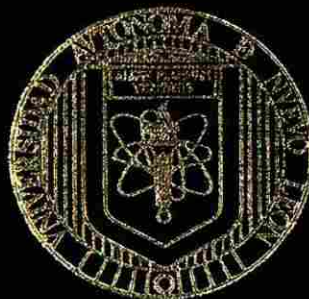


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EVALUACION DE SISTEMAS DE ALIMENTACION  
PARA LA ENGORDA INTENSIVA DE  
GANADO BOVINO

POR

HOMERO MORALES TREVINO

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

DICIEMBRE, 2001

TD

Z5071

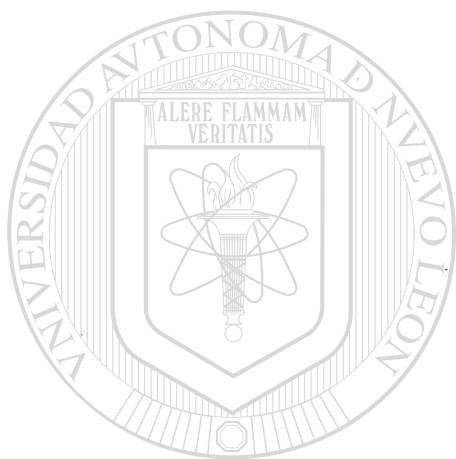
FA

2001

.M67



1020150641



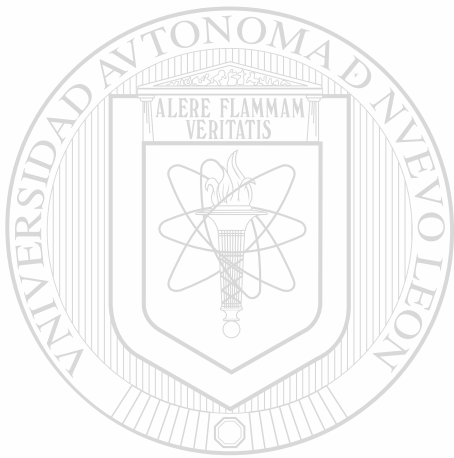
UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*m*

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA  
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



## EVALUACION DE SISTEMAS DE ALIMENTACION PARA LA ENGORDA INTENSIVA DE GANADO BOVINO

POR

HOMERO MORALES TREVIÑO

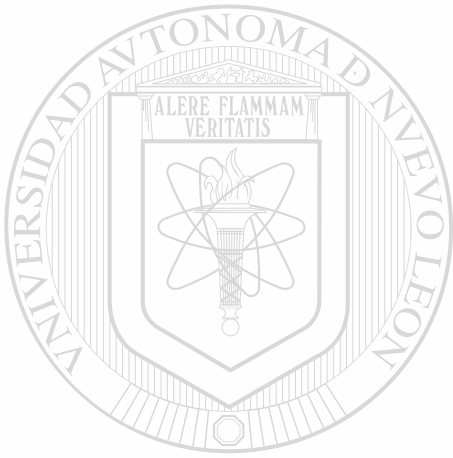
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
: J. GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS PECUARIAS  
CON ESPECIALIDAD EN NUTRICION ANIMAL

DICIEMBRE, 2001

9 0 1 6 2

TD  
Z501  
A  
2001  
.M67



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



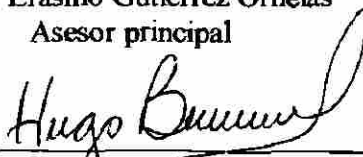
FONDO  
TESIS

**EVALUACION DE SISTEMAS DE ALIMENTACION PARA LA ENGORDA  
INTENSIVA DE GANADO BOVINO**

**Aprobación de la Tesis:**



**Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas**  
Asesor principal



**Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán**  
Co-asesor



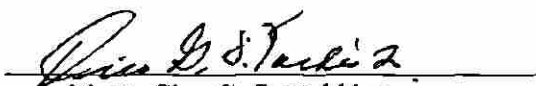
**Ph.D. Rigoberto González González**  
Co-asesor



**Ph.D. Javier Collin Negrete**  
Co-asesor



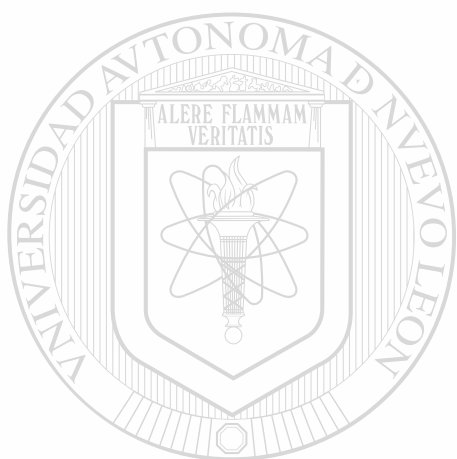
**Ph.D. Terry Klopfenstein**  
Asesor Externo



**Ph.D. Ciro G. S. Valdés Lozano**  
Subdirector de Estudios de Postgrado de la Facultad de Agronomía,  
Universidad Autónoma de Nuevo León

**Marín, N. L. Diciembre de 2001**

**Los grandes logros no se alcanzan con fuerza sino con determinación**



**UANL**

---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**



**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**La recompensa por aquello que perseveras es mayor que el esfuerzo ofrecido para  
alcanzar la victoria**



## DEDICATORIAS

A Dios, que es fuente permanente e inagotable de bondad, sabiduría, comprensión y amor, por estar conmigo en todo momento y guiar mi camino para salir adelante en mis buenos propósitos.

A mis padres Sr. Homero Morales Perales y Sra. María del Socorro Treviño Valdés; por su gran cariño, ejemplo y apoyo, que me han dado la confianza y seguridad para enfrentar este y otros retos en la vida.

A mi esposa C.P. Elsa Leticia Carrillo Cabrera por el gran apoyo en la realización de esta etapa de mi formación, al motivarme e impulsarme para lograr mis estudios doctorales.

A mis hijos Leticia del Socorro y Homero, por ser lo más preciado de mi vida y darme, el apoyo y la decisión para realizarme profesionalmente.

A mis hermanos Juan Antonio y Francisca y Pedro Sergio, con los cuales compartí parte de mi existencia y a quienes siempre tengo en mi mente y corazón.

A mis tíos Carmela, Josefina, Antonio e Irma, Rumualdo y Julieta, Pedro y Catalina, Rafael y Fernando Treviño Valdés, por su confianza, por su apoyo y el cariño que siempre me han brindado.

A mis suegros Sr. Isidro Carrillo Garza y Sra. Antonia Cabrera, por su cariño y buenos deseos.

---

A mis cuñados José Antonio y Martha, Heriberto y Ninfa y Adrián con mucho cariño.

A mis sobrinos.

A mis primos, en especial para Rafael Martínez Treviño.

Al Sr. Gregorio Ramírez, por haberme brindado su amistad y haber compartido conmigo su experiencia y conocimientos en el manejo del ganado.

A mis amigos.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas, asesor principal de mi tesis, por sus consejos y el tiempo que dedicó a mi formación. Al Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán, Ph.D. Rigoberto González González, Ph.D. Javier Colín Negrete y al Ph.D. Terry Klopfenstein, coasesores e integrantes de mi comité particular de tesis, por el apoyo que me brindaron, por sus sugerencias y el interés que demostraron tanto en la realización de mi tesis así como en la revisión del presente trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por apoyarme con la beca para obtener el grado de Doctor en Ciencias.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León que me otorgo las facilidades necesarias tanto de tiempo como económicas para la realización de mis estudios doctorales.

Al Dr. Juan Fco. Villarreal Arredondo por apoyarme en la iniciativa de prepararme académicamente.

Al Ing. Cesáreo Guzmán Flores y al Ph.D. Francisco Zavala García por el apoyo y las facilidades otorgadas para concluir mi escrito de tesis.

Al Ing. Javier Castillo ex-jefe del Campo Experimental el Canadá FAUANL y al Ph.D. Mario Ramírez Ex-Jefe del Campo Experimental Marín FAUANL por las facilidades otorgadas para la realización de los trabajos de campo.

Al M.C. Felipe de Jesús Cárdenas Guzmán ex-Jefe de la Planta de Alimentos del Campo Experimental "El Canadá" de la FAUANL, por las facilidades otorgadas para la preparación del alimento utilizado en las pruebas de campo.

Al Ing. José Luis Martínez ex-Jefe de la Planta de Alimentos del Campo Experimental Marín de la FAUANL por las facilidades otorgadas para la preparación del alimento que consumieron los animales del primer trabajo de campo.

Al Ing. Carlos Hernández Martínez, Ing. Silvestre Martínez Meza e Ing. Leonel Crespo, por la ayuda prestada en los trabajos de campo.

Al Ing. Francisco Uresti por su apoyo para la realización de los análisis de laboratorio.

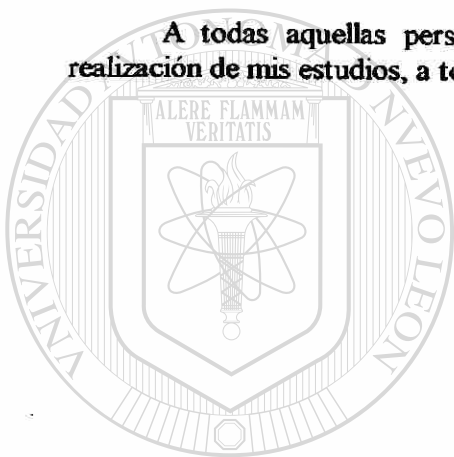
Al M.C. Venancio Orozco Rogero por su apoyo para fistular los toretes que fueron utilizados para realizar los análisis de digestibilidad de las muestras de los alimentos.

Al personal administrativo y de campo de la Planta de Alimentos y del Campo Experimental el Canadá y de Marín de la Facultad de Agronomía de la UANL. por el gran apoyo que recibí de su parte, en especial al los Srs. Pedro Luis Quintana Gallarzo, Erasmo Ayala Sánchez, Arturo Trejo Vigil, Francisco Javier Gámez y Elias Martínez Martínez.

A los administradores de los corrales de engorda por aceptar contestar la encuesta que se realizó para conocer algunos aspectos de la situación de este tipo de Empresas.

A mis amigos y compañeros de trabajo, por su apoyo moral

A todas aquellas personas que me apoyaron directa e indirectamente, en la realización de mis estudios, a todas ellas mi más sincero agradecimiento.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **RESUMEN AUTOBIOGRAFICO**

**Homero Morales Treviño**

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

**Tesis:**

Evaluación De Sistemas De Alimentación Para La Engorda Intensiva De Ganado Bovino

**Areas de Estudio:**

Ciencias Pecuarias, Zootecnia, Nutrición Animal.

**Biografía**

**Datos Personales:**

Nacido el 2 de Mayo de 1954 en Linares, Nuevo León. Hijo de María del Socorro Treviño Valdés y Homero Morales Perales.

**Educación**

- i). Egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León como Ingeniero Agrónomo Zootecnista, el 9 de Febrero de 1976.
- ii). Egresado del Colegio Superior de Agricultura Tropical, H. Cárdenas Tabasco México, como Maestro en Ciencias en Producción Animal con especialidad en Lechería Tropical, el 2 de Mayo de 1979.

---

**Experiencia Profesional**

- i). Auxiliar Técnico de la Dirección de Programación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1976-1977.
- ii). Maestro Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 1978 a la fecha.
- iii). Coordinador del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía UANL. 1980-1982.
- iv). Director del Proyecto Rescate de Crías En Colima, Colima México. 1984-1985.
- v). Jefe del Campo Experimental "El Canadá" de la Facultad de Agronomía UANL. 1984-1988 y del 2000 a la fecha.
- vi). Director del Proyecto Desarrollo de Bovinos Lecheros en el Noreste de México. 1984-1994.
- vii). Jefe de la Planta de Alimentos del Campo Experimental "El Canadá" de la Facultad de Agronomía UANL. 1988-1994 y del 2000 a la fecha.

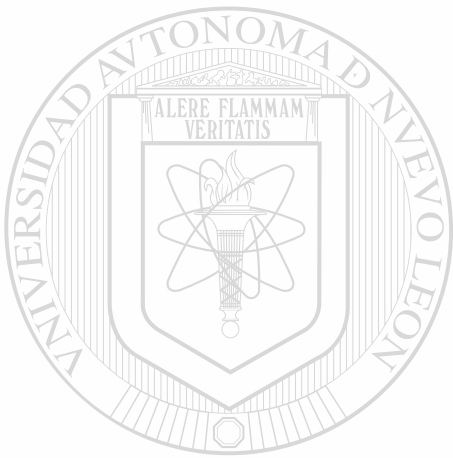
**Otros:**

- i). Asesor en Nutrición Animal y Manejo de Ganado Lechero.
- ii). Publicaciones Científicas en Memorias de Congresos Nacionales e Internacionales.

