre tratamientos.....	54
4.3	Comparación de MOD promedio entre Tratamientos.....	61
4.4	Comparación de Gp y MOD del tratamiento a lo largo del periodo de investigación.....	62
4.5	Distribución de los periodos de muestreo en el espacio generado por el factor 1 y el valor de MOD%.....	65

- 4.6** Cambios en la digestibilidad de la materia orgánica durante la investigación.....
- 4.7** Distribución de los periodos de muestreo en el espacio generado por el factor 3 y el valor de PC %.....
- 4.8** Cambios en la proteína cruda durante la investigación.....

I.- INTRODUCCIÓN

La ganadería de nuestro país representa una de las actividades más importantes del sector agropecuario, debido a la contribución a la balanza comercial de México, donde la venta de becerros al extranjero es el principal rubro. Ochoa, (2002) hace referencia a que en México se ha estimado que existen 1.4 millones de ranchos con una cosecha anual de 4.4 millones de becerros, de los cuales 1.4 millones son exportados anualmente a los Estados Unidos de Norte América. La mayoría de estos ranchos se encuentran localizados en la región árida y semiárida del país.

El Estado de Coahuila comprende parte de la región árida y semiárida de México. La ganadería de este Estado cuenta con un total de 419, 024 cabezas de ganado productor de carne al presente año, está se caracteriza por desarrollar el sistema de producción vaca-becerro, el cual por las circunstancias del medio se ligo de una manera natural y necesaria al mercado Americano. En el pasado ciclo de exportación que comprende del primero de Septiembre al 31 de Agosto del 2000, el Estado participo con el 6.5 por ciento (91,000.00 cabezas de becerro) del total de las exportaciones nacionales (SAGARPA, 2002).

Dadas las condiciones que predominan en esta región, es común que en el transcurso del año y especialmente en el invierno las especies nativas como zacate rizado *Panicum halli*, banderita *Bouteloua curtipendula*, navajita *B. gracilis*, navajita velluda *B. hirsuta*, navajita roja *B. trifida*, tempranero *Setaria macrostachya*, escobilla *Leptoloma cognatum*, gigante *Leptochloa dubia*, toboso *Hilaria mutica* y punta blanca *Trichachne californica*, presenten variación estacional en cuanto a calidad nutritiva y producción de materia seca, además del sobre pastoreo que presentan los agostaderos de esta región y la intensa sequía que a afectado en la última década y que en este año tan solo en el periodo de Enero a Mayo la Comisión Nacional del Agua reporta 124 mm de lluvia cuando el promedio es de 144 mm para dicha región, provocando que los índices productivos como la cantidad de kg de becerro producido por vaca por año se vean reducidos. En la región el promedio de becerros destetados es de 65 por ciento, así como el peso promedio de destete varía entre 150 - 180 kg por becerro y el porcentaje de preñez estatal es de 57 por ciento cuando el porcentaje de preñez debe de ser superior al 60 por ciento, los intervalos entre partos son entre 500 a 550 días. Provocando que la ganancia económica disminuya (Oliver, 2002).

Una alternativa para incrementar los ingresos y por ende mejorar los índices productivos de los hatos ganaderos, es a través de proporcionar suplementos de un alto valor biológico en cuanto a proteína o energía (Bodine *et al.*, 2000).

La suplementación proteica es una practica primordial en la época de invierno debido a que induce a los animales a incrementar el consumo voluntario de forraje (materia seca) en la época de invierno, donde los forrajes presentan valores inferiores al 7 por ciento de proteína cruda y la disponibilidad de este es menor, ayudando al ganado a mantener o mejorar en cantidad y calidad la materia seca consumida.

Por otro lado existe una gran limitante tanto para el ganadero y consultores, para el manejo nutricional de los animales en pastoreo, al no tener una herramienta que facilite la predicción de la calidad del forraje (proteína y materia orgánica digestible) consumido por el animal en condiciones de agostadero. Sin embargo, en el fin del siglo pasado se desarrollo un avance de la tecnología de espectroscopia de reflexión infra-roja (NIRS, por sus siglas en ingles), haciendo posible detectar a nivel de heces productos de la digestión y de esta manera relacionarlos con la cantidad de proteína cruda y materia orgánica digestible de la dieta del animal. Eilers (2002), señala que una investigación hecha entre productores donde se pretendió evaluar el impacto económico de la técnica del NIRS para la predicción del valor nutritivo del forraje a partir de las heces, respondieron que redujo el costo de la suplementación, aumento en la tasa de concepción y incremento en el peso al destete. Steffen (2001), Dale y Jolley, (2001) y Gardner y Neel (2000), consultores del departamento de agricultura de U.S.A. en los estados de California, Dakota y Louisiana, mencionan que los productores que utilizan el NIRS han aumentado la rentabilidad económica en un 64 por ciento. En la

actualidad el NIRS es utilizado en forma cotidiana por los productores de 42 estados de Estados Unidos de Norte América, mientras que en el extranjero se han establecido laboratorios en Australia y cinco países de África. Haciendo uso tanto de la suplementación como del sistema NIRS para predecir la calidad del pastizal, permitirán mejorar la productividad de la ganadería del norte del estado de Coahuila.

Considerando estos antecedentes el objetivo planteado en la presente investigación es:

Determinar el efecto de la suplementación proteica en vacas lactantes en la época de invierno en el agostadero, y analizar el efecto asociativo a través de las heces (perfil nutricional del agostadero) en condiciones de rancho por medio del sistema de espectroscopia de reflexión infra-roja (NIRS) en el norte de México.

El objetivo anterior es manejado bajo las siguientes hipótesis:

- a) La suplementación de vacas lactantes en el periodo de invierno mantienen o incrementan de peso.
- b) El sistema de espectroscopia de reflexión infra-roja (NIRS) permite determinar el perfil nutricional del agostadero.

actualidad el NIRS es utilizado en forma cotidiana por los productores de 42 estados de Estados Unidos de Norte América, mientras que en el extranjero se han establecido laboratorios en Australia y cinco países de África. Haciendo uso tanto de la suplementación como del sistema NIRS para predecir la calidad del pastizal, permitirán mejorar la productividad de la ganadería del norte del estado de Coahuila.

Considerando estos antecedentes el objetivo planteado en la presente investigación es:

Determinar el efecto de la suplementación proteica en vacas lactantes en la época de invierno en el agostadero, y analizar el efecto asociativo a través de las heces (perfil nutricional del agostadero) en condiciones de rancho por medio del sistema de espectroscopia de reflexión infra-roja (NIRS) en el norte de México.

El objetivo anterior es manejado bajo las siguientes hipótesis:

- a) La suplementación de vacas lactantes en el periodo de invierno mantienen o incrementan de peso.
- b) El sistema de espectroscopia de reflexión infra-roja (NIRS) permite determinar el perfil nutricional del agostadero.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

Suplementación

Cuando las condiciones climáticas limitan la producción y calidad del forraje en el agostadero en épocas bien definidas, se crea la necesidad de establecer un programa de suplementación (DelCurto *et al.*, 2000; Hess *et al.*, 1998).

Huston *et al.*, (1993) mencionan que a consecuencia de la variación en el valor nutritivo del forraje consumido por los animales existe una alteración en la calidad de la dieta dependiendo de la estación del año, si bien, normalmente en la época de crecimiento del pasto éste satisface los requerimientos nutricionales de los animales en lo que respecta a proteína y energía, en las estaciones de otoño e invierno los nutrientes proporcionados por el forraje disponible son insuficientes en las regiones áridas y semiáridas.

Otro factor que trae como consecuencia la suplementación es el inadecuado manejo de los agostaderos, que en la mayoría de las veces, se pastorean con carga animal superior a su capacidad de carga. Lo cual promueve el debilitamiento de las plantas forrajeras.

El sobre pastoreo conduce a la disminución en la producción de forraje y por ende en los índices productivos del ganado que pastorea esos agostaderos (Ortega y Gonzáles, 2000).

El procedimiento común para proporcionar al ganado los nutrientes deficientes en el agostadero y mantener los niveles de producción es a través de proporcionar un suplemento (Bodine *et al.*, 2000).

DelCurto *et al.*, (1990) y Eng (2001), señalan que suplementar permite minimizar las pérdidas de condición corporal del ganado en el agostadero en la época de invierno.

La suplementación alimenticia, es una practica de manejo que implica interacciones entre el ganado, medio ambiente y forraje. Ésta se define como un aporte extra de nutrientes cuando los forrajes disponibles no satisfacen los requerimientos nutricionales del ganado, y así obtener niveles adecuados de producción, o bien, se puede definir como el proporcionar pequeñas cantidades de concentrado para que el ganado pueda eficientar la utilización de forraje del agostadero (Caton and Dhuyvetter, 1997; García y López, 1995).

Suplementación proteica

El fin de una suplementación proteica es mantener o aumentar el consumo de materia seca, lo que depende básicamente del estado fenológico de las especies vegetales presentes en el agostadero y de la cantidad de suplemento (Zea y Díaz, 2000).

Zea y Díaz (2000); Head *et al.*, (2001) señalan que una de las finalidades de los productores de ganado es satisfacer las necesidades nutritivas de los animales en pastoreo con el forraje disponible en el agostadero para minimizar los costos de producción. Sin embargo, en ciertas estaciones del año, la disminución en el crecimiento, la caída en cantidad y calidad del forraje se vuelven limitantes para la producción óptima del ganado por lo que éste requiere ser suplementado.

El tipo y cantidad de suplemento requerido puede variar debido a las condiciones climáticas, cantidad y calidad del forraje. Las explotaciones exitosas de vaca – becerro, determinan el valor nutritivo del agostadero, necesidades nutricionales del ganado y metas de producción para determinar el tipo de suplemento a utilizar.

Entre los nutrientes que el animal requiere para satisfacer los requerimientos de las diferentes funciones fisiológicas, se pueden mencionar la proteína, energía, minerales y vitaminas. Los nutrientes son requeridos en

diferentes cantidades dependiendo de la especie animal y estado fisiológico (López y García, 2000).

La proteína es considerada en la mayoría de las dietas a base de forraje, como el nutriente limitante. Se considera el segundo nutriente en cuanto a cantidad requerida por el animal, solo después de la energía. La proteína es el segundo nutriente más demandado para la reproducción y lactación, también es el principal constituyente del músculo, pelo, piel y otros tejidos de los animales (García y López, 1995).

La sequía no se establece de la noche a la mañana sino en etapas progresivas donde se comienza a notar la presencia de forraje seco en el agostadero, y los animales comienzan a presentar deficiencia en proteína y otros nutrientes. Continúa con una restricción en la disponibilidad de forraje presentándose una severa deficiencia de proteína, energía, vitaminas y minerales (Mathis *et al.*, 2000).

DelCurto *et al.*, (2000) concuerdan en que los nutrientes limitantes cuando el pasto se encuentra maduro y seco son energía, proteína, vitaminas y minerales.

Head *et al.*, (2001), mencionan que los niveles de proteína más bajos en el forraje se presentan en la época de invierno y los más altos en primavera.

Lyons et al., (S/F) reportan los cambios en los niveles de proteína, digestibilidad de los pastos y herbáceas de los pastizales de las zonas áridas del sur de Estados Unidos a lo largo del año (Figuras 2.1 y 2.2).

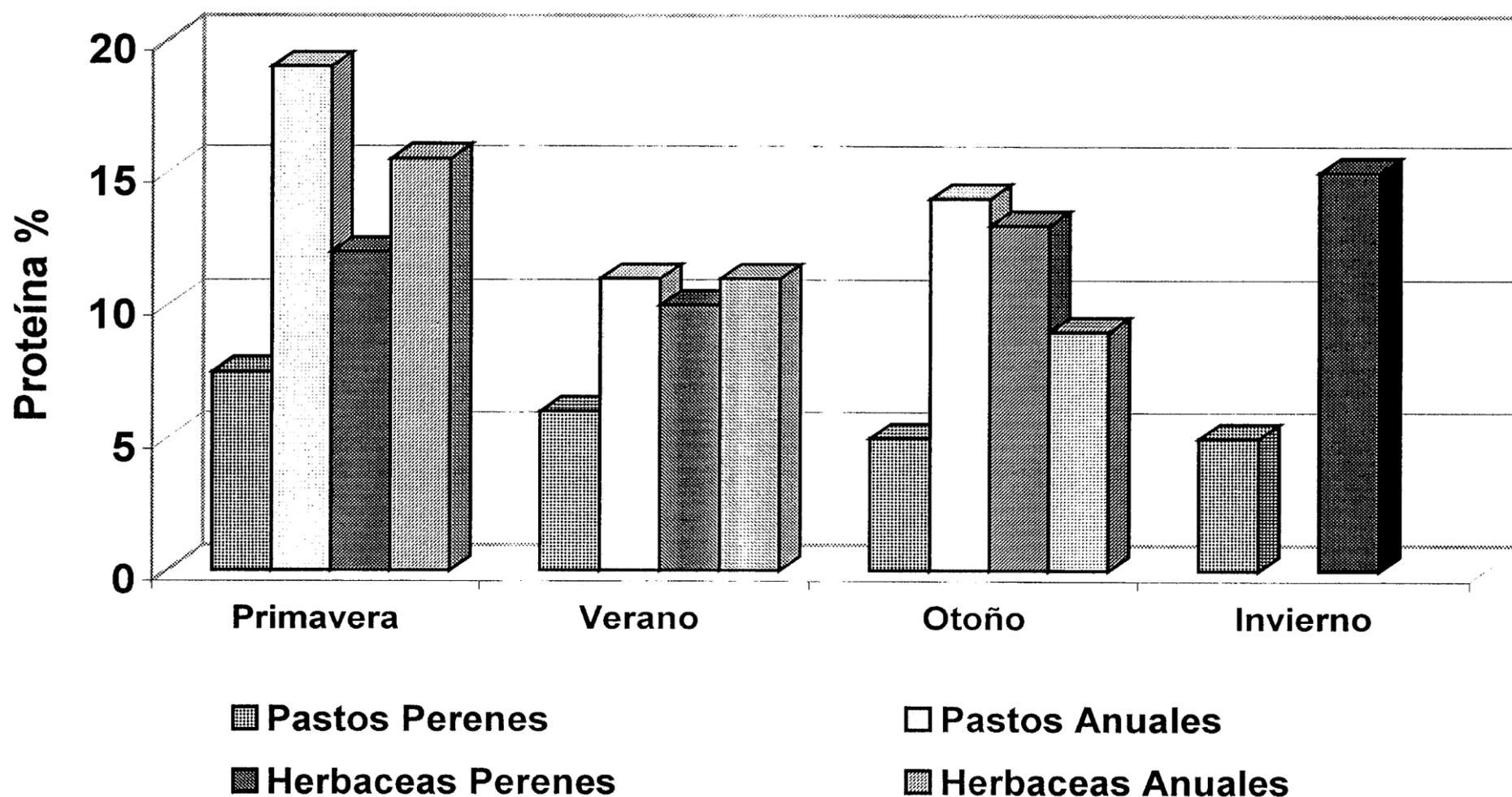


Figura 2.1 Comparación de la proteína de las plantas del agostadero.

El síntoma más común en los animales de que existe una deficiencia de proteína, es una reducción en el consumo voluntario de forraje lo cual acarrea indirectamente que el animal no satisfaga sus requerimientos nutritivos para mantenimiento y producción (Marston y Lusby, 1995; Junkins *et al.*, 1985).

La suplementación de proteína debe ser una practica de manejo para la mayoría de los productores de zonas áridas, ya que esta permitiría reducir las perdidas de condición corporal en la época de invierno (Patterson *et al.*, 1999).

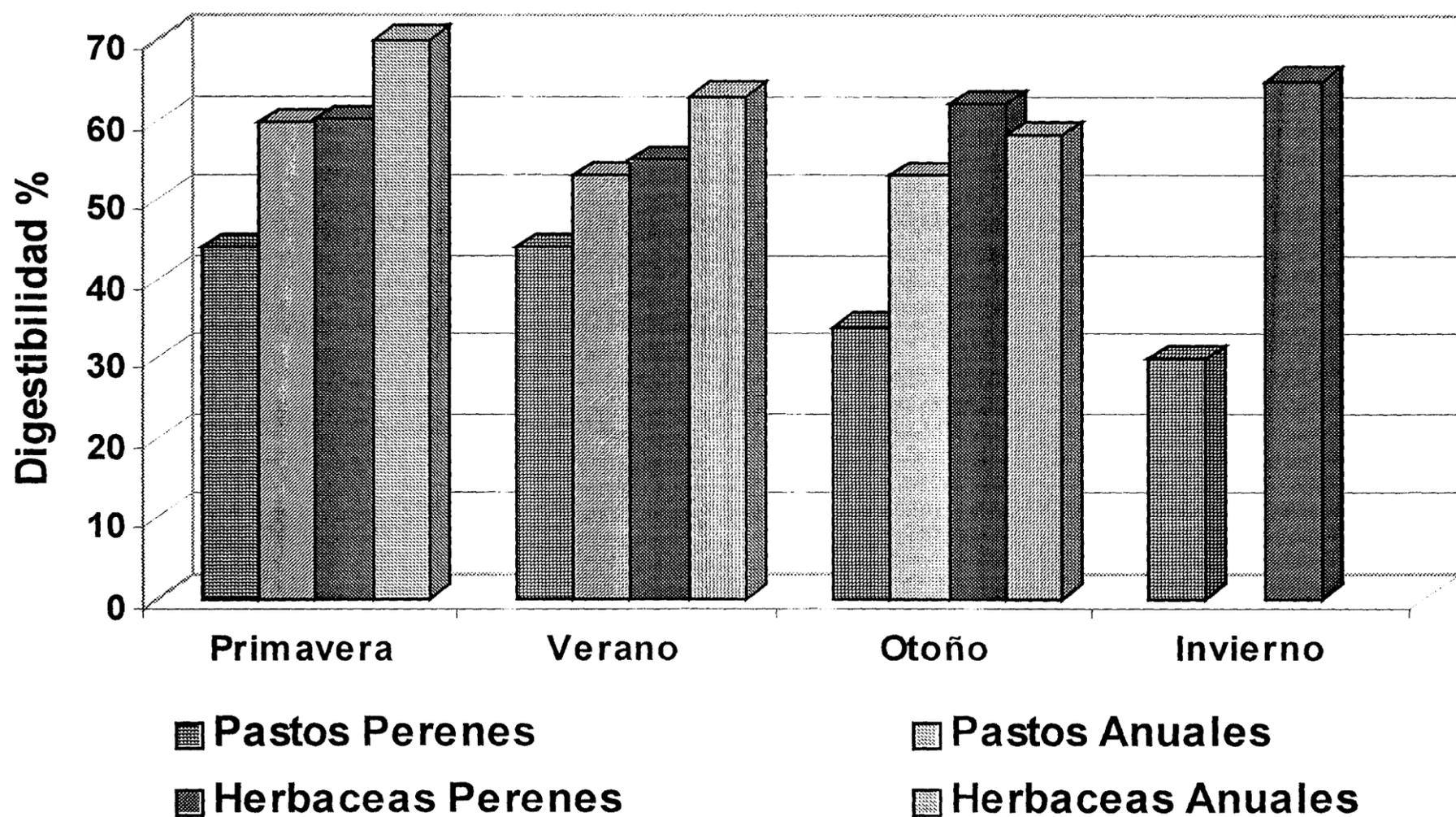


Figura 2.2 Cambios en la digestibilidad de las plantas del agostadero.

El ganado que pastorea en los agostaderos que tienen forrajes toscos con valores nutritivos de proteína cruda (PC) entre 6 y 8 por ciento, muestran una respuesta positiva a la suplementación proteica en el periodo de invierno. Ya que ésta permite mantener la condición corporal, además de ayudar a mejorar la eficiencia reproductiva y pesos al destete (DelCurto *et al.*, 1990).

Junkins *et al.*, (1987) y Pitts *et al.*, (1992) refieren que estudios realizados donde se utilizaron suplementos proteicos en la época de invierno, se observaron mejores respuestas en los animales suplementados que en los no suplementados, ya que los animales suplementados ganaron en promedio 20 kilogramos mientras que el testigo perdió en promedio 3 kilogramos.

Delgado, (2001); Hungate, (1982); Owens y Goetsch, (1988); Mertens, (1994), Mathis, (S/F) señalan que las respuestas positivas a la suplementación proteica en el ganado se observan en la mejoría de los parámetros productivos como incremento de peso, condición corporal y reproductivos. Lo cual es consecuencia del aumento en el consumo de forraje, como resultado del incremento en la digestibilidad del forraje ver Figura 2.1.

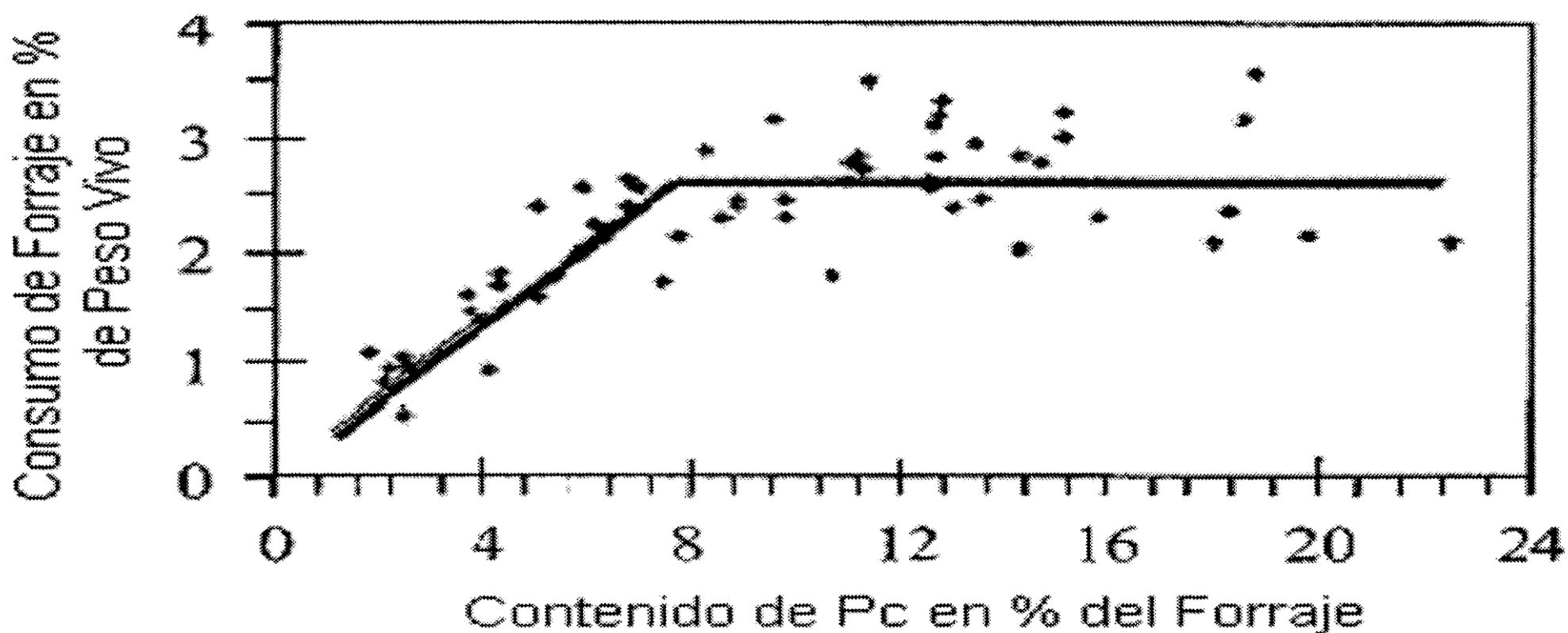


Figura 2.3 Relación entre el consumo relativo de materia seca y el contenido de proteína cruda del forraje Fuente: Mathis, (S/F).

