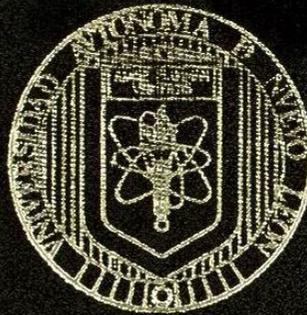


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



DINAMICA ESTACIONAL DE METABOLITOS  
SANGUINEOS EN DIFERENTES GENOTIPOS  
DE BOVINOS DE CARNE EN AGOSTADEROS  
DEL NORESTE DE MEXICO

TESIS:

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS PECUARIAS  
CON ESPECIALIDAD EN NUTRICION ANIMAL

PRESENTA

ELVIA MARGARITA ROMERO TREVIÑO

MARIN, N. L.

AGOSTO 2003

TD  
Z5071  
FA  
2003  
.R65



1020148937

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**DINAMICA ESTACIONAL DE METABOLITOS  
SANGUINEOS EN DIFERENTES GENOTIPOS  
DE BOVINOS DE CARNE EN AGOSTADEROS  
DEL NORESTE DE MEXICO**

**TESIS:**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS PECUARIAS  
CON ESPECIALIDAD EN NUTRICION ANIMAL**

**PRESENTA**

**EL VIA MARGARITA ROMERO TREVIÑO**

**MARIN N L**

**AGOSTO 2003**

73830

TD  
Z5071  
FA  
2003  
.R65



FONDO  
TESI

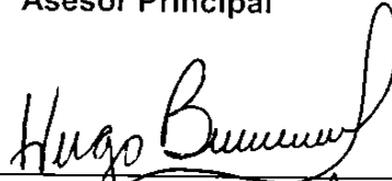
DINAMICA ESTACIONAL DE METABOLITOS SANGUÍNEOS EN  
DIFERENTES GENOTIPOS DE BOVINOS DE CARNE EN AGOSTADERO  
DEL NORESTE DE MÉXICO

Aprobación de la Tesis:



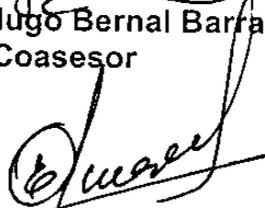
---

Ph. D. Erasmo Gutiérrez Ornelas  
Asesor Principal



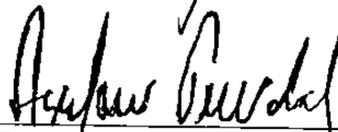
---

Dr. Sc. Agr. Hugo Bernal Barragán  
Coasesor



---

Ph. D. Emilio Olivares Sáenz  
Coasesor



---

Ph. D. Assefaw Tewolde Medhin  
Coasesor



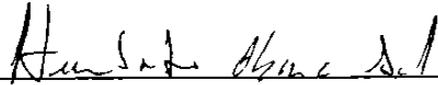
---

Ph. D. Rigoberto González González  
Coasesor



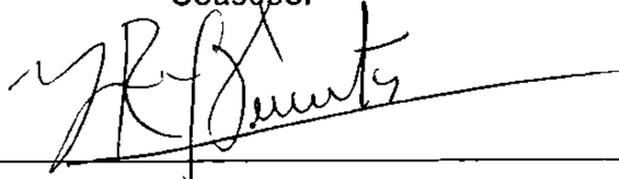
---

Ph. D. Carlos J. De Luna Villarreal  
Coasesor



---

Ph. D. Humberto Ibarra Gil  
Coasesor



---

Dr. Humberto Rodríguez Fuentes  
Coasesor



---

Ph. D. Humberto Ibarra Gil  
Subdirector de Estudios de Postgrado

*La tierra es benigna, mansa, indulgente y asidua servidora en todas nuestras necesidades. [...] ¡Con qué honradez nos devuelve multiplicado el caudal que le confiamos! ¡Cuántas cosas produce para nuestro bien! ¡cuidarla es asegurar nuestra sobrevivencia!*

Plinio el Joven (62-114) político y escritor Latino

## DEDICATORIA

A mi gran apoyo, sin él nada hubiera sido posible, con todo mi amor a mi esposo Noé Flores Durán, por su paciencia y comprensión durante esta difícil etapa de nuestras vidas.

A lo más grande y valioso que poseo en la vida: mis hijos Noé, Julián y Elvia Alejandrina, con el infinito deseo de que éste esfuerzo de superación profesional sea motivo de orgullo e inspiración de superación para ustedes.

A mis padres: Sr. Julián Romero Chávez y Sra. Angélica Treviño Cantú de Romero, quienes continúan siendo ejemplo de trabajo, honestidad, dedicación, fortaleza, espíritu de sacrificio y amor a la tierra, con todo mi cariño, admiración y respeto.

A mis hermanos: Laura Estela, Mirna, Magdalena y sus preciosas familias, a Julián, Angélica y Juan, por todo lo que hemos vivido juntos, con todo mi cariño.