INDICE	Página
INDICE .....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	xi
LISTA DE CUADROS .....	xiii
LISTA DE FIGURAS .....	xvi
RESUMEN .....	xviii
SUMMARY .....	xx
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Hipótesis .....	3
1.2. Objetivos .....	4
<b>2. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Producción intensiva de bovinos de carne en corrales de engorda .....	5
2.1.1 Antecedentes .....	5
2.1.2 Características de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León .....	6
2.2. Ingredientes alternativos en la alimentación del ganado en corrales de engorda .....	8
2.2.1 Cama de pollo .....	8
2.2.1.1 Composición química .....	10
2.2.1.2 Valor nutritivo .....	14
2.2.1.3 Uso en dietas para ganado de engorda .....	17
2.2.1.4 Problemas con el uso de la cama de pollo .....	21
2.2.2 Melaza .....	23
2.2.2.1 Composición química .....	24
2.2.2.2 Valor nutritivo .....	26
2.2.2.3 Uso en dietas para ganado de engorda .....	28
2.2.2.4 Problemas con el uso de la melaza .....	30
2.3. Importancia de la proteína en la dietas de bovinos en engorda intensiva .....	32
2.3.1 Proteína degradable .....	32
2.3.2 Proteína de escape o sobrepasante .....	34
2.3.3 Proteína metabolizable .....	36

	Página
2.3.4 Requerimientos de proteína .....	38
2.4. Modelos de predicción y simulación del comportamiento en bovinos de carne.....	40
2.4.1 Modelos de simulación en nutrición animal.....	41
2.4.2 Uso del modelo del NRC (1996) para predecir el balance de nutrientes de ganado en corrales de engorda.....	42
2.4.3 Análisis de la variación en el comportamiento del ganado.....	44
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>46</b>
3.1. Situación de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	46
3.2. Determinación de la variación en el valor nutritivo de la cama de pollo .	47
3.3. Pruebas de comportamiento.....	48
3.3.1 Prueba I. Evaluación de tres niveles de cama de pollo sobre el comportamiento de toretes Holstein .....	48
3.3.2 Prueba II. Evaluación de tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo.....	51
3.3.3 Prueba III. Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína.....	54
3.4. Uso del Modelo del NRC (1996) para predecir el balance de nutrientes de ganado en corrales de engorda.....	56
<b>4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>57</b>
4.1. Situación de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	57
4.2. Determinación de la variación en el valor nutritivo de la cama de pollo .	80
4.3. Pruebas de comportamiento.....	87
4.3.1 Prueba I. Evaluación de tres niveles de cama de pollo sobre el comportamiento de toretes Holstein .....	87
4.3.2 Prueba II. Evaluación de tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo.....	96
4.3.3 Prueba III. Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína.....	108
4.3.3.1 Novillos Charolais .....	109
4.3.3.2 Toretos Holstein .....	115
4.3.3.3 Novillos Charolais y Toretos Hostein.....	121
4.4. Uso del Modelo del NRC (1996) para predecir el balance de nutrientes de ganado en corrales de engorda.....	125
4.4.1 Prueba I. Evaluación de tres niveles de cama de pollo sobre el comportamiento de toretes Holstein .....	125
4.4.2 Prueba II. Evaluación de tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo.....	129
4.4.3 Prueba III. Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína.....	132
4.4.3.1 Novillos Charolais .....	132
4.4.3.2 Toretos Holstein .....	134

	Página
5. CONCLUSIONES .....	137
6. LITERATURA CITADA.....	139
7. APÉNDICE .....	158



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



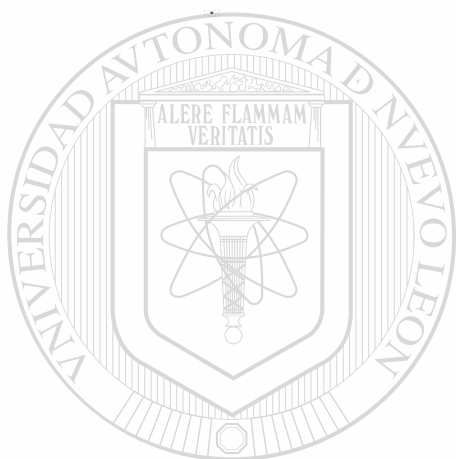
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LISTA DE ABREVIATURAS

ADF	Fibra ácido detergente
ADP	Aumento diario de peso
AGV's	Ácidos grasos volátiles
CA	Conversión alimenticia
Ca	Calcio
Cl	Cloro
CMS	Consumo de materia seca
Co	Cobalto
Cu	Cobre
DIVMO	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MO
DIVMS	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS
EA	Eficiencia alimenticia
EB	Energía bruta
ED	Energía digestible
EE	Extracto etéreo
ELN	Extracto libre de nitrógeno
EM	Energía metabolizable
EN	Energía neta
ENg	Energía neta de ganancia
ENm	Energía neta de mantenimiento
ER	Energía retenida
FC	Fibra cruda
Fe	Hierro
I	Yodo
K	Potasio
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
MO	Materia orgánica
MQ	Constante de producción de calor en ayuno
MS	Materia seca
N	Nitrógeno
Na	Sodio
NDF	Fibra neutro detergente
NH <sub>3</sub>	Amonio
NH <sub>4</sub>	Amoniaco
NNP	Nitrógeno no protéico
P	Fósforo
PC	Proteína cruda
PCIADF	PC indigestible en ADF
PDR	Proteína degradable en rumen
PM	Proteína metabolizable



<b>PS</b>	<b>Proteína sobrepasante</b>
<b>PV</b>	<b>Peso vivo</b>
<b>PVV</b>	<b>Peso vivo vacío</b>
<b>PVVP</b>	<b>Peso vivo vacío promedio</b>
<b>Se</b>	<b>Selenio</b>
<b>TND</b>	<b>Total de nutrientes digestibles</b>
<b>Zn</b>	<b>Zinc</b>



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



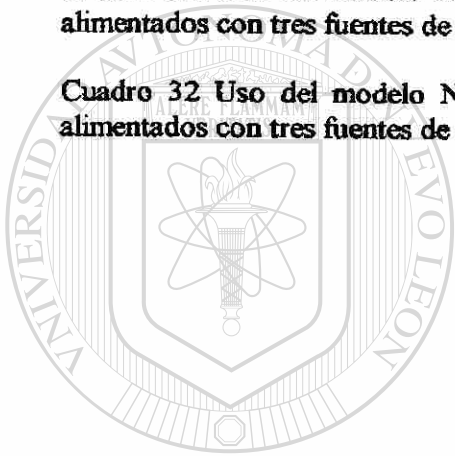
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Valor nutricional de heces de diferentes especies animales.....	11
Cuadro 2. Composición química de la melaza.....	25
Cuadro 3. Valores de digestibilidad ( $\text{g kg}^{-1}$ ) y energía ( $\text{MJ kg}^{-1}$ ) de la melaza de caña de azúcar.....	27
Cuadro 4. Raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de cama de pollo (Prueba I).....	52
Cuadro 5. Raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de melaza (Prueba II).....	53
Cuadro 6. Raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de bovinos machos alimentados con tres fuentes de proteína (Prueba III).....	55
Cuadro 7. Características de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	58
Cuadro 8. Prácticas de manejo que se les proporciona al ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	60
Cuadro 9. Alimentación y manejo del alimento que se proporciona al ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	65
Cuadro 10. Enfermedades del ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	70
Cuadro 11. Comportamiento del ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	70
Cuadro 12. Precios de los ingredientes ( $\text{\$ kg}^{-1}$ ) utilizados para formular las dietas del ganado en el Estado de Nuevo León (Junio de 1997).....	75
Cuadro 13. Costos de producción ( $\text{\$ kg}^{-1}$ ) de la carne producida y de las dietas utilizadas en el ganado del Estado de Nuevo León (Junio de 1997).....	75
Cuadro 14. Comercialización del ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	76

	Página
Cuadro 15. Análisis proximal, de fracciones de fibra (Van Soest) y de digestibilidad <i>in vitro</i> de muestras de cama de pollo (base seca).....	80
Cuadro 16. Materia orgánica digestible y contenido de energía estimada de muestras de cama de pollo.....	86
Cuadro 17. Correlaciones de los contenidos de digestibilidad de la materia seca (DIVMS) y materia orgánica (DIVMO) y energía metabolizable (EM) con diferentes análisis químicos en 19 muestras de cama de pollo.....	86
Cuadro 18. Crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de cama de pollo.....	91
Cuadro 19. Análisis de Laboratorio (base seca) de las raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes alimentados con tres niveles de cama de pollo (Prueba I).....	92
Cuadro 20. Precios (\$ kg <sup>-1</sup> ) de ingredientes en el Campo Experimental "El Canada" FAUANL, durante 1995.....	95
Cuadro 21. Crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo.....	100
Cuadro 22. Análisis de laboratorio (base seca) de las raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes alimentados con tres niveles de melaza (Prueba II).....	101
Cuadro 23. Precios (\$ kg <sup>-1</sup> ) de ingredientes en el Campo Experimental "El Canada" FAUANL, durante 1996.....	107
Cuadro 24. Costos de producción de toretes Holstein alimentados con tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo.....	108
Cuadro 25. Crecimiento de novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína.....	112
Cuadro 26. Análisis de laboratorio (base seca) de las raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de bovinos machos alimentados con tres fuentes de proteína (Prueba III).....	113
Cuadro 27. Crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	119

	Página
<b>Cuadro 28. Crecimiento de ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína. ....</b>	122
<b>Cuadro 29. Uso del modelo NRC (1996) en toretes Holstein en crecimiento alimentados con tres niveles de cama de pollo.....</b>	127
<b>Cuadro 30. Uso del modelo NRC (1996) en toretes Holstein en crecimiento alimentados con tres niveles de melaza .....</b>	131
<b>Cuadro 31. Uso del modelo NRC (1996) en novillos Charolais en crecimiento alimentados con tres fuentes de proteína.....</b>	133
<b>Cuadro 32. Uso del modelo NRC (1996) en toretes Holstein en crecimiento alimentados con tres fuentes de proteína.....</b>	135



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Frecuencia de las muestras de cama de pollo para materia seca, cenizas, materia orgánica, fibra ácido detergente (ADF), digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica (DIVMO) y proteína cruda.....	82
Figura 2. Peso vivo (kg) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (0, 15 y 30 %) de cama de pollo.....	89
Figura 3. Aumento diario de peso (kg) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (0, 15 y 30 %) de cama de pollo.....	89
Figura 4. Consumo de alimento (kg d <sup>-1</sup> ) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (0, 15 y 30 %) de cama de pollo.....	90
Figura 5. Conversión alimenticia en toretes Holstein alimentados con tres niveles (0, 15 y 30 %) de cama de pollo.....	90
Figura 6. Peso vivo (kg) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (9, 18 y 27%) de melaza en dietas con altos niveles (20 %) de cama de pollo.....	98
Figura 7. Aumento diario de peso (kg) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (9, 18 y 27 %) de melaza en dietas con altos niveles (20 %) de cama de pollo.....	99
<hr/>	
Figura 8. Consumo de alimento (kg d <sup>-1</sup> ) en toretes Holstein alimentados con tres niveles (9, 18 y 27 %) de melaza en dietas con altos niveles (20 %) de cama de pollo.....	104
Figura 9. Conversión alimenticia en toretes Holstein alimentados con tres niveles (9, 18 y 27%) de melaza en dietas con altos niveles (20 %) de cama de pollo.....	106
Figura 10. Peso vivo (kg) de novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína.....	110
Figura 11. Aumento diario de peso (kg) de novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína.....	110
Figura 12. Consumo de alimento (kg d <sup>-1</sup> ) en novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína.....	111
Figura 13. Conversión alimenticia en novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína.....	111

	Página
Figura 14. Peso vivo (kg) de toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	117
Figura 15. Aumento diario de peso (kg) de toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	117
Figura 16. Consumo de alimento (kg d <sup>-1</sup> ) en toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	118
Figura 17. Conversión alimenticia en toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	118
Figura 18. Peso vivo (kg) de ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	123
Figura 19. Aumento diario de peso (kg) de ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	123
Figura 20. Consumo alimento (kg d <sup>-1</sup> ) de ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	124
Figura 21. Conversión alimenticia en ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína.....	124

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APENDICE

	Página
Apéndice 1. Cuestionario aplicado para conocer la situación de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León.....	158

## Resumen

Homero Morales Treviño

Fecha de Graduación: Diciembre de 2001

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Agronomía

Título del Estudio: Evaluación De Sistemas De Alimentación Para La Engorda Intensiva De Ganado Bovino

Número de páginas : 162 Candidato para el grado de Doctor en Ciencias Pecuarias con Especialidad en Nutrición Animal

Area de Estudio: Ciencias Pecuarias, Zootecnia, Nutrición Animal.