Lyons *et al.* (S/F), mencionan que niveles de proteína cruda del forraje menores del 6 a 8 por ciento generalmente reducen el consumo. Esta reducción parece estar asociada al decremento de la actividad microbiana del rumen, lo que reduce la digestibilidad y aumenta el tiempo que el forraje permanece en el rumen. Con dietas bajas en proteína, la suplementación proteica aumenta el consumo hasta el punto que cantidad de suplemento puede empezar a sustituir el consumo de forraje (Figura 2.4.).

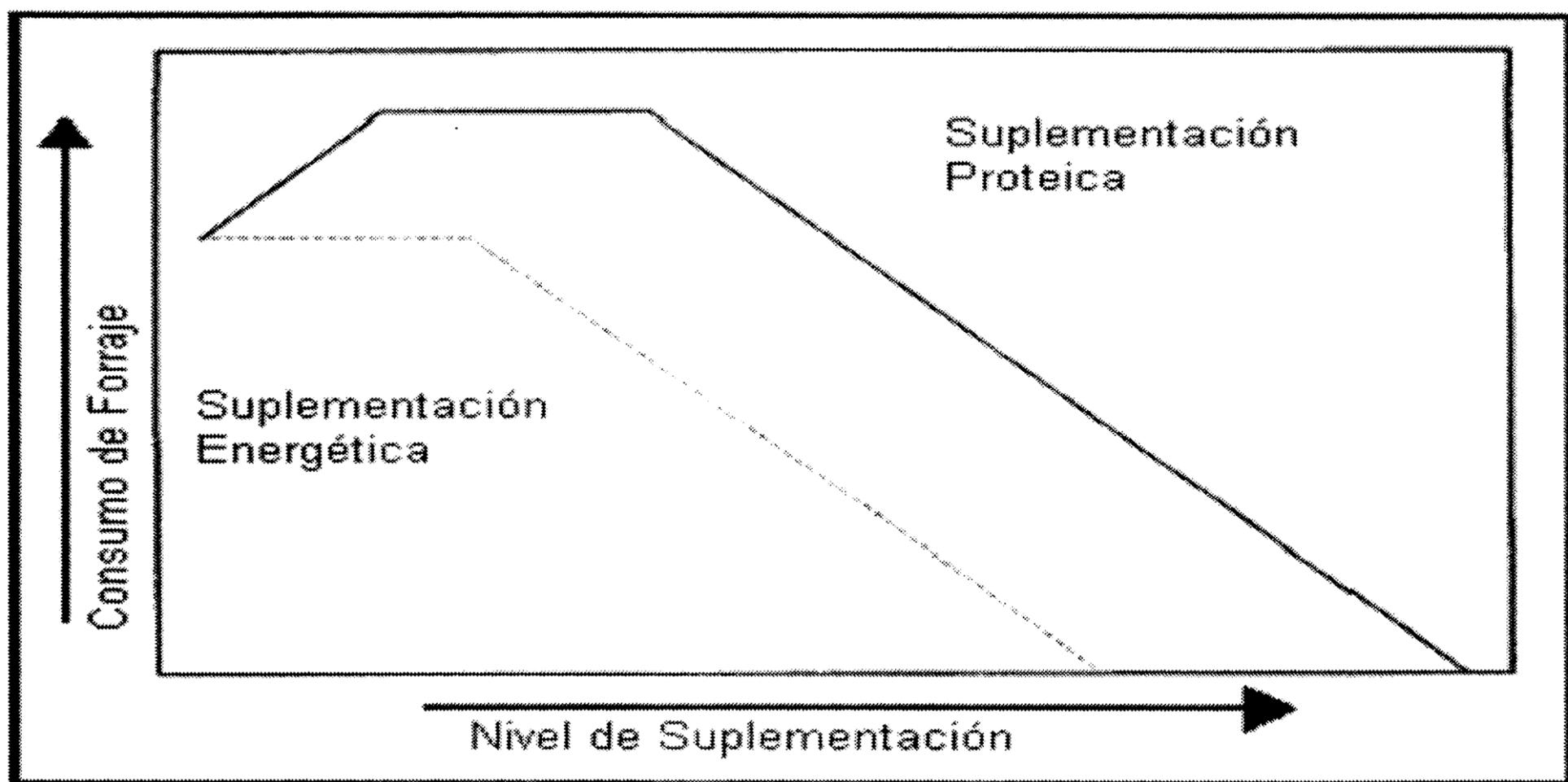


Figura 2.4 Efecto de la cantidad del suplemento proteico en el forraje de baja calidad Lyons *et al.*, (S/F).

La digestibilidad de materia seca se incrementa debido a la proteína del suplemento, aumentando la disponibilidad del amoníaco (NH_3) ya que el Nitrógeno de la proteína del suplemento promueve la fermentación ruminal a consecuencia de que ya no hay una deficiencia de NH_3 para que los microorganismos actúen sobre los forrajes (Beaty *et al.*, 1994).

Mathis, (S/F); Zea y Días, (2000) señalan que dentro de los factores más importantes que limitan el consumo voluntario de forrajes son la capacidad del rumen y la rapidez con que el contenido digestivo lo abandona (tasa de paso del alimento). Consecuentemente, la velocidad de digestión determina lo que un animal puede comer. Para ganado de carne la digestibilidad es el factor que más influye en el consumo voluntario de forraje, de modo que la relación entre

digestibilidad y consumo es lineal hasta que el valor de la digestibilidad alcanza valores del 80 por ciento.

Caton *et al.*, (1997); Mathis *et al.*, (2000) reportan que el ganado incrementa el consumo de forraje en la época de invierno cuando el forraje contiene menos de 8 por ciento de proteína después de recibir un suplemento proteico.

Valor biológico de la proteína del suplemento

DelCurto, (2000) hace referencia a que se han evaluado diferentes ingredientes clasificados por los nutriólogos como proteicos, los cuales son utilizados como fuentes proteicas en la elaboración de suplementos. Los ingredientes manejados para este fin son los que se utilizan en la industria aceitera, como la semilla de algodón, soya y canola, o bien los subproductos de estas como pasta de soya y harinolina. Estas fuentes de proteínas tienen concentraciones superiores al 40 por ciento de proteína cruda (Cuadro 2.1).

La utilización de ingredientes con un alto contenido proteico y de alto valor biológico como lo es la harinolina, pasta de soya, canola, semilla de algodón y alfalfa en la suplementación animal en el agostadero, han demostrado tener efectos positivos en la suplementación de proteína (Anderson *et al.*, 1988; Bodine *et al.*, 2000; Hess *et al.*, 1998; Hunt *et al.*, 1989; Huston *et al.*, 1993).

Cuadro 2.1 Composición química de ingredientes proteicos.

Ingrediente Proteico	Pc %	DIP %	UIP %	TND %	EM Mcal/Kg
Canola	20.5	67.9	32.1	69.0	3.28
Granos de Cervecería	26.0	40.9	59.1	70.0	2.49
Gluten de Maíz	46.8	38.1	61.9	84.0	3.04
S. de Algodón	23.0	69.56	30.44	95.0	3.43
Harinolina	46.1	57.0	43.0	75.0	2.71
Soya	49.9	65.0	35.0	87.0	3.15
Pasta de soya	52.9	80.0	20.0	84.0	3.04
Urea	291	100	0.00	0.00	0.00
Alfalfa	19.0	86.0	14.0	64.0	2.31

Fuente: NRC, 2000.

Concentración de proteína en el suplemento

En los programas comerciales vaca-becerro donde los requerimientos de proteína de las vacas lactantes normalmente no son cubiertos por el forraje producido por las especies vegetales presentes en el agostadero en invierno se hace necesario proporcionar una suplementación proteica. La cantidad, nivel y momento de comenzar la suplementación dependerá de la deficiencia de las especies vegetales presentes en el agostadero, condición corporal del ganado, época de partos, nivel de producción de leche, raza, unidades animal por hectárea, clima y costo económico del suplemento proteico deben ser tomados en cuenta. Para determinar la concentración óptima de proteína se han evaluado diferentes concentraciones de proteína, sin embargo las repuestas a la suplementación a diferentes niveles han sido inconstantes (DelCurto *et al.*, 2000; Guameros, 2000; Kunkle *et al.*, 1997; López y Gracia, 2000; Zea y Díaz, 2000).

La cantidad de proteína en el suplemento debe estar en equilibrio con la energía, ya que si la proteína está en exceso comparada con el nivel de energía requerida por el animal éste utilizará la proteína como fuente de energía, lo cual hace suplementar energía a un costo muy alto (Herd y Sprott, 1996; Owens y Zinn, 1998).

Cravey (1994), aconseja la utilización de suplementos que contengan un 25 a 38 por ciento de proteína cruda a base de harinolina o soya, lo cual dependerá del valor nutritivo de las especies presentes en el agostadero.

DelCurto *et al.*, (1990) sugieren utilizar una concentración de 26 a 30 por ciento de proteína cruda en el suplemento, para que los animales muestren una respuesta adecuada. Sunvold *et al.* (1991), proponen utilizar 20 por ciento de proteína ya que con esta cantidad se mejora el consumo de forraje. Mathis (S/F), menciona que hay efecto con una concentración del 30 por ciento de proteína en la suplementación del ganado.

Mientras que algunas otras investigaciones refieren que el contenido de proteína en los suplementos debe ser 30 por ciento o más, sobre todo con forrajes que presentan menos de 7 por ciento de proteína cruda, ya que los suplementos que contienen menos de 30 por ciento de proteína y se utilizan en éstas condiciones la respuesta de los animales es menor (Mathis, S/F).

Beaty *et al.*, (1994) en un estudio donde se utilizaron 128 vacas donde se evaluó el efecto de cuatro diferentes niveles de suplementación proteica 10, 20, 30 y 40 por ciento, se encontró que cuando el ganado fue suplementado con niveles del 30 por ciento fueron las mejores respuestas ya que con este nivel de concentración de proteína la digestibilidad de la materia orgánica se maximizó.

DelCurto *et al.*, (1990) hace una clasificación de la suplementación de acuerdo a la concentración de la proteína cruda en el suplemento (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Clasificación de los suplementos proteicos.

Nivel de Proteína en el Suplemento	%
Bajo	13.5
Moderado	25.0
Alto	39.0

La cantidad de proteína en el suplemento que se proporcione a las vacas lactantes, dependerá de la Condición corporal, etapa de lactación, nivel de producción de leche, tensiones medioambientales y lo más importante, el valor nutritivo del forraje. De éste último depende en mayor proporción la concentración de proteína en el suplemento (Kunkle *et al.*, 1997; Neumann, 1989).

Efecto de la suplementación proteica en vacas lactantes

El periodo que comprende 90 días después del parto y 30 días antes de éste, es el más crítico de todo el año para la vaca destinada a la obtención de carne desde el punto de vista nutricional. NRC (1996), menciona que las necesidades proteicas y energéticas de las vacas lactantes son casi el doble que el de las vacas secas.

Todos los requerimientos nutricionales aumentan con la lactancia, ya que los componentes de la leche se adquieren de la vía sanguínea y se sintetizan en la glándula mamaria y, por lo tanto, se derivan de los tejidos del animal y es necesario tener presente que los nutrientes que utilizan las vacas para esta función, son digeridos a partir del forraje disponible en el agostadero (Church y Pond, 1996).

Por lo anterior es común que las vacas lactantes no ingieran los niveles adecuados de proteína y energía por sí solas, por lo que es necesario proporcionar suplementos para que obtengan los nutrientes adicionales. Después del parto hay un periodo de 4 a 5 meses en el que las necesidades nutritivas aumentan debido a las demandas adicionales para la lactancia y recría (Neumann, 1989).

Neumann, (1989) menciona que la lactancia trae como consecuencia mayores condiciones adversas por la falta de nutrientes en los animales

maduros que en cualquier otra etapa de producción, y si se le adjunta la actividad necesaria para consumir el forraje en el agostadero, esto complica aun más la situación.

Church y Pond, (1996) señalan que durante la lactancia, los requerimientos nutricionales aumentan en forma considerable. Si las vacas se encuentran subalimentadas la producción de leche disminuirá marcadamente.

AFRC, (1996); Bondi, (1988) mencionan que para que la producción de leche se mantenga en un nivel adecuado, resulta esencial que la vaca pueda consumir las cantidades necesarias de proteína y si esto no sucede, gradualmente el consumo voluntario disminuirá, consecuentemente, se presentaran problemas de perdida de peso, condición corporal y problemas al momento de querer preñar de nueva cuenta a las vacas.

McDonald *et al.*, (1988) señalan que las vacas de mayor edad suelen producir mayor cantidad de leche que las vacas jóvenes; y que las necesidades de proteína para la producción de leche dependerán del peso de las vacas, producción de leche y sus cambios en el peso. Estos factores marcan las necesidades energéticas y por lo tanto la demanda de proteínas de los microorganismos del rumen.

Pritchard y Males, (1982) destacan la importancia de proporcionar suplemento proteico a las vacas lactantes en la época de invierno en las regiones donde el valor nutritivo del forraje es pobre.

Las condiciones del forraje en el invierno difícilmente pueden cubrir las necesidades nutritivas de las vacas lactantes, por lo que se recomienda proporcionar suplementos proteicos o bien del nutriente deficiente a las vacas lactantes (Adams, 1985; Neumann, 1989).

El proporcionar suplementos proteicos a vacas lactantes mejora considerablemente la utilización de forrajes de mala calidad ya que la proteína estimula el consumo voluntario de forraje y esto ayuda a que la vaca produzca mayor cantidad de leche para su becerro (De los Santos, 2000; Herd y Sprott, 1996).

Triplett *et al.* (1995) reportan los resultados de un estudio con 115 vacas lactantes, las cuales fueron suplementadas, encontrando que las vacas que se les proporciona suplementos proteicos presentan una mayor producción 1.3 kilogramos de leche diaria lo cual se ve reflejado en los pesos de los becerros destetados (105 a 95 kilogramos), y no hay cambios en la condición corporal de las vacas lactantes.

Bellows y Thomas, (1976) concluyen que la suplementación en la época de invierno a las vacas lactantes, les ayuda a mantener la condición corporal y amamantan por más tiempo a sus crías.

Berzaghi *et al.*, (1996); Bowman y Sowell, (1997); Church y Santos (1981); Fleck *et al.*,(1988) señalan que al suplementar proteína a la dieta que consumen los animales en pastoreo se incrementa la digestibilidad del forraje y por ende el consumo de forraje, permitiendo que las vacas lactantes no pierdan condición corporal en el invierno.

Condición corporal (CC) y la importancia de ésta en vacas lactantes

La calificación de condición corporal es un sistema de puntuación que permite, evaluar la cantidad de grasa presente en diferentes partes del cuerpo del animal, tomando en cuenta que hay una relación en la CC y la cantidad total de grasa en el cuerpo. Y probablemente lo más importante refleja el estado que guardan las reservas energéticas corporales del animal en sus distintas etapas del ciclo productivo (Dorantes, 2002).

Corah *et al.*, (1991); Hammack y Ronald (S/F); Lyons y Machen, (S/F) coinciden en que la condición corporal es una estimación relativa de la gordura de los animales o composición del cuerpo de los animales y señalan que el sistema de calificación de CC que se sugiere utilizar es el propuesto por Richards *et al.*, (1986), el cual hace una clasificación del uno al nueve, donde el

de invierno a las vacas lactantes, les ayuda a mantener la condición corporal y amamantan por más tiempo a sus crías.

Berzaghi *et al.*, (1996); Bowman y Sowell, (1997); Church y Santos (1981); Fleck *et al.*, (1988) señalan que al suplementar proteína a la dieta que consumen los animales en pastoreo se incrementa la digestibilidad del forraje y por ende el consumo de forraje, permitiendo que las vacas lactantes no pierdan condición corporal en el invierno.

Condición corporal (CC) y la importancia de ésta en vacas lactantes

La calificación de condición corporal es un sistema de puntuación que permite, evaluar la cantidad de grasa presente en diferentes partes del cuerpo del animal, tomando en cuenta que hay una relación en la CC y la cantidad total de grasa en el cuerpo. Y probablemente lo más importante refleja el estado que guardan las reservas energéticas corporales del animal en sus distintas etapas del ciclo productivo (Dorantes, 2002).

Corah *et al.*, (1991); Hammack y Ronald (S/F); Lyons y Machen, (S/F) coinciden en que la condición corporal es una estimación relativa de la gordura de los animales o composición del cuerpo de los animales y señalan que el *sistema de calificación de CC que se sugiere utilizar es el propuesto por Richards et al., (1986), el cual hace una clasificación del uno al nueve, donde el*

uno corresponde a un cuerpo muy delgado y el nueve corresponde a la gordura extrema.

Lyons y Machen, (S/F) hacen referencia a que la CC es una herramienta valiosa para el manejo nutricional del ganado de carne, ya que la CC del animal se relaciona directamente con la reproducción del animal.

Maltos *et al.*, (2000) mencionan que la CC es un concepto considerado más útil que el peso vivo del animal, pues se refiere más al estado de reservas energéticas corporales de las vacas (estado de carnes) que al peso vivo del animal.

Como la CC es un indicador del estado nutricional del ganado, y este se ve afectado por dos factores cantidad y calidad de forraje. Por lo que la condición corporal es un reflejo directo de la calidad y cantidad de forraje consumido por el animal en un área y época específica del año. Permitiendo determinar a través de CC si los requerimientos nutricionales del ganado están siendo satisfechos por la vegetación presente en el agostadero.

Corah *et al.*, (1991) y Houghton *et al.*, (199) citan que el porcentaje de grasa presente en el cuerpo de la vaca en los diferentes estados fisiológicos, en especial en el estado reproductivo es un buen parámetro para evaluar su comportamiento productivo presente y futuro. En un trabajo realizado por Houghton *et al.*, (1990), con 64 vacas donde utilizaron la condición corporal

para la predicción de la composición del cuerpo posparto, encontraron que ésta tiene una relación muy estrecha entre la CC y los constituyentes del cuerpo.

El peso no es indicador de la pobre condición nutricional del animal, ya que un animal de cuerpo pequeño con excelentes carnes, puede pesar lo mismo que una vaca de cuerpo grande pero existe una diferencia en la CC de los dos animales.

La implicación de la condición corporal en las vacas de carne, es importante ya que la CC se relaciona con el anestro posparto, intervalo entre partos y producción de leche. Subsecuentemente con vigor y salud del becerro recién nacido. Un estudio donde se utilizaron 190 vacas gestantes en el cual se evaluó la CC como herramienta de manejo y predicción del comportamiento posparto muestra que utilizando ésta se optimiza el manejo de las vacas posparto (Houghton, 1990).

Madrigal *et al.*, (2001) en un estudio hecho en el estado de Nuevo León con 73 vacas Simmental, donde evaluaron el efecto de la CC posparto y la relación existente entre los días abiertos, concluyo que las vacas que tienen una condición regular, la duración del anestro postparto se redujo a 62 días. La tasa de preñez mejoró al primer servicio en 44 por ciento vía inseminación artificial y a través de monta natural un 40 por ciento.

Herd y Sport (1996), muestran resultados de 5 ensayos donde explican el efecto de la condición corporal al parto, sobre el comportamiento reproductivo posparto, donde las vacas con condiciones corporales mayores a 5 en la escala de 1 al 9 presentaron mejores respuestas reproductivas ver Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Efecto de la condición corporal antes del parto y su subsecuente efecto en el comportamiento reproductivo.

Ensayo	Condición Corporal Antes del Parto		
	4 o Menos	5	5 o Más
Ensayo 1. N° de vacas	272	364	50
% de preñes a 80 días posparto	62	88	98
Ensayo 2. N° de vacas	70	10	0
% de preñes a 60 días posparto	69	80	-
Ensayo 3. N° de vacas	25	139	23
% de preñes a 60 días posparto	24	60	87
Ensayo 4. N° de vacas	32	60	32
% de preñes a 180 días posparto	12	50	90
Ensayo 5. N° de vacas	168	274	197
% de preñes a 60 días posparto	70	90	92

Fuente: Herd y Sprrott, 1996.

Kunkle *et al.*, (1994) señalan que la variación en la CC de la vacas tiene varias implicaciones que pueden ser utilizadas en las decisiones de manejo. La cantidad de leche producida por la vaca y el consecuente peso al destete de la cría están estrechamente relacionados con la condición corporal tanto al momento del parto como durante la estación de empadre de las vacas.

La condición ideal que se debe mantener a lo largo del año en las vacas es de 5 en la escala de 1 a 9, para evitar problemas reproductivos.

La CC afecta la cantidad y tipo de suplemento demandados por las vacas en el invierno. Las vacas en CC 4 a 5 en la escala de 1 a 9, pueden perder reservas corporales y con 0.5 a 1 kilo por día de suplemento por animal con 30 a 40 por ciento de proteína cruda es suficiente para mantener la CC adecuada en la mayoría de las situaciones. En contraste vacas flacas tienen muy pocas reservas y comúnmente pueden demandar cantidades mayores a 0.5 kilos de suplemento o un suplemento iso proteico e iso energético (Kunkle *et al.*, 1997; Neumann, 1989).

Randel *et al.*, (2002) muestran los resultados de un estudio donde se evaluó la importancia de utilizar la CC como una herramienta de manejo del ganado en el Norte de México y Sur de Texas concluyendo que esta tiene efecto muy marcado sobre el comportamiento productivo del ganado.

Efecto de la carga animal en la productividad del ganado en el agostadero

Para lograr adecuados índices productivos a lo largo del año y conservar y/o mejorar los recursos presentes en el agostadero (biomasa), para poder conseguir lo anterior es importante manejar la carga animal.

La Carga Animal (CA) se puede definir como el número de unidades animal (ua) que pastorean una superficie conocida a lo largo del año y comúnmente se expresa como (hectáreas por unidades animal por año)

hectáreas/ua/año (González y Meléndez 1980, González *et al.*, 2000).

La carga animal dependerá de los requerimientos de materia seca de los animales que pastorean en el agostadero y de la disponibilidad de forraje del mismo a lo largo del año. Esto indica, que la carga animal óptima de una región puede ser muy distinta a la de otra área, ya que dependerá de la producción de forraje de cada lugar (White y Richardson, S/F).

Como ejemplo puede mencionarse que en agostaderos de zonas áridas, la carga animal o coeficiente de agostadero puede ser superior a las 30 hectárea/ua/año, mientras que en praderas perennes de áreas húmedas, 1 hectárea/ua/año puede ser la carga adecuada.

White y Troxel (S/F), mencionan que muchos ganaderos utilizan cargas superiores a la adecuada, lo cual provoca que se presente el problema del sobrepastoreo. Cuando este sobre pastoreo es continuo (a través de varios años), se deteriora la condición del pastizal y en consecuencia su producción forrajera, lo que a su vez se reflejará en menor producción animal.

Hanselka *et al.*, (2002) señalan que los ganaderos piensan que a mayor número de animales en un predio, mayores serán sus ingresos. Holechek *et al.*, (2001) reportan que la productividad de un hato se maximiza al hacer un uso moderado del recurso pastizal. La productividad a largo plazo no debe afectarse por tratar de obtener ganancias en un corto plazo.

Hanselka *et al.*, (2002) dicen que el utilizar cargas animales mayores a lo requerido puede aumentar la producción animal, permitiendo que los sistemas de producción sean más sustentables.

Ortega y González (2000), señalan que el ajustar la carga animal y mantener esta de acuerdo a los niveles de producción y utilización apropiados ayuda a mejorar la productividad animal.

La carga animal adecuada para la región de los 5 manantiales (región donde se realizó la investigación) es de 9.38 a 15.58 hectáreas (ha) por unidad animal dependiendo de la calidad del agostadero (COTECOCA, 1979).

McCollum *et al.* (1999), en un estudio realizado en Oklahoma sobre el efecto de la carga animal en la ganancia de peso y parámetros productivos de los animales muestran que al utilizar cargas animales menores (52 ha/ua) las respuestas animales son menores que en cargas mayores (90 ha/ua).

Winder *et al.* (2000), realizaron un estudio con ganado Brangus, donde evaluó el efecto de dos diferentes CA (40 ha/ua y 28 ha/ua) y el efecto de éstas en la productividad del agostadero, demostrando que las CA conservadoras tienen mejores respuestas animales que la moderada, lo cual se observa en la ganancia de peso y en la productividad general del rancho. El mismo concluye que para el desierto Chihuahuense se debe de utilizar una CA de 8.09 ha/ua.