A mis suegros: Sr. Noé Flores de la Garza y Sra. María Elena Durán, gracias por su apoyo, comprensión y cariño. A mis cuñados Roberto, Leticia, Héctor y sus familias.

A la memoria de mi querido e inolvidable amigo, cuñado y compadre, Juan Francisco Martínez Resendiz, hombre de gran corazón y excelente padre, ejemplo a seguir...

*Que Dios los Bendiga Siempre.....*

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a las personas e Instituciones que de una u otra forma contribuyeron para la realización de ésta tesis:

Al Ph. D. Erasmo Gutiérrez Ornelas, por haber aceptado dirigir mi programa de doctorado como asesor principal y, por su confianza en mi capacidad profesional, su atinada dirección, amistad y apoyo brindado en todo momento.

Al Dr. Hugo Bernal Barragán, pilar fundamental en mi formación, por su valiosa asesoría en el desarrollo del presente trabajo, su tiempo y, ejemplo de disciplina y responsabilidad.

Al Ph. D. Emilio Olivares Sáenz, por su disponibilidad, atenciones, apoyo incondicional y su valiosa asesoría durante todo el proceso de formación.

Ph. D. Assefaw Tewolde Medhin y Ph. D. Carlos de Luna Villarreal por facultar mi integración en este excelente proyecto y por sus valiosas sugerencias en la realización del presente trabajo.

Al Dr. Rigoberto González, Humberto Rodríguez y Humberto Ibarra por sus observaciones y acertadas sugerencias en la realización de esta tesis.

Al Ph. D. Javier Colín Negrete y al Ph. D. Juan Villarreal por sus atenciones, simpatía y buenos deseos.

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, por el apoyo brindado para la realización del Doctorado (DGETA).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (SIREYES Proyecto No 97 1026) por el financiamiento del proyecto de investigación a través del cual se me brindó la oportunidad de realizar esta tesis.

Al Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (CoSNET) por apoyarme como becario durante todo el proceso de formación en e posgrado

A los propietarios de los ranchos en donde se realizó este trabajo, mi más sincero agradecimiento por su valioso apoyo y su confianza Ing Manuel García

Garza, Rancho "San Rafael", Ph. D. Emilio Olivares Sáenz, Rancho "La Reforma", Sr. Oscar Pompa, Rancho "La Esperanza".

A la Industria del ALCALI, S. A. de C. V. por las atenciones y el apoyo brindado para la realización de algunos análisis químicos. En especial a los Ing. Javier García, Laura Vázquez y M. C. José Salazar.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en especial a la División de Estudios de Posgrado, por su dedicación y empeño en la formación de profesionales de alto nivel, así como al personal del campo experimental Zootecnia en Marín, N. L.

A toda aquella gente valiosa que conocí a lo largo de mi estancia en el posgrado y a sus hermosas familias con quienes pasamos agradables horas de convivencia familiar, José Carlo Rimoldi, Javier Garza, Esmeralda, Juan Carlos Rodríguez, Javier Cortés, Juanita Aranda, Mario Dena y a los amigos con los que compartí durante la estancia, Cristian Lizarazo, Mariano Molina, Korina, Juany, Adrián Moxica, Juan M. Huerta, Nefalí, a esa extraordinaria pareja, Doña Tere y Don Arturo, a todas aquellas personas, que por falta de espacio he omitido y que nos brindaron, a toda mi familia, apoyo y amistad.

Mi más sincero y especial agradecimiento al Ing. Javier Castillo, Ing. Raúl Hernández, Rosita por su paciencia en el CAB, Ing. Francisco Uresti y Ph. D. Homero Morales, por su apoyo durante mi estancia en la Facultad, su tiempo y su amistad, grandes colaboradores, compañeros y amigos.

Al C. P. A. Juan José Pulido, Ing. Angélica González, M. C. Eduardo Vázquez y M. C. Sofía Arellano que a mi regreso, me brindaron su apoyo incondicional, su amistad y su confianza...

## RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

### **Elvia Margarita Romero Treviño**

Candidata para obtener el grado de Doctor en Ciencias Pecuarias con Especialidad en Nutrición Animal

### **Datos personales**

Nacida el 19 de abril de 1959 en San Fernando, Tamaulipas, México.

### **Educación**

Egresada del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 4 como Ingeniero Agrónomo Zootecnista en 1984 con un promedio general de 92.5

Egresada de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León como Maestro en Ciencias en Producción Animal, en 1997 con un promedio general de 89.0

### **Experiencia profesional**

Docente en la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria a partir de 1991. Actualmente adscrita al Instituto Tecnológico Agropecuario No. 4 en Altamira, Tamaulipas, como profesor-investigador.

Habiendo ocupado los puestos de Jefe del Sector Pecuario y Jefe del Departamento de Producción.

Participación como ponente en diferentes eventos y a la fecha 13 publicaciones en memorias de congresos a nivel nacional e internacional.

Primer lugar en la primera convocatoria del Premio Científico "Vamos Tamaulipas" Otorgado por el Gobierno del Estado de Tamaulipas y la Federación de Estudiantes Tamaulipecos en Nuevo León.