**Propósitos y Métodos de Estudio:** Se realizó una encuesta a 7 empresas ganaderas del Estado de Nuevo León, que engordan ganado en corral, con el objetivo de conocer el manejo, alimentación y costos de producción. Los corrales de engorda están operando a un 70 % de su capacidad. Proporcionan un período de engorda de 120 días en promedio. Más de un 60 % de los animales engordados son hembras y el 80 % de los machos son enteros. No existe un buen control de calidad, al momento de la compra de los ingredientes y en la fabricación del alimento. En los corrales de engorda se proporciona un manejo adecuado del ganado, logrando aumentos de peso (ADP) de 1.40 kg d<sup>-1</sup> considerando el peso de los animales del lugar de origen y de 1.60 kg d<sup>-1</sup> con el peso de llegada, sin que se registre un porcentaje considerable de trastornos digestivos y / o enfermedades. En los últimos años, este tipo de empresas ha tenido que ser más eficiente e integrarse con ranchos de crecimiento de ganado, plantas de alimento, rastros, ventas de canales, empacadoras de carne para venta de menudeo, etc., para poder enfrentar la competencia internacional. Se analizaron 20 muestras de cama de pollo (CAMA), procedentes de 15 granjas de la región, para determinar su variación en materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO), fibra ácido detergente (ADF), proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la MS y MO (DIVMS y DIVMO), PC indigestible en ADF (PCIADF), fibra neutro detergente (NDF) y hemicelulosa. Los contenidos (%) fueron: MS 85.7 ± 5.5; cenizas 18.6 ± 2.6; MO 81.4 ± 2.6; ADF 14.8 ± 2.6; PC 31.6 ± 2.3; DIVMS 76.1 ± 3.2; DIVMO 72.7 ± 3.6; PCIADF 3.2 ± 0.7; NDF 28.9 ± 5.7; hemicelulosa 15.2 ± 4.0. Durante 84 d, se incluyeron tres niveles de CAMA (0, 15 y 30 %) en dietas para evaluar el comportamiento de 33 toretes Holstein (220 ± 36 kg animal<sup>-1</sup>) en crecimiento. Se asignaron 11 toretes por dieta, analizándose bajo un diseño completamente al azar. Los niveles de CAMA no afectaron (P > 0.05) los aumentos de peso (1.17, 1.27 y 1.17 kg animal d<sup>-1</sup>) ni la conversión alimenticia (6.0, 5.8 y 6.5). El consumo de alimento corregido por peso inicial, se incrementó en forma lineal (P < 0.01, r<sup>2</sup> = 0.66) debido al nivel de CAMA, encontrándose que por cada unidad porcentual de CAMA el consumo se aumenta 24 g d<sup>-1</sup>. Igualmente, el consumo por kg de peso metabólico se incrementó (P < 0.05, r<sup>2</sup> = 0.35) en 0.32 g d<sup>-1</sup> por cada unidad porcentual de CAMA incluida en la ración. Es posible utilizar hasta un 30 % de cama en raciones

para bovinos en crecimiento disminuyendo el costo del kg de peso aumentado hasta en un 18.4 % ( $P < 0.05$ ) a pesar del incremento en el consumo de alimento. En un segundo experimento, durante 112 días se evaluaron 3 niveles de melaza (9, 18 y 27 %), en dietas que contenían el 20 % de CAMA. Se asignaron 11 toretes Holstein ( $240.3 \pm 59$  kg animal<sup>-1</sup>) por dieta, analizándose bajo un diseño completamente al azar. Los niveles de melaza no afectaron ( $P > 0.05$ ) los aumentos de peso (1.41, 1.40 y 1.28 kg animal d<sup>-1</sup>), consumo de alimento (6.92, 6.88 y 6.53 kg animal<sup>-1</sup>), ni la conversión alimenticia (5.0, 5.0 y 5.1), corregidos por peso inicial y días en el experimento. Es posible utilizar hasta un 27 % de melaza en las raciones sin afectar el comportamiento animal. El costo del kg de peso aumentado se disminuyó en un 9 % cuando se utilizó un 27 % de melaza en la dieta. En un tercer experimento se evaluaron 3 fuentes de proteína (urea, harinolina y gluten de maíz + harina de sangre) en dietas que contenían el 15 % de CAMA. Se utilizaron 22 novillos Charolais ( $332.7 \pm 26$  kg animal<sup>-1</sup>) y 20 toretes Holstein ( $206.4 \pm 41$  kg animal<sup>-1</sup>) asignando 14 animales por dieta y analizándose bajo un diseño completamente al azar. Las fuentes de proteína no afectaron ( $P > 0.05$ ) los aumentos de peso (1.23, 1.13 y 1.17 kg animal d<sup>-1</sup>), consumo de alimento (7.3, 7.3 y 7.2 kg animal<sup>-1</sup>), ni la conversión alimenticia (6.1, 6.6 y 5.9 kg), corregidos por peso inicial. El costo del kg de peso aumentado fue menor en los animales alimentados con dietas que contenían gluten de maíz y harina de sangre (\$ 8.25) y urea (8.29) con respecto a los animales que consumieron dietas con harinolina (\$ 8.86). Las tres pruebas de comportamiento realizadas fueron utilizadas para comparar los resultados reales de las pruebas con los valores que predice el modelo del NRC (1996) y así estimar el grado de aproximación de dicho modelo. El modelo NRC (1996) no realizó una predicción adecuada ( $P > 0.5$ ;  $r^2 = 0.21$ ) entre los ADP observados y ADP predichos de las tres pruebas (niveles de cama de pollo, niveles de melaza y fuentes de proteína), sin embargo, realizó una predicción más exacta del CMS ( $P < 0.01$ ;  $r^2 = 0.74$ ).

Firma del Asesor Principal:



Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas



## Summary

Homero Morales Treviño

Graduation: December, 2001

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Agronomía

Title of the Research Work: Feeding Systems Evaluation in Feedlots


Number of pages: 162      Candidate to obtain the Doctoral degree in Animal Science. Speciality in Animal Nutrition.

Subjects of the research:      Animal Science, Animal Production, Animal Nutrition.

**Objectives and Methods for the research Work:** Firstly survey of seven feedlots operation was carried out in Nuevo León the with objective to know the management, feeding and production cost of beef cattle. Feedlots were working only at 70 % of their capacity. Cattle was represented by 60 % heifers and 32 % bulls that spent 120 d in the feedlot. No one feedlot had a good evaluation process of the feedstuffs either before or after performing the different diets. Cattle in feedlots had a few disease problems. Average daily gain was from 1.4 to 1.6 kg per head. Feedlots operation need be better integrated in order to get successful competitiveness in the following years facing the global market system. Secondly, twenty samples of poultry litter (PL) from 15 broiler farms were tested to evaluate the variation of dry matter (DM), ash, organic matter (OM), acid detergent fiber (ADF), crude protein (CP), in vitro digestibility of DM and OM (IVDMD and IVOMD), indigestible CP in ADF (ICPADF), neutral detergent fiber (NDF) and hemicellulose. Samples were analysed by duplicate. Data in per cent were: DM  $85.7 \pm 5.5$ ; ash  $18.6 \pm 2.6$ , OM  $81.4 \pm 2.6$ ; ADF  $14.8 \pm 2.6$ ; CP  $31.6 \pm 2.3$ ; IVDMD  $76.1 \pm 3.2$ ; IVOMD  $72.7 \pm 3.6$ ; ICPADF  $3.2 \pm 0.7$ ; NDF  $28.9 \pm 5.7$ ; hemicellulose  $15.2 \pm 4.0$ . These analysis showed a high variation among the different PL samples, for all measurements. A first trial was done to know the effect of PL in the diet at three different levels (0, 15 and 30 %) in order to evaluate the performance of 33 growing Holstein bulls ( $220 \pm 36$  kg animal<sup>-1</sup>). The trial lasted for 84 days. Eleven bulls were assigned to each diet in a completely randomized design including the initial body weight (BW) as covariable. Average daily gain (1.17, 1.27 y 1.17 kg animal<sup>-1</sup>) and feed efficiency (6.0, 5.8 y 6.5) were not affected ( $P > 0.05$ ) by level of PL. Dry matter intake increased linearly ( $P < 0.01$ ,  $r^2 = 0.66$ ) due to PL level, in  $24$  g d<sup>-1</sup> for each percent unit of PL included in the diet. Likewise, DM feed intake was increased in  $0.32$  g kg<sup>-1</sup> BW<sup>0.75</sup>. It is possible to use up to 30 % PL in the growing diets without reduce bull performance. Cost of gain was reduced in 18.4 % ( $P < 0.05$ ) even when DM intake was increased with PL. In a second trial, cane molasses was included at three different levels also (9, 18 y 27 %) in order to evaluate performance of 33 growing Holstein bulls ( $240.26 \pm 59.1$  kg animal<sup>-1</sup>). The trial lasted for 112 d. Eleven bulls were assigned per diet. Treatments were under a completely randomized design, using initial BW and days in trial as covariables. Molasses did not affect ( $P > 0.05$ ) daily gain (1.41, 1.40 y

1.28 kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>), feed intake (6.92, 6.88 y 6.53 kg) and feed conversion (5.0, 5.0 y 5.1). It's possible to use up to 27 % of molasses in the rations without affecting significantly animal performance. The cost of kg weight gained, decreased 9 % when molasses was used in 27 % of the diet. A third trial was set to include undegradable protein (UP) from three different sources (urea, cottonseed meal and corn gluten meal + bloodmeal) in order to evaluate the performance of 42 growing males, 22 Charolais steers (332.6 ± 25.9 kg animal<sup>-1</sup>) and 20 Holstein young bulls (206.4 ± 41 kg animal<sup>-1</sup>). The trial lasted for 112 d. Fourteen animals were assigned per diet, under a completely randomized design using initial body weight as covariable. Different sources of UP did not affect ( $P > 0.05$ ), daily gain (1.23, 1.13 and 1.17 kg animal d<sup>-1</sup>), feed intake (7.3, 7.3 y 7.2 kg ) and feed conversion (6.1, 6.6 y 5.9). The cost of kg weight gained, decreased when corn gluten meal + bloodmeal was used in the diet (From \$ 8.86 to \$ 8.25). Finally, treatment means of the three previous trials were used to evaluate the 1996 NRC model in terms of BW gain and dry matter intake. The model did not predict gain accurately ( $P > 0.05$ ;  $r^2 = 0.21$ ) but it did a good prediction for dry matter intake ( $P < 0.01$ ;  $r^2 = 0.74$ ).

Main advisor signature: \_\_\_\_\_

  
Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 1. INTRODUCCION

La engorda de ganado bovino en corrales, es una actividad ganadera que comenzó en México a inicio de los años sesenta. La tecnología ha sido un detonador de este tipo de empresas; sin embargo, la apertura comercial ha facilitado la introducción de carne de otros países, acentuando así la competencia que aunada a la situación financiera por la que atraviesa el país, ha ocasionado que muchas empresas no hayan logrado sobrevivir.

El costo de alimentación en los corrales de engorda representan entre un 70 % y 80 % del costo total (McNeill, 1990) de los insumos requeridos. Este factor es uno de los costos más importantes en la administración de los corrales de engorda, por lo que eficientizarlo debe ser un objetivo básico de la empresa. Dentro de este aspecto se debe considerar la selección de los ingredientes disponibles en cuanto a calidad y precio. Tradicionalmente, se han utilizado el maíz y el sorgo como fuentes de energía; la harinolina y la urea como fuentes de proteína, y la paca de sorgo como fuente de fibra. Sin embargo, existen otras opciones, como sería la cebada, trigo y avena, como fuentes de energía; las harinas de soya, girasol, canola y cártamo, como fuentes de proteína; y las pacas de avena y otras gramíneas, como fuentes de fibra. Algunos subproductos al ser utilizados como ingredientes en las raciones del ganado permiten reducir las cantidades de sorgo y harinolina, existiendo la posibilidad de reducir los costos de producción.

Los ingredientes alternativos de la región, que tienen mayor disponibilidad, menor precio y que por lo tanto ofrecen mayores posibilidades para que se utilicen en las engordas intensivas son la melaza, la grasa animal y la cama de pollo. La melaza y la cama de pollo son subproductos que pudieran ser usados ventajosamente en sistemas de crecimiento de ganado. El primero reduciría la cantidad de sorgo y el segundo la cantidad de suplementos proteicos y minerales que deben incluirse en las dietas convencionales.

Los excrementos de los animales han mostrado ser una fuente valiosa de proteína y energía para ruminantes (Fontenot y Jurubescu, 1980; Deshck et al., 1998). Una gran

cantidad de cama de pollo es producida anualmente en áreas productoras de pollo de engorda. La cama de pollo representa un producto de desecho de la industria avícola. La cama de pollo es usada principalmente como fertilizante, pero potencialmente es un alimento para rumiantes y con posibilidades para animales monogástricos. El principal compuesto nitrogenado excretado en la orina de los pollos es el ácido úrico, el cual es eficientemente incorporado a la proteína microbiana y puede ser utilizado para cubrir los requerimientos de proteína degradable en el rumen (PDR; Bierman et al., 1996).

La cama de pollo también es una fuente de minerales en cantidades importantes y además aporta fibra (Westing et al., 1985), esto permite reducir las cantidades de forraje. Posiblemente aporte monensina sódica la cual ha demostrado que incrementa la proporción molar de ácido propiónico ruminal mejorando en un 10 % la eficiencia alimenticia (EA) y manteniendo las ganancias de peso al mismo nivel (Ben-Asher e Ilan, 1982).

La melaza tiene una alta concentración de azúcares, es una buena fuente de minerales, sin embargo su contenido de nitrógeno es bajo y no contiene fibra. Se consideraba que el consumo de la melaza debería ser restringido a niveles relativamente bajos por temor a trastornos digestivos y efectos laxantes. Sin embargo, Preston (1989) ha utilizado la melaza como el principal componente de una ración intensiva de engorda y sin restricción de tipo fisiológico en las dietas de rumiantes. La eficiencia alimenticia disminuye a medida que se incrementa el nivel de melaza en la ración, aunque el deterioro no es tan marcado como ocurre en no-rumiantes (Preston, 1989).