Sistema de espectroscopia de reflexión infrarroja (NIRS) una manera de predecir el valor nutritivo del forraje

La necesidad de saber o predecir los valores nutritivos del forraje presente en el agostadero ha provocado que los investigadores desarrollen técnicas que les permitan valorar a los forrajes de una manera más exacta.

Hoy en día no existe método que permita de manera fácil y precisa determinar el valor nutritivo de la dieta que consumen los animales en pastoreo y estabulados. Sin embargo recientes investigaciones de investigadores de la Universidad de Texas A&M, han desarrollado una técnica la cual hace uso de la aplicación del sistema de espectroscopia de reflexión Infrarroja NIRS (por sus siglas en Ingles) en los agostaderos para predecir la calidad de la dieta que consumen los animales a partir de las heces (Holecheck *et al.*, 1982; Stuth *et al.*, 1989). En lo anterior coinciden Brooks *et al.*, (1984) y Coleman *et al.*, (1989) y añaden que esta técnica tiene un potencial para ser una herramienta útil en la investigación y en las explotaciones comerciales.

Los resultados de las investigaciones que se han hecho con el fin de obtener ecuaciones de predicción más precisas y confiables de proteína cruda y materia orgánica digestible del ganado en libre pastoreo, tuvieron su inicio en el año de 1988. A lo largo de eso años los investigadores trabajaron con 850 pares de dietas y heces con valores conocidos de proteína cruda y materia

orgánica digestible, con estas bases de datos operan dando asistencia técnica a los productores en U.S.A.

Lyons y Stuth (1992), desarrollaron ecuaciones de predicción de la calidad de la dieta del ganado en el agostadero, en dicho estudio se utilizaron vacas lactantes y vacas secas, de estos dos grupos se fistularon 4 de cada uno de los grupos. De estas vacas fistuladas se extrajeron muestras y fueron analizadas, también se muestrearon las dietas que consumían los dos grupos y se analizaron con los análisis convencionales de laboratorio (química húmeda), para determinar los valores de proteína y materia orgánica digestible.

Después de obtener los análisis anteriores procedieron a determinar los errores estándar de la calibración y validación, entre estos dos se conforma el error estándar de laboratorio. Luego se procede a la determinación de los coeficientes de determinación de MOD y PC, y así se obtienen las ecuaciones para la determinación de ecuaciones de estandarización.

Lyons y Stuth (1992), fundamentan el trabajo anterior en:

- Los índices de nitrógeno fecal son utilizados para la estimación de la dieta consumida por el animal, digestibilidad y contenido de proteína.
- Las heces son representativas de la calidad de la dieta que consumen los animales, lo anterior hace la técnica interesante.

- Si se considera que la composición de las heces del rumiante están relacionadas teóricamente con los constituyentes de la dieta que consume el animal.
- La materia seca de las heces ésta constituida de materiales indigeribles de la dieta (lignina, hemicelulosa, celulosa, parenquima, cutícula y tejido vascular), paredes celulares de las bacterias del rumen y paredes celulares del tracto digestivo, residuos de sustancias endógenas (enzimas digestivas, mucosa, etc) y células epiteliales.
- La secreción de nitrógeno bacterial esta relacionado con la cantidad de energía fermentable en el animal.
- Las paredes celulares indigeribles de las bacterias del rumen más las células de fermentación de la parte final del tracto gastrointestinal son las fuentes de la materia fecal microbial.
- Alrededor del 86 por ciento del nitrógeno fecal presente en la materia seca de las heces es de origen bacterial y endogeno, de este el 74 por ciento es de origen bacterial y de 10 a 15 por ciento es de origen endogeno (no bacterial).

- No existe evidencia que permita decir que la proteína digestible del alimento esta en las heces porque los residuos de proteína de la dieta están presentes en las heces como queratina o ligados a la lignina.
- La evaluación final de la ecuación del NIRS envuelve la exploración, selección y determinación de la longitud de onda hasta que ésta longitud de onda tenga una relación química con las variables medidas.

Lyons *et al.*, (1995) validan ecuaciones para la predicción de MOD y PC a partir del análisis de las heces del ganado utilizando el sistema NIRS.

Lyons *et al.* (1995) realizaron una investigación para validar estas ecuaciones, utilizando muestras de dietas en toretes fistulados esofágicamente y muestras de heces de toretes, los dos grupos consumieron la misma dieta, la muestras obtenidas vía fístula fueron analizadas químicamente en base húmeda y las heces fecales a través de NIRS, en donde encontraron valores de PC y MOD similares para los dos grupos, lo cual se aprecia mejor en el Cuadro 2.4 Tolleson (2001), analizaron muestras a través de NIRS y laboratorio encontrando resultados similares a lo reportado por Lyons *et al.* (1995) (Figuras 2.4 y 2.5).

Cuadro 2.4 Proteína cruda y materia orgánica digestibles de muestras de toretes fistulados y de heces fecales a través de química húmeda y NIRS.

Muestreo	PROTEÍNA CRUDA (%)		MATERIA ORGÁNICA DIGESTIBLE (%)	
	Química Húmeda	NIRS	Química Húmeda	NIRS
Ago.1990	8.6	9.6	57.4	59.9
Sep.1990	7.6	8.1	58.1	59.6
Dic.1990	5.9	5.3	57.3	54.9
Feb.1991	5.4	6.3	50.4	53.8
Mar.1991	27.1	27.3	74.1	77.0
Abr.1991	14.4	12.7	63.9	60.2
Jul.1991	11.5	9.5	57.0	59.4

Fuente: Lyons *et al.* 1995.

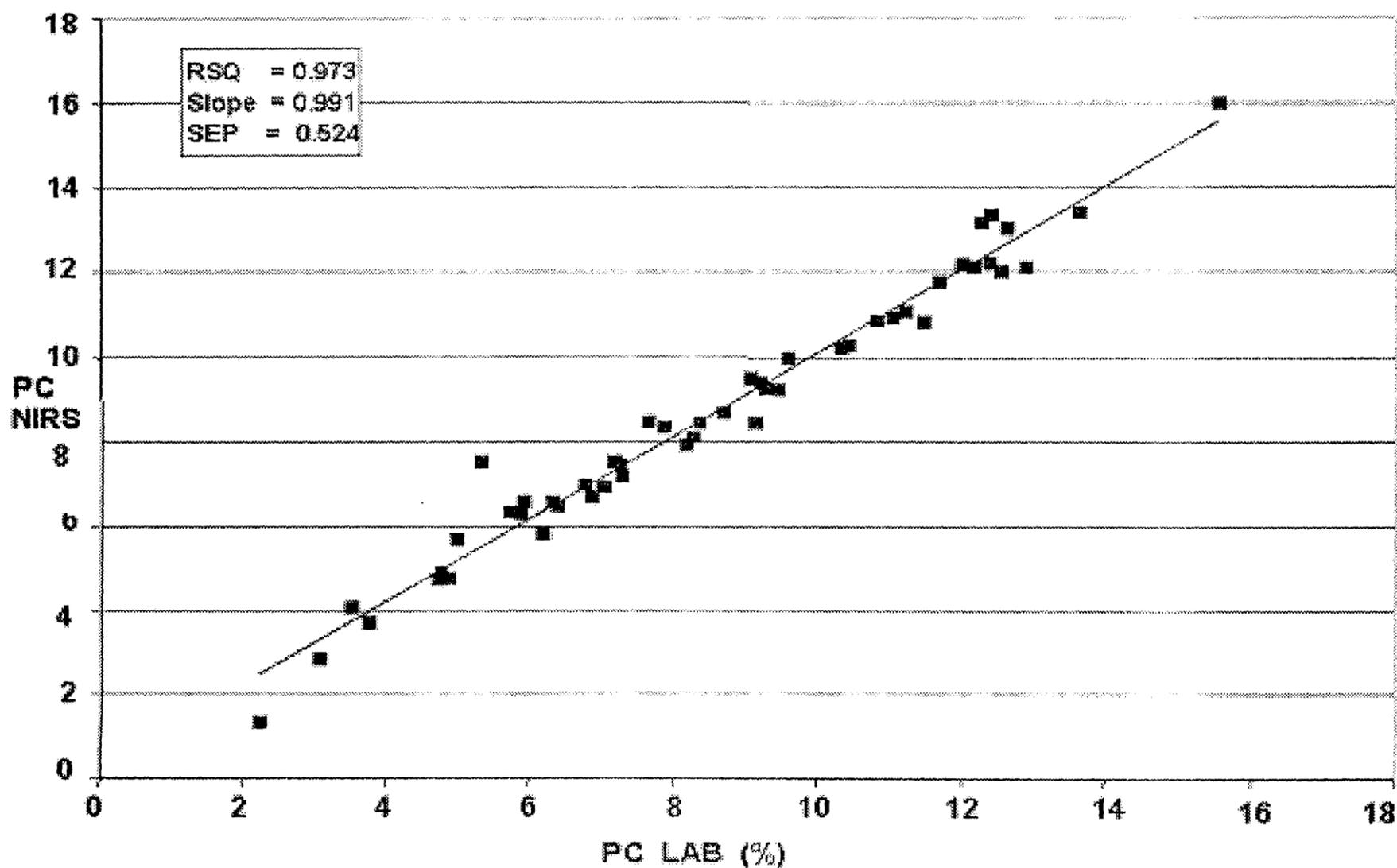


Figura 2.5 Pruebas de laboratorio contra NIRS en Plantas C⁴ para proteína cruda

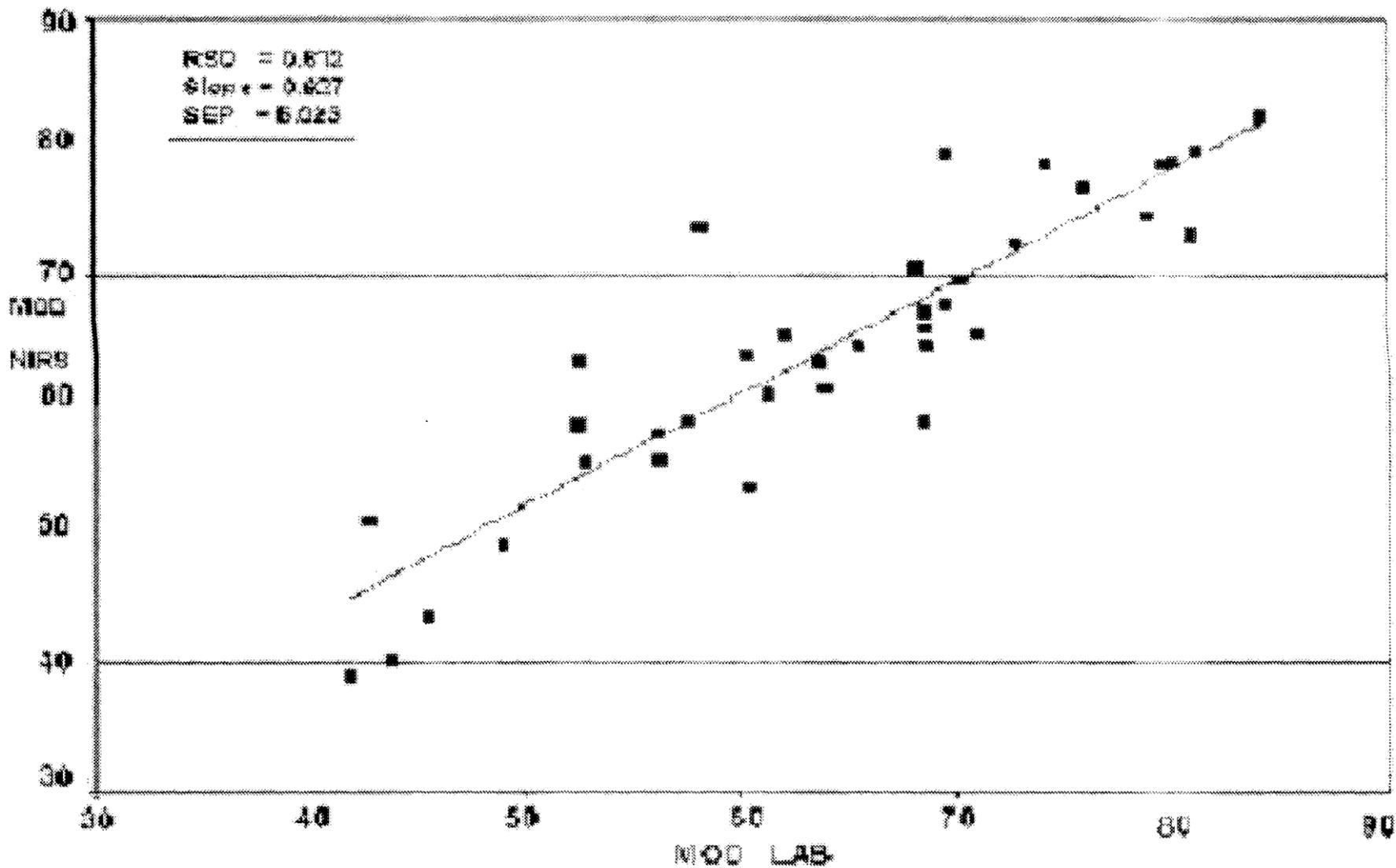


Figura 2.6 Pruebas de laboratorio contra NIRS en plantas C^4 , para materia orgánica digestible.

Tolleson (2001), reporta el comportamiento de los pastizales de Garfiel Co. MT. USA, de 1995 a 2000, presentando en todos los años un comportamiento similar en cuanto a los porcentajes de PC y MOD (Figura 2.6).

El NIRS es utilizado para la predicción a partir de las heces los valores de proteína cruda (Pc), materia orgánica digestible (MOD) (Abrams *et al.*, 1987; Lyons *et al.*, 1992; Lyons *et al.*, 1993 y Stuth, 1998).

En la actualidad este sistema es utilizado en forma cotidiana por los productores de 42 estados de Estados Unidos de Norte América, mientras que en el extranjero se han establecidos laboratorios que dan el mismo servicio en

Australia, cinco países de África y, se están estableciendo laboratorios en Argentina y Brasil.

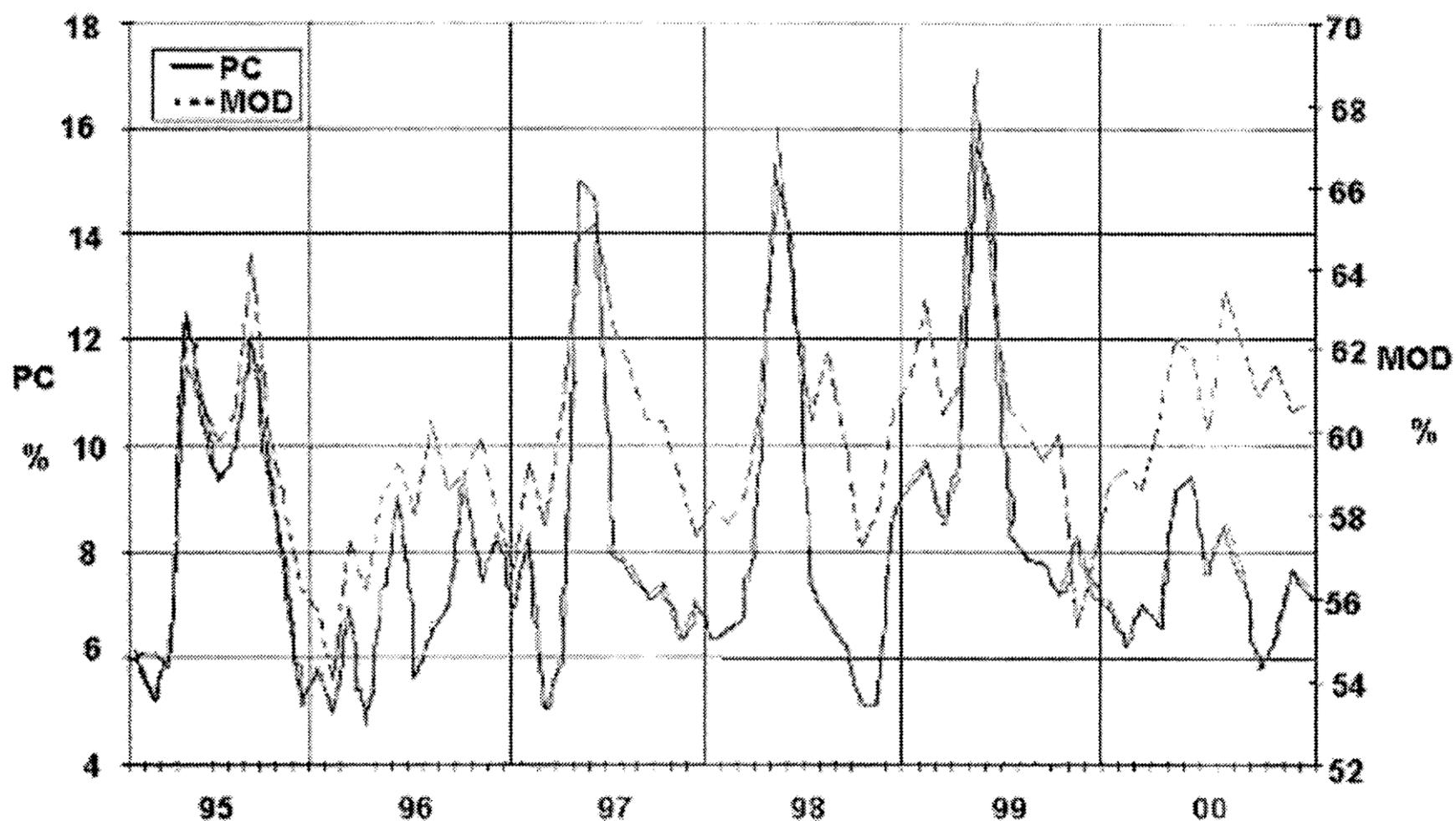


Figura 2.7 Calidad de la dieta de pastizales de Garfield Co. MT, USA.

Procedimiento de análisis.

Lyons y Stuth (1991), mencionan que el procedimiento es secar en una estufa a 60 °c durante 48 horas para poner a peso constante, posteriormente se toman muestras de estas heces que se introducen al NIRS, el cual previamente se debió haber calibrado con las ecuaciones de PC y MOD colectadas en periodos anteriores. El NIRS contiene un microcomputador con un escáner el cual toma las lecturas de las heces después de que se les refleja un haz de luz infra-roja y anota la longitud de onda (la intensidad de reflectancia es controlada por varios cientos de longitudes de onda en la banda infrarroja. La reflectancia

es influenciada por un número y tipo de enlaces químicos en la heces. Las longitudes de onda primarias en la ecuaciones de predicción parecen ser asociadas con la fibra y fracciones microbiales de las heces). La ultima fase consiste en mandar la información a una computadora donde se almacena la información para su posterior análisis y uso (Lyons *et al.*, 1993).

Utilización del NIRS

Este sistema se a utilizado para la predicción del valor nutritivo en la industria alimenticia humana y a finales de la década de los setentas se comenzó a explorar la posibilidad de utilizar este sistema en los forrajes (Abrams *et al.*, 1987; Holechek *et al.*, 1982; Norris *et al.*, 1976; Shenk *et al.*, 1979 y Ward *et al.*, 1982).

En México el grupo LALA fue el primero en utilizar este sistema para la valoración nutricional de sus productos y de las materias primas que utiliza para la elaboración de alimentos.

Steffen (2001), señala que los productores de ganado del estado de Dakota en U.S.A. que han utilizado las heces para la predicción del perfil nutricional del pastizal a través del NIRS han aumento la rentabilidad económica en un 64 por ciento en un periodo de cuatro años.

Dale y Jolley, (2001) consultores del USDA (por sus siglas en ingles) del estado de California en U.S.A. señalan que la utilización del NIRS para la predicción del valor nutritivo del forraje es una herramienta que les ayuda a los ganaderos a mejorar los índices productivos de su ganado. Gardner y Neel (2000), concuerdan con lo anterior y añaden que también esta técnica es utilizada por USDA del estado de Louisiana para evaluar la calidad de la dieta que consume la fauna silvestre.

Eilers (2002), reporta los resultados de una investigación donde se pretendió evaluar el impacto económico de la técnica del NIRS para la predicción del valor nutritivo del forraje a partir de las heces, se encontró que el 15 por ciento respondieron que redujo el costo de suplementación, aumento en tasa de concepción, incremento en el peso al destete.

Hunnicutt (2000), reporta un estudio donde el interés de este era evaluar la calidad de la dieta a partir de las heces por un periodo de dos años y la utilización de la información del NIRS para establecer un programa de suplementación, para este estudio se utilizaron dos grupos de ganado lactantes en invierno y lactantes en primavera (10 animales por grupo), las heces eran colectadas cada 15 días y enviadas al laboratorio de la universidad de Texas A&M, para que determinaran la proteína y digestibilidad de la materia orgánica. Los resultados que reporta son que la proteína alcanzo niveles que no esperaban encontrar menos del 6 por ciento en los meses de Agosto, Septiembre y Enero, para los meses posteriores alcanzo niveles de hasta un 12

por ciento (Abril), para la digestibilidad de la materia orgánica del forraje los niveles más bajos se reportaron en el mes de Enero con 55 por ciento de digestibilidad y los niveles más altos se reportan en Marzo (63 por ciento) para los dos grupos de animales. Los cambios en condición corporal no presentaron diferencia significativa para ninguno de los dos grupos, y las diferencias que se presentaron fueron en las épocas de lactancia de cada grupo primavera e invierno. Concluyendo que las predicciones obtenidas le permiten tomar decisiones de suplementar proteína o energía dependiendo del nutriente deficiente.

Pearce *et al.* (1993), reportan que hay efectos mínimos en la predicción de los niveles de proteína cruda y materia orgánica digestible de borregas a través del análisis de heces por medio del NIRS.

Lyons *et al.*, (1993) reportan los resultados de una investigación en la que se evaluó el efecto de la suplementación sobre predicción de la calidad de la dieta que consumen los animales en el agostadero. Se utilizaron 8 vacas de 527 kilogramos, a las cuales se les suplementó 20 por ciento de proteína, provocando que se incrementara la proteína de 5.6 a 6.4 %. Concluyendo que no es muy clara la respuesta a la suplementación por lo que los cambios en la conducta de consumo, composición de la dieta y la calidad de lo que consumen los animales no se puede determinar.

Walker *et al.*, (1998) describen los resultados de un estudio con replicación donde se utilizó la evaluación de las heces a través del NIRS para la determinación del porcentaje de euforbio frondoso (*Euphorbia esula L.*) en la dieta de borregos y cabras. En 1992 se utilizaron 20 borregos y 20 cabras se alimentaron con dietas a diferentes niveles de euforbio frondoso y en 1994 se utilizaron 10 borregos y 10 cabras en este estudio se les proporcionó 0.5 por ciento del peso corporal de alfalfa (*Medicago sativa L.*) y posteriormente se les proporcionó paja de euforbio frondoso ad libitum. En la prueba de 1992 se realizó un análisis microhistológico en muestras de material fecal para comparar las predicciones del NIRS. Las ecuaciones de calibración fueron hechas tanto para borregos como para cabras. Los resultados del estudio de 1994 se analizaron para determinar el tiempo de rezago entre el consumo y la aparición de las características de las heces. Concluyendo que la utilización del NIRS para evaluar la materia fecal es igual que utilizar la técnica de microhistología para estudiar la composición botánica de las dietas de borregos y cabras en pastoreo.

Holechek *et al.*, (1982) y Roberts *et al.*, (1987) mencionan que al hacer una investigación donde se comparó el uso del NIRS y la fístula esofágica, encontraron que las estimaciones de Pc y MOD que proporciona el NIRS son confiables y pueden ser utilizadas para tomar decisiones de manejo del agostadero.

Norris *et al.*, (1976) señalan que el utilizar el NIRS para evaluar la calidad de los forrajes es una técnica que tiene potencial para la evaluación rápida y exacta de los forrajes.