Presidenta del Comité Estatal de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la DGETA en Tamaulipas, periodo 2003-2005.

Miembro de la Asociación Mexicana de Producción Animal

Miembro de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal

## CONTENIDO

<b>Capítulo</b>		<b>Página</b>
	<b>LISTA DE CUADROS.....</b>	xv
	<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	xvii
	<b>LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE.....</b>	xviii
	<b>RESUMEN.....</b>	xx
	<b>SUMMARY.....</b>	xxii
<b>1</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos.....	3
<b>2.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1	<b>Aspectos geográficos y climáticos del noreste de México.....</b>	<b>5</b>
2.2	<b>Ganado bovino en el noreste de México.....</b>	<b>5</b>
2.2.1	Inventario ganadero.....	5
2.2.2	Razas predominantes de bovinos de carne.....	6
2.3	<b>Sistemas de producción de bovinos de carne en el noreste de México.....</b>	<b>7</b>
2.3.1	Sistema de producción vaca-becerro.....	7
2.3.2	Otros Sistemas de producción.....	9
2.3.2.1	Sistema de producción de doble propósito.....	9
2.3.2.2	Sistema de engorda en corral.....	9
2.3.2.3	Sistema de desarrollo de becerros en praderas.....	10
2.3.2.4	Sistema de producción de pie de cría.....	10
2.4	<b>Vegetación del noreste Mexicano.....</b>	<b>11</b>
2.4.1	Recursos forrajeros predominantes en el noreste de México.....	12
2.4.2	Coeficiente de agostadero.....	13
2.4.3	Producción y valor nutritivo del forraje.....	14

Capítulo	Página
2.4.3.1	Contenido proteico en forrajes..... 15
2.4.3.2	Contenido energético en forrajes..... 15
2.4.4	Digestibilidad..... 16
2.4.5	Contenido de minerales en forrajes..... 17
<b>2.5</b>	<b>Condición corporal de ganado bovino de carne..... 18</b>
2.5.1	Escala de calificación para condición corporal..... 19
2.5.2	Condición corporal y su efecto en la reproducción..... 21
<b>2.6</b>	<b>Requerimientos nutricionales de bovinos en pastoreo..... 21</b>
2.6.1	Requerimientos de agua para bovinos..... 22
2.6.2	Proteína..... 24
2.6.2.1	Funciones de las proteínas..... 25
2.6.2.2	Metabolismo proteico en los rumiantes..... 25
2.6.2.3	Requerimiento proteico en ganado de carne..... 26
2.6.3	Carbohidratos..... 27
2.6.3.1	Funciones de los carbohidratos..... 27
2.6.3.2	Metabolismo de carbohidratos en rumiantes..... 28
2.6.3.3	Funciones metabólicas de la glucosa en los rumiantes..... 29
2.6.3.4	Requerimiento energético en ganado de carne..... 30
2.6.4	Minerales..... 31
2.6.4.1	Funciones del calcio y fósforo..... 32
2.6.4.2	Absorción y Metabolismo de calcio y fósforo..... 33
2.6.4.3	Requerimientos de Calcio y fósforo..... 35
2.6.4.4	Deficiencias y toxicidad de calcio y fósforo..... 36
<b>2.7</b>	<b>Hormonas metabólicas..... 39</b>
2.7.1	Insulina..... 40
2.7.1.1	Regulación insulínica del metabolismo de los carbohidratos..... 40

Capítulo	Página	
2.7.1.2	Regulación insulínica del metabolismo de los aminoácidos...	41
2.7.2	Triyodotironina (T <sub>3</sub> ) y Tetrayodotironina (T <sub>4</sub> ).....	41
2.7.2.1	Participación de la T <sub>3</sub> y la T <sub>4</sub> en el metabolismo de los carbohidratos.....	42
2.7.2.2	Participación de la T <sub>3</sub> y la T <sub>4</sub> en el metabolismo de los aminoácidos.....	42
2.7.2.3	Participación de la T <sub>3</sub> y la T <sub>4</sub> en el metabolismo de los lípidos.....	43
<b>2.8</b>	<b>Perfil metabólico en bovinos de carne.....</b>	<b>43</b>
2.8.1	Factores que afectan la concentración de metabolitos séricos.....	44
2.8.2	Metabolitos séricos.....	46
2.8.2.1	Glucosa.....	46
2.8.2.2	Nitrógeno ureico.....	47
2.8.2.3	Minerales.....	48
2.8.2.4	Insulina.....	51
2.8.2.5	Triyodotironina (T <sub>3</sub> ).y Tetrayodotironina.(T <sub>4</sub> ).....	52
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Descripción general del trabajo.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2</b>	<b>Metabolitos séricos en ganado de carne a través del año en diferentes unidades de producción.....</b>	<b>53</b>
3.2.1	Localización de las áreas de estudio.....	53
3.2.2	Animales utilizados, manejo y alimentación.....	54
3.2.3	Muestreo y análisis de forraje.....	55
3.2.4	Peso vivo y condición corporal de animales adultos.....	55
3.2.5	Muestreo de sangre y procesamiento del suero sanguíneo....	56
3.2.6	Análisis sanguíneo.....	57