Para tener un mejor comportamiento animal es importante proporcionar una cantidad adecuada de PDR y de proteína sobrepasante (PS), lo cual puede conducir a una considerable economía en la engorda del ganado, ya que la proteína es un componente costoso de la dieta.

La proteína microbiana puede suministrar desde el 50 % (NRC, 1985) hasta el total de la proteína metabolizable (PM) requerida por el ganado de carne (NRC, 1996). La PDR aporta amoníaco ( $\text{NH}_4$ ), el cual puede ser suministrado más económicamente con una fuente de NNP (urea, cama de pollo etc.), por lo cual se recomienda primero llenar las necesidades de PDR, y posteriormente proporcionar fuentes adecuadas de PS para completar las necesidades de PM del animal (Ludden et al., 1995). El NRC (1996) estimó que la máxima síntesis de proteína microbiana es el 13 % del total de nutrientes digestibles (TND), siempre y cuando exista suficiente PDR.

En los últimos años la exigencia de tener precisión en el suministro de nutrientes para los animales, así como las condiciones económicas, han creado la necesidad de establecer modelos mecanísticos para que de una manera integral se establezcan no solo los requerimientos, sino los ingredientes que deberían ser utilizados para la optimización de la producción animal. El objetivo en este tipo de modelos es minimizar la sobrealimentación de ciertos nutrientes, incrementando su eficiencia de utilización y reduciendo su excreción y de esta manera maximizar el comportamiento del ganado desde el punto de vista biológico y / o económico.

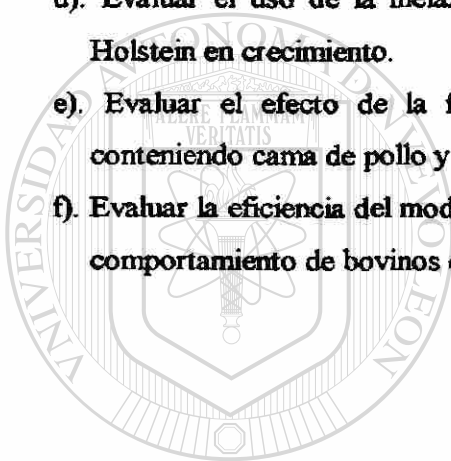
En base a lo anterior en la presente investigación se generaron las siguientes hipótesis y objetivos.

### **1.1 Hipótesis**

Considerando las situaciones por las que atraviesan las engordas en el Estado de Nuevo León, es posible reducir los costos de alimentación mediante la inclusión en las dietas de altas cantidades de ingredientes no convencionales como son: la cama de pollo y la melaza. Estas dietas deben ser balanceadas apropiadamente, considerando el aporte de PM y de energía, para no afectar negativamente el comportamiento animal, lo cual puede ser predicho, con una razonable precisión con el Modelo propuesto por el NRC (1996).

## **1.2 Objetivos**

- a). Analizar las características de producción y manejo en los corrales de engorda del Estado de Nuevo León.
- b). Determinar el valor nutritivo de diferentes muestras de cama de pollo.
- c). Evaluar tres niveles de cama de pollo sobre el comportamiento de toretes Holstein en crecimiento.
- d). Evaluar el uso de la melaza en dietas con cama de pollo suministradas a toretes Holstein en crecimiento.
- e). Evaluar el efecto de la fuente de proteína en bovinos alimentados con dietas conteniendo cama de pollo y melaza.
- f). Evaluar la eficiencia del modelo NRC (1996) para estimar el balance de nutrientes y el comportamiento de bovinos en corrales de engorda.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Producción intensiva de bovinos de carne en corrales de engorda

Es un sistema de producción donde el ganado se encuentra estabulado y las dietas están formuladas con cantidades mayores al 70 % de granos de cereales y cantidades menores al 20 % de forrajes lo que permite tener un mejor comportamiento animal, carne de buena calidad y mejor tasa de retorno.

#### 2.1.1 Antecedentes

La ganadería bovina productora de carne en México ocupa el lugar número diez a nivel mundial. La tasa promedio de crecimiento anual fue del 2.6 % en el período de 1990 a 1997, con una producción nacional en 1997 de 1,304,071 t (Lastra, 1998).

Aún cuando la producción de carne de bovino se incrementó de 1993 a 1997 fue a costa del inventario ganadero, el cual se disminuyó en un 3.5 % en este período, debido a los efectos ambientales y a consecuencia de las crisis económicas recurrentes (Lastra, 1998). Sin embargo, hubo estados que fueron más seriamente afectados como es el caso de Chihuahua donde su inventario ganadero se redujo en un 59 % y Coahuila en un 33.9 % (Fira, 1997).

Vizcarra (1998) menciona que una gran cantidad de carne de bovino del extranjero ha ingresado al mercado mexicano, principalmente de USA. La mayor entrada de producto extranjero se inició en 1994 y se acentuó en los últimos meses de 1998. Se ha mencionado que el ingreso de la carne al país representa una práctica desleal de comercio, debido a que es vendida a precios inferiores al 50 % del precio al que se vende el mismo producto en USA (Vizcarra, 1998).

La competencia con USA provocará una similitud de precios, de esta manera las carnes de mayor consumo en México como las pulpas y los cortes de carne para asar

tendrán una tendencia a disminuir su precio, mientras que el precio de los cortes finos se incrementará. Sin embargo, mientras esto sucede se deben lograr las ventajas competitivas y buscar exportar más (Vizcarra, 1998), sobre todo la exportación debe estar encaminada a los cortes finos (Gómez, 1998).

Otros problemas que enfrentan las empresas que se dedican a la engorda de ganado en corral es la falta de cultura empresarial, la limitada capacidad financiera de los productores de ganado, un alto porcentaje de infraestructura ociosa, así como a las altas tasas de interés que afectan todas las actividades económicas del país (Vizcarra, 1998). Los intereses de los préstamos han llegado a ser 5 veces más alto en México, que en USA, creando una gran desventaja (Gómez, 1998). De esta manera solamente han quedado las empresas más eficientes que se han integrado en dos o más niveles de la cadena productiva y que tienen en común la comercialización, porque sin ella la actividad de engorda de ganado o de sacrificio no sería rentable (Vizcarra, 1998).

El sector agrícola no cuenta con mecanismos eficientes para planear y organizar su producción, lo cual limita la comercialización. La ausencia de políticas claras y de largo plazo por parte del Gobierno Federal, es un factor de distorsión adicional a este mercado, causando así un retraso de 2 a 3 meses desde el comienzo de la cosecha hasta la comercialización, impidiendo de esta manera a los consumidores planear sus compras, teniendo en muchas ocasiones que importar los granos, dando preferencia a productores extranjeros y marginando a los productores nacionales (Vizcarra, 1998).

### **2.1.2 Características de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León**

Los corrales de engorda reciben animales de muy diferentes características ya que varían en peso, edad, raza, origen etc. La variación entre grupos de animales que llegan a la engorda se multiplica por diferencias de sexo, desarrollo previo, historial sanitario y estado fisiológico. Esta labor de formar lotes carece de una base técnica formal y en pocas engordas de México se cuenta con métodos efectivos para la lotificación del



ganado. En consecuencia, se observan lotes donde una variación de peso de 60 kg en pie al inicio de la engorda produce variaciones de más de 120 kg en canal. Se necesita contar con personal con experiencia para la formación de los lotes ya que el proceso productivo se fundamenta en satisfacer las necesidades nutricionales del ganado y el proceso de comercialización depende de tener un producto consistente (Gómez, 1998).

Durante el proceso de engorda en corral, el concepto de mayor importancia es la alimentación ya que representa del 60 al 80 % del gasto corriente. El mayor impacto en el costo de la alimentación del ganado en los corrales de engorda, es el costo de la energía y la proteína. Los minerales tienen un efecto menos significativo en el costo de las dietas. El comparar el costo de la energía entre ingredientes es un ejercicio poco practicado por quienes manejan ganado de engorda y con frecuencia se tienen consecuencias económicas graves (Gómez, 1998).

De los ingredientes para preparar alimento para ganado de engorda, el más importante es el grano, por el costo de la energía, por los volúmenes que se pueden utilizar en la dieta y por la facilidad para procesarlo. De hecho los precios y la demanda de los granos sirven como indicador de los precios a futuro de la carne y del ganado de engorda. Por su naturaleza, los granos son maleables, fáciles de almacenar y el ganado los acepta por su palatabilidad.

No es suficiente solo contar con ingredientes de calidad, sino además en muchos de los casos se requiere aplicar algún tipo de procesamiento para cumplir con el objetivo de la dieta. El procesamiento de los granos debe servir para aumentar el aprovechamiento del almidón, su principal componente, y no debe ocasionar problemas digestivos. Para sustituir los granos por subproductos dependerá del valor nutritivo de estos. Cabe señalar que en México se tienen un sinnúmero de subproductos de los que se desconoce con precisión su valor nutritivo para el ganado de engorda (Gómez, 1998).

Los registros de alimentación son necesarios para mejorar el manejo y la alimentación del ganado. Uno de los factores de la alimentación que tiene un impacto muy significativo en el desempeño del ganado es el manejo del comedero, sin embargo, son pocas las empresas que tienen estrategias bien definidas y que las aplican consistentemente.

Solo algunas empresas que se dedican a la engorda de ganado cuentan con un sistema efectivo de hospital, que contabilice el gasto en medicamentos, el valor del ganado afectado, el valor de las pérdidas y mantenga índices de efectividad de tratamientos y medicamentos (Gómez, 1998).

## **2.2 Ingredientes alternativos en la alimentación del ganado en corrales de engorda**

La utilización de subproductos o materiales de desperdicio en la alimentación animal está estimulada principalmente por tres razones 1). Disponer de esos desperdicios para un beneficio económico 2). Reducir la contribución de estos desperdicios a la contaminación del medio ambiente y 3). Abatir el costo de la producción de alimentos para la ganadería, mientras que los cultivos agrícolas pueden ser utilizados directamente para consumo humano.

La disposición de desperdicios de todo tipo representa uno de los mayores problemas nacionales. La cama de pollo no es la excepción, sobre todo en áreas de producción intensiva de pollos. Los investigadores necesitan examinar las alternativas para la disposición económica y uso de estos materiales.

### **2.2.1 Cama de pollo**

Fontenot et al. (1966); Bhattacharya y Taylor (1975) y Ruiz (1985) describen a la cama de pollo como el producto formado por la cama, excreta, plumas y alimento derramado. Los materiales que se usan principalmente como cama son: aserrín de

madera, heno de pastos, olote de maíz y cascarilla de arroz (Bhattacharya y Fontenot, 1965).

Enormes cantidades de cama de pollo son producidas en áreas de producción de pollos. Según el INEGI (1994), al 30 de septiembre de 1991 se tenía en México una población de 95,425,473 pollos y pollas y 45,325,052 de pollitos. La población en el estado de Nuevo León era de 7,942,015 pollos y pollas y 779,337 pollitos. Fontenot (1997) considera que por cada 1000 pollos se producen 900 kg de cama de pollo en base seca y asume que la cama de pollo tiene el 80 % de materia seca (MS) cuando es tomada de las casetas. Valores muy similares son reportados por Malone et al. (1992) quienes reportaron que por cada pollo se produce 1 kg de cama. Con estos datos es posible estimar una producción nacional de cama de pollo entre 85,883 y 95,425 t por ciclo de producción de siete semanas.

Algunos investigadores (Harmon et al., 1975a y Caswell et al., 1977) han reportado el éxito en la alimentación de los rumiantes con las excretas de las aves. La cama de pollo puede ser una buena fuente de proteína verdadera y de ácido úrico, el cual puede ser utilizado por los rumiantes (Oltjem et al., 1968), ya sean vacas de carne (Holzer y Levy, 1976), ganado en crecimiento (Tagari et al., 1976b; Bierman et al., 1996) y / o finalización (Bierman et al., 1996). Sin embargo los resultados obtenidos muestran un amplio rango de variación.

La variación en el valor nutritivo de la excreta, está en función de varios factores como resultado de las diferencias en el tipo de producción de pollo (Oliphant, 1974), por ejemplo: la cantidad y tipo de material que se utiliza como cama (aserrín de madera, heno de pastos, etc.) en las casetas de los pollos afecta la composición de la cama de pollo, especialmente en proteína cruda (PC) y fibra (Fontenot, 1997). Igualmente la clase y edad del animal, el régimen de alimentación, el manejo y el medio ambiente (Fontenot y Ross, 1980).

Existen ciertos problemas asociados con el uso de la cama de pollo en la alimentación del ganado. La cama de pollo puede contener residuos de drogas, pesticidas u organismos dañinos. Además el manejo de las heces generalmente es difícil, porque usualmente están secas y polvosas o muy húmedas, el olor puede ser intenso y las moscas pueden incrementarse durante su almacenamiento (Fontenot y Ross, 1980).

Como una medida de seguridad antes de usar cama de pollo en las dietas del ganado debería ser analizada para conocer si existen residuos de drogas o pesticidas, sin embargo, este tipo de análisis en la práctica no se realiza. Además es necesario el procesamiento de las heces para la destrucción de los patógenos (McCaskey et al., 1979), para mantener o mejorar la palatabilidad (Chester- Jones y Fontenot, 1981) y para mejorar el manejo y su almacenamiento. Los procesos que han sido utilizados son: deshidratación, peletizado, ensilaje solo o con otros ingredientes, cama reposada en montículos de 1.5 m de altura y composta. De todos ellos el más recomendado por su costo y facilidad para realizarlo es haciendo montículos de 1.5 m de altura y dejándolos reposar por 2 ó 3 semanas bajo techo.