Holechek *et al.*, (1982) y Roberts *et al.*, (1987) reportan los resultados de un estudio donde se comparo el uso del NIRS y la fístula esofágica encontrando que las estimaciones de PC y MOD que proporciona el NIRS son confiables y utilizables para la toma de decisiones de manejo en los agostaderos.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Ubicación Geográfica

La investigación se realizó en el rancho “La Salada”, propiedad del ganadero Alfonso Ainslie, iniciando el 25 de Enero de 2002 y concluyendo el 18 de Abril del mismo año con una duración de 85 días.

El rancho “La Salada”, se encuentra localizado en el kilómetro 38 de la carretera Zaragoza a Ciudad Acuña en el Municipio de Jiménez al Norte del estado de Coahuila, México, entre las coordenadas $100^{\circ} 55' 50''$ de longitud oeste y $28^{\circ} 44' 30''$ de latitud norte ver Figura 3.1.

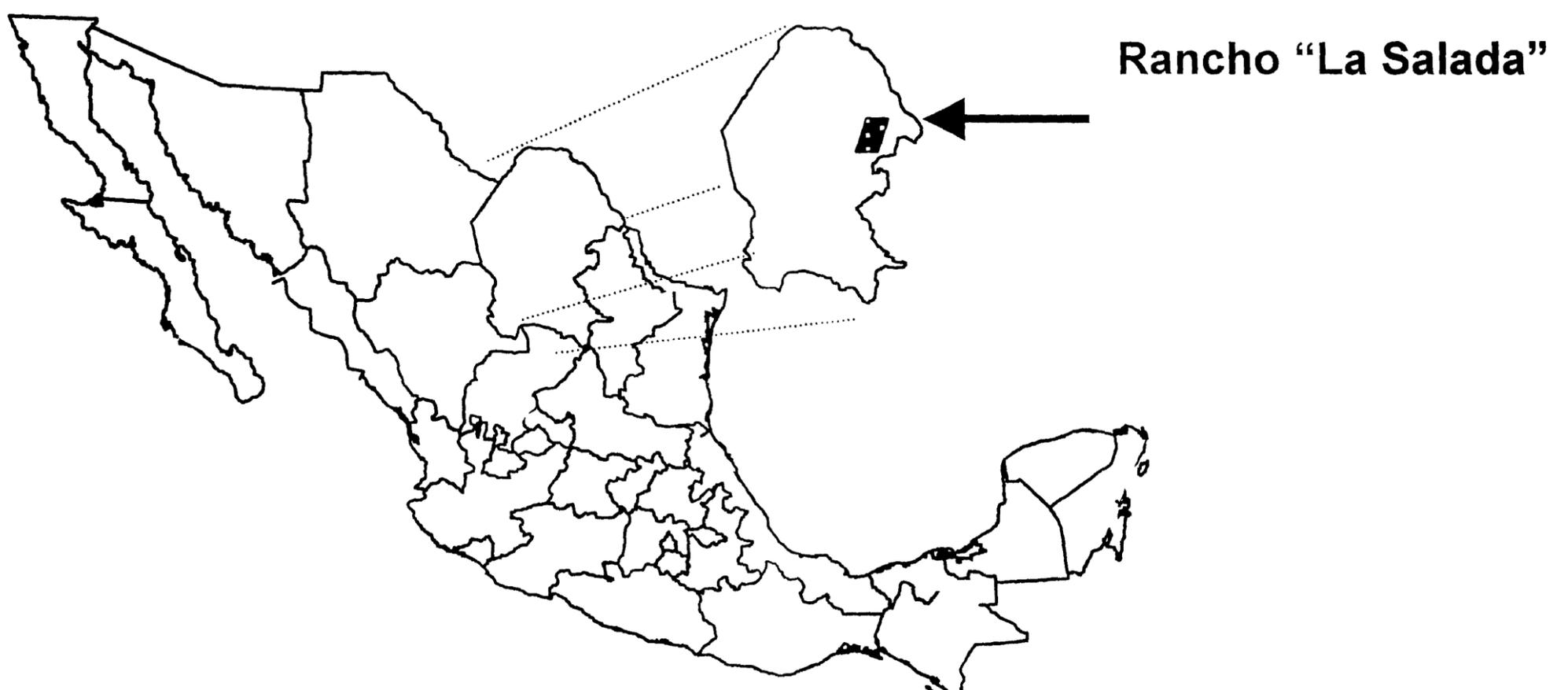


Figura 3.1 Localización geográfica del rancho “La Salada”.

Clima

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

Donde:

BS_o= El más seco de los Bs.

h = Semicálido 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 por hr. La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de 0 a un día (Mendoza, 1983).

Condiciones climáticas prevalecientes durante la investigación

La información climática recolectada durante la investigación fueron temperatura media mensual y la precipitación que se presentó en la zona de estudio (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Condiciones meteorológicas prevalecientes durante el periodo de Investigación

PARÁMETRO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
Temperatura Media °c	15.0	15.0	19.9	26.2
Precipitación media en milímetros	0.06	0.35	1.06	2.29

Fuente: CNA (2002), Gerencia Estatal en Coahuila. Estación climatológica de Zaragoza, Coah.

Tipo de suelo

Se pueden distinguir dos tipos de suelo en la región. 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 la ganadería, siendo menor la extensión dedicada a la producción agrícola y el área urbana.

Vegetación

La vegetación presente en esta región según COTECOCA (1979), es clasificada como matorral medio espinoso. Este tipo de vegetación está 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 más de altura) provistos de hojas o folíolos 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 más deseables de este tipo de vegetación son: zacate rizado *Panicum halli*, banderita *Bouteloua curtipendula*, navajita *B. gracilis*, navajita velluda *B. hirsuta*, navajita roja *B. trífida*, temprano *Setaria macrostachya*, escobilla *Leptoloma cognatum*, gigante *Leptochloa dubia*, toboso *Hilaria mutica* y punta blanca *Trichachne californica*.

Como especies menos deseables se consideran los zacates tridente *Tridens muticus*, zacatón alcalino *S. airoides*, amor perennes *Eragrostis spp.*, pato de gallo *Chloris verticillata*, zacate galleta *Hilaria jamesii*, zacate plumerillo

Pappophorum mucronulatum, punta blanca *Andropogon saccharoides*, popotillo plateado *A. Barbinodis*. Las arbustivas guajillo *Acacia berlandieri*, chaparro prieto *A. rigidula*, ramoncillo o engorda cabra *Dalea tuberculata*, cósahui o ebanillo *Calliandra eriphylla* y nopal kakanapo *Opuntia lindhei meri*.

Las especies indeseables son: todas las herbáceas y gramíneas anuales.

Las especies vegetales presentes en los potreros utilizados para el experimento se pueden observar en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Especies vegetales presentes en los potreros Vazques (1992).

GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Opuntia	Lindheimeri	Nopal Kakanapo
Dalea	Bicolor	Engordacabra
Eysenhardtia	Texana	Vara dulce
Leucaena	Spp	Leucaena
Bothriochloa	Laguroides	Z. popotillo plateado
Bouteloua	Curtipendula	Z. banderita
Bouteloua	Trífida	Z. navajita roja
Buchloe	Dactyloides	Z. búfalo
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. mesquite
Setaria	Leucopila	Z. temprano
Sporobolus	Cryptandrus	Z. arenoso
Prosopis	Glandulosa	Mesquite
Leucophyllum	Frutescens	Cenizo

Características del rancho utilizado

El rancho cuenta con una superficie de 5800 hectáreas divididas en 8 potreros. Tiene una altitud que varía desde 300 hasta 350 metros sobre el nivel del mar.

El área donde se desarrolló la investigación, comprende dos potreros del rancho, la Fragua y el Milagro que tienen una superficie de 700 y 800 hectáreas respectivamente, los potreros contaban con cinco aguajes cada uno, además de contar con saladeros, balanza para el pesado de los animales, baño de inmersión y corrales de manejo.

Caracterización del sistema de producción

El rancho cuenta 343 vientres (166 vacas lactantes y 177 vacas gestantes) 16 sementales, 30 vaquillas de reemplazo y tienen dos épocas de empadre durante el año. El sistema de explotación es vaca – becerro, en el cual su principal objetivo es la cría de becerros para exportación y como segundo objetivo engordar las hembras para consumo en el mercado local, parte de las hembras son seleccionadas para reemplazos. Otra actividad indirecta es la explotación de la fauna silvestre presente en el rancho.

Materiales

Características de animales utilizados

Se utilizaron 24 hembras multíparas con un mes de paridas en promedio, la raza de las vacas utilizadas se conforma de la siguiente manera: un medio de Simmental por un medio de (Charoláis, Hereford y Brahmán).

Composición del suplemento proporcionado a los animales

El suplemento proporcionado se elaboro en la planta de alimentos de la Asociación Ganadera de Piedras Negras, el cual contiene harinolina como fuente de proteína, melaza como fuente de carbohidratos solubles para dar firmeza al suplemento, urea como fuente de proteína no verdadera, sal como regulador de consumo, vitaminas y minerales. La composición del suplemento se detalla en el Cuadro 3.3 y, en el Cuadro 3.4 se presenta la comparación de la estimación y el análisis del suplemento.

También se utilizaron bolsas de plástico ziploc, una bascula de 6 toneladas, hieleras, refrigerador y hielo para guardar las muestras de heces colectadas.

Cuadro 3.3 Composición del suplemento utilizado

INGREDIENTE	POR CIENTO EN BASE MATERIA SECA
Harinolina	38.50
Melaza	23.00
Urea	4.00
Sal de mar	30.0
Ortofosfato	2.00
Carbonato de calcio	0.50
Premezcla de vitaminas	2.00

Cuadro 3.4 Comparación de la estimación y el análisis del suplemento

PARÁMETRO	ESTIMADO % ¹		ANALIZADO % ²	
	B. H. ^a	B. S. ^b	B. H.	B. S.
Humedad	10.25	0.00	62.50	0.00
Materia seca	89.75	100.00	37.50	100.00
Proteína cruda	27.40	30.53	12.10	32.26
N. D. F.	9.53	10.62	4.90	13.06
Cenizas	4.69	5.23	10.82	28.85

¹Asociación Ganadera de Piedras Negras; ²Nuplen; ^aBase húmeda; ^bBase seca.

Metodología

Selección de animales

Fueron seleccionadas 24 vacas lactantes, las cuales se dividieron al azar en dos grupos de 12 vacas cada grupo, determinando de esta manera al tratamiento y al testigo, cada animal fue identificado, se baño y posteriormente se peso al inicio de la prueba, el grupo de animales del tratamiento tuvieron un peso promedio de 375 kilogramos y una condición corporal promedio de 3.5 (en escala del 1 al 9), mientras que el testigo presento un peso promedio de 376

kilogramos y una condición corporal de 4.0, posteriormente cada grupo de animales fue llevado a cada potrero donde permanecieron durante el periodo de investigación.

Suplemento proteico

El grupo de animales que pertenecieron al tratamiento se les suplemento a razón de 1.3 kilogramo en base húmeda. El suplemento era depositado en botes de 100 Kg, el cual se les ofreció a los animales por 85 días iniciando el día 25 de Enero y concluyendo el 19 de Abril del 2002, cada semana se colocaba 6 botes de suplemento, distribuyéndolos uniformemente en los potreros y que quedarán a una distancia mínima de 500 metros de los bebederos. El consumo del suplemento tal como se ofreció fue estimado en 1.3 kilogramos por animal por día, se asume que todos los animales consumieron esta cantidad, ya que cada que se hacia el cambio de bote este se encontraba vacío.

Parámetros evaluados

Peso, condición corporal, proteína cruda y materia orgánica digestible de las heces

Las variables que se midieron fueron peso (al inicio, al final y cada 30 días durante el periodo de suplementación), condición corporal y muestras de

heces por grupo cada 15 días para determinar proteína cruda y materia orgánica por medio del análisis de heces a través del NIRS.

Colección de heces

El muestreo de heces comenzó para los dos grupos 48 horas antes de proporcionar suplemento al tratamiento, posteriormente se muestreaba cada 15 días tanto al tratamiento y testigo. Se localizaban 10 heces frescas, libres de insectos, tierra, piedras, escombros y agua de lluvia. Se removía la parte superior de las heces y se recolectaba con una cuchara alrededor de 100 gramos de heces, colocándolas en bolsas ziploc, inmediatamente después se depositaron en hieleras para posteriormente ser congeladas para su subsiguiente análisis, también se identificó cada muestra con fecha de colección y a que grupo correspondía testigo o tratamiento. Las muestras siempre fueron colectadas en forma sistemática, comenzando primeramente con el tratamiento y por último el testigo a la misma hora cada 15 días.

Análisis de heces

Las muestras de heces se almacenaron hasta el final de la prueba, posteriormente se mandaron al laboratorio GANLab de la Universidad de Texas A&M para realizar el análisis de heces por medio del NIRS. Donde el procedimiento de análisis es el siguiente:

- Recepción de las muestras de heces.
- Secado de las heces en una estufa a 60°C por 48 horas.
- Molienda de las muestras que pasan por una pantalla 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 muestras (Lyons, 1990).
- Análisis a través del NIRS que cuenta con un escáner 4250 provisto con tres filtros y un recipiente para colocar las muestras.
- Predicción de PC y MOD por medio de ecuaciones a través de un software por computadora que recibe el análisis realizado por el NIRS.

Variables calculadas

Ganancia de peso (Gp) = peso final – peso inicial.

Peso* (P) = interpolación entre peso uno y peso dos,..... interpolación peso tres y peso cuatro. (* Obtención de 7 pesos para efecto de análisis de la información ver apéndice A.).

Cambio en condición corporal (CCC) = condición corporal 2 – condición corporal 1,..... condición corporal 7 – condición corporal 6.

Para determinar la carga animal (CA) se realizaron los siguientes cálculos: Tomando en cuenta que se utilizaron las pastas Fragua y Milagro que cuentan con una superficie de 700 y 800 hectáreas (ha), y en cada pasta se tenían 66 animales (en uno de estos grupos se encontraba el tratamiento y en el otro grupo el testigo). White y Troxel (S/F), mencionan que una vaca lactante madura equivale a 1.3 unidades animal, en base a lo anterior se multiplico 66 animales por 1.3 obteniendo las unidades animal (85.8 ua).

Finalmente se dividió la superficie de la pasta (700 y 800 ha) entre 85.8 ua obteniendo una carga animal de 8.15 ha/ua para la pasta de la fragua y 9.32 ua para el Milagro.

Tratamientos

Los tratamientos quedaron de la siguiente manera:

Tratamiento (GT) = Se proporciono un 1 kg/Día/animal.

Testigo (Gt) = No se proporciono suplemento.

Procedimiento experimental

Los resultados de los pesos de las vacas lactantes GT (Tratamiento) y Gt (Testigo), Carga animal (CA), Peso (P), Peso inicial (PI), Cambio de peso (CP), Ganancia de peso (Gp), Condición corporal (CC), Cambio de condición corporal (CCC), (Proteína cruda (PC) y Materia orgánica digestible (MOD) se analizaron mediante un diseño completamente al azar sin covariable y utilizando peso inicial como covariable (PC y MOD, no se realizo análisis con covariable). Para todas la variables anteriores se realizo una matriz de correlación. Otro análisis que se realizo fue análisis de factores, para determinar el comportamiento de las variables T, PM, CA, Gp, CC, CP, MOD, FN y FP.

El objetivo de este análisis de factores es transformar esta matriz para caracterizar las observaciones mediante un pequeño número de variables no correlacionadas entre sí, que faciliten y expliquen la estructura de la matriz de datos.

Lo que facilitará el estudio de la relación existente entre las variables y facilitara el análisis de la dispersión de las observaciones (poniendo en evidencia posibles agrupaciones), detectando las variables que son responsables de dicha dispersión.

Todos los análisis fueron realizado en el programa estadístico STATITICA ver. 98.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados que se presentan y se discuten son los datos obtenidos a lo largo del periodo experimental en esta investigación. Los análisis de varianza realizados se presentan en el cuadro respuesta animal (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1 Resultados de los análisis estadísticos de las variables respuesta animal.

ANÁLISIS DE VARIANZA			
VARIABLES	GL	C M	P> F
Respuesta Animal			
Covarible (Peso Inicial)			
Ganancia de Peso Vs Tratamientos	1	275.07	.061*
Condición corporal Vs Tratamientos	1	79.725	.794 ^{Ns}
Cambio en Condición Corporal Vs Tratamientos	1	.007	.756 ^{Ns}

Consumo de suplemento

Se estimó el consumo del suplemento en 1.3 kilogramos por animal por día, el cual contenía un 30.53 por ciento de proteína cruda en base seca (27.40 por ciento de PC en base húmeda). Sin embargo, al hacer un análisis químico del suplemento tal como se ofreció al tratamiento, se encontró que el contenido de humedad del suplemento es de 62.50 por ciento, con un 12.10 por ciento de PC, por lo que al ofrecer 1.3 kilogramos de suplemento diarios por

animal realmente consumían 15.73 por ciento de PC, cuando se asumió que estarían consumiendo 35.62 por ciento de PC.

Beaty *et al.* (1994), reportan los resultados de un estudio donde evaluaron el efecto de la suplementación proteica a cuatro diferentes niveles de PC (12, 20, 30 y 40 por ciento respectivamente), estos porcentajes son tal como se ofreció a los animales, los tratamientos recibieron la misma cantidad de suplemento (1.7 kilogramos por animal por día), las ganancias de peso fueron 3.4, 11.1, 10.7 y 9.3 kilogramos en promedio para los tratamientos anteriormente descritos. DelCurto *et al.* (1990), concuerda con los resultados anteriores.

Los resultados reportados de esta investigación concuerdan con los resultados de Beaty *et al.* (1994).

Respuesta animal

Ganancia de peso (Gp)

Al realizar un análisis de varianza (ANVA) para la variable dependiente ganancia de peso (Gp) entre tratamientos y al utilizar peso inicial como covariable, se encontró una diferencia estadística significativa para las medias de ganancia de peso del tratamiento (GT) y testigo (Gt) al ($P < .061$). Al presentarse una Gp promedio del GT (Vacas suplementadas) de 5 kilogramos,

mientras que el Gt (Vacas no suplementadas) presenta una pérdida de peso de 13 kilogramos a lo largo del periodo de prueba (Figura 4.1 y 4.2).

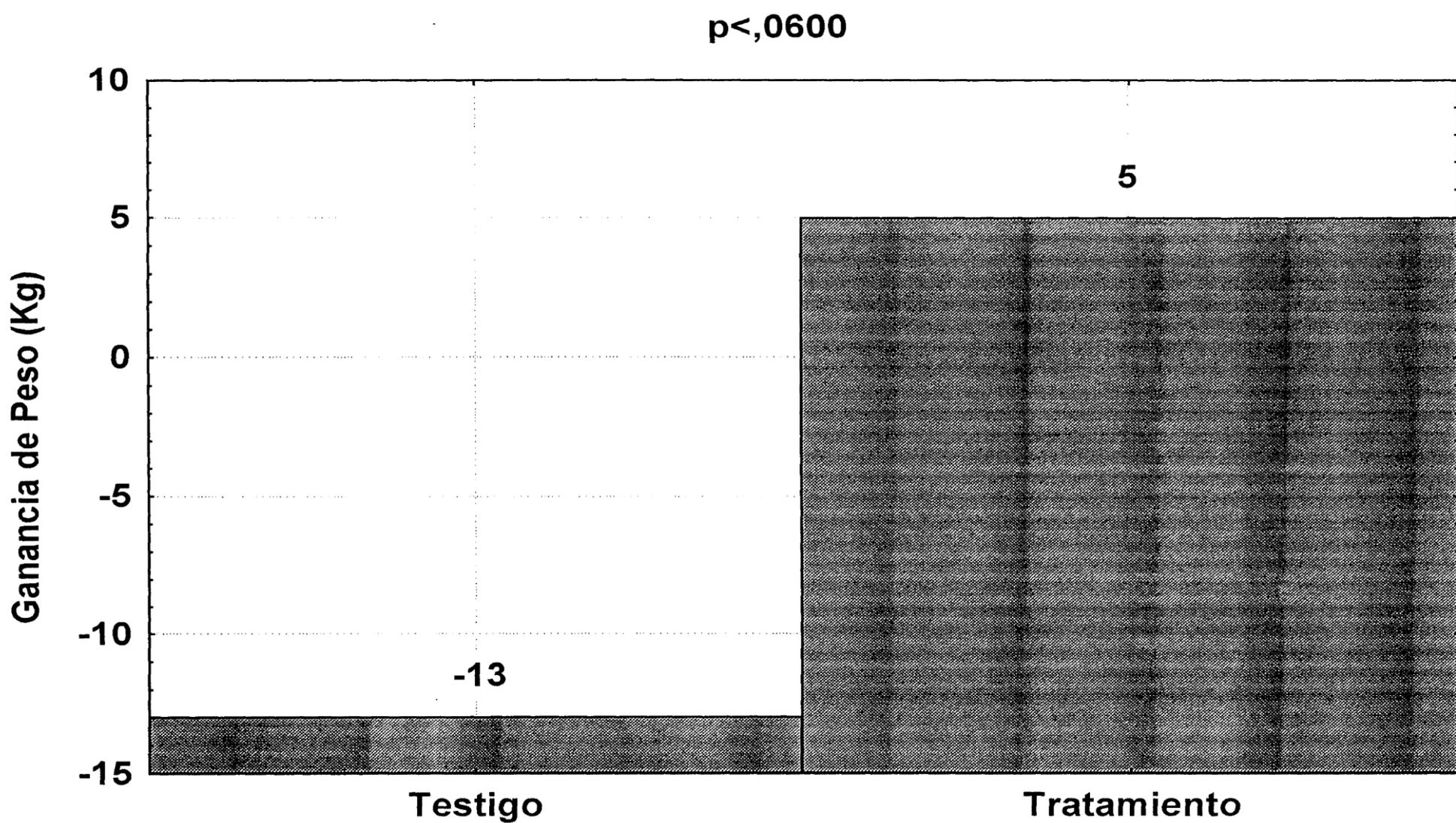


Figura 4.1 Comparación de la ganancia de peso promedio entre tratamientos.