Capítulo	Página	
3.2.6.1	Glucosa.....	57
3.2.6.2	Nitrógeno ureico.....	57
3.2.6.3	Calcio.....	58
3.2.6.4	Fósforo.....	58
3.2.6.5	Insulina y triyodotironina.....	59
3.2.7	Análisis estadístico.....	60
3.2.7.1	Evaluación de la calidad del pasto en las diferentes estaciones del año dentro de cada unidad de producción.....	60
3.2.7.2	Evaluación de razas y estaciones dentro de cada unidad de producción.....	60
3.2.7.3	Comparación de unidades de producción y estaciones del año.....	60
<b>3.4</b>	<b>Evaluación de factores que afectan la concentración de metabolitos Séricos.....</b>	<b>61</b>
3.4.1	Localización del área de estudio.....	61
3.4.2	Animales, manejo y alimentación.....	61
3.4.3	Evaluación del efecto del tiempo de centrifugación de la sangre en la concentración de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo en suero de bovinos.....	62
3.4.4	Evaluación de la calidad y cantidad de dieta suministrada sobre la concentración de metabolitos séricos.....	63
3.4.5	Evaluación de la variación diaria sobre la concentración de metabolitos sanguíneos. ....	64
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>4.1</b>	<b>Valor nutritivo del forraje en tres ranchos del noreste de México.....</b>	<b>66</b>
4.1.1	Contenido de ceniza y materia orgánica.....	66

Capítulo	Página
4.1.2	Contenido de proteína y fibra detergente neutro..... 68
<b>4.2</b>	<b>Metabolitos séricos en ganado de carne a través del año en diferentes unidades de producción..... 72</b>
4.2.1.	Peso vivo y condición corporal de bovinos a través del año..... 72
4.2.2	Glucosa y nitrógeno ureico en suero sanguíneo a través del año..... 75
4.2.3	Calcio y fósforo en suero sanguíneo a través del año..... 80
4.2.4	Relación calcio:fósforo (Ca:P) sérico para estaciones del año 82
4.2.5	Insulina y Triyodotironina (T <sub>3</sub> ) en suero sanguíneo a través del año..... 83
4.2.6	Interacción rancho por estación para los niveles de metabolitos séricos en cada genotipo..... 88
<b>4.3</b>	<b>Peso vivo, condición corporal y metabolitos séricos en diferentes genotipos de ganado de carne en agostadero en tres unidades de producción del noreste de México..... 90</b>
4.3.1	Peso vivo y condición corporal en diferentes genotipos de ganado de carne..... 90
4.3.2	Glucosa y Nitrógeno ureico en suero sanguíneo de bovinos de diferentes genotipos..... 92
4.3.3	Calcio y fósforo sérico en bovinos de diferentes genotipos..... 93
4.3.4	Relación calcio:fósforo (Ca:P) sérico en diferentes genotipos..... 94
4.3.5	Insulina y Triyodotironina sérica en diferentes genotipos de ganado ..... 95

Capitulo	Página
4.3.6 Interacción raza por estación dentro de cada unidad de producción.....	97
<b>4.4 Factores que afectan la concentración de metabolitos séricos en vacas Charoláis alimentadas con pasto Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i>) en confinamiento.....</b>	<b>98</b>
4.4.1 Evaluación del efecto del tiempo de centrifugación de la sangre en la concentración de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo sérico.....	98
4.4.2 Evaluación del nivel y calidad de la dieta suministrada a bovinos de carne en confinamiento sobre la concentración de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo sérico.....	99
4.4.3 Variación diurna en la concentración de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo sanguíneo.....	106
<b>4.5 Correlación entre variables analizadas en ganado bovino de carne en agostadero en tres unidades de producción.....</b>	<b>107</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>6. LITERAURA CITADA.....</b>	<b>111</b>
<b>7. APÉNDICE.....</b>	<b>125</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Descripción de la escala de condición corporal adaptada por Lowman en 1976.. .. .	20
2. Niveles críticos de Calcio y fósforo séricos sugeridos por Puls (1988).. .. .	49
3. Calcio sérico en diferentes razas de ganado.....	49
4. Contenido (%) de ceniza y materia orgánica (base seca) en forraje a través del año en tres ranchos del noreste de México....	67
5. Peso vivo (kg) y condición corporal en ganado bovino productor de carne a través del año en tres ranchos del noreste de México.	73
6. Niveles séricos de calcio y fósforo (mg/dL) en ganado bovino de carne a través del año en tres ranchos del noreste de México.....	81
7. Relación Ca:P sérico en las diferentes estaciones del año y en ganado bovino de carne en agostadero.....	83
8. Peso vivo (PV) (kg) y condición corporal (CC) en diferentes genotipos de bovinos de carne en tres ranchos del noreste de México.....	91
9. Niveles séricos de glucosa y nitrógeno ureico (mg/dL) en diferentes genotipos de bovinos de carne en tres ranchos del noreste de México.....	92
10. Niveles séricos de calcio y fósforo (mg/dL) en diferentes genotipos de bovinos de carne en tres ranchos del noreste de México.....	94
11. Relación Ca:P sérico en tres genotipos de ganado bovino de carne en agostadero.....	94
12. Niveles séricos de insulina y triyodotironina (ng/dL) en diferentes genotipos de bovinos de carne en tres ranchos del noreste de México.....	96