---

#### **2.2.1.1 Composición química**

La cama de pollo es de un valor nutricional mayor que las heces de otros animales (Cuadro 1), ya que son ricas en PC, fibra cruda (FC) y minerales. Debido al alto contenido de FC y NNP de la cama, los rumiantes son la mejor opción para utilizarla (Oltjen et al., 1968; Smith y Calvert, 1976; Fontenot y Ross, 1980; Westing et al., 1985). La cama de pollo tiene una cantidad mayor de FC y de PC y una cantidad menor de cenizas en comparación con las heces deshidratadas de gallinas ponedoras (Oliphant, 1974). Existe una relación inversa entre el contenido de N y el contenido de cenizas de las heces deshidratadas de las aves (Smith y Wheeler, 1979).

La variación en los componentes del análisis proximal de la cama de pollo es mucho mayor que en los alimentos convencionales. De acuerdo con Holzer et al., (1986)

quienes analizaron 150 muestras de cama de pollo por un lapso de 3 años, el 36 % de las muestras contenían menos del 20 % de cenizas y más del 28 % de PC; el 52% contenían entre 20 y 30 % de cenizas y entre el 17 y 27 % de PC y el 12 % contenían más del 30 % de cenizas y menos del 16 % de PC. Por lo tanto para poder usar la cama de pollo en dietas para rumiantes es recomendable determinar su valor nutritivo (Deshck et al., 1998).

Cuadro 1. Valor nutricional de heces de diferentes especies animales

		Clase de heces (base seca)				
		Pollos <sup>a</sup>	Gallinas ponedoras <sup>a</sup>	Novillos <sup>a</sup>	Vacas <sup>a</sup>	Cerdos <sup>b</sup>
Proteína cruda	(%)	31.3	28.0	20.3	12.7	23.5
Proteína verdadera	(%)	16.7	11.3		12.5	15.6
Proteína digestible	(%)	23.3	14.4	4.7	3.2	
Fibra cruda	(%)	16.8	12.7			14.8
Extracto etéreo	(%)	3.3	2.0		2.5	8.0
Extracto libre de nitrógeno	(%)	29.5	28.7		29.5	38.3
Energía digestible	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	2440.0	1884.0			
Energía metabolizable	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	2181.0				
Nutrientes digestibles totales	(%)	59.8	52.3	48	16.1	
Cenizas	(%)	15.0	28.0	11.5	16.1	15.3
Calcio	(%)	2.4	8	0.9		2.7
Fósforo	(%)	1.8	2.5	1.6		2.1
Magnesio	(%)	0.44	0.67	0.40		0.93
Sodio	(%)	0.54	0.94			
Potasio	(%)	1.78	2.33	0.50		1.34
Hierro	(ppm)	451	2000	1340		63
Cobre	(ppm)	98	150	31		63
Manganeso	(ppm)	225	406	147		
Zinc	(ppm)	235	463	242		530

<sup>a</sup> Adaptado de Bhattacharya y Taylor 1975.

<sup>b</sup> Komegay et al. 1977.

**Proteína cruda.** Wang y Goetsch (1998) notaron un incremento en la concentración de nitrógeno (N) y una disminución en la fibra neutro detergente (NDF) en la cama de pollo cuando el período de crianza de los pollos aumentaba, esto puede ser el resultado, de cambiar la proporción de las heces y la cama a medida que aumenta el número de días que permanecen los pollos en las casetas, teniendo una gran influencia en el valor nutricional para los rumiantes. La cama de pollo contiene cerca del 15 % de FC y

el mayor constituyente es la lignina (10 % de la MS) (Bhattacharya y Fontenot 1965 y 1966).

Bhattacharya y Fontenot (1965 y 1966) reportaron la distribución de las fracciones del N, donde la proteína verdadera de la cama de pollo fue del 44 al 46 % de la PC, con un promedio del 44.9 %, valor similar (54 %) al reportado por Bierman et al. (1996). Probablemente el desperdicio del alimento de los pollos, la muda de plumas y la síntesis bacteriana contribuyen a esta fracción. El N del ácido úrico es la fracción más alta después de la proteína verdadera con el 29 % (Bhattacharya y Fontenot, 1965 y 1966), llegando a alcanzar hasta un 67 % (Smith y Calvert 1976). El N del  $\text{NH}_4$  (14.3%), el N de la urea (2.81 %), la creatina (3.64%) y otros (4.97%) también fueron evaluados (Bhattacharya y Fontenot, 1965 y 1966). Valores similares son reportados por Tagari et al. (1976b). La proteína verdadera contiene menos de 16 aminoácidos (Evans et al., 1968). La proteína de la cama es alta en glicina y es baja en arginina, lisina, metionina y cistina (Bhattacharya y Fontenot, 1966).

El ácido úrico de la cama de pollo representa más ventajas que la urea para los rumiantes, es mucho menos soluble en agua y más lentamente disponible para las bacterias del rumen y por lo tanto sujeto a menos pérdidas a través de producción de amonía o por absorción directa (Chance, 1965). Oltjen et al. (1968) reportaron que el ácido úrico fue comparado favorablemente con la urea como NNP de la dieta en dietas purificadas para novillos. Los resultados fueron basados en la retención del N consumido. Muhrer y Carroll (1964) también mencionan que el ácido úrico es mejor fuente para los rumiantes que la urea.

El mayor factor que limita la eficiencia de la utilización de la urea por los rumiantes es la tasa con la cual la urea es hidrolizada en el rumen. La urea es convertida en amoníaco ( $\text{NH}_4$ ) y bióxido de carbono con una velocidad mayor a la capacidad que tienen los microorganismos para utilizar el ( $\text{NH}_4$ ) en la síntesis de aminoácidos y proteína. (Streeter et al., 1969).

**Energía.** La energía digestible (ED) de la cama de pollo generalmente es baja (Bhattacharya y Fontenot, 1966; El-Sabban et al., 1970; Lowman y Knight, 1970; Oltjen y Dinus, 1976). Sin embargo, la concentración de la ED de la cama es similar a los forrajes de alta o mediana calidad (Fontenot y Jurubescu, 1980). Su utilización se refleja en una baja concentración de energía en la dieta. Una moderada reducción en la concentración de la energía de la dieta no siempre resulta en un bajo comportamiento de los animales si el consumo puede incrementarse.

Los valores publicados para ED son de 2.44 Mcal kg<sup>-1</sup>, (Bhattacharya y Taylor, 1975) y de 2.91 Mcal kg<sup>-1</sup> (NRC, 1984). Algunos valores sobre energía metabolizable (EM) son de 2.10 Mcal kg<sup>-1</sup> (Rude et al., 1994) 2.18 Mcal kg<sup>-1</sup> (Bhattacharya y Taylor, 1975) 2.39 Mcal kg<sup>-1</sup> (NRC, 1984) y de 1.15 a 2.06 Mcal kg<sup>-1</sup> (Deshck et al., 1998). El promedio de EM de los reportes de estos investigadores es de 2.2 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS.

El valor estimado de la ED de las heces deshidratadas de gallinas ponedoras fue de 1.36 Mcal kg<sup>-1</sup> y la digestibilidad de la materia orgánica (MO) fue alta, donde el bajo valor energético de las heces fue debido al alto contenido de cenizas (41.6%). Por cada unidad porcentual en las cenizas, el valor de la ED disminuye en 0.024 Mcal kg<sup>-1</sup> y viceversa (Zinn et al., 1996). Esto coincide con Brugman et al. (1964), Bhattacharya y Fontenot (1966) y El-Sabban et al. (1970), quienes mencionan que el alto contenido de cenizas es uno de los factores que evita tener valores mayores de energía, ya que su contenido puede variar del 8 al 34 % en base seca. Lowman y Knight (1970) reportan valores con un rango entre 1.1 y 1.6 Mcal kg<sup>-1</sup> de EM y el NRC (1984) de 1.88 Mcal kg<sup>-1</sup> de EM.

**Minerales.** Las excretas de las aves son altas en minerales (McCiskey et al., 1989) y bajas en vitamina A y D (Brugman et al., 1964). Las heces deshidratadas son una excelente fuente de calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), hierro (Fe), y zinc (Zn) (NRC, 1984). La cama de pollo es alta en cenizas con alto contenido de ciertos minerales, particularmente del Ca y P, (Bhattacharya y Fontenot, 1965 y 1966; Clark et al., 1975),

siendo valiosas fuentes de minerales para ovejas (Field et al., 1977) y novillos (Bull y Reid, 1972). Para ovinos se deben considerar precauciones anotadas en el capítulo 2.2.1.4.

Bhattacharya y Taylor (1975) reportaron niveles de 2.4 % de Ca, 0.44 % de magnesio (Mg), 1.8 % de P, 0.54 % de sodio (Na), 1.78 % de K, 451 ppm de Fe, 98 ppm de cobre (Cu), 225 ppm de manganeso (Mn) y 235 ppm de Zn, en heces deshidratadas de gallinas ponedoras. Rude y Rankins (1997) reportan un contenido de minerales en la cama de pollo de 1.4 % de Ca, 0.42 % de Mg, 1.3 % de P, 0.65 % de Na, 2.1 % de K y 1.6 % de cloro (Cl).

#### 2.2.1.2 Valor nutritivo

**Digestibilidad.** Uno de los principales factores que limitan el nivel de cama de pollo que se adiciona a las dietas de rumiantes, es su baja o moderada digestibilidad (Ruffin y McCaskey 1990), lo que reduce el nivel de producción animal.

---

Los valores para digestibilidad total en rumiantes obtenidos por Lowman y Knight (1970) fueron de 56.6 % para heces de gallina ponedora. Sin embargo, Egana et al. (1994) encontraron que la digestibilidad de la MS fue de 78.5 y 71.2 % para cama de pollos criados en piso de cemento y piso de tierra respectivamente. Así mismo Miron et al., (1990) reportaron altos valores para la digestibilidad de la MO (64 %) en cama de pollo y valores de 60 % para el total de nutrientes digestibles (TND) (Bhattacharya y Taylor, 1975).

La inclusión de cama de pollo en la dieta de rumiantes resulta en una disminución de la digestibilidad aparente de todos los nutrientes (Fontenot et al., 1966) excepto para fibra ácido detergente (ADF; Rude et al., 1994). Bhattacharya y Fontenot (1966); El-Sabban et al. (1970); Harmon et al. (1974) y Tinnimit et al. (1972) reportaron una disminución en la digestibilidad de la MS de 73.5 a 57.9 % y de la MO de 76.5 a 67.5 % a medida que se incrementa el contenido de cama de pollo en la dieta de un 20 a 80 %.



Smith (1974) reporta una disminución de la digestibilidad de la MS de 83 a 79 % cuando el 20.5% de heces deshidratadas sustituyeron el 12.8 % de harinolina.

Egana et al. (1994) reportan una degradabilidad ruminal de la PC de 91.2 % para cama de pollo. La degradabilidad del ácido úrico durante las primeras cuatro horas fue de cerca del 80 % y después de 24 h fue alrededor del 100 %. Bhattacharya y Fontenot (1965 y 1966) encontraron una digestibilidad variable del N de 55 al 80 %. Aunque la digestibilidad ruminal del N de las heces deshidratadas es alta (78 %), la digestibilidad pos-ruminal del N de escape es baja (27 %). Menos del 10 % del N en heces deshidratadas escapa del rumen en forma de proteína verdadera (Zinn et al., 1996).

La eficiencia de utilización del N en la cama de pollo es baja ya que la degradabilidad ruminal de sus componentes nitrogenados es típicamente extensa y rápida (Patil et al., 1995) y la disponibilidad ruminal de carbohidratos no es abundante (Fontenot 1990). Sin embargo, la cama de pollo tiene una degradabilidad ruminal de sus componentes nitrogenados menor a la urea.

---

Quando se proporciona cama de pollo es posible que cambien las concentraciones de ciertos metabolitos a nivel ruminal. Wang y Goetsch (1998) reportaron que la concentración total de ácidos grasos volátiles (AGV's) así como la relación acético - propiónico en el fluido ruminal para dietas con cama de pollo, fueron menores que el control (73.5 vs 68.9 mM L<sup>-1</sup> y 5.61 vs 4.38 respectivamente) cuando se utilizó el 0.5 % de maíz en la dieta en base al peso vivo (PV); en cambio, en otro trabajo cuando el nivel de maíz se incrementó al 1.5 % del PV la concentración de AGV's aumentó de 44.2 para la dieta control a 75.6 mM L<sup>-1</sup> para las dietas con cama de pollo.

**Consumo.** Patil et al. (1995) mencionan que el incremento en el consumo de materia seca (CMS) en novillos de 550 kg cuando la cama se adiciona a las dietas al 0.3 % del PV no fue acompañado por un incremento en la concentración total de AGV's en el fluido ruminal, indicando que la digestibilidad ruminal de la MO de las dietas que contenían cama fue baja (47.1 vs 44.6 %) o el volumen del fluido ruminal o la tasa de salida fue alterada. Los tratamientos donde se suplementó con cama de pollo presentaron mayores valores tanto para el volumen del fluido ruminal (86.3 vs 92 l) como para la tasa de salida (5.78 vs 6.35 l·h<sup>-1</sup>).