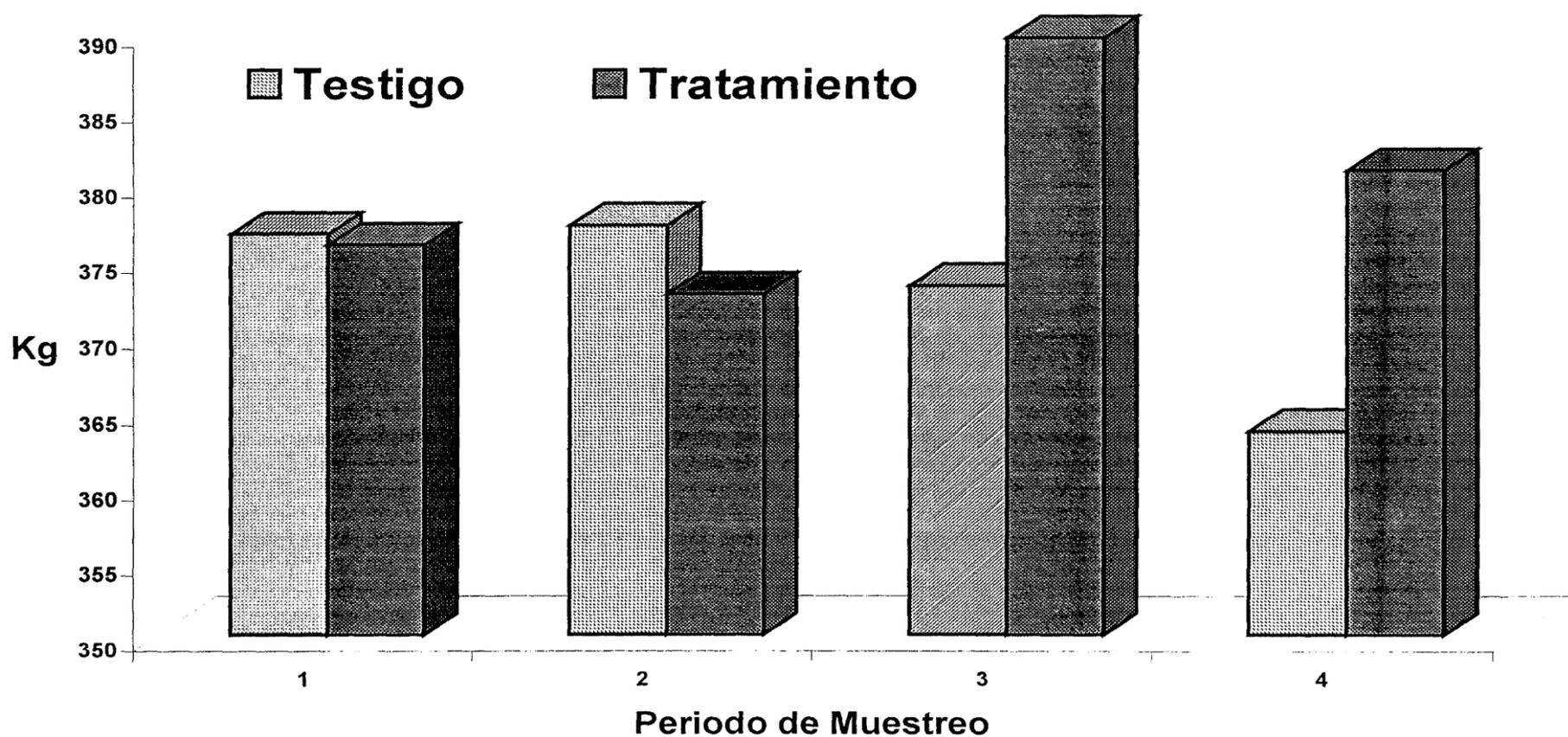


Figura 4.2 Comparación de la ganancia de peso entre tratamientos

Freeman *et al.* (1992), reportan que los animales que se les proporciona un suplemento proteico presentan mejores ganancias de pesos de 8 a 9 kilogramos, mientras que los animales que no se les proporciona suplemento pierden entre 2 y 7 kilogramos durante el invierno. Scollan *et al.* (2001), reportan que hay una diferencia significativa al ($P > .01$) entre animales suplementados a los no suplementados.

Chowdhury, (2001), DelCurto *et al.*, (1990), Judkins *et al.* (1987) y Willms *et al.* (1998), reportan resultados similares a los encontrados en este trabajo de investigación y coinciden que al suplementar proteína al ganado de carne en el periodo de invierno los animales no pierden peso. De igual manera, Cochran *et al.* (1986), en un estudio realizado durante dos años consecutivos encontró que las vacas que recibieron suplemento proteico presentaron mejores ganancias de pesos (14 Kg), mientras que los animales no suplementados perdieron peso (11 Kg) durante el periodo de invierno.

La ganancia de peso para el tratamiento (GT) fue superior y coincide con los resultados encontrados en anteriores investigaciones. El incremento de peso que se presento en el GT si bien fue mínimo, atribuible a que los nutrientes que consumieron las vacas suplementadas los utilizan para la síntesis de leche. Lo cual coincide por lo reportado por Triplett *et al.* (1995), reportan que las vacas lactantes no responden adecuadamente a la suplementación proteica debido a que utilizan la proteína para la síntesis de

leche. Alderton *et al.* (2000), señalan que las vacas suplementadas con proteína al inicio de la lactación, utilizan la proteína para la síntesis de leche durante las primeras ocho semanas posteriores al parto y que los incrementos de peso se dan conforme declina la producción de leche (60 a 90 días posparto).

Los incrementos de peso que se presentaron en los animales suplementados (GT), se debieron a que el suplemento promovió una mejora en la población de microorganismos en el rumen (celulolíticos), provocando un incremento en la proteína de origen microbiano, ya que los microorganismos aprovecharon el nitrógeno (N) de la fuente de proteína del suplemento y por ende mejoró el consumo de forraje e incrementa la digestibilidad del forraje, la cual está relacionada directamente con la tasa de paso del forraje por el rumen y con el llenado del mismo. Provocando que el N de la proteína no degradada en rumen, sea absorbida a nivel intestino delgado, la cual es reciclada vía ciclo de la urea en sangre hacia el rumen en mayor concentración por la saliva o a través de la pared ruminal, promoviendo en el rumen un ambiente apropiado para un buen funcionamiento.

Adams (1985), Kartchner, (1980), Lyons *et al.* (S/F), Mathis *et al.*, (2000) y McCollum y Horn (1990), mencionan que niveles menores del ocho por ciento de proteína reducen el consumo. Esta reducción está asociada al decremento de la actividad microbiana del rumen, lo que reduce la digestibilidad y aumenta el tiempo que el forraje permanece en el rumen, ya que las poblaciones de microorganismos disminuyen.

Beaty *et al.* (1994), señalan que al suplementar proteína, está incrementa la digestibilidad de la materia seca, debido a que la suplementación proteica aumenta la disponibilidad de amoníaco (NH_3) ya que el nitrógeno (N) de la proteína del suplemento promueve la fermentación ruminal o consecuencia de que ya no existe una deficiencia NH_3 para los microorganismos que actúan sobre los forrajes.

Koster *et al.* (1996), señalan que existe una relación lineal entre el consumo, tasa de paso y digestión del forraje después de haber proporcionado un suplemento proteico a las vacas.

Condición corporal (CC) y Cambio en la condición corporal (CCC)

Estas dos variables no muestran una diferencia significativa ($P > .05$) entre los tratamientos después de efectuado un análisis de varianza para cada variable y al utilizar como covariable peso inicial, en los dos casos no se presenta diferencia significativa ($P > .05$).

Los resultados encontrados para la Condición corporal no muestran diferencia estadística debido a que los cambios a condición corporal equivalen a perdidas o ganancias de peso (40 a 90 Kg) dependiendo de la escala de C.C. (1-9 o 1-5), y la ganancia de peso del tratamiento fue de 5 kilogramos en promedio mientras que el testigo perdió 13 kilogramos en promedio, de tal

manera que los cambios en C.C fueron mínimos por lo que la suplementación no afectó la C.C.

Los resultados anteriores concuerdan con lo reportado por Anderton *et al.* (2000), quienes señalan en una investigación realizada con vacas lactantes, que la suplementación proteica no hay diferencia significativa en la condición corporal de las vacas lactantes. Triplett *et al.* (1995), coincide en que la suplementación proteica no mejora la C.C. de las vacas lactantes.

Houghton *et al.* (1990), Renquist y Oltjen (S/F), menciona que la condición corporal de los animales está estrechamente relacionada con el peso vivo de los animales y con la respuesta productiva de estos. Para el sistema de clasificación del 1-9, un cambio de una unidad de condición corporal es equivalente a 60 a 80 Kg de cambio de peso vivo. Estos cambios de peso no incluyen ganancias por feto y fluidos asociados con la gestación (Pruitt y Momont S/F).

Huston *et al.*, (1993) y Kunkle *et al.*,(1994), reportan que en un estudio realizado en el sur de Texas con vacas lactantes en el periodo de invierno, a las cuales se les suplementó y evaluó el efecto y cambios en la C.c. mostraron cambios mínimos en la condición corporal en el invierno.

Valor nutritivo de la dieta

La información que se obtuvo después de analizadas las heces a través del NIRS se reportan el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Análisis de heces

Periodo de Muestreo	Fecha de Muestreo	Grupo	PC	MOD	FN	FP
1	25/1/2002	Tratamiento	4,85	55,03	1,05	0,11
2	9/2/2002	Tratamiento	5	56,17	1,08	0,22
3	22/2/2002	Tratamiento	5,08	57,35	1,27	0,19
4	9/3/2002	Tratamiento	4,5	61,48	1,63	0,43
5	21/3/2002	Tratamiento	5,3	55,86	1,19	0,27
6	6/4/2002	Tratamiento	5,5	56,5	1,29	0,32
7	19/4/2002	Tratamiento	5,71	56,52	1,37	0,36
1	25/1/2002	Testigo	5,12	53,58	1,24	0,03
2	9/2/2002	Testigo	3,9	54,41	1,15	0,13
3	22/2/2002	Testigo	5,22	54,72	1,32	0,08
4	9/3/2002	Testigo	3,86	54,87	1,32	0,08
5	21/3/2002	Testigo	7,6	56,46	1,15	0,29
6	6/4/2002	Testigo	6,38	57,72	1,29	0,35
7	19/4/2002	Testigo	4,45	59,6	1,47	0,42

Proteína cruda (PC).

Materia orgánica digestible (MOD).

Deposición de nitrógeno de las heces al agostadero (FN).

Deposición de fósforo de las heces al agostadero (FP).

Los análisis de varianza que se realizaron para proteína y materia orgánica digestible de los tratamientos se reportan en el Cuadro 4.3 La información de FN y FP, no son tomadas en cuenta para el análisis de varianza.

Cuadro 4.3 Análisis de varianza para proteína cruda y materia orgánica Digestible

VARIABLES	GL	C M	P> F
Respuesta NIRS			
Proteína Cruda Vs Tratamientos	1	.298	.561 ^{Ns}
Materia Orgánica Digestible Vs Tratamientos	1	48.859	.0005**

Proteína Cruda y Materia orgánica digestible

No se encontraron diferencias entre tratamientos para la variable PC al ($P > .56$), debido a que las diferencias entre las medias de los tratamientos son mínimas 5.21 y 5.13 por ciento para el testigo y tratamiento respectivamente.

Al realizar un análisis de varianza para la MOD de los tratamientos muestra una diferencia significativa al ($P < 0.005$) entre las media de la MOD del tratamiento y del testigo. Ya que se presento en promedio un 57 por ciento MOD del tratamiento y 55.8 por ciento MOD del testigo durante el periodo de prueba (Figura 4.3).

Las diferencias en la digestibilidad de la materia orgánica se debieron a la proteína suplementada, ya que está promovió el incremento de la actividad microbiana y de la digestibilidad del forraje consumido. Mejorando la respuesta animal (Mejor ganancia de peso). Al observar la Figura 4.4 se muestra una relación entre los incrementos de peso y la materia orgánica del tratamiento.

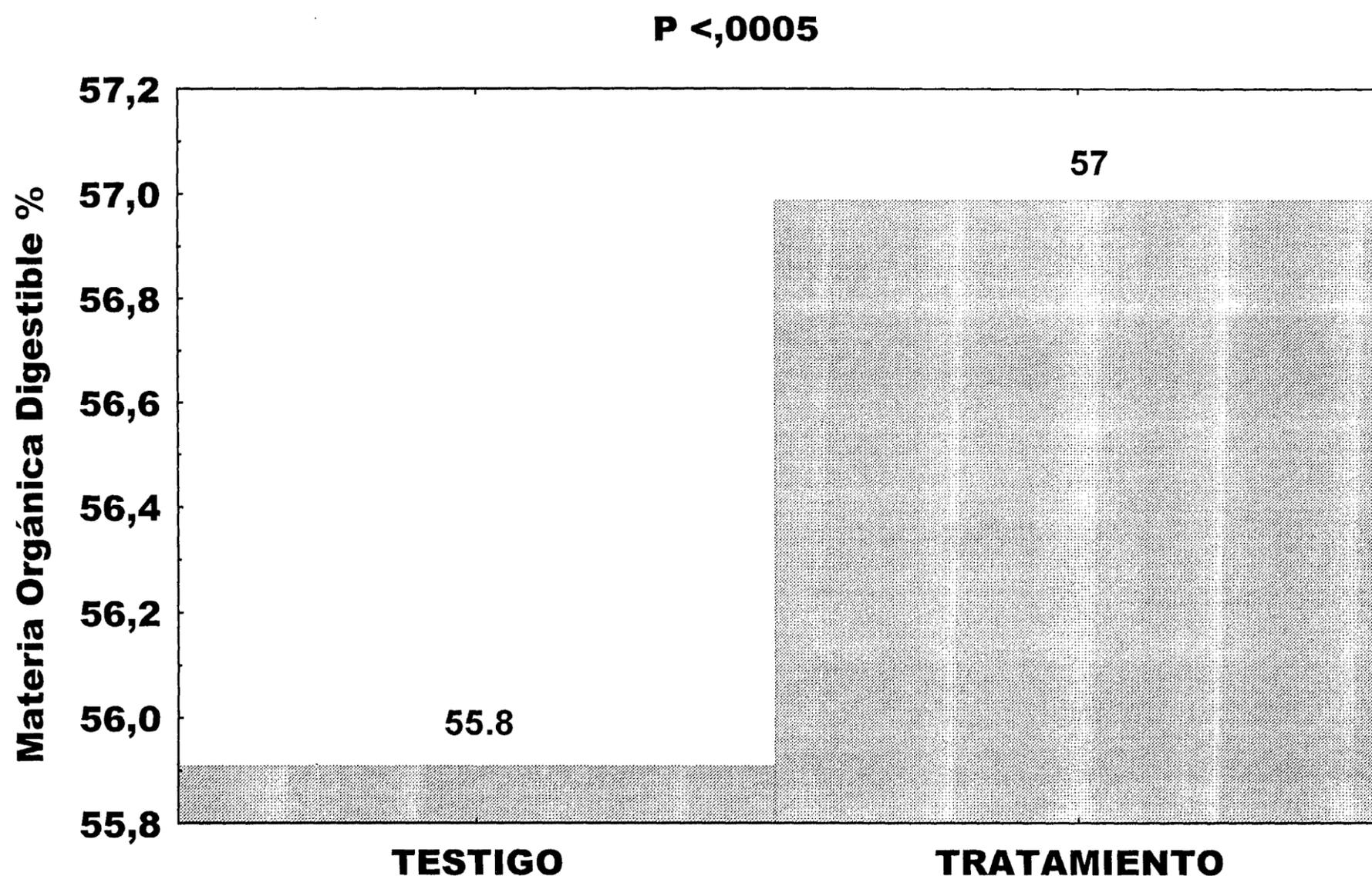


Figura 4.3 Comparación de MOD promedio entre Tratamientos

Adams (1985), DelCurto *et al.* (1990), Beaty *et al.* (1994), Kartechner, (1980), Lyons *et al.* (S/F), Mathis *et. al.*, (2000) McCollum y Horn (1990) y McCollum y Galyean (1985), señalan que el suplementar proteína al ganado que consume forrajes de baja calidad en la época de invierno, está causa un incremento en la digestibilidad de la materia orgánica (MOD) y el consumo de forraje.

Beaty *et al.* (1994), mencionan que la digestibilidad de MOD se incrementa de una manera cuadrática conforme se incrementa la concentración de proteína.

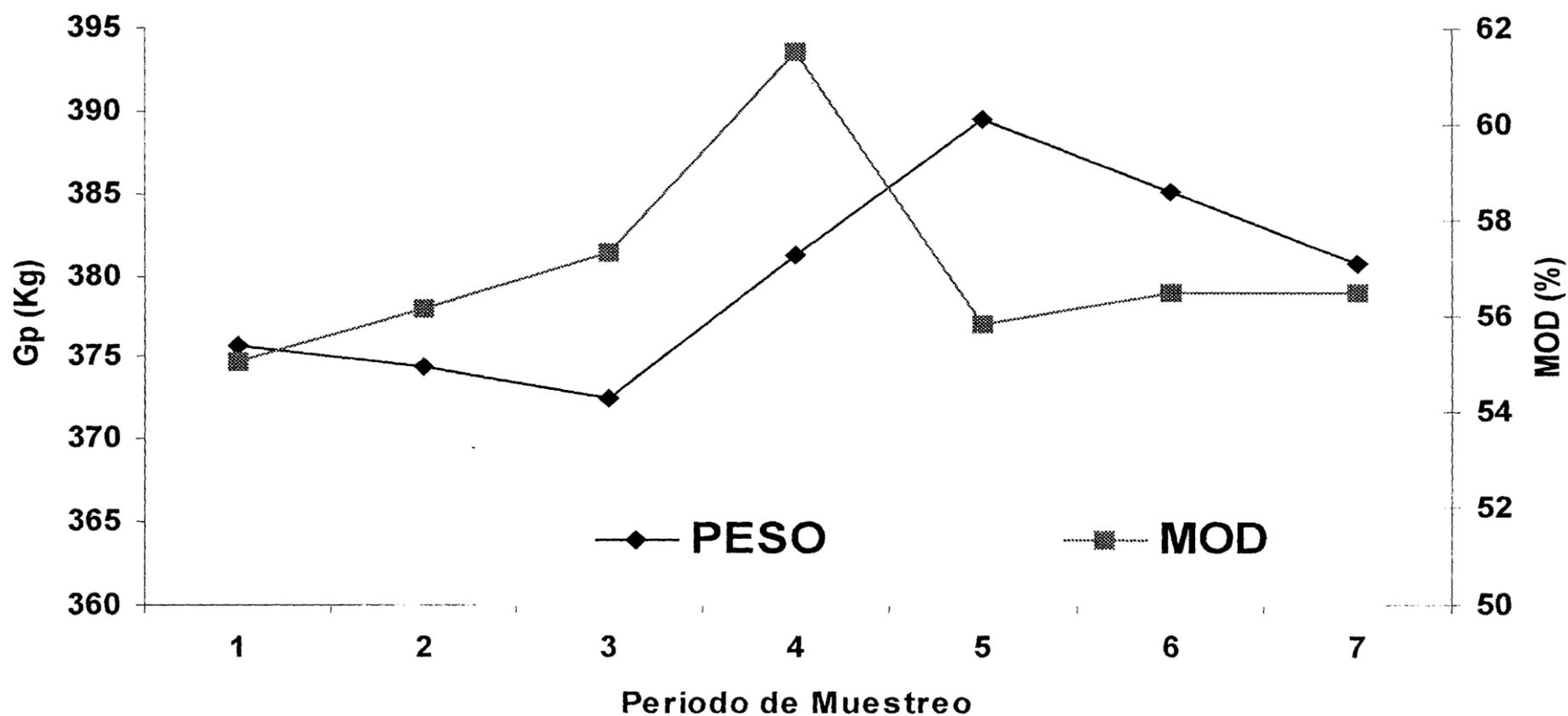


Figura 4.4 Comparación de Gp y MOD del tratamiento a lo largo del periodo de investigación.

Koster *et al.* (1996), señalan que existe una relación lineal entre el consumo, tasa de paso y la digestión del forraje después de haber proporcionado un suplemento proteico a las vacas.

Análisis global a través de análisis de factores

Se efectuó un análisis de factores utilizando los datos de las siguientes variables tratamientos (T), carga animal (CA), periodo de muestreo (PM), ganancia de peso (Gp), cambio en la condición corporal (CCC), proteína cruda (PC), materia orgánica digestible (MOD), deposición de nitrógeno de las heces al agostadero (FN) y deposición de fósforo de las heces en el agostadero (FP). En el Cuadro 4.4 se observan los primeros tres factores que explican el 73.84 por ciento de la varianza total. El primer factor (F1) explica el 35.71 por ciento

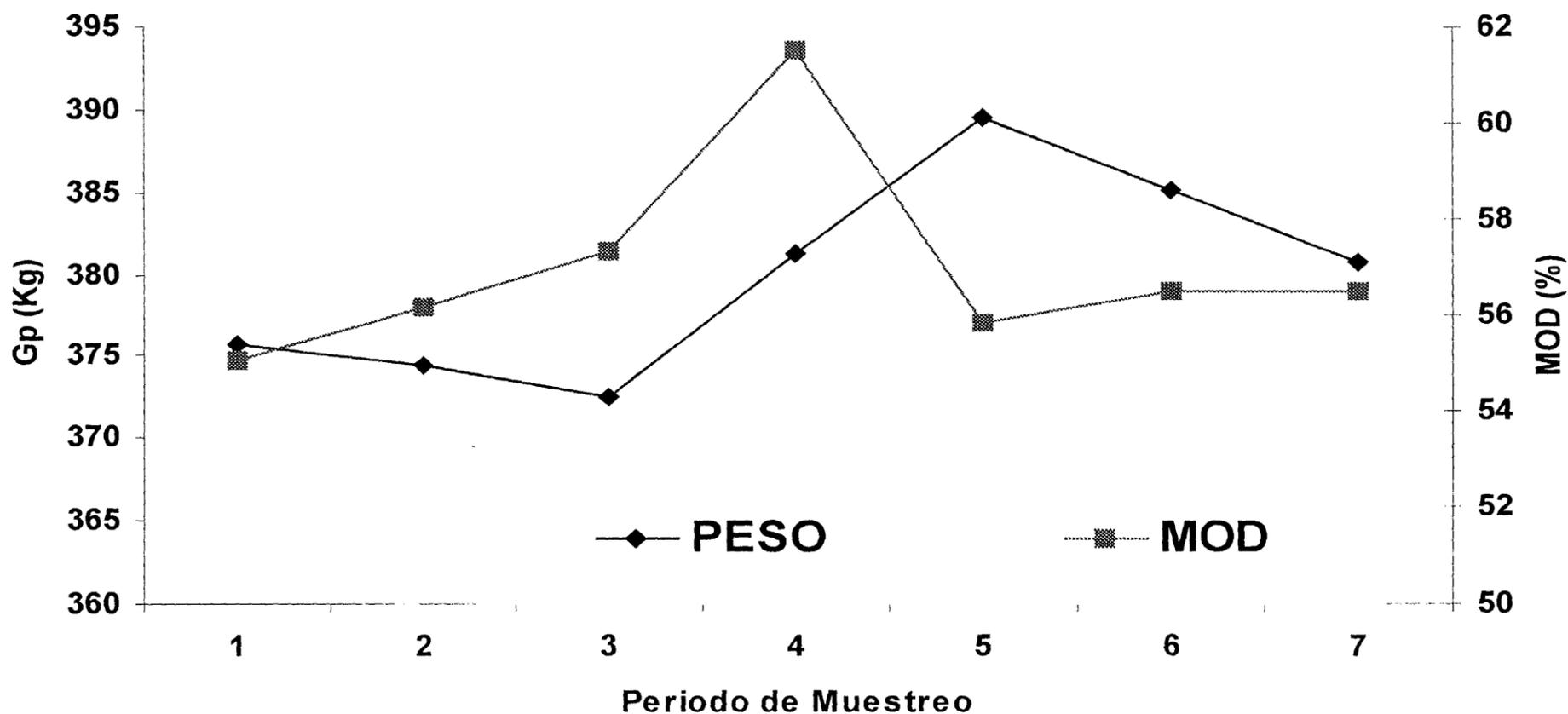


Figura 4.4 Comparación de Gp y MOD del tratamiento a lo largo del periodo de investigación.

Koster *et al.* (1996), señalan que existe una relación lineal entre el consumo, tasa de paso y la digestión del forraje después de haber proporcionado un suplemento proteico a las vacas.

Análisis global a través de análisis de factores

Se efectuó un análisis de factores utilizando los datos de las siguientes variables tratamientos (T), carga animal (CA), periodo de muestreo (PM), ganancia de peso (Gp), cambio en la condición corporal (CCC), proteína cruda (PC), materia orgánica digestible (MOD), deposición de nitrógeno de las heces al agostadero (FN) y deposición de fósforo de las heces en el agostadero (FP). En el Cuadro 4.4 se observan los primeros tres factores que explican el 73.84 por ciento de la varianza total. El primer factor (F1) explica el 35.71 por ciento

de la varianza total; las variables periodo de muestreo (PM), materia orgánica digestible (MOD), deposición de nitrógeno de las heces al agostadero (FN) y deposición de fósforo de las heces al agostadero (FP) tienen una relación positiva con el factor. Lo cual quiere decir que conforme el periodo de muestreo fue cambiando (invierno a primavera) la MOD, FN y FP fueron incrementando.

Estos incrementos de MOD, FN y FP, se deben a que la calidad del forraje se mejoro conforme fue entrando la primavera, ya que las condiciones climáticas son más favorables para el crecimiento del forraje.