Cuadro	Página
13. Glucosa, nitrógeno ureico y fósforo sérico (mg/dL) en suero sanguíneo de bovinos a diferentes horas de centrifugación.....	99
14. Concentración (mg/dL) sérica de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo en el premier periodo con dos niveles y dos calidades de alimentación en dos genotipos de ganado de carne.....	100
15. Concentración (mg/dL) sérica de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo en el segundo periodo con dos niveles y dos calidades de alimentación en dos genotipos de ganado de carne	102
16. Concentración (mg/dL) sérica de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo en el tercer periodo con dos niveles y dos calidades de alimentación en dos genotipos de ganado de carne.....	103
17. Efecto del nivel y la calidad de la dieta 15 días después, sobre la concentración (mg/dL) sérica de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo en dos genotipos de ganado, pastoreando zacate Buffel y Pretoria (Cuarto periodo).....	104
18. Concentración diurna de glucosa, nitrógeno ureico y fósforo sérico (mg/dL) en suero sanguíneo de bovinos.....	107
19. Correlación en el total de las variables analizadas en bovinos de carne, en agostaderos del noreste de México.....	108

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Contenido de proteína cruda (PC) en forraje a través del año en tres ranchos del noreste de México.....	70
2.	Contenido de fibra detergente neutro (FDN) en forraje a través del año en tres ranchos del noreste de México.....	70
3.	Niveles séricos de glucosa (mg/dL) en ganado bovino de carne a través del año en tres ranchos del noreste de México.....	77
4.	Niveles séricos de nitrógeno ureico (mg/dL) en ganado bovino de carne a través del año en tres ranchos del noreste de México.	77
5.	Contenido sérico de insulina (ng/dL) en ganado bovino de carne a través del año en tres ranchos del noreste de México.....	86
6.	Contenido sérico (ng/dL) de triyodotironina (T3) en ganado bovino de carne a través del año en tres ranchos del noreste de México.....	86
7.	Interacción rancho por estación para glucosa, nitrógeno ureico, calcio y fósforo sérico en vacas Beefmaster.....	89
8.	Interacción raza por estación para nitrógeno ureico en suero sanguíneo de vacas Charoláis y Simmental en el rancho SR.....	97
9.	Interacción raza por calidad para glucosa en dos genotipos de ganado de carne, pastoreando 14 días zacate Buffel y Pretoria, anteceditos por tres periodos de 14 días con dos niveles y dos calidades de alimentación.....	105

## LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro	Página
A1. Valores de materia seca (MS), ceniza, fibra detergente neutro FDN) y proteína cruda (PC) en tres ranchos del noreste de México en cuatro estaciones del año.....	126
A2. Valores de peso vivo (kg), condición corporal (Escala del 1 al 9), metabolitos séricos (mg/dL) y hormonas metabólicas (ng/dL) en vacas de dos razas del rancho "San Rafael" en cuatro estaciones del año.....	129
A3. Valores de peso vivo (kg), condición corporal (Escala del 1 al 9), metabolitos séricos (mg/dL) y hormonas metabólicas (ng/dL) en vacas de dos razas del rancho "La Reforma" en cuatro estaciones del año.....	131
A4. Valores de peso vivo (kg), condición corporal (Escala del 1 al 9), metabolitos séricos (mg/dL) y hormonas metabólicas (ng/dL) en vacas de dos razas del rancho "La Esperanza" en cuatro estaciones del año.....	133
A5. Valores de peso inicial, glucosa, nitrógeno ureico y fósforo en la prueba de variación por tiempo de centrifugación postmuestreo..	135
A6. Contenido de metabolitos séricos (mg/dL) en vacas Charoláis y cruce de Simmental x Charoláis estabuladas, sometidas a dos niveles de alimentación y dos contenidos de proteína cruda (%) en tres períodos de 14 días.....	136
A7. Contenido de metabolitos séricos (mg/dL) en vacas Charoláis y cruce de Simmental x Charoláis a través del día.....	138

## RESUMEN

Elvia Margarita Romero Treviño

Fecha de graduación: Junio de 2003

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Agronomía

Título de estudio: **DINAMICA ESTACIONAL DE METABOLITOS SANGUÍNEOS EN DIFERENTES GENOTIPOS DE BOVINOS DE CARNE EN AGOSTADEROS DEL NORESTE DE MÉXICO**

Número de páginas: 161

Candidata para el grado de Doctora en Ciencias Pecuarias con especialidad en nutrición Animal

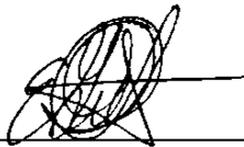
Área de Estudio: Ciencias Pecuarias: Zootecnia. Nutrición Animal