Varios investigadores han indicado que la cama de pollo no afecta el CMS (Cullison et al., 1976; Oltjen y Dinus, 1976; Smith y Calvert, 1976; Rankins et al., 1993; Rude et al., 1994). Sin embargo, en dietas para becerros de 150 kg a base de paja de trigo con el 45% de cama de pollo se encontró una reducción en el CMS (2.04 vs 1.79 kg animal d<sup>-1</sup>) y de la digestibilidad de algunos de sus componentes (EE, FC y TND), causando que el consumo de ED fuera más bajo (15.5 vs 14.9 MJ kg d<sup>-1</sup>) cuando el nivel de cama de pollo se incrementó del 15 al 30 % (Brosh et al., 1993). Esto puede ser atribuido a la baja palatabilidad (Arave et al., 1988) o al alto contenido de minerales (Ruffin y McCaskey, 1990). Así mismo, Oliphant (1974) encontró que la inclusión de cama de pollo a niveles del 27 %, disminuyó el contenido de energía de la dieta, afectando adversamente el CMS y el ADP.

Tagari et al. (1976a) mencionan que el consumo diario de alimento en toros alimentados con 1.5 kg de heno y dietas a libre acceso que contenían el 15, 25 y 35 % de cama de pollo fue del 2 al 4 % mayor en comparación con el consumo de los animales que se les ofreció la dieta control y la dieta con urea. Al excluir el 1.5 kg de heno que se proporcionó a los toros, esa diferencia resultó un poco mayor. El aumento en el consumo en aquellas dietas conteniendo cama de pollo, fue atribuido al bajo contenido de ED de la ración.

Brosh et al. (1993) al utilizar dietas a base de paja de trigo y un 20 % de maíz en grano, con niveles del 15, 30 y 45 % de cama de pollo en base seca, observaron que a medida que se incrementó el porcentaje de cama de pollo en la dieta el CMS fue mayor. Este consumo es aún más elevado en animales con pesos mayores a los 380 kg de PV (Morales et al., 1993).

Las investigaciones muestran que existe una inconsistencia en el consumo de alimento en bovinos alimentados con dietas conteniendo cama de pollo, lo cual puede ser atribuido a diferencias en la calidad de dicho subproducto.

**Eficiencia alimenticia.** Drake et al. (1965), encontraron una mayor EA en novillos alimentados con dietas que contenían el 25 % de cama de pollo, donde se utilizó cáscara de nuez como cama y una EA menor en novillos alimentados con la dieta control a base de heno y proteína suplemental.

La conversión alimenticia (CA) es menos favorable en animales con pesos superiores a los 380 kg de PV alimentados con dietas con cama de pollo (Morales et al., 1993). La CA también es menos favorable a medida que se incrementa el nivel de cama de pollo en las dietas, sin embargo el costo del aumento de peso de los animales alimentados con este tipo de dietas es menor debido a que el costo de las dietas normalmente disminuye, a medida que se aumenta el nivel de cama en la ración.

### **2.2.1.3 Uso en dietas para ganado de engorda**

El comportamiento de ganado alimentado con dietas conteniendo heces de animales puede ser similar a los animales alimentados con dietas convencionales. Bhattacharya y Fontenot (1965) recomiendan que la cama de pollo se puede utilizar eficientemente por los rumiantes cuando su nivel de inclusión no aporte más del 50 % del N consumido.

Tagari et al. (1975 y 1976a) formularon raciones con el 13 y 70% de cama de pollo y obtuvieron un aumento diario de peso (ADP) con esas raciones de 1.25 y 0.92 kg d<sup>-1</sup> respectivamente, en un período de 10 meses. Esto indica un amplio rango de aceptación de los niveles de cama de pollo en raciones para bovinos en crecimiento.

Josifovich et al. (1985) alimentaron ganado con dietas que contenían el 20, 40, 60 y 80% de cama de pollo y encontraron que los ADP disminuyeron a medida que se incrementó el nivel de cama de pollo en la ración (1019, 830, 743 y 581 g d<sup>-1</sup> respectivamente) y la CA fue menos favorable (8.5, 8.6, 10.6 y 15.9 respectivamente), lo cual concuerda con Cullison et al. (1976) quienes también encontraron una tendencia a disminuir el ADP a medida que se incrementaba el nivel de excreta de pollo. Sin embargo, resultó que las raciones que contenían el 60 y el 80 % de cama fueron más económicas. El bajo comportamiento del ganado consumiendo raciones con cama de pollo parece ser resultado de un bajo consumo de alimento (Harmon et al., 1975b).

Flachowsky y Lohmert (1985) cuando utilizaron una dieta con 208 g de PC kg<sup>-1</sup> de ración o cuando se proporcionó el 40 % del consumo de la energía con cama de pollo a toros de tipo lechero, se obtuvieron ADP entre 608 y 1044 g d<sup>-1</sup>, dependiendo del peso inicial, duración del tratamiento (112 ó 322 d) y nivel de concentrado. Se evitaron los excesos en el suministro de N y minerales especialmente del P.

Utilizando dietas a base de cebada, maíz, paja de cebada, urea- mineral y minerales, donde el 0, 15, 30 y 40 % de cama de pollo remplazaba la urea o parte de harina de maíz obtuvieron ADP de 1131, 1127, 1085 y 1041 g animal d<sup>-1</sup> respectivamente, encontrando que el consumo recomendado de cama de pollo en ganado de engorda fue menos de 1 kg por 100 kg<sup>-1</sup> de PV (Kraszewski y Wawrzynczak 1983).

Un comportamiento aceptable se obtuvo en lotes de engorda de ganado con dietas que contenían niveles superiores al 25 % de cama de pollo. El comportamiento del ganado fue marcadamente menor cuando las dietas contenían el 50 % de cama de pollo

(Fontenot et al., 1971). La cama de pollo tiene un mayor valor como ingrediente para dietas de rumiantes cuando se da en cantidades limitadas como fuente suplemental de N (Fontenot y Jurubescu, 1980). Sin embargo, en dietas de animales en finalización no se recomienda su uso, ya que la CA puede aumentar hasta los 10 ó 11 kg de alimento por cada kg de aumento de peso (Morales et al., 1993).

Cuando se suministraron raciones conteniendo un 24 % de cama de pollo en base seca disminuyó un 5 % el ADP y se incrementó un 10 % el valor de la CA, probablemente como un reflejo del bajo contenido de energía de la cama de pollo. Smith y Wheeler (1979) obtuvieron ADP de 1.07 y 1.10 kg d<sup>-1</sup> y CA de 7.25 y 6.49 para el grupo control y para el ganado alimentado con heces de gallina ponedora de jaula, respectivamente.

Drake et al. (1965) utilizando novillos de 374 kg de PV, obtuvieron ADP de 1.00 kg d<sup>-1</sup> cuando usaron el 25 % de cama de pollo y 0.91 kg d<sup>-1</sup> cuando utilizaron el 40 %. Cullison et al. (1976) trabajando en novillos con un peso promedio de 220 kg, encontraron ADP de 1.20, 1.18 y 1.11 kg d<sup>-1</sup>, cuando utilizaron toda la proteína suplemental en forma de harina de soya, el 50 % y el 100 % en forma de excreta de pollo respectivamente, aún que se sustituyó el 100 % de la harina de soya por cama de pollo los ADP disminuyeron en solo un 7.5 %.

Tagari et al. (1976a) al probar 5 dietas donde utilizaron como suplemento proteico, harina de soya o el 15, 25, 35 % de cama de pollo y urea, no encontraron diferencias significativas en los ADP (985, 1061, 996, 960 y 1028 g d<sup>-1</sup>), siendo similares a los encontrados por Fontenot et al. (1966) para toros de razas pesadas alimentados con raciones conteniendo cama de pollo y por Oliphant (1974) para toros Friesian alimentados con excremento de pollo secado artificialmente. Southwell et al. (1958) reportaron que novillos en finalización alimentados con el 15 o 30 % de cama de pollo, donde el material usado como cama fue olote de maíz molido, tuvieron los mismos ADP

que los novillos alimentados con la dieta control conteniendo harinolina como suplemento proteico.

Fontenot et al. (1966) evaluaron la calidad de la canal en novillos alimentados con cama de pollo y encontraron que el grado de la canal y el porcentaje de la piel no fueron afectados marcadamente por el nivel de la cama. No hubo diferencias significativas en el área del ojo del músculo del lomo y en el espesor de la grasa sobre la doceava costilla. Cuando se evaluó el sabor de la carne, no se encontró un efecto adverso en los novillos en finalización alimentados con cama.

Oliphant (1974) no encontró diferencias significativas en el rendimiento de la canal al examinar canales frías 24 h después del sacrificio de los animales que consumieron dietas con y sin cama de pollo. Sin embargo, los animales que consumieron dietas que contenían cama de pollo presentaron una tendencia a tener una menor calidad de la canal así como una menor calificación para redondez y anca ya que tuvieron menos grasa total, sin embargo, la longitud del ojo del músculo del lomo y el porcentaje de los cuartos traseros fueron mayores.

Tagari et al. (1976a) no encontraron diferencias significativas en la calidad de la canal de animales alimentados con dietas conteniendo 0, 15, 25 y 35 % de cama de pollo. Los resultados indican una tendencia a tener una disminución en el contenido de grasa depositada cuando se incrementa la cama de pollo arriba del 15 %. Fontenot et al. (1966) reportaron que novillos que recibieron dietas con el 25 % de cama de pollo presentaron menos espesor de la grasa sobre la doceava costilla. La combinación de la grasa depositada y grasa de la canal están relacionadas directamente con el consumo diario de ED.

Los ADP tienden a disminuir a medida que se incrementa el nivel de cama de pollo en la ración, como consecuencia de una disminución en el contenido de la EM a medida que se incrementa el nivel de cama de pollo en la ración. El rendimiento y calidad

de la canal no se ven afectadas con el uso de la cama de pollo en la dieta aunque existe una tendencia a que las canales presenten un menor contenido de grasa

#### 2.2.1.4 Problemas con el uso de la cama de pollo

Con el uso de la cama de pollo en la alimentación del ganado se puede presentar una serie de enfermedades como son: Botulismo, Hipocalcemia, Toxicidad por arsénico, Toxicidad por cobre y Toxicidad por Ionóforos, la posibilidad de que algunos de estos problemas se presente puede ser relativamente alta cuando las camas no se procesan correctamente.

**Botulismo.** Bienvenu et al. (1990) observaron que los animales comenzaron a estar somnolientos, con incoordinación, ataxia y constipados, al introducir un nuevo lote de cama de pollo para suplementarlos. Después los animales llegaron a estar postrados y con la lengua protuberante. Algunos de los animales afectados se levantaron después de 18 días que se retiró la cama. Fueron observadas lesiones no específicas post mortem. En bioensayos con neutralización con antitoxina de *Clostridium botulinum* se detectó la presencia de toxina tipo C en una muestra de alimento.

**Hipocalcemia.** En vacas de ganado de carne se han reportado casos de hipocalcemia, en granjas donde el ganado se alimentaba con altos niveles de cama de pollo (Ruffin et al., 1994), resultando una disminución del Ca en suero sanguíneo, pero sin signos clínicos de fiebre de leche (Pugh et al., 1994a).

Las vacas viejas que destetaron becerros pesados y que fueron suplementadas con cama de pollo, durante los meses de gestación en la época de invierno presentaron hipocalcemia. Estos factores y el alto contenido de Ca de la cama de pollo son considerados como predisponentes de la fiebre de leche (hipocalcemia post- parto) en vacas lecheras (Jorgensen, 1974; Erb y GrÖhn, 1988; Horst et al., 1994).

En un estudio para evaluar la toxicidad de la cama de pollo, Silnikove y Tiomkin (1992) detectaron una hipocalcemia, pero además observaron hiperfosfatemia, la cual causa daño en el hígado. Debido a que el hígado es responsable en parte de la activación metabólica de la vitamina D, no estará funcionando para la correcta absorción intestinal del Ca.

**Toxicidad por arsénico.** El arsénico es de los aditivos utilizados en las dietas de los pollos de engorda (Messer et al, 1971). Webb y Fontenot (1975) encontraron un rango de 1.1 a 59.7 ppm de arsénico en la cama de pollo. El uso de excreta contaminada con arsénico como alimento para rumiantes puede resultar en un incremento del nivel de arsénico en el hígado de los animales, aún después de un período de retiro de 5 días, sin embargo, el contenido de arsénico, fue mucho menor que el nivel aceptado de seguridad (Fontenot, 1991).

**Toxicidad por cobre.** Una posible fuente de peligro en la alimentación del ganado con cama de pollo es la toxicidad por Cu, por ser este elemento utilizado en altas cantidades (125 - 250 mg kg<sup>-1</sup>) en las raciones de los pollos y posteriormente concentrarse en las heces (Lowman y Knight, 1970). Los niveles de Cu en la cama de pollo pueden ser superiores a las 1000 ppm (McCakey et al, 1989, citado por Rankins et al, 1993). La toxicidad por Cu ha sido documentada en ovinos alimentados con cama de pollo con altos niveles de Cu (Fontenot y Webb, 1975).