Lyons et al. (S/F), señalan que la calidad de la biomasa producida en el agostadero dependen de diferentes factores, entre los cuales se encuentra las condiciones climáticas.

Cuadro 4.4 Coeficientes de correlación las variables con los tres primeros factores.

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
T	.383417	.910972**	-.027485
CA	-.383417	.910972**	.027485
PM	.775556	.340579	.256239
Gp	-.183499	.364689	.262938
CC	-.192089	.035892	-.532126
PC	.188120	-.123962	.817546**
MOD	.903252**	-.057372	-.194989
FN	.690323**	-.320091	-.500768*
FP	.958854**	-.067272	.142210
Varianza explicada por el Eigenvalor (%)	35.71	22.61	15.52
Varianza Acumulada (%)	35.71	58.32	73.84

El segundo factor (F2) contiene el 22.61 por ciento de la varianza total, y explica la relación negativa entre T y CA. Lo que quiere decir que al incrementar la carga animal, la respuesta a la suplementación del tratamiento disminuye.

Popp *et al.* (1997); Hatch y Tainton (1997), señalan que la carga animal afecta la productividad de la biomasa del agostadero en primera instancia y como consecuencia de lo anterior la respuesta animal es afectada.

El tercer factor (F3) explica el 15.52 por ciento de la varianza total, donde la variable proteína cruda tiene una alta relación negativa con el factor (F3). Se presenta una relación negativa baja entre PC y FN, la cual quiere decir que a mayor PC menor es será la deposición de nitrógeno a través de las heces.

En la Figura 4.5 que corresponde a la relación del factor uno (F1) con la MOD y utilizando como etiqueta el periodo de muestreo se encuentra que tanto MOD (del tratamiento y testigo) de cada periodo de muestreo se encuentran agrupadas uniformemente excepto la del muestreo 4, al observar un incremento en la digestibilidad lo cual se puede atribuir a la lluvia que se presentó el 5 de Febrero (10 milímetro) y 11 de Marzo (13 milímetros) muestreos 2 y 3, esta lluvia provocó que se presentaran probablemente algunos rebrotes ya que las condiciones de humedad y temperatura (Apéndice B) para el periodo del 5 de Febrero al 22 Marzo fueron las adecuadas para el rebrote de la biomasa, provocando que se incrementara la MOD (Figura 4.6).

Fynn *et al.* (2000), Señala que las precipitaciones influyen sobre el cambio de la composición botánica y promueve los rebrotes. Además de presentar efectos más marcados sobre la producción de forraje en los agostaderos y por ultimo señala que las lluvias ayudan a mejorar la productividad animal ya que la lluvia presenta una relación curvilínea con la producción animal. En un estudio realizado en África reportan que las lluvias afectan la calidad (niveles de proteína cruda y materia orgánica digestible) y cantidad de los forrajes de una manera positiva (Hatch y Tainton 1997).

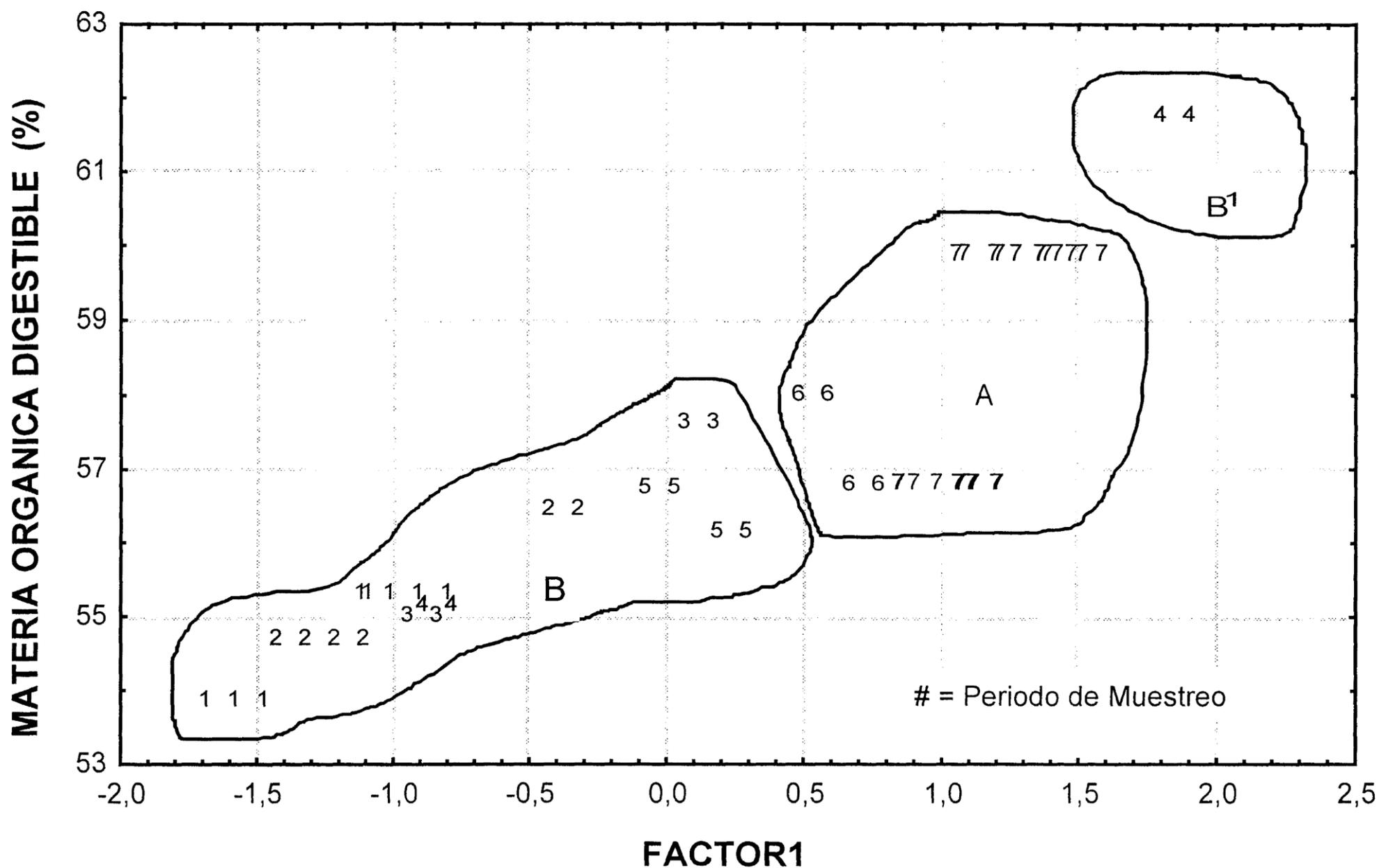


Figura 4.5. Distribución de los periodos de muestreo en el espacio generado por el factor 1 y el valor de MOD%.

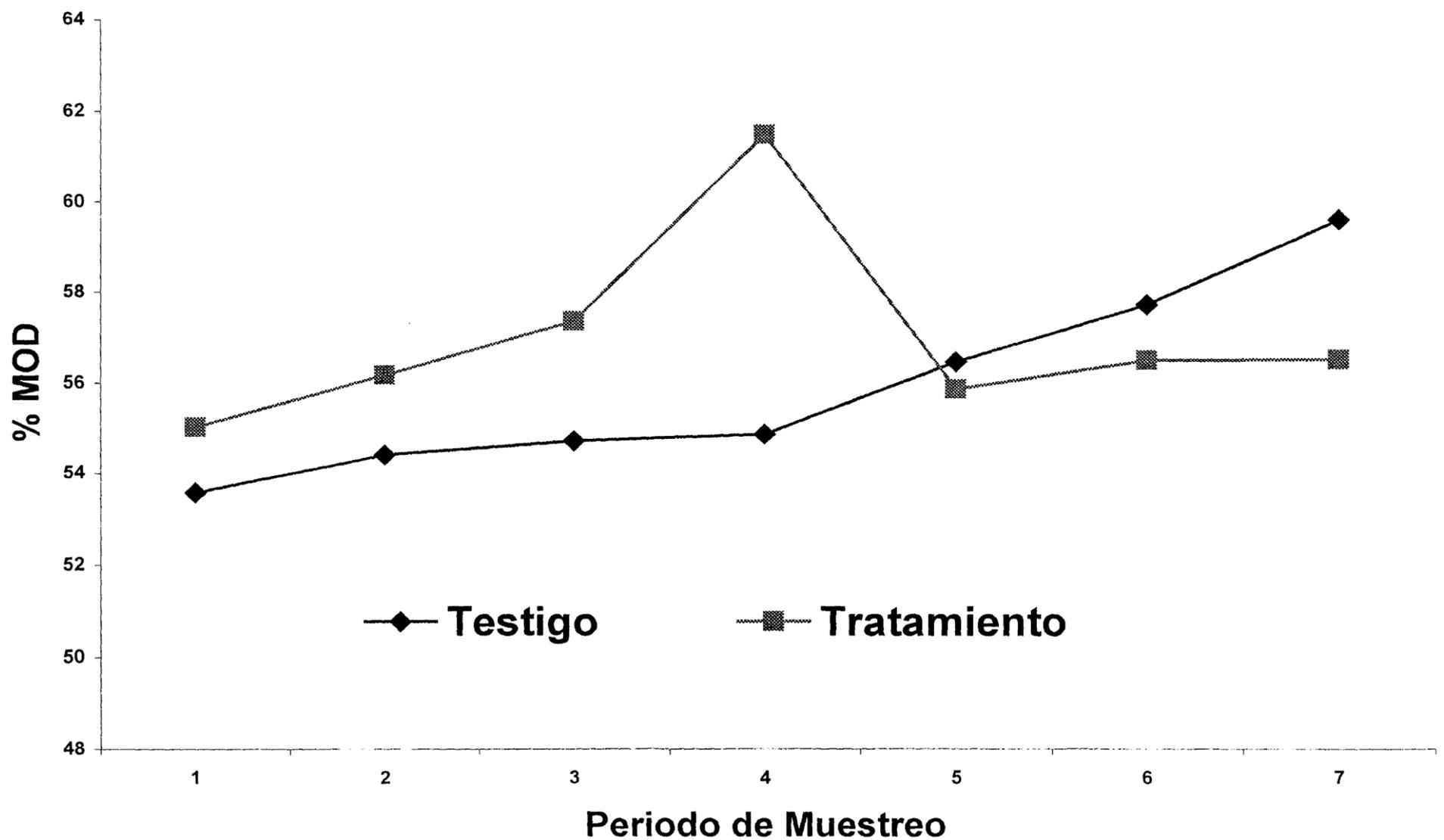


Figura 4.6. Cambios en la digestibilidad de la materia orgánica durante la investigación.

En la Figura 4.7 que corresponde a la relación del factor (F3) con la PC y utilizando como etiqueta el periodo de muestreo se encuentra un comportamiento similar a la MOD, ya que tanto PC del tratamiento y testigo de cada periodo de muestreo se observan agrupadas uniformemente excepto en el muestreo 5, al observar un incremento en la proteína del testigo lo cual puede estar asociado a la lluvia que se presentó el 5 de Febrero (10 milímetro) y 11 de Marzo (13 milímetros) muestreos 2 y 3, esta lluvia provocó que las condiciones climáticas para este periodo fueran las adecuadas para el rebrote de la biomasa, provocando un incremento en la proteína del testigo y tratamiento (Figura 4.8).

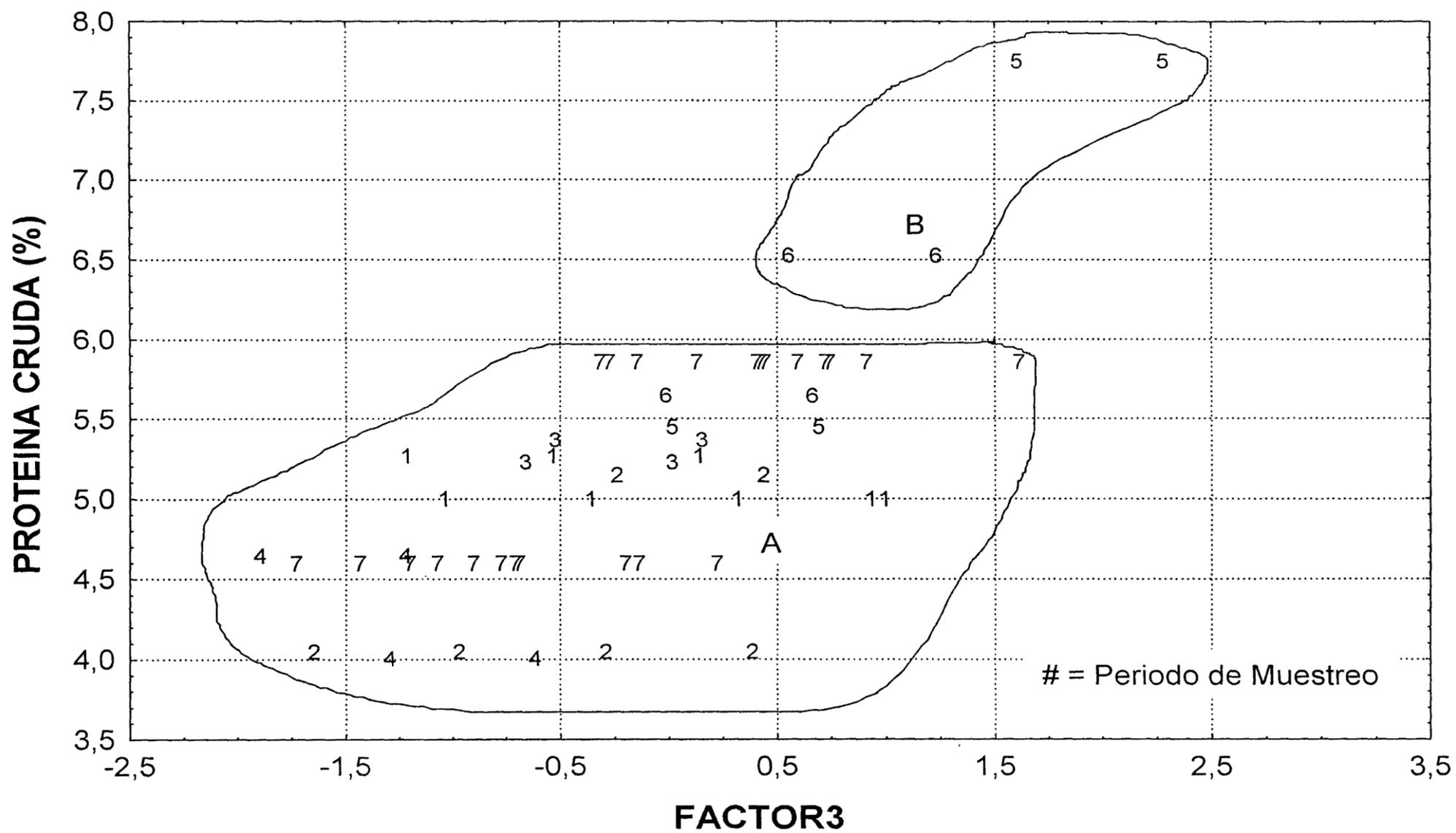


Figura 4.7 Distribución de los periodos de muestreo en el espacio generado por el factor 3 y el valor de PC %.

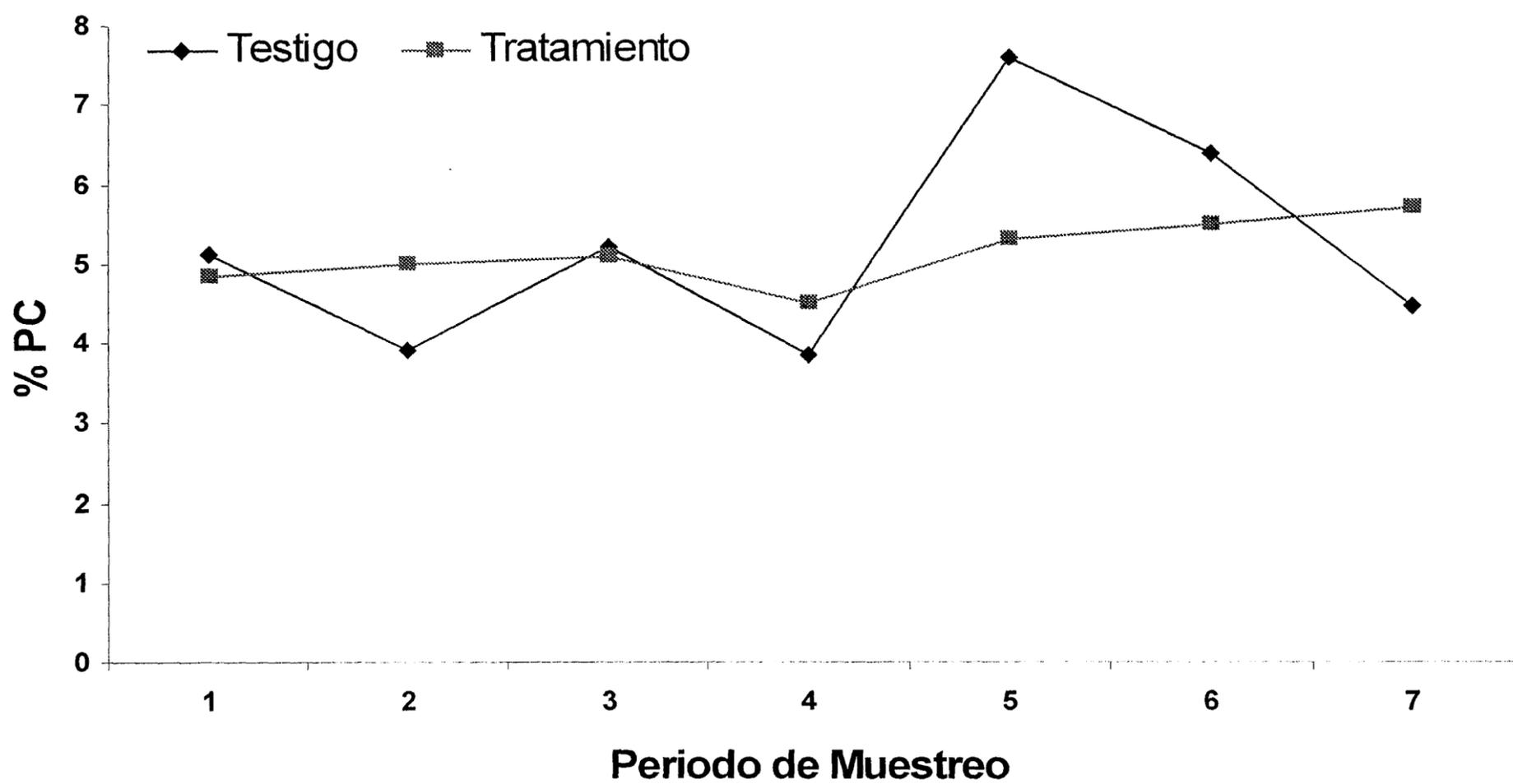


Figura 4.8 Cambios en la proteína cruda durante la investigación.

Al analizar la información en conjunto de los análisis de varianza y los resultados del análisis de factores para MOD y PC. Se encuentra que el NIRS refleja las diferencias entre tratamientos (GT y Gt), muestra los cambios de MOD durante el periodo de investigación y al relacionar está con los cambios de peso del tratamiento se observa que conforme se incrementa la MOD la ganancia de peso se incrementa; en lo que respecta a proteína cruda no se detecto diferencia significativa entre tratamientos y testigo debido a que los cambios en PC son mínimos; mientras que el análisis de factores, PC presenta un comportamiento similar a la MOD al momento de graficar PC, confirmando que la predicción del perfil nutricional del pastizal a través de las heces por medio del NIRS detecta los cambios de la MOD y PC de los agostaderos durante el periodo de Enero a Abril, y al comparar los niveles reportados durante los meses de investigación (Figuras 4.5 a 4.9) con los reportados con otros estudios son similares.

Hunnicuttt *et al.* (2000), en un estudio en el sur de Texas reportan los niveles de PC y MOD de los forrajes en el periodo de Enero son de 5 por ciento de PC y de 55 por ciento de MOD; y conforme entra la primavera los niveles de PC y MOD se incrementan gradualmente.

Lyons *et al.* (1995), reportan niveles de proteína cruda en el periodo de invierno de siete a cinco por ciento de proteína cruda utilizando el NIRS en la determinación del perfil nutricional del pastizal.

Lyons *et al.* (1993), reportan los niveles de proteína cruda y materia orgánica digestible para dos grupos de animales (no suplementados y suplementados), los cuales fueron de 5.4 a 5.9 por ciento de PC (testigo) y de 6.9 a 6.5 por ciento de PC para el tratamiento, mientras que la MOD fue de 58.6 a 57.6 por ciento para el testigo y para el tratamiento fue de 59.2 a 58.4 por ciento.

Mientras que Pearce *et al.* (1993), reportan que hay efectos mínimos en la predicción de los niveles de proteína cruda y materia orgánica digestible de borregas a través del análisis de heces por medio del NIRS.

Lyons y Stuth (1992), después de realizado un estudio reportan que predecir la PC y MOD de los herbívoros en los agostaderos es factible a través de la técnica del análisis de heces por medio del NIRS.

Steffen (2001), señala que los productores de ganado del estado de Dakota en U.S.A. que han utilizado las heces para la predicción del perfil nutricional del pastizal a través del NIRS han aumentado la rentabilidad económica en un 64 por ciento en un periodo de cuatro años.

Dale y Jolley (2001), consultores del USDA (por sus siglas en inglés) del estado de California en U.S.A. señalan que la utilización del NIRS para la predicción del valor nutritivo del forraje es una herramienta que les ayuda a los ganaderos a mejorar los índices productivos de su ganado. Gardner y Neel

(2000), concuerdan con lo anterior y añaden que también esta técnica es utilizada por USDA del estado de Louisiana para evaluar la calidad de la dieta que consume la fauna silvestre.

Eilers (2002), reporta los resultados de una investigación donde se pretendió evaluar el impacto económico de la técnica del NIRS para la predicción del valor nutritivo del forraje a partir de las heces, se encontró que el 15 por ciento respondieron, que se redujo el costo de suplementación, se aumento la tasa de concepción y se incremento en el peso al destete.

Norris *et al.*, (1976) señalan que el utilizar el NIRS para evaluar la calidad de los forrajes es una técnica que tiene potencial para la evaluación rápida y exacta de los forrajes.

Holechek *et al.*, (1982) y Roberts *et al.*, (1987) reportan los resultados de un estudio donde se comparo el uso del NIRS y la fístula esofágica encontrando que las estimaciones de PC y MOD que proporciona el NIRS son confiables y utilizables para la toma de decisiones de manejo en los agostaderos.

V.- CONCLUSIONES

- ❖ El proporcionar 1.3 kilogramo de suplemento a base de harinolina y que contenga 30 por ciento de proteína cruda diariamente, permite que las vacas lactantes en condiciones de rancho en el periodo de invierno obtengan mayores ganancias de peso sobre las vacas lactantes que no reciben ningún suplemento proteico.
- ❖ La condición corporal para las condiciones descritas en esta investigación no presenta efecto positivo a la suplementación.
- ❖ La utilización del NIRS para predecir el valor nutritivo del forraje del agostadero a través de las heces es una técnica que permite monitorear el agostadero en lo que corresponde a cambios de proteína cruda (PC) y materia orgánica digestible (MOD), para el invierno.
- ❖ La precipitación es la variable que más afecta el valor nutritivo de la dieta y por lo tanto el estado nutricional de las vacas lactantes.

VI.- RESUMEN

El objetivo de esta investigación es de determinar el efecto de la suplementación proteica en vacas lactantes en la época de invierno en el agostadero, y analizar el efecto asociativo a través de las heces (perfil nutricional del agostadero) en condiciones de rancho por medio del sistema de espectroscopia de reflexión infra-roja (NIRS) en el norte de México.

La investigación se realizó en el rancho "La Salada", iniciando el 25 de Enero de 2002 y concluyendo el 18 de Abril del mismo año con una duración de 90 días. El rancho "La Salada", se encuentra localizado entre las coordenadas $100^{\circ} 55' 50''$ de longitud oeste y $28^{\circ} 44' 30''$ de latitud norte.