**Propósitos y Métodos de Estudio:** Diversas investigaciones indican que a través de análisis sanguíneos es posible predecir el estado nutricional del animal en diferentes condiciones de manejo, alimentación y, estados fisiológicos como lactancia, gestación y crecimiento, así como en diferentes épocas del año y genotipos de ganado bovino. Con el fin de evaluar la variación en peso vivo (PV), condición corporal (CC), calidad de forraje, así como la concentración de metabolitos séricos, en las diferentes épocas del año, se utilizaron 150 vacas de las razas Charoláis, Simmental y Beefmaster distribuidas en tres ranchos del noreste de México. En verano, otoño e invierno de 1998 y primavera de 1999, se registraron PV y CC, y se colectaron muestras de forraje (*Cenchrus ciliaris*) para determinar materia seca, ceniza, proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN). En las mismas fechas se colectó sangre de la vena coccígea para la determinación sérica, mediante análisis químicos, de glucosa (GLU), nitrógeno ureico (NU), calcio (Ca), fósforo (P) y por radioinmunoanálisis insulina (INS) y triyodotironina ( $T_3$ ). Se realizó la comparación entre las diferentes épocas del año para evaluar la variación estacional y para el caso de la concentración de metabolitos séricos, también se realizó la comparación entre genotipos. Al finalizar el trabajo en agostadero se realizó un experimento en condiciones controladas de alimentación para evaluar diferentes factores de variación que pueden influir en la concentración de metabolitos séricos. Durante 56 días se tomaron muestras de sangre de la vena coccígea a 20 vacas, 8 Charoláis y 12 Charoláis X Simmental, con el objetivo de evaluar la variación por el manejo de las muestras (tiempo de centrifugación postmuestreo), la variación debida al nivel y calidad de la dieta, y la variación diurna. Las muestras se procesaron para obtener suero y este fue congelado ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) hasta el momento de su análisis. Se determinó GLU, NU y P.

**Contribuciones y Conclusiones:** Estación del año fue el factor de mayor importancia en todos los análisis realizados. Los resultados en el análisis de forraje muestran una clara variación ( $P<0.05$ ) en el contenido de ceniza, MO, PC y FDN. Aunque no se observó una tendencia similar en los tres ranchos, en cuanto a presentar los mismos valores en la misma época del año, la variación estacional encontrada en el presente trabajo sugiere considerar, el contenido químico del forraje, en el manejo nutricional de animales en agostadero. El PV y la CC de las vacas se modificaron ( $P<0.05$ ) dependiendo de la época del año, aunque esta variación se presentó dentro de los rangos considerados como adecuados. En cuanto a metabolitos séricos los valores más bajos ( $P<0.01$ ) de GLU y NU

se observaron en todos los ranchos en verano y representan valores inferiores al nivel normal (GLU <45 mg/dL y NU <7.8 mg/dL). Las concentraciones mas bajas (P<0.05) de Ca y P se registraron en los tres ranchos durante la primavera. En cuanto a INS y T<sub>3</sub> los valores más bajos (P<0.05) se observaron en verano. La variación entre razas no se presentó en todas las variables analizadas, se observó variación en PV (P<0.05) pero no en CC. En cuanto a GLU se observó diferencia entre razas solamente en LR, para NU en SR y LR. En relación a los minerales Ca y P, solo existió efecto (P<0.05) en la concentración de Ca en LR. Insulina y triyodotironina no presentaron variación entre razas. De acuerdo a los resultados obtenidos, el perfil metabólico sanguíneo en ganado bovino de carne puede ser utilizado para establecer necesidades diferenciales de suplementación para ganado en pastoreo en cada estación del año. En cuanto a la evaluación de los factores que afectan la concentración de metabolitos séricos en vacas Charoláis alimentadas con zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) en confinamiento, en la prueba de variación por centrifugación se encontró una disminución (P<0.05) a las 8 horas de haber tomado la muestra de sangre en la concentración de GLU y NU siendo de 7 y 8% respectivamente. El nivel, y la calidad de la dieta influyeron (P<0.05) en la concentración de glucosa y nitrógeno ureico en los primeros 28 días, pero no se encontró diferencia en el tercer periodo en confinamiento, así como tampoco en el último periodo en agostadero. Se encontró un incremento significativo en la concentración de GLU (27%) y NU (29%) a través del día de las 8:00 a las 15:00 horas. No se encontró efecto de ninguno de los factores en la concentración de P en suero sanguíneo de bovinos de carne. No se encontró evidencia consistente en cuanto a los genotipos evaluados en este estudio, aunque en promedio la Charoláis presentó mayor PV y CC, la Beefmaster GLU, NU, INS, T<sub>3</sub> y CC, la Simmental Ca y relación Ca:P. Los resultados del presente estudio sugieren que se deben de considerar estos factores de variación en el análisis de metabolitos séricos cuando sean utilizados como apoyo en la predicción del estado nutricional de ganado de carne.