Borregos que fueron alimentados con dietas con un nivel del 25 y 50 % de cama de pollo, la cual contenía 195 ppm de Cu, como resultado de utilizar altos niveles de Cu en la alimentación de los pollos, comenzaron a morir después de 137 d de prueba, y a los 254 d, se alcanzó el 64 % de mortandad en los borregos alimentados con las dietas del 50 % de cama y el 55 % en los borregos alimentados con las dietas del 25 % de cama (Fontenot y Webb, 1975).

**Toxicidad por Ionóforos.** Shlossberg et al (1992) consideran que los residuos del ionóforo maduramicina (C y g10) en camas de pollo son la causa de la cardiomiopatía



que se presentó en bovinos después que la maduramicina fue incorporada en el alimento de los pollos como coccidiostato. Los resultados muestran que la maduramicina es cardiotóxica en niveles bajos.

Pearl et al. (1991) mencionan que en algunos animales alimentados con grandes cantidades de cama de pollo (arriba de  $10 \text{ kg d}^{-1}$ ) que recibieron coccidiostato maduramicina o salinomina, el único síntoma fue la muerte súbita. Otros síntomas fueron cansancio, pulsaciones de la vena yugular, edema subcutáneo de la región submaxilar y a veces colapso, seguido de la muerte. Los exámenes encontrados son inconsistentes, con fallas en el corazón que incluyen dilatación del ventrículo derecho con paredes delgadas y lacias. No se observaron lesiones microscópicas en el miocardio. Esto sugiere que el síndrome puede ser inducido por uno de estos poliésteres ionóforos.

Es importante considerar que los animales intoxicados, fueron alimentados con cantidades superiores a los  $10 \text{ kg d}^{-1}$  de cama de pollo y por lo tanto estaban recibiendo  $3.16 \text{ kg}$  de PC a partir de NNP lo cual puede ocasionar un nivel muy alto de  $\text{NH}_4$  en el rumen provocando una intoxicación de este tipo.

Los coccidiostatos frecuentemente son encontrados en mayores concentraciones en la cama de pollo, que en el alimento que se suministra a los pollos. La concentración de monensina en la cama de pollo puede ser un 25 % superior a la concentración del alimento que se utilizó para alimentar los pollos. Sin embargo, para evitar este tipo de problemas, deben utilizarse otros coccidiostatos que son efectivos para los pollos y que no causan problemas al ganado (Fontenot, 1997).

### **2.2.2 Melaza**

La melaza es un término que se utiliza para hacer referencia a diversos alimentos, los cuales tienen en común una alta concentración de azúcares, la mayor parte en forma de sacarosa, glucosa y fructosa (Preston, 1989). La melaza se obtiene como un

subproducto de la elaboración del azúcar a partir de la caña de azúcar y principalmente es el residuo una vez que se ha extraído la mayor cantidad posible de azúcar (Cullison, 1983).

La melaza se ha proporcionado al ganado de carne por muchos años, como una fuente económica de energía (Moloney et al., 1994) en comparación con los granos. Aunque en la mayoría de las ocasiones se tiene la idea que es una fuente altamente energética, sin embargo su contenido solamente es de 2.6 Mcal de EM kg<sup>-1</sup> es decir un 86.6 % de la EM del sorgo (NRC, 1996). La melaza también es importante para mejorar la palatabilidad de la dieta, para reducir el polvo en la ración (Yan et al., 1997) como aglutinante en el proceso de la fabricación de comprimidos (Cullison, 1983), como aditivo para mejora la actividad microbiana ruminal y como un suplemento proteico líquido cuando se le añade una fuente de N (Church, 1991).

México produce cantidades considerables de melaza de caña de azúcar, según el INEGI (2000), en la zafra de 1998 / 1999 se produjeron 1.7 millones de toneladas, siendo el estado con mayor producción Veracruz con 640,000 t. En el año de 1979 México fue el segundo exportador de melaza (Church, 1991).

#### **2.2.2.1 Composición química**

La melaza contiene un 72.5 % de MS, el cual tiene un 5.4 % de PC y 13.2 % de cenizas (Moloney et al., 1994). Valores similares reporta Khalili (1993) con 75 % de MS, 4 % de PC y 12 % de cenizas. En el Cuadro 2 se presentan los principales componentes de la melaza de la caña de azúcar.

La calidad de la melaza en la actualidad es menor que en el pasado, ya que hoy en día se utilizan métodos más eficientes de extracción de azúcar. Sin embargo, la melaza no debe contener menos del 43 % de azúcares y una densidad igual o mayor a 79.5° Brix

(Church, 1991). El Brix es un término que se usa para referirse a la composición de las melazas, donde cada grado Brix es igual a uno por ciento de sucrosa (Cullison, 1983).

Cuadro 2. Composición química de la melaza

		NRC (1996)	Steg y Van der Meer (1985)
Materia seca	%	74.30	
Cenizas	%	13.30	8.7 - 12.3
Proteína Cruda	%	5.80	4.1 - 6.5
Energía metabolizable	Mcal kg <sup>-1</sup>	2.60	
Nutrientes digestibles totales	%	72.00	
Energía neta de mantenimiento	Mcal kg <sup>-1</sup>	1.70	
Energía neta de ganancia	Mcal kg <sup>-1</sup>	1.08	
Calcio	%	1.00	
Fósforo	%	0.03	
Magnesio	%	0.29	
Cloro	%	1.64	
Potasio	%	6.06	
Sodio	%	1.48	
Azufre	%	0.60	
Cobalto	mg kg <sup>-1</sup>	0.47	
Cobre	mg kg <sup>-1</sup>	21.60	
Hierro	mg kg <sup>-1</sup>	87.00	
Manganeso	mg kg <sup>-1</sup>	6.00	
Zinc	mg kg <sup>-1</sup>	18.00	

La melaza contiene poco material nitrogenado (0.92 % de N en base seca) y solo un tercio se considera en forma de aminoácidos que parecen estar en forma altamente soluble. Por lo tanto, el material nitrogenado existente en la melaza solo debe ser considerado como fuente de N para el crecimiento de los microorganismos del rumen. Además, se debe considerar la ausencia de fibra y su alto contenido de minerales, con excepción del P. En ciertas regiones específicas donde se produce la melaza, esta puede ser deficiente en Mn, Cu, Zn y selenio (Se) (Preston, 1989).

Parte de la variabilidad de las cenizas y de otros componentes de la melaza es causada por las diferencias en los procedimientos de la fabricación del azúcar, edad, tipo y calidad de la caña de azúcar, fertilidad del suelo y sistemas de recolección y procesamiento.

### 2.2.2.2 Valor nutritivo

Cuando se comparó la melaza con la cebada como suplemento de novillos alimentados con pasto ensilado, fue usada más eficientemente cuando se utilizó al 21 %, pero este valor energético relativo declinó cuando el nivel de inclusión de la dieta se incrementó arriba del 33 % (Drennan, 1985). La baja eficiencia relativa del uso de la melaza cuando se utilizan altos niveles en las dietas basadas en pasto ensilado, coincide con Moloney et al. (1994), quienes utilizaron suplementos isoproteicos para descartar efectos confundidos por el suministro de proteína.

La disminución en la eficiencia de la melaza al ser utilizada en altos niveles en las dietas puede ser reflejo de diferencias en los productos finales de la fermentación por contener diferentes tipos de carbohidratos que los granos (sacarosa vs almidón). En general la fermentación de la melaza en el rumen resulta en una mayor proporción de butirato y un descenso en la proporción molar de propionato (El Khidir y Vestergaard, 1982) y de acetato (Fegeros et al., 1989). Esto además puede reflejarse en una disminución de la digestión de la fibra en el rumen.

La disminución en la digestión de la NDF y de la degradación de la MS del heno por el incremento en el nivel de melaza es confirmada por los resultados de varios estudios con melaza o suplementos de azúcar (England y Gill, 1985; Rooke Armstrong, 1987; Khalili y Huhtanen, 1991). Khalili (1993) incluyó 1.5 y 2.0 kg d<sup>-1</sup> de melaza en base seca en dietas de vacas secas cruzadas Bos taurus X Bos indicus sin que se presentara una disminución en la digestión de la NDF del heno, en todas las dietas se adicionó harinolina para proveer suficiente proteína degradable.

En estudios "in vitro" se ha demostrado que la melaza ocasiona una mayor depresión del pH ruminal que el almidón (El Khidir y Vestergaard, 1982) y el bajo pH ruminal puede deprimir la celulólisis (Hoover, 1986). Stewart (1977) reportó que la actividad celulolítica se disminuyó cuando el pH bajó de 6.3-6.2, porque las bacterias

celulolíticas son muy sensibles a un pH bajo, especialmente cuando es menor de 6 (Stewart, 1977; Russell y Dombrowski, 1980).

Al incluir carbohidratos solubles en la ración a niveles que mantengan un pH alto, disminuyen la concentración de amonio en el rumen (Rooke et al., 1987; Khalili y Huhtanen, 1991). A consecuencia de la reducción de amonio por el uso de la melaza ocasiona que la síntesis de proteína microbiana se incremente (Rooke et al., 1987, Khalili y Huhtanen, 1991). Sin embargo, al utilizar altos niveles de melaza descende el pH, el cual puede disminuir la tasa de crecimiento y el rendimiento de la proteína microbiana (Strobel y Russeel, 1986) o disminuir la absorción de amonio (NH<sub>3</sub>) del rumen (Siddons et al., 1985, citado por Khalili, 1993).

Los reportes del contenido de nutrientes de los ingredientes en la literatura, muestran un amplio rango de la digestibilidad de la MO, ED y EM de la melaza de la caña de azúcar. La selección de algunos de los valores publicados es mostrada en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores de digestibilidad (g kg<sup>-1</sup>) y energía (MJ kg<sup>-1</sup>) de la melaza de caña de azúcar

Referencias	Digestibilidad			Energía Digestible	Energía Metabolizable
	Materia Orgánica	Proteína Cruda	Extracto Libre De Nitrógeno		
Karalozos y Swan (1977)				13.2	10.7
Crampton y Harris (1969)				13.3	10.9
Crampton y Harris (1969)				16.8	13.8
Steg y Van der Meer (1985)	830			12.1	9.7
Steg y Van der Meer (1985)	820			11.6	9.4
Steg y Van der Meer (1985)	840 - 910	0 - 600	870 - 930		

La digestibilidad de la PC puede disminuir cuando se incorpora una alta proporción de melaza en las dietas para rumiantes, en comparación con los granos de cereales (Pate, 1982) debido a la tasa de digestión de la melaza. Además se presenta una menor eficiencia de la conversión del NNP de la dieta en proteína microbiana (Oldham et al., 1977 citado por Yan et al., 1997). Dietas para vacas lecheras con altos niveles de

melaza, podrían ocasionar una deficiencia en el suministro de proteína, por la baja concentración de la PC (5.8 % en base seca) en la melaza de la caña de azúcar (NRC, 1996), por la disminución de la digestibilidad de la PC y por la menor eficiencia de conversión del NNP en proteína microbiana.

Los carbohidratos solubles proporcionados a niveles moderados incrementaron la cantidad de energía de la dieta, mejorando la utilización del N en el rumen e incrementando la tasa de flujo ruminal (Rooke et al., 1987; Khalili y Huhtanen, 1991). También se encontró que se incrementa la proporción de propionato en los AGV's del rumen (Sutton, 1968 y Kellogg y Owen, 1969 citados por Khalili, 1993). Además se aumenta el suministro de aminoácidos por la síntesis de proteína microbial, incrementando la gluconeógenesis, lo cual garantiza una utilización más eficiente del acetato, cuando los animales son alimentados con forraje de baja calidad (Cronje et al., 1991).

### **2.2.2.3 Uso en dietas para ganado de engorda**

Es probable que la variabilidad de la melaza sea menor a la variabilidad en los valores publicados, debido a las diferentes técnicas de evaluación que se han utilizado. La melaza no se puede proporcionar al ganado como dieta única, por lo tanto su evaluación y el comportamiento animal obtenido, ha sido utilizando dietas con melaza, en combinación con otros componentes de la dieta. Esto incrementa los errores de determinación, particularmente cuando los niveles de melaza en las dietas son bajos (Van Soest, 1982).

Otra fuente de variabilidad esta relacionada con los diferentes niveles de inclusión de la melaza en las dietas, aunque Steg y Van der Meer (1985) indican que la digestibilidad de la MO y de la energía bruta (EB) tuvieron un efecto pequeño por la inclusión de melaza a niveles del 30 % en base seca.

Lofgreen (1965) obtuvo un comportamiento similar en ganado de engorda cuando se incorporó el 5, 10 o el 15 % de melaza en las dietas. El comportamiento del ganado también fue similar cuando se utilizaron dietas, con niveles del 20 % de melaza, sin embargo, la CA fue menos favorable.

Algunos estudios (Lofgreen, 1965; Drennan, 1985) donde se ha incorporado melaza a la dieta han demostrado igual o mayor comportamiento animal en comparación con los granos de cereal, cuando se utiliza en cantidades moderadas, aproximadamente el 10 % en base seca. Sin embargo, se ha sugerido que altos niveles de melaza en la dieta pueden ocasionar un menor comportamiento animal. Wood (1990) notó una disminución significativa en la producción de leche cuando la melaza reemplazó la cebada a razón de 19.5 % en base seca del total de la dieta.