Se utilizaron 24 hembras multíparas con un mes de paridas en promedio. Las cuales se dividieron al azar en dos grupos de 12 vacas, determinando de esta manera al tratamiento (GT) y testigo (Gt). Al tratamiento se le suplementó a razón de 1.3 kg en base húmeda. El suplemento era depositado en botes de 100 kg, cada semana se colocaban 6 botes de suplemento, distribuyéndolos uniformemente en los potreros y que quedarán a una distancia mínima de 500 metros de los bebederos. El consumo del suplemento tal como se ofreció fue estimado en 1.3 kg por animal por día.

Las variables que se midieron fueron peso (al inicio, al final y cada 30 días durante el periodo de suplementación), condición corporal (CC) y muestras de heces cada 15 días para determinar proteína cruda y materia orgánica por medio del análisis de heces a través del NIRS. Se localizaban 10 heces frescas, libres de insectos, tierra, piedras y agua de lluvia. Se removía la parte superior de las heces y se recolectaba alrededor de 100 gr de heces colocándolas en bolsas ziploc, inmediatamente después se depositaron en hieleras para posteriormente ser congeladas. Las muestras de heces se almacenaron hasta el final de la prueba, posteriormente se mandaron al laboratorio GANLab de la Universidad de Texas A&M para realizar el análisis de heces por medio del NIRS.

Los resultados obtenidos son: Al hacer un análisis químico del suplemento tal como se ofreció al GT, se observa que el contenido de humedad del suplemento fue de 62.50 por ciento, con un 12.10 por ciento de PC, por lo que al ofrecer 1.3 kg realmente consumían 15.73 por ciento de PC. Al realizar un ANVA para Gp y utilizar peso inicial como covariable, se encontró una diferencia estadística significativa entre GT y Gt ($P < .061$), al presentarse una Gp del GT de 5 kg, mientras Gt perdió 13 kg. Condición corporal (CC) no muestra una diferencia significativa ($P > .05$). PC no mostró diferencia estadística entre tratamientos para la variable PC. La MOD de los tratamientos muestra una diferencia significativa al ($P < 0.005$), en promedio la MOD de GT y Gt son 57 y 55.8 por ciento.

Se efectuó un análisis de factores, los primeros tres factores que explican el 73.84 por ciento de la varianza total. El factor uno explica el 35.71 por ciento de la varianza total; las variables periodo de muestreo (PM), MOD, deposición de nitrógeno de las heces en el agostadero (FN) y deposición de fósforo de las heces en el agostadero (FP) tienen una relación positiva con el componente. Lo cual indica que conforme el periodo de muestreo fue cambiando (invierno a primavera) la MOD, FN y FP fueron incrementando. El factor dos contiene el 22.61 por ciento de la varianza total, y explica la relación negativa entre T y CA. El factor tres explica el 14.54 por ciento de la varianza total, donde la variable PC tiene una alta relación negativa con el CP3. Se presenta una relación negativa baja entre PC y FN.

Por lo que se concluye que el proporcionar 1.3 kilogramo de suplemento a base de harinolina, permite que las vacas lactantes en condiciones de rancho en el periodo de invierno obtengan mayores ganancias de peso sobre las vacas lactantes que no reciben ningún suplemento proteico.

La utilización del NIRS para predecir el valor nutritivo del forraje del agostadero a través de las heces es una técnica que permite monitorear el agostadero en lo que corresponde a cambios de proteína cruda (PC) y materia orgánica digestible (MOD), para el invierno.

La precipitación es la variable que más afecta el valor nutritivo de la dieta y por lo tanto el estado nutricional de las vacas lactantes.

VII.- LITERATURA CITADA

- Abrams, S. M., Shenk, J. S., Westerrhaus, M. O., and Barto II, F. E. 1987. Determination of forage quality by near infrared reflectance spectroscopy: Efficacy of broad-based calibration equations. *J. Dairy Sci.* 70:806-813.
- Adams, D. C. 1985. Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behavior of yearling beef steers grazing Russian wild ryegrass in the fall¹. *J. Anim. Sci.* 61:1037-1042.
- AFRC. 1996. Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. Primera edición en español. Editorial Acribia. Zaragoza España. p 98 y 99.
- Alderton, W. B., D. L. Hixon, B. W. Hess, L. F. Woodard, D. M. Hallford and G. E. Moss. 2000. Effects supplemental protein type on productivity of primiparous beef cows¹. *J. Anim. Sci.* 78: 3027-3035.
- Anderson, S. J., T. J. Klopfenstein and V. A. Wilkerson. 1988. Escape protein supplementation of yearling steers grazing smooth brome pastures. *J. Anim. Sci.* 66:237-242.
- Beaty, J. L., R. C. Cochran, B. A. Lintzenich, E. S. Vanzant, J. Morrill, R. T. Brandt, and D. E. Johnson. 1994. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. *J. Anim. Sci.* 72:2475-2486.
- Bellows, A. R., and O.O. Thomas. 1976. some effects of supplemental grain feeding on performance of cows and calves on range forage. *J. Range Management.* 29:192-195.
- Berzaghi, P., J. H. Herbein and C. E. Polan. 1996. Intake, site, and extent of nutrient digestion of lactating cows grazing pasture. *J. Dairy Sci.* 79:1581-1589.
- Bodine, N. T., H. T. Purvis, C. J. Ackerman, and C. L. Goad†. 2000. Effects of supplementing prairie hay with corn and soybean meal on intake, digestion, and ruminal measurements by beef steers^{1,2}. *J. Anim. Sci.* 78:3144-3154.
- Bondi, A. A. 1988. Nutrición animal. Primera edición en español. Editorial Acribia. Zaragoza España. p 467-468.

- Bowman, J. G. P. and B. F. Sowell. 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: A review. *J. Anim. Sci.* 75:543-550.
- Brooks III, J. M., Anderson, M., and Urness, P. J. 1984. Infrared reflectance analysis of forage quality for elk. *J. Wildl. Manage.* 48:254.
- Caton, S. J., and D. V. Dhuyvetter. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses¹. *J. Anim. Sci.* 75:533-542.
- Chowdhury, S. A. 2001. Effect of graded levels of cottonseed cake supplementation on intake, nutrient digestibility, microbial N yield of growing native (*Bos indicus*) bulls fed rice straw. *Asian – Australasian J. Anim. Sci.* Vol. 14 3:326-332.
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1996. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Quinta reimpresión. Editorial Limusa. México D.F. p 285 y 287.
- Church, D. C. and A. Santos. 1981. Effect graded levels of soybean meal and of a nonprotein nitrogen-molasses supplement on consumption and digestibility of wheat straw¹. *J. Anim. Sci.* 53:1609-1615.
- Cochran, R. C., D. C. Adams, P. O. Curie and B. W. Knapp. 1986. Cubed alfalfa hay or cottonseed meal-barley as supplements for beef cows grazing fall-winter range. *J. Range Management.* 39(4): 361-364.
- Coleman, S. W., Hollway, J. W., and Stuth, J. W. 1989. Monitoring the nutrition of grazing cattle with near infrared analysis of feces. XVI Internat. Grassl. Congr. 26:881. Nice, France.
- CNA. 2002. Estación Climatológica de Zaragoza. Gerencia Estatal en Coahuila; Subgerencia de Ingeniería y Apoyo Técnico; Depto. de Hidrometría y Climatología.
- Corah, L. R., R. P. Lemenager, P. L. Houghton and D. A. Blasi. 1991. Feeding your cows by body condition. Kansas Sta. Uni. Agri. Exp. Sta. Coop. Ext. Ser. C-842.
- COTECOCA. 1979. Coeficientes de los agostadero de Coahuila. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. p 34-35.
- Cravey, M. 1994. Supplementing stocker cattle. Tex. Agric. Ext. Ser. B-1712.
- Dale, C. and L. Jolley. 2001. NRCS uses a rapid nutritional monitoring System for free-ranging livestock. <http://cnrit.tamu.edu/ganlab/index.htm>.
- Delcurto, T., B. W. Hess, J. E. Huston, and K. C. Olson. 2000. Optimum supplementation strategies for beef cattle consuming low-quality roughages in the western United States. *J. Anim. Sci. Suple* 1.

- Delcurto, T., R. C. Cochran, L. R. Corah, A. A. Beharka, K. A. Jacques, G. Towne and E. S. Vanzant. 1990. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I. Influence of varying supplemental protein and (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. *J. Anim. Sci.* 68:515-531.
- Delcurto, T., R. C. Cochran, L. R. Corah, A. A. Beharka, E. S. Vanzant and D. E. Johnson. 1990. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving supplements. *J. Anim. Sci.* 68:532-542.
- Delgado, D. C. 2001. El consumo voluntario en los sistemas agropastoriles. En: FIRA(ed). Mem. Sis. Silpst. Opc. Sust. Yucatán México D.F. p 110-118.
- De los Santos, V. S. 2000. Manejo de la lactancia para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva en ganado de carne. En: Recomendaciones practicas. INIFAP, Campo experimental Aldama. Publ. Esp. N° 11. Aldama Tamaulipas México. p 57-58.
- Dorantes O., A. 2002. Efecto de la condición corporal y cambios de esta sobre el intervalo entre partos de vacas charoláis. Tesis Ing. Agro. Zot. U.A.A. "A.N." Saltillo, Coah., México.
- Eilers, J. 2002. A survey analysis of the use of NIRS/Nutbal to assess the nutritional requirements of free-ranging herbivore. <http://cnrit.tamu.edu/ganlab/index.htm>.
- Eng, K. 2001. Nutrition conference focuses on winter pasture supplementation. *Feedstuffs Rev.* 73(48):45-46.
- Freeman, A. S., M. L. Galyean and J. S. Caton. 1992. Effects supplemental protein percentage and feeding level on intake, ruminal fermentation, and digesta passage in beef steers fed prairie hay¹. *J. Anim. Sci.* 70:1562-1572.
- Fleck, A. T., K. S. Lusby, F. N. Owens and F. T. McCollum. 1988. Effects of corn gluten feed on forage intake, digestibility and ruminal parameters of cattle fed native grass hay¹. *J. Anim. Sci.* 66:750-757.
- Fynn, R. W. S., and Oconnor, T. G. 2000. Effect of stocking rate and rainfall on rangeland dynamics and cattle performance in a semi-arid savanna, South Africa. *J. Applied Ecology.* 37;491-507.
- García E. R., y R. T. López. 1995. Suplementación alimenticia de ganado bovino en pastoreo fundamentos y estrategias. Departamento de producción animal. U.A.A.A.N. México. p 3 y 4
- Gardner, S., E. N. Douglas. 2000. Dietary analysis. A new management tool for Louisiana cattlemen. USDA Alexandria Louisiana p. 1-2.

- Guameros, A. G. 2000. Como mejorar la producción del pie de cría en la temporada de sequía. En: Recomendaciones practicas. INIFAP, Campo experimental Aldama. Publ. Esp. N° 11. Aldama Tamaulipas México. p 66-69.
- González, M. J. y F. N. Meléndez. 1980. Efecto de la presión de pastoreo sobre la producción de carne en praderas tropicales. Colegio Superior de Agri. Tropical. SARH. Boletín CA-6. Tabasco México. p 15.
- González, E. A. V., J. A. Ortega, J. M. Avila. 2000. Manejo de la carga animal y su importancia en la ganadería. Investigadores del Programa Forrajes y Pastizales del C.E. Aldama- INIFAP-SAGAR. www.manejodelacargaanimal.htm
- Hammack, S. P. and R. J. Gill. (S/F). Body size and milking level for beef production. Tex. Agri. Ext. Ser. Sys. L-5192.
- Hammack, S. P. and R. J. Gill. (S/F). Frame score and weight of cattle. Tex. Agri. Ext. Ser. Sys. L-5176. 3-01.
- 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. En: H.G. Ibarra, W. Hamilton y N. E. H. Treviño (eds.) Sim. Taller Aprov. Sust. Recur. Nat. N. Méx. S Tx. Avn. Perps. Cons. Tec. Nrest. Méx. S. Tx. Guadalupe Nuevo León. p 3-11.
- Hanselka, C. W., L. D. White and J. L. Holecheck. 2001. Managing residual forage for rangeland health. Texas Coop. Ext. E-127. p 2.
- Hatch, G. P., and Tainton, N. M. 1997. The influence of stocking-rate, range condition and rainfall on seasonal beef production patterns in the semi-arid savanna of KwaZulu-Natal. South African J. Ani. Sci.27; 50-54.
- Head, B. B., J. C. Hugh, A. Dicostanzo and D. Jhonson. 2001. Supplement grazing ruminants to optimize production: Part.1. Feedsstuffs Rev. 73(30):34-36
- Head, B. B., J. C. Hugh, A. Dicostanzo and D. Jhonson. 2001. Supplement grazing ruminants to optimise production: Part 2. Feedsstuffs Rev. 73(35):35-36.
- Herd, D. B. and L. R. Sprott. 1996. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Tex. Agri. Ext. Ser. Sys. B-1526.
- Hess, B. W., E. J. Scholljegerdes, S. A. Coleman and J. E. Williams. 1998. Supplemental protein plus ruminally protected methionine and lysine for primiparous beef cattle consuming annual rye hay¹. J. Anim. Sci. 76:1767-1777.
- Holechek, I. J., Shenk, S. J., Vavra, M., and Arthun, D. 1982. Prediction of forage quality using near infrared reflectance spectroscopy on esophageal fistula samples from cattle onmountain range. J. Anim. Sci. 55:971-975.

- Houghton, P. L., R. P. Lemenager, L. A. Horstman, K. S. Hendrix and G. E. Moss. 1990. Effects of body composition pre and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *J. Anim. Sci.* 68:1438-1446.
- Houghton, P. L., R. P. Lemenager, L. A. Horstman, G. E. Moss and K. S. Hendrix . 1990. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J. Anim. Sci.* 68:1428-1437.
- Hungate, R. E. 1982. La celulosa en la producción animal. Segunda reimpresión. Editorial continental. México D.F. p 13-18.
- Hunnicut, K. L. 2000. Quality of diet consumed by cattle in the Texas hill country: measurements using NEAR infrared spectroscopy combined with nutritional balance analyzer software. Tesis. Ph. D. Texas A&M. Huston Texas.
- Hunt, R. A., J. F. Parkinson, R. A. Roeder and D. G. Falk. 1989. The delivery of cottonseed meal at three different time intervals to steers fed low-quality grass hay: effects on digestion and performance. *J. Anim. Sci.* 67:1360-1366.
- Huston, E. J., P. V. Thompson, and C. A. Taylor. 1993. Combined effects of stocking rate and supplemental feeding level on adult beef cows grazing native rangeland in Texas¹. *J. Anim. Sci.* 71:3458-3465.
- John, W., Walker, D.H. Clark, S. D. McCoy. 1998. Fecal NIRS for predicting percent leafy spurge in diets. *J. Range Management.* 51(4): 450-455.
- Judkins, M. D., J. D. Wallace, M. L. Galyean, L. J. Krysl and E. E. Parker. 1987. Passage rates, rumen fermentation, and weight change in protein supplemented grazing cattle. *J. Range Management.* 40(2):100-105.
- Judkins, M. D., Krysl, J. D. Wallace, M. L. Galyean, K. D. Jones and E. E. Parker. 1985. Intake and diet selection by protein supplemented grazing steers. *J. Range Management.* 38(3):210-213.
- Kartchner, R. J. 1980. Effects of protein and energy supplementation of cows grazing native winter range forage on intake and digestibility. *J. Anim. Sci.* 51:432.
- Koster, H. H., R. C. Cochran, E. C. Tigemeyer, E. S. Vanzant, I. Abdelgadir and G. St-Jean. 1996. Effect of increasing degradable intake protein and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. *J. Anim. Sci.* 74: 2473-2481.
- Kunkle, W. E., R. S. Sand y P. Y. Garcés. 1997. Aplicación de nuevas estrategias para el desarrollo de vaquillas. En: Curso Alternativas de manejo en bovinos para carne en pastoreo. Uni. Aut. Chapingo. P 95-97.

- Kunkle, W. E., R. S. Sand and D. O. Rae. 1994. Effects of body condition on productivity in beef cattle. Uni. Flor. Pub. Coop. Ext. Ser. SP-144.
- López T. R., y R. E. García. 2000. Estrategias de suplementación de bovinos en pastoreo. Com. Gan. Vol.2 N°. 11p 8-9.
- Lyons, R. K. and R. V. Machen. (S/F). Using body condition scores to manage range cows and rangeland. Tex. Agri. Ext. Ser. Sys. E-102. 7-00.
- Lyons, R. K., R. V. Machen y T. D. A. Forbes. (S/F). ¿ Por que cambia la calidad del forraje de los pastizales. Tex. Agri. Ext. Ser. Sis. E-99S 7-01.
- Lyons, R. K., R. V. Machen y T. D. A. Forbes (S/F). Entendimiento del consumo de forraje de los animals en el pastizal. Tex. Agri. Ext. Ser. Sis. E-100S 6-01.
- 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.
- Lyons, R. K., and Stuth. W. J. 1992. Fecal NIRS equations for predicting diet quality of free-ranging cattle. J. Range Manage. 45:238-244.
- Lyons, R. K., and Stuth. W. J. 1991. Procedures for processing cattle fecal samples for NIRS analysis. Anim. Feed abd Technol. 35:21.
- Lyons, R. K., J. W. Stuth and P. Angerer. 1995. Technical note: fecal NIRS equation field validation. J. Range Management 48(4): 380-382.
- Lyons, R. K., J. W. Stuth, J. E. Huston and P. Angerer. 1993. Predictions of the nutrient composition of the diets of supplemented versus unsupplemented grazing beef cows based on Near-Infrared reflectance spectroscopy of feces. J. Anim. Sci. 71: 530-538.
- Madrigal, A. M., J. N. Colin y D. M. Hallford. 2001. Influencia de la condición corporal y la biosimulación sobre la eficiencia reproductiva en vacas de raza Simmental en agostadero. Rev. Vet. Méx. 32(2):87-93.
- Maltos, J., L. Padilla y J. S. Berlanga. 2000. La eficiencia reproductiva del ganado en pastoreo asociación ganadera local de Ocampo alianza para el campo. Nota Tec. Univ. Aut. Agr. A.N. Saltillo, Coah., México.
- Marston, T. T. and K. S. Lusby. 1995. Effects of energy or protein supplements and stage of production on intake and digestibility of hay by beef cows¹. J. Anim. Sci. 73:651-656.

- Mathis, C. P., R. C. Cochran, J. S. Heldt, B. C. Woods, I. E. O. Abdelgadir, K. C. Olson, E. C. Titgemeyer and E. S. Vanzant. 2000. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium – low-quality forages¹. *J. Anim. Sci.* 78: 224-232.
- Mathis, P. C. (S/F). Protein and energy supplementation to beef cows grazing new Mexico rangelands¹. *Tex. Agric. Ext. Ser. Publ.* B-6067.
- McCollum, F. T., R. L. Gillen, B. R. Karges, M. E. Hodges. 1999. Stocker cattle response to grazing management in tallgrass prairie. *J. Range Management* 52:(2) 120-126.
- McCollum, F. T., III, and G. W. Horn. 1990. Protein supplementation of grazing livestock: A review. *Prof. Anim. Sci.* 6:1-16.
- McCollum, F. T., and M. L. Galyean. 1985. Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. *J. Anim. Sci.* 60: 570-577.
- McDonald, P., R. Edwards y J. F. D. Greenhalgh. 1988. *Nutrición animal*. Cuarta edición. Editorial Acribia. Zaragoza España. p 379.
- Mendoza J. M. 1983. Diagnostico climático para la zona de influencia inmediata de la U.A.A.A.N. Editorial U.A.A.A.N. Saltillo Coahuila México. p 81.
- Mertens, R. D. 1990. Regulation of forage intake. En: Fahey, C. G. (ed). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Published American Society of Agronomy. USA. p 450.
- National Research Council. 1996. *Feed intake en: Nutrient requirements of beef cattle*. Seventh Rev. Ed. National Academy Press. Washington, D.C. USA. p 85-90.
- National Research Council. 2001. *Nutrient composition of feed en: Nutrient requirements of dairy cattle*. Seventh Rev. Ed. National Academy Press. Washington, D.C. USA. p 281-315.
- Neumann, A. L. 1989. *Ganado vacuno para producción de carne*. Primera edición en español. Editorial Limusa. México D.F. p 282-284.
- Norris, K. H., R. F. Barnes, J. E. Moore and J. S. Shenk. 1976. Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *J. Anim. Sci.* 43: 889-897.
- Nuplen, 2002. *Informe de análisis químico del suplemento proteico*. Laboratorio Nuplen. Gómez Palacio Durango.

- choa, R. F. 2002. Mercados de la carne de res en América del norte: tendencias y oportunidades. En: H.G. Ibarra, W. Hamilton y N. E. H. Treviño (eds.) Sim. Taller Aprov. Sust. Recur. Nat. N. Méx. S Tx. Avn. Perps. Cons. Tec. Nrest. Méx. S. Tx. Guadalupe Nuevo León. p 18-19.
- liver, D. A. 2002. Efectos de condición corporal y cambios en esta sobre el intervalo entre partos de vacas Charoláis. Tesis Ing. Agro. Zootecnista. U. A. A. A. "A.N". Saltillo, Coah., México.
- rtega, J. A. S. y E. A. González. 2000. ¿Cuántos animales puede mantener mi rancho? En: Recomendaciones practicas. INIFAP, Campo experimental Aldama. Publ. Esp. N° 11. Aldama Tamaulipas México. p 10-12.
- wens, N. D., y Goetsch L. A. 1988. Fermentación ruminal. En: D.C. Church (ed). El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Primera edición. Editorial Acribia. Zaragoza España. p 171.
- wens, N. D., y Zinn R. 1988. Metabolismos de la proteína en el rumiante. En: D.C. Church (ed). El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Primera edición. Editorial Acribia. Zaragoza España. p 171.
- atterson, H. H., J. C. Whitter, L. R. Rittenhouse, and D. N. Schutz. 1999. Performance of beef cow receiving cull beans, sunflower meal, and canola meal as protein supplements white grazing native winter range in eastern Colorado^{1,2}. J.Anim.Sci. 77:750-755.
- earce, A. R., R.K. Lyons, and J. W. Stuth. 1993. Influence of handling methods on fecal NIRS evaluations. J. Range Management 46(3): 274-376.
- itts, S. J., F. T. Mccollum and M. Britton. 1992. Protein supplementation of steers grazing tobosa grass in spring and summer. J. Range. Management. 45:226-231.
- opp, J. D., W. P. McCaughey and R. D. H. Cohen. 1997. Grazing system and stocking rate effects on the productivity, botanical composition and soil surface characteristics of alfalfa-grass pasture. Canadian J. Anim. Sci. 77:(4) 669-676.
- ritchard, R. H. and J. R. Males. 1982. Effect of supplementation of wheat straw diets twice a day on rumen ammonia, volatile fatty acids and cow performance¹. J. Anim. Sci. 54:1243-1250.
- ruitt, D. y P. Momont. (S/F). Managing beef cows by body condition score. South Dakota State University and University of Idaho. www.abs.sdstate.edu/ars/facilities/bodycond.htm

- Randel, R. D., J. W. Holloway, J. Villarreal y A. González. 2002. Manejo reproductivo y nutricional – la importancia de la condición corporal. En: H.G. Ibarra, W. Hamilton y N. E. H. Treviño (eds.) Sim. Taller Aprov. Sust. Recur. Nat. N. Méx. S Tx. Avn. Perps. Cons. Tec. Nrest. Méx. S. Tx. Guadalupe Nuevo León. p 31-35.
- Renquist, B. J., and J. W. Oltjen. (S/F). Strategic supplementation of range beef cows: split feeding by body condition and stocking rate. Dept. Anim. Sci. Uni. California, Davis.
- Richards, M. W., J. C. Spitzer and M. B. Warner. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle, J. Anim. Sci. 62:300-306.
- Roberts, C. A., P. L. Houghtton, K. J. Moore, K. A. MacMillan and R. P. Lemenager. 1987. Analysis of bovine udder, plate and viscera using NEAR infrared reflectance spectroscopy. J. Ani. Sci. 65: 278-281.
- SAGARPA. 2002. Estadísticas del ciclo ganadero Septiembre 2000 - Agosto 2001 del estado de Coahuila. Delegación Estatal SAGARPA Coahuila.
- Scollan, N. D., A. Sargeant, A. B. McAllan and M. S. Dhanoa. 2001. Protein supplementation of grass silages of differing digestibility for growing steers. J. Agri. Sci. 136:(1) 88-98.
- Shenk, S. J., Westerhaus, M. O., and Hoover, M. R. 1979. Analysis of forages by infrared reflectance. J. Dairy Sci. 62: 807.812.
- Statistica. 1998. Statistica for windows (ver. 4.5) starScoft. Inc. Tulsa. Ok. USA.
- Steffen, D. 2001. NUTBAL & fecal sampling –prediction of performance". <http://cnrit.tamu.edu/ganlab/index.htm>.
- Stuth, W. J., Kapes, E. D., and Lyons, R. K. 1989. Use of near infrared spectroscopy to assess nutritonal status of cattle diets on rangeland. Internat. Grassl. Congr. 26:889. Nice, France.
- Stuth, W. J. 1998. Nutrición de vacas adultas en la zona de matorrales del sur de Texas: NIRS/NUTBAL, un sistema de manejo nutricional. Memorias: taller de ganadería de bovinos de carne del Norte de México y Sur de Texas. Cd. Victoria Tamaulipas , México. Pp 56-64.
- Sunvold, G. D., R. C. Cocharan and E. S. Vanzant. 1991. Evaluation of wheat middling as a supplement for beef cattle consuming dormant bluestem-range forage. J. Anim. Sci. 69:3044-3054.