Firma del Asesor Principal \_\_\_\_\_



## SUMMARY

Elvia Margarita Romero Treviño

Graduation: August, 2003

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Agronomía

Title of the study: **SEASONAL DYNAMIC OF BLOOD METABOLITES ON DIFFERENT BEEF CATTLE GENOTYPES IN GRAZINGLANDS OF NORTHERN MEXICO**

Pages Number: 161

Candidate at Doctor in Animal Science  
with specialty in Animal nutrition

Study Area: Animal Science. Animal Production. Animal Nutrition.

**Purpose and Methods of Study:** Former research indicates that through using blood analysis techniques results it is possible to predict the nutritional status of an animal at given different management and feeding conditions, as well as at physiological stages such as lactation, pregnancy and growing, for different seasons of the year and genotypes. With the aim to evaluate variation in body weight (BW), body condition score (BCS), forage quality and concentration of blood serum metabolites at different seasons of the year, data of 150 Charolais, Beefmaster and Simmental cows distributed in three production units of the northern part of Mexico were evaluated. Animals were registered for BW and BCS during summer, autumn and winter of 1998 and spring of 1999. Forage samples (*Cenchrus ciliaris*) were collected to determine the content of dry matter, ash, crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF). At the same time, blood samples were collected by coccygeal venipuncture, and chemically analyzed for glucose (GLU), urea nitrogen (UN), calcium (Ca) and phosphorus (P), and radioimmunologically for insulin (INS) and triiodothyronine ( $T_3$ ). Variables were analyzed to determine the effect of season of the year and genotype. At the end of the field study, a 56-days feeding experiment under controlled conditions was carried out in order to evaluate different factors that may affect, content of serum metabolites. Blood samples were collected by venipuncture in 8 Charolais and 12 Charolais X Simmental cows to evaluate the procedure of sample management, level and quality of diets, and sampling day time. Blood samples were processed and serum was frozen ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) and stored for later analysis of GLU, UN and P.

**Contributions and Conclusions:** Season of the year was the factor with stronger effect for analyzed variables. Forage content of ash, organic matter, CP and NDF clearly varied throughout the year ( $P < 0.05$ ), however trends were not the same among the three production units. Information of chemically nutritional value of forages is important for the development of a nutrition management plan. Cows varied in their BW and BCS according the season of the year. The lowest values ( $P < 0.01$ ) for serum metabolites were observed during summer in animals of the three production units and those values were as lower than the normal levels (GLU  $< 45$  mg/dL and UN  $< 7.8$  mg/dL). Insulin and  $T_3$  were also low during summer. The lowest levels ( $P < 0.05$ ) of Ca and P were measured during spring in animals of all production units. Genotype effect was not observed for all variables evaluated in the study. Body weight of genotypes changed ( $P < 0.05$ ) throughout the year but not BCS. Genotype effect was found for serum content of GLU only in San Rafael (SR) ranch, and for UN in SR y La Reforma (LR) ranches. Genotype effect ( $P < 0.05$ ) was found

for serum content of Ca and P in LR ranch. Insulin and  $T_3$  did not change ( $P>0.05$ ) among genotypes. According to these results, metabolic profile can be utilized to establish specific supplementation requirements for grazing beef cattle in each season of the year. In an additional experiment, GLU and UN content of blood samples from Charolais cows fed with Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) were reduced ( $P<0.05$ ) by 7 and 8 %, respectively, 8 hours after blood sample withdrawn. Diet quantity and quality affected ( $P<0.05$ ) serum blood levels of GLU and UN during the first 28 d of the study, but not during the third 14-day period of feeding. It was found a high increment ( $P<0.05$ ) in serum content of GLU (27%) and UN (29%), depending upon sampling day time from 08:00 to 15:00 h, whereas serum levels of P remained unaffected. Regarding genotype, Charolais cows had higher BW and BCS, Beffmaster had in general, higher content of GLU, UN, INS,  $T_3$  and better BCS, and Simmental cows had better serum content of Ca and Ca:P relationships. Results obtained in this study suggest that several factors should be considered when serum metabolites are used as a tool to predict nutritional status of beef cattle.

Main Adviser Signature: \_\_\_\_\_



## 1. INTRODUCCIÓN

La región noreste de México, comprende los Estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila. Ocupando el 15% de la superficie total del país, contienen valiosos recursos naturales, renovables y no renovables que permiten el desarrollo de importantes sistemas de producción dentro del sector agropecuario. Esta región esta generalmente caracterizada por diferentes tipos de zonas como son subtropicales, áridas y semiáridas, donde la vegetación principal incluye arbustos, vegetación primaria (bosque), especies de pastizal, como el pasto Buffel y otros pastos nativos. Las principales limitaciones a los sistemas de producción en esta región por consiguiente, son la disponibilidad de forraje de buena calidad a través del año y agua para la población ganadera.

Uno de los sistemas de producción de importancia en la región es el referente a la ganadería de carne. Las razas de bovinos predominantes en la región, incluyen los tipos de *Bos Taurus* y *Bos Indicus*. Los *Bos taurus* están principalmente representados por razas como la Charoláis, Simmental y Beefmaster, mientras que los *Bos indicus* son principalmente de las razas Brahman, Indobrasil, Gyr y Nelore (Tewolde y Núñez, 1998).