- ason, D. 2001. The application of NIRS in range and animal sciences. <http://cnrit.tamu.edu/ganlab/index.htm>.
- lett, B. L., D. A. Neuendorff, and R. D. Randel. 1995. Influence of undegraded intake protein supplementation on milk production, weight gain, and reproductive performance in postpartum Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 73: 3223-3229.
- rkova, R., S. Atanassova, K. Itoh, Y. Ozaki and K. Toyoda. 2000. NEAR infrared spectroscopy for biomonitoring: cow milk composition measurement in a spectral region from 1100 to 24000 nanometers¹. *J. Anim. Sci.* 78: 515-522.
- quez, A. R. 1992. Plantas de pastizales del Rancho La Salada. Jiménez, Coahuila, México.
- , J. y M. D. Díaz. 2000. El pasto y la alimentación del ternero de carne. *Rev. Mundo ganadero*. Vol. 118. p 45.
- d, R. G., Smith, G. S., Wallace, J. D., Urquhart, N. S., and Shenk J. S. 1982. Estimates of intake and quality of grazed range.
- ker, J.W., D. H. Clark and S. D. Miccoy. 1998. Fecal NIRS for predicting leafy spurge leafy spurge in diets. *J. Range Management*. 51(4): 450 - 455.
- te, D. and T. R. Troxel. (S/F). Balance entre la producción y demanda de forraje de los pastizales. *Tex. Agri. Ext. Ser. Sys.* E-96S 6-01.
- te, D. and C. Richardson. (S/F). ¿Cuanto forraje tienes en tu potrero?. *Tex. Agri. Ext. Ser. Sys.* E-97S 7-01.
- ms, W. D., L. M. Rode and B. S. Freeze. 1998. Protein supplementation to enhance the performance of pregnant cows on rough fescue grasslands in winter. *Canadian. J. Anim. Sci.* 78:(1) 89-94.
- der, J. A., C. C. Bailey, M. Thomas and J. Holechek. 2000. Breed and Stocking rate effects on Chihuahua desert cattle production. *J. Range. Management*. 53(1) 32-38.

VIII.- APÉNDICE A

Cuadros de concentración de las variables evaluadas

A.1 Base de datos del tratamiento .

ID	TC	CA	PM	PESO	PIN	CP	GP	CCA	CCC	PC	MOD
111	1	8,15	1	375	375	0	0	4	0	4,85	55,03
111	1	8,15	2	366,5	0	-8,5	0	3,5	-0,5	5	56,17
111	1	8,15	3	358	0	-8,5	0	3,5	0	5,08	57,35
111	1	8,15	4	379	0	21	0	4	0,5	4,5	61,48
111	1	8,15	5	400	0	21	0	3,5	-0,5	5,3	55,86
111	1	8,15	6	400,5	0	0,5	0	3,5	0	5,5	56,5
111	1	8,15	7	401	0	0,5	26	4	0,5	5,71	56,52
112	1	8,15	1	433	433	0	0	4	0	4,85	55,03
112	1	8,15	2	436,5	0	3,5	0	3,5	-0,5	5	56,17
112	1	8,15	3	440	0	3,5	0	4	0,5	5,08	57,35
112	1	8,15	4	439	0	-1	0	3,5	-0,5	4,5	61,48
112	1	8,15	5	438	0	-1	0	3,5	0	5,3	55,86
112	1	8,15	6	429	0	-9	0	4	0,5	5,5	56,5
112	1	8,15	7	420	0	-9	-13	3,5	-0,5	5,71	56,52
113	1	8,15	1	451	451	0	0	3,5	0	4,85	55,03
113	1	8,15	2	408,5	0	-42,5	0	4	0,5	5	56,17
113	1	8,15	3	366	0	-42,5	0	4	0	5,08	57,35
113	1	8,15	4	367	0	1	0	3,5	-0,5	4,5	61,48
113	1	8,15	5	368	0	1	0	3,5	0	5,3	55,86
113	1	8,15	6	374	0	6	0	3,5	0	5,5	56,5
113	1	8,15	7	380	0	6	0	3,5	0	5,71	56,52
114	1	8,15	1	409	409	0	29	3,5	0	4,85	55,03
114	1	8,15	2	404,5	0	-4,5	0	4	0,5	5	56,17
114	1	8,15	3	400	0	-4,5	0	3,5	-0,5	5,08	57,35
114	1	8,15	4	412,5	0	12,5	0	4	0,5	4,5	61,48
114	1	8,15	5	425	0	12,5	0	4	0	5,3	55,86
114	1	8,15	6	408,5	0	-16,5	0	3,5	-0,5	5,5	56,5
114	1	8,15	7	392	0	-16,5	-17	4	0,5	5,71	56,52
115	1	8,15	1	452	452	0	0	4,5	0	4,85	55,03
115	1	8,15	2	443	0	-9	0	3,5	-1	5	56,17
115	1	8,15	3	434	0	-9	0	4	0,5	5,08	57,35
115	1	8,15	4	439,5	0	5,5	0	3,5	-0,5	4,5	61,48
115	1	8,15	5	445	0	5,5	0	3,5	0	5,3	55,86
115	1	8,15	6	441,5	0	-3,5	0	3,5	0	5,5	56,5
115	1	8,15	7	438	0	-3,5	-14	3,5	0	5,71	56,52
116	1	8,15	1	429	429	0	0	4	0	4,85	55,03
116	1	8,15	2	424	0	-5	0	3,5	-0,5	5	56,17
116	1	8,15	3	419	0	-5	0	4	0,5	5,08	57,35
116	1	8,15	4	437	0	18	0	4	0	4,5	61,48

116	1	8,15	455	0	18	0	3,5	-0,5	5,3	55,86
116	1	8,15	437,5	0	-17,5	0	3,5	0	5,5	56,5
116	1	8,15	420	0	-17,5	0	4	0,5	5,71	56,52
116	1	8,15	289	289	0	0	3	0	4,85	55,03
117	1	8,15	289	289	0	0	3,5	0,5	5,71	56,17
117	1	8,15	289	289	0	0	3,5	0,5	5,71	56,17
117	1	8,15	289	289	0	0	4	0,5	5,08	57,35
117	1	8,15	290,5	290,5	0	1,5	4	0	4,5	61,48
117	1	8,15	292	292	0	1,5	3,5	-0,5	5,3	55,86
117	1	8,15	295	295	0	3	3,5	0	5,5	56,5
117	1	8,15	298	298	0	3	3,5	0	5,71	56,52
118	1	8,15	340	340	340	0	3,5	0	4,85	55,03
118	1	8,15	337	337	0	-3	3,5	0	5	56,17
118	1	8,15	334	334	0	-3	3,5	0	5,08	57,35
118	1	8,15	343	343	0	4,5	4	0,5	5,08	57,35
118	1	8,15	345,5	345,5	0	11,5	3,5	0	4,5	61,48
118	1	8,15	357	357	0	11,5	3,5	0	5,3	55,86
118	1	8,15	349	349	0	-8	3,5	0	5,5	56,5
118	1	8,15	341	341	0	-8	3,5	0	5,71	56,52
118	1	8,15	334	334	334	0	4	0	4,85	55,03
119	1	8,15	338,5	338,5	0	4,5	3,5	-0,5	5	56,17
119	1	8,15	343	343	0	4,5	4	0,5	5,08	57,35
119	1	8,15	351,5	351,5	0	8,5	4	0	4,5	61,48
119	1	8,15	360	360	0	8,5	3,5	-0,5	5,3	55,86
119	1	8,15	355,5	355,5	0	-4,5	3,5	0	5,5	56,5
119	1	8,15	351	351	0	-4,5	4	0,5	5,71	56,52
120	1	8,15	315	315	306	0	3,5	0	4,85	55,03
120	1	8,15	306,5	306,5	0	-8,5	3,5	0	5	56,17
120	1	8,15	298	298	0	-8,5	3,5	0	5,08	57,35
120	1	8,15	3,01	3,01	0	-295	4	0,5	4,5	61,48
120	1	8,15	304	304	0	300,99	4	0	5,3	55,86
120	1	8,15	302	302	0	-2	4	0	5,5	56,5
120	1	8,15	300	300	0	-2	4	0	5,71	56,52
147	1	8,15	352	352	352	0	4	0	4,85	55,03
147	1	8,15	354,5	354,5	0	2,5	3,5	-0,5	5	56,17
147	1	8,15	357	357	0	2,5	4	0,5	5,08	57,35
147	1	8,15	366	366	0	9	3,5	-0,5	4,5	61,48
147	1	8,15	375	375	0	9	4	0,5	5,3	55,86
147	1	8,15	365,5	365,5	0	-9,5	4	0	5,5	56,5
147	1	8,15	356	356	0	-9,5	4	0	5,71	56,52
148	1	8,15	430	430	430	0	3,5	0	4,85	55,03
148	1	8,15	431	431	0	1	3,5	0	5	56,17
148	1	8,15	432	432	0	1	3,5	0	5,08	57,35
148	1	8,15	443,5	443,5	0	11,5	4	0,5	4,5	61,48
148	1	8,15	455	455	0	11,5	3,5	-0,5	5,3	55,86
148	1	8,15	463,5	463,5	0	8,5	3,5	0	5,5	56,5
148	1	8,15	472	472	0	8,5	3,5	0	5,71	56,52

A.2 Base de datos del testigo (Gt).

ID	TC	CA	PM	PESO	PIN	CP	GP	CCA	CCC	PC	MOD
101	0	9,32	1	346	346	0	0	3,5	0	5,12	53,58
101	0	9,32	2	339,5	0	-6,5	0	3,5	0	3,9	54,41
101	0	9,32	3	333	0	-6,5	0	4	0,5	5,22	54,72
101	0	9,32	4	341,5	0	8,5	0	4	0	3,86	54,87
101	0	9,32	5	350	0	8,5	0	3,5	-0,5	7,6	56,46
101	0	9,32	6	352,5	0	2,5	0	3,5	0	6,38	57,72
101	0	9,32	7	355	0	2,5	9	3,5	0	4,45	59,6
102	0	9,32	1	343	343	0	0	4	0	5,12	53,58
102	0	9,32	2	342,5	0	-0,5	0	3,5	-0,5	3,9	54,41
102	0	9,32	3	342	0	-0,5	0	4	0,5	5,22	54,72
102	0	9,32	4	339,5	0	-2,5	0	4	0	3,86	54,87
102	0	9,32	5	337	0	-2,5	0	3,5	-0,5	7,6	56,46
102	0	9,32	6	348,5	0	11,5	0	3,5	0	6,38	57,72
102	0	9,32	7	360	0	11,5	17	4	0,5	4,45	59,6
103	0	9,32	1	415	415	0	0	4	0	5,12	53,58
103	0	9,32	2	415,5	0	0,5	0	3,5	-0,5	3,9	54,41
103	0	9,32	3	416	0	0,5	0	4	0,5	5,22	54,72
103	0	9,32	4	418	0	2	0	4	0	3,86	54,87
103	0	9,32	5	420	0	2	0	3,5	-0,5	7,6	56,46
103	0	9,32	6	398,5	0	-21,5	0	3,5	0	6,38	57,72
103	0	9,32	7	377	0	-21,5	-38	3,5	0	4,45	59,6
104	0	9,32	1	491	491	0	0	4	0	5,12	53,58
104	0	9,32	2	495,5	0	4,5	0	4,5	0,5	3,9	54,41
104	0	9,32	3	500	0	4,5	0	3,5	-1	5,22	54,72
104	0	9,32	4	495	0	-5	0	4	0,5	3,86	54,87
104	0	9,32	5	490	0	-5	0	3,5	-0,5	7,6	56,46
104	0	9,32	6	475	0	-15	0	3,5	0	6,38	57,72
104	0	9,32	7	460	0	-15	-31	4	0,5	4,45	59,6
105	0	9,32	1	364	364	0	0	4	0	5,12	53,58
105	0	9,32	2	359	0	-5	0	3,5	-0,5	3,9	54,41
105	0	9,32	3	354	0	-5	0	3,5	0	5,22	54,72
105	0	9,32	4	356	0	2	0	4	0,5	3,86	54,87
105	0	9,32	5	358	0	2	0	3,5	-0,5	7,6	56,46
105	0	9,32	6	349	0	-9	0	3,5	0	6,38	57,72
105	0	9,32	7	340	0	-9	-24	3,5	0	4,45	59,6
106	0	9,32	1	343	243	0	0	4	0	5,12	53,58
106	0	9,32	2	351	0	8	0	3,5	-0,5	3,9	54,41
106	0	9,32	3	359	0	8	0	4	0,5	5,22	54,72
106	0	9,32	4	359,5	0	0,5	0	3,5	-0,5	3,86	54,87
106	0	9,32	5	360	0	0,5	0	3,5	0	7,6	56,46
106	0	9,32	6	342,5	0	-17,5	0	3,5	0	6,38	57,72
106	0	9,32	7	325	0	-17,5	-18	3,5	0	4,45	59,6

107	53,58	0	9,32	422	422	0	0	0	0	4	0	5,12	59,6
107	54,41	0	9,32	432	432	0	10	10	0	3,5	-0,5	3,9	54,41
107	54,72	0	9,32	442	442	0	10	10	0	3,5	0	5,22	54,72
107	54,87	0	9,32	439,5	439,5	0	-2,5	-2,5	0	3,5	0	3,86	54,87
107	56,46	0	9,32	437	437	0	-2,5	-2,5	0	3,5	0	7,6	56,46
107	57,72	0	9,32	444	444	0	7	7	0	3,5	0	6,38	57,72
107	59,6	0	9,32	451	451	0	7	7	29	3,5	0	4,45	59,6
108	53,58	0	9,32	358	358	358	0	0	0	4	0	5,12	53,58
108	54,41	0	9,32	359,5	359,5	0	1,5	1,5	0	3	-1	3,9	54,41
108	54,72	0	9,32	361	361	0	1,5	1,5	0	3,5	0,5	5,22	54,72
108	54,87	0	9,32	360,5	360,5	0	-0,5	-0,5	0	3,5	0	3,86	54,87
108	56,46	0	9,32	360	360	0	-0,5	-0,5	0	3,5	0	7,6	56,46
108	57,72	0	9,32	352	352	0	-8	-8	0	3,5	0	6,38	57,72
108	59,6	0	9,32	344	344	0	-8	-8	-14	3,5	0	4,45	59,6
109	53,58	0	9,32	404	404	404	0	0	0	4	0	5,12	53,58
109	54,41	0	9,32	397	397	0	-7	-7	0	3,5	-0,5	3,9	54,41
109	54,72	0	9,32	392	392	0	-5	-5	0	4	0,5	5,22	54,72
109	54,87	0	9,32	378,5	378,5	0	-13,5	-13,5	0	3,5	-0,5	3,86	54,87
109	56,46	0	9,32	365	365	0	-13,5	-13,5	0	3,5	0	7,6	56,46
109	57,72	0	9,32	360	360	0	-5	-5	0	3,5	0	6,38	57,72
109	59,6	0	9,32	355	355	0	-5	-5	-49	3,5	0	4,45	59,6
110	53,58	0	9,32	394	394	394	0	0	0	4,5	0	5,12	53,58
110	54,41	0	9,32	395,5	395,5	0	1,5	1,5	0	4	-0,5	3,9	54,41
110	54,72	0	9,32	397	397	0	1,5	1,5	0	4	0	5,22	54,72
110	54,87	0	9,32	381	381	0	-16	-16	0	4	0	3,86	54,87
110	56,46	0	9,32	375	375	0	-6	-6	0	4	0	7,6	56,46
110	57,72	0	9,32	376	376	0	1	1	0	4	0	6,38	57,72
110	59,6	0	9,32	377	377	0	1	1	-17	4	0	4,45	59,6
149	53,58	0	9,32	324	324	324	0	0	0	4,5	0	5,12	53,58
149	54,41	0	9,32	314	314	0	-10	-10	0	3,5	-1	3,9	54,41
149	54,72	0	9,32	304	304	0	-10	-10	0	3,5	0	5,22	54,72
149	54,87	0	9,32	305,5	305,5	0	1,5	1,5	0	3,5	0	3,86	54,87
149	56,46	0	9,32	307	307	0	1,5	1,5	0	3,5	0	7,6	56,46
149	57,72	0	9,32	299,5	299,5	0	-7,5	-7,5	0	3,5	0	6,38	57,72
149	59,6	0	9,32	292	292	0	-7,5	-7,5	-32	3,5	0	4,45	59,6
150	53,58	0	9,32	314	314	314	0	0	0	3,5	0	5,12	53,58
150	54,41	0	9,32	324,5	324,5	0	10,5	10,5	0	4	0,5	3,9	54,41
150	54,72	0	9,32	335	335	0	10,5	10,5	0	4	0	5,22	54,72
150	54,87	0	9,32	353	353	0	18	18	0	4	0	3,86	54,87
150	56,46	0	9,32	318	318	0	-35	-35	0	4	0	7,6	56,46
150	57,72	0	9,32	322	322	0	4	4	0	4	0	6,38	57,72
150	59,6	0	9,32	326	326	0	4	4	12	3,5	-0,5	4,45	59,6

A.3 Base de datos de ganancia de peso

Número muestra	Número de vaca	Tratamientos	Ganancia de Peso	Peso Inicial
1	111	1	26	375
2	112	1	-13	433
3	113	1	29	351
4	114	1	-17	409
5	115	1	-14	452
6	116	1	-9	429
7	117	1	9	289
8	118	1	1	340
9	119	1	17	334
10	120	1	-15	315
11	147	1	4	352
12	148	1	42	430
13	101	0	9	346
14	102	0	17	343
15	103	0	-38	415
16	104	0	-31	491
17	105	0	-24	364
18	106	0	-18	343
19	107	0	29	422
20	108	0	-14	358
21	109	0	-49	404
22	110	0	-17	394
23	149	0	-32	324
24	150	0	12	314

Tratamiento (1).

Testigo (0).

APÉNDICE B

Datos Meteorológicos

B.1 Temperaturas mínimas diarias durante los mes de investigación.

DÍA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
1		7.0	12.0	13.0	24.0
2		3.0	5.0	17.0	23.0
3		9.0	-2.0	15.0	24.0
4		10.0	-2.0	15.0	25.0
5		10.0	-1.0	15.0	24.0
6		10.0	10.0	16.0	22.0
7		2.0	11.0	17.0	22.0
8		3.0	14.0	17.0	23.0
9		5.0	13.0	17.0	24.0
10		9.0	10.0	17.0	24.0
11		0.0	7.0	17.0	24.0
12		4.0	10.0	18.0	24.0
13		6.0	10.0	20.0	20.0
14		3.5	11.0	19.0	19.0
15		8.0	13.5	16.0	13.0
16	9.0	8.0	15.0	20.0	
17	9.0	6.0	15.0	22.0	
18	12.0	5.0	20.0	23.0	
19	14.0	6.0	20.0	28.0	
20	8.0	15.0	11.0	23.0	
21	8.0	13.0	9.0	24.0	
22	13.0	12.0	5.0	22.0	
23	14.0	11.0	8.0	23.0	
24	12.0	11.0	11.0	24.0	
25	5.0	8.0	17.0	21.0	
26	6.0	7.0	13.0	22.0	
27	4.0	5.0	12.0	21.0	
28	6.0	-5.0	11.0	23.0	
29	13.0	0.0	15.0	20.0	
30	17.0		16.0	24.0	
31	13.0		17.0		

B. 2 Precipitación media histórica(aprox. 60 años)

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
14.0	21.6	14.2	34.8	59.3

B. 3 Temperaturas máximas diarias durante los mes de investigación.

DÍA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
1		23.0	28.0	32.0	39.5
2		18.0	28.0	34.0	40.0
3		17.0	13.0	38.0	43.0
4		20.0	13.0	30.0	43.0
5		19.0	20.0	26.0	41.0
6		13.0	24.0	19.0	42.0
7		20.0	31.0	24.0	40.0
8		26.0	32.0	38.0	40.0
9		28.0	33.0	34.0	40.0
10		26.0	24.0	33.0	38.0
11		17.0	20.0	36.0	38.0
12		21.0	32.0	38.0	37.0
13		23.0	34.0	39.0	38.0
14		21.0	34.0	34.0	24.0
15	25.0	26.0	40.0	34.0	30.0
16	26.0	24.0	36.0	30.0	
17	25.0	25.0	28.0	38.0	
18	23.0	26.0	32.0	35.0	
19	19.0	26.0	32.0	35.0	
20	21.0	27.0	27.0	36.0	
21	25.0	29.0	25.0	37.0	
22	24.0	28.0	28.0	37.0	
23	33.0	31.0	21.0	36.0	
24	27.0	30.0	28.0	35.0	
25	19.0	33.0	38.0	38.0	
26	22.0	32.0	30.0	40.0	
27	24.0	9.0	28.0	40.0	
28	30.0	17.0	30.0	35.0	
29	33.0		25.0	40.0	
30	30.0		34.0	40.0	
31	33.0		35.0		

B.4 Precipitación diaria durante los mes de investigación.

DÍA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
1		0.0	0.0	0.0	0.0
2		0.0	0.0	0.0	0.0
3		0.0	0.0	0.0	0.0
4		Inap	0.0	0.0	0.0
5		10.0	0.0	0.0	0.0
6		0.0	0.0	10.0	0.0
7		0.0	0.0	6.0	0.0
8		0.0	0.0	0.0	0.0
9		0.0	0.0	0.0	0.0
10		0.0	0.0	0.0	0.0
11		0.0	13.0	0.0	0.0
12		0.0	0.0	0.0	0.0
13		0.0	0.0	0.0	Inap.
14		0.0	0.0	27.0	0.0
15		0.0	0.0	44.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	1.0	
17	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	1.0	0.0	0.0	0.0	
19	Inap.	0.0	0.0	0.0	
20	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.0	0.0	0.0	Inap.	
25	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.0	0.0	0.0	0.0	
27	0.0	0.0	Inap.	0.0	
28	0.0	0.0	20.0	0.0	
29	0.0		0.0	0.0	
30	0.0		0.0	0.0	
31	0.0		0.0		

Fuente: CNC, Gerencia Estatal en Coahuila. Estación climatológica de Zaragoza, Coah.

APÉNDICE C

Correlación de Matrices