Los diversos genotipos presentan diferencias en su adaptabilidad al medio ambiente y por lo tanto también difieren en sus necesidades nutricionales para las actividades de crecimiento, mantenimiento, reproducción y producción (Ortigueo *et al.*, 1993). Debido a las limitaciones climatológicas existentes, como son la baja precipitación pluvial anual y temperaturas extremosas, y a la consiguiente baja producción de forraje en la época seca del año, durante los meses de diciembre a mayo, el ganado se sostiene gracias al uso del nopal, arbustos y algunos esquilmos agrícolas, principalmente del maíz. La anterior situación causa que la disponibilidad del forraje disminuya y el precio de los insumos alimenticios se incremente en épocas críticas, siendo necesarias muchas veces eliminar los

animales que menos se adaptan al ecosistema y planear una suplementación estratégica para el ganado.

El análisis de algunos componentes celulares y bioquímicos de la sangre fue utilizado por mucho tiempo como un medio de apoyo en el diagnóstico de problemas clínicos en las explotaciones pecuarias, y se le conoce como perfil metabólico o perfil sanguíneo. Recientes investigaciones muestran que la concentración de metabolitos en sangre varía con el estado nutricional y se ha intentado utilizar esas fluctuaciones como indicadores de un adecuado manejo en la alimentación (Russel y Wright, 1983; Matsuzaki *et al.*, 1997, Grimaud *et al.*, 1998).

Se han estado evaluando niveles séricos de algunos metabolitos como urea, glucosa, calcio, fósforo, ácidos grasos libres para tratar de solucionar problemas de origen nutricional, metabólico o de manejo, así como la insulina, hormona del crecimiento y el factor de crecimiento similar a insulina (IGF-I) (Matusaki *et al.*, 1997; Hornick *et al.*, 1998) ya que el sistema endocrino también tiene un importante papel en el metabolismo de lípidos, crecimiento y eficiencia alimenticia.

Sin embargo, la información disponible aún no es suficiente para que sea utilizada rutinariamente en programas de alimentación y manejo en los diferentes sistemas de producción, y menos aún para aquellos sistemas de producción de ganado de carne en agostadero.

En la región Noreste de México existe gran variedad de razas de ganado en diferentes ambientes y tipos de alimentación, por lo que contar con mayor información sobre perfiles metabólicos, podría ayudar a detectar el estado nutricional de animales de las diferentes razas, y las diferentes épocas del año, permitiendo proponer estrategias para efficientizar el recurso alimenticio disponible

Por lo anterior los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Evaluar la calidad del forraje disponible para el ganado en agostadero a través del año.
2. Estimar la variación en la concentración de metabolitos en suero sanguíneo de diferentes genotipos de bovinos de carne en agostadero en las diferentes estaciones del año.
3. Evaluar el efecto de algunos factores tales como, el manejo de las muestras, la hora del día, la calidad y cantidad de la dieta sobre la concentración de metabolitos séricos en bovinos de carne.
4. Estimar la relación entre las diferentes variables estudiadas

Considerando los siguientes objetivos específicos:

- 1) Estimar la calidad del recurso forrajero disponible en agostadero en las diferentes estaciones del año.
- 2) Evaluar el peso vivo y la condición corporal a través del año en diferentes razas y condiciones de manejo.
- 3) Estimar la concentración sérica de glucosa, nitrógeno ureico, calcio, fósforo insulina y triyodotironina ( $T_3$ ) en diferentes genotipos de bovinos de carne en agostadero en las diferentes estaciones del año, así como el efecto de las interacciones; estación del año con rancho y estación del año con raza.
- 4) Estimar el efecto del tiempo que transcurre entre, la toma de muestra y la centrifugación sobre la concentración de glucosa, nitrógeno ureico, y fósforo en suero sanguíneo de bovinos.
- 5) Evaluar el efecto de la calidad y cantidad de la dieta sobre la concentración sérica de glucosa, nitrógeno ureico, y fósforo en bovinos alimentados con zacate Buffel.
- 6) Estimar la variación diurna en la concentración de glucosa, nitrógeno ureico, y fósforo en suero sanguíneo de bovinos

En base a lo anterior se considera que:

1. Las condiciones climáticas de las diferentes estaciones del año influyen en la calidad del recurso forrajero disponible en agostadero.
2. El peso, la condición corporal y la concentración de metabolitos séricos en bovinos de carne en agostadero presentan variación a través del año.
3. El peso, la condición corporal y la concentración de metabolitos séricos varía de acuerdo al genotipo de bovino, en condiciones de agostadero.
4. La concentración de metabolitos sanguíneos en bovinos es afectada por factores tales como: el tiempo que transcurre entre la toma de muestra y la centrifugación, la calidad y cantidad de la dieta suministrada a ganado en confinamiento y, la hora del día en la cual se toma la muestra.