La melaza también se ha utilizado en la suplementación de bovinos de carne en pastoreo, donde se les proporciona como una mezcla de melaza - urea. Sin embargo, de acuerdo con England y Gill (1985), el consumo de forraje disminuye a medida que se incrementa el nivel de melaza o sacarosa en la dieta.

En Cuba se desarrolló un programa para el uso de la melaza, en el cual se realizaron una serie de investigaciones donde se incluyeron altos niveles de melaza en la dieta (70 %). Sin embargo, estos niveles no se han utilizado en la engorda intensiva de bovinos en corral, ya que se considera que el consumo de melaza debería ser restringido a niveles relativamente bajos, por que se pueden presentar trastornos digestivos, efectos laxantes y dificultad en el mezclado de este tipo de dietas. (Preston y Willis, 1974). Niveles mayores al 15 % de melaza provocan que la ración sea difícil de manejar.

Así mismo, niveles altos de melaza en la dieta tenderán a la alteración de la actividad normal de las bacterias del rumen (Cullison, 1983, Church, 1991). La fermentación en este tipo de dietas se caracteriza por niveles anormalmente altos de ácido butírico y niveles bajos de ácido propiónico. Tal situación podría llegar a un consumo

voluntario bajo y a una disminución en la eficiencia de la utilización de la energía para la engorda del ganado. Teóricamente se esperaría que la adición de una fuente de almidón en una ración basada en melaza incrementaría los niveles de propionato. Sin embargo existe una carencia de datos concluyentes sobre el patrón de fermentación ruminal en la engorda de toros, aunque se presenta un mejoramiento lineal en el consumo voluntario, ganancia diaria y conversión alimenticia al añadir grano de maíz a una ración de melaza - urea (Preston y Willis, 1974).

#### **2.2.2.4 Problemas con el uso de la melaza**

Alimentar con altas concentraciones de melaza en la dieta (más de 37.5 %) puede resultar en problemas para la salud del ganado. La principal enfermedad es la intoxicación con melaza (Preston y Willis, 1974), aunque se pueden presentar cetosis subclínica (Losada y Preston, 1974), acidosis, tetania hipomagnasémica, paraqueratosis y diarrea (Scott, 1953).

**Intoxicación con melaza.** En animales que padecen toxicidad por melaza se producen cambios importantes en las proporciones molares de los AGV's, específicamente una reducción en el ácido propiónico (Losada et al., 1971, citado por Preston y Willis, 1974) y un incremento sustancial en la proporción del ácido butírico. Una de las principales características es que la intoxicación se presenta frecuentemente cuando los animales son alimentados por primera vez con dietas a base de melaza (Preston et al., 1968, citado por Preston y Willis, 1974), lo que indica que el período de adaptación tiene una gran influencia en la aparición de la enfermedad. Normalmente la enfermedad se presenta en animales alimentados con dietas bajas en forraje, teniendo una pérdida de peso y una disminución en el CMS. La toxicidad de la melaza puede prevenirse y curarse en el estado inicial permitiendo al ganado consumir suficiente forraje (Pate, 1982).



La intoxicación con melaza es muy similar a la necrosis cerebrocortical. Esta enfermedad ha sido descrita como una enfermedad nerviosa del ganado bovino y ovino (Terlecki y Markson , 1959, citado por Preston y Willis, 1974). La lesión predominante es una necrosis focal en la corteza cerebral, la cual esta relacionada con una deficiencia de tiamina. Sin embargo, Church (1991) menciona que la limitación en la información sobre este tema sugiere que esta condición es causada por un metabolismo anormal de los carbohidratos por el tejido cerebral.

**Cetosis.** En animales intoxicados con melaza se presentó un exceso de ácido butírico lo que provoca una producción de cuerpos cetónicos, como parte de la patología de la cetosis, en la cual el animal necesita movilizar sus reservas corporales para sustituir su demanda energética.

**Acidosis.** La administración de grandes cantidades de melaza ( $10 \text{ kg d}^{-1}$ ) por vía oral siempre condujo al cuadro característico de acidosis (Figueroa, 1972 citado por Preston y Willis, 1974).

**Tetania hipomagnasémica.** La melaza es un ingrediente con una alta concentración de K. Los altos niveles de K en las dietas de los rumiantes interfieren con la absorción del Mg, lo que ha ocasionado tetania hipomagnasémica en ovinos (Greene et al., 1983, citado por NRC, 1985).

**Paraqueratosis.** En animales intoxicados por melaza se ha presentado paraqueratosis (Verdura y Peron, 1970). Esto pudiera estar ocasionado por la falta de movimientos en el rumen, lo cual produce cambios importantes en la fermentación ruminal y por consecuencia lesión en el epitelio.

**Diarrea.** Briggs y Heller (1943) reportaron en un tratamiento con ovejas, usando dietas purificadas, que la propiedad laxante de la melaza es debida a la alta concentración de azúcar y K.

### **2.3 Importancia de la proteína en la dietas de bovinos en engorda intensiva**

El sistema de PC tradicional asume incorrectamente que todos los ingredientes tienen igual degradación de la proteína en el rumen. Sin embargo, los sistemas actuales de proteína metabolizable (PM; Burroughs et al., 1974 y NRC, 1996), definen los requerimientos del animal usando estimaciones de la disponibilidad microbiana y de la PS de la dieta, siendo potencialmente más exactos que los sistemas de PC.

Se conoce que los microorganismos del rumen utilizan PDR de la dieta y posteriormente resintetizan proteína microbiana. Este proceso tiene ventaja en dietas con NNP y proteína de baja calidad, ya que son convertidos en proteína microbiana de alta calidad. Sin embargo, en dietas con proteínas de alta calidad pueden ser degradadas en el rumen y subsecuentemente convertidas en proteína microbiana, la cual puede ser de menor calidad con respecto a la proteína consumida.

#### **2.3.1 Proteína degradable**

Los principales nutrientes para el crecimiento microbiano en el rumen son los carbohidratos y las proteínas. La proteína suministra los péptidos esenciales, aminoácidos, amoníaco y cadenas carbonadas ramificadas, mientras que los carbohidratos son usados para generar la energía para los microorganismos del rumen y la proteína microbiana.

Dietas conteniendo un exceso de N degradable en rumen son consideradas indeseables porque podría no mejorar el comportamiento animal y el exceso de N es excretado en la orina, resultando en pérdidas netas de N (Poos et al., 1979; Shain et al., 1998) siendo potencialmente un problema para el medio ambiente (Diman y Satter, 1997; Shain et al., 1998). Sin embargo, dietas deficientes en N degradable han demostrado un

efecto adverso al crecimiento microbiano (Satter y Slyter, 1974; Kang-Meznarich y Broderick, 1980).

Satter y Slyter (1974) observaron que aumentando la concentración de N amoniacal a un nivel superior a  $5 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$  de fluido ruminal, no se incrementó la síntesis de proteína microbial. Muchas especies de bacterias ruminales son capaces de utilizar amoníaco para su crecimiento, pero algunas requieren péptidos y aminoácidos (Argyle y Baldwin, 1989).

La síntesis de proteína microbial está limitada por el rendimiento de energía durante la fermentación anaeróbica. Dietas basadas en residuos de cultivos pueden contener una cantidad adecuada de N degradable en el rumen, pero el contenido de energía fermentable en este tipo de dietas puede limitar la síntesis de proteína microbial. La mayor parte de la proteína microbial está en función de la cantidad de MO fermentada en el rumen (Rohr et al., 1986).

La producción de proteína microbial ha sido relacionada con la energía de la dieta (Burroughs et al., 1974; NRC, 1985 y NRC, 1996). Burroughs et al. (1974) estimaron que la síntesis de PC microbial es de 13.05 % del TND de la dieta. La PC microbial contiene aproximadamente el 20 % de ácidos nucleicos y por lo tanto tiene una digestibilidad del 80 % en el intestino delgado. En base a lo anterior la síntesis de proteína verdadera microbial se estima en 10.44 % del TND (NRC, 1996).

Wilkerson et al., (1991) calcularon flujos microbiales basados en la ecuación del NRC (1985) y Burroughs et al. (1974) y mencionan que la ecuación del NRC (1985) no estima resultados realistas para ganado de carne en crecimiento. Posteriormente en el NRC (1996) utilizan el valor de 13 % para estimar la síntesis de PC microbiana, siendo este básicamente el mismo valor propuesto por Burroughs et al. (1974).

Cuando se suplementa con proteína poco soluble en el rumen, puede decrecer la eficiencia de la síntesis de proteína microbiana (Siddons et al., 1985, Cecava et al., 1991) comparada con la suplementación de fuentes de proteína más degradables, ya que se presentan bajas concentraciones de los productos finales de la proteólisis ruminal como  $\text{NH}_3$  - N, aminoácidos ó AGV's de cadena ramificada, que limitan la síntesis de proteína microbiana (Cecava y Parker 1993) y subsecuentemente en una reducción en el ADP y EA (Shain et al., 1998). En contraste, suplementando con niveles más altos de PDR puede estimular el flujo de proteína microbiana, pero el flujo total de aminoácidos hacia el intestino delgado pueden decrecer por una excesiva degradación ruminal de la proteína del alimento (Cecava y Parker 1993). Los requerimientos de PDR para lograr la máxima eficiencia en la síntesis de proteína microbiana son del 13 % del TND de la dieta.

### **2.3.2 Proteína de escape o sobrepasante**

La PS o "by-pass," es proteína que no se degrada totalmente en el rumen. De la parte que no se degrada, existe una fracción que posteriormente es digerida y absorbida en el intestino delgado. Esto proporciona la oportunidad de mejorar el perfil de aminoácidos que alcanza el intestino delgado y consecuentemente mejorar el comportamiento animal (Aimes et al., 1985).

Durante los últimos 15 años, se ha dado atención a la determinación de los valores de escape de las fuentes de la proteína suplemental. Menos énfasis ha sido puesto sobre el valor de escape de las proteínas de los alimentos base (forrajes y granos) y en determinar exactamente los requerimientos de la proteína en el animal (Klopfenstein et al., 1991).

La resistencia natural de los suplementos de proteína de la dieta a la degradabilidad microbiana puede ser influida por calor o por tratamiento químico. Los suplementos de proteína calentada, como la harina de soya, pueden incrementar el consumo de PS e incrementar el flujo de proteína de la dieta al intestino delgado.

Un sobrecalentamiento puede disminuir la absorción de aminoácidos porque decrece la digestibilidad. Tradicionalmente, ha sido medido a través de estudios de digestibilidad del N y no tanto para relacionarlo con el comportamiento animal (Klopfenstein et al., 1991). Es importante que durante el tratamiento térmico la proteína no se sobrecaliente, porque el daño es irreversible.

El sacrificio del ganado para la producción de carne genera una considerable cantidad de sangre. La sangre está clasificada como un desperdicio, especialmente en países en desarrollo, donde la conversión de la sangre en harina de sangre está limitada por la escasez de plantas procesadoras. El uso limitado de la sangre como suplemento proteico puede ser debido parcialmente a la carencia de métodos apropiados para el manejo y procesamiento de desperdicios y a la posibilidad de que pueda transmitir enfermedades al ganado. La harina de sangre es una fuente con alta cantidad de PS (Ayangbile et al., 1993).

La harinolina es un subproducto de la extracción del aceite de la semilla de algodón después de remover la cáscara (Zinn et al., 1997). La harinolina es otra fuente de N degradable disponible para las dietas de finalización, pero contiene menos N que la harina de soya. La harinolina es una fuente de PDR y PS (NRC, 1985). En adición al suministro de  $\text{NH}_3$ , la fracción degradable suministra péptidos, aminoácidos y / u otros factores del crecimiento que incrementa la producción de proteína microbiana (Zinn y Owens, 1983; Garret et al., 1987) y puede ser requerida para una óptima fermentación de dietas en finalización altas en granos (Russell et al., 1992). La harinolina puede incrementar el flujo de proteína microbiana y suministro de PS en el rumen (Milton et al., 1997).

Debido a su alto contenido de PC (45 %), la harinolina ha sido descrita como un suplemento proteico, sin embargo, es considerable su contenido de energía. Basado en su composición, los valores de energía neta de mantenimiento (ENm) y energía neta de ganancia (ENg) son de 1.82 y 1.19 Mcal  $\text{kg}^{-1}$  de MS, respectivamente. Según Zinn et al.,

(1997) los valores de EN<sub>m</sub> y de EN<sub>g</sub> de la harinolina pre-prensada y con extracción con solventes son de 1.88 y 1.24 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS cuando se incluye a un nivel menor al 16 % de la MS de la dieta. Estas estimaciones fueron hechas en base al comportamiento del ganado en crecimiento en corral de engorda.

### 2.3.3 Proteína metabolizable

La PM en rumiantes, se define como la cantidad de proteína verdadera o aminoácidos absorbidos en el intestino delgado y que son derivados de la proteína microbiana sintetizada en el rumen y de la proteína de la dieta que escapa a la degradación ruminal (Coomer et al., 1993; Wilkerson et al., 1993; Ludden et al., 1995; y Dhiman y Satter, 1997).

La PM, una parte proviene de los microorganismos del rumen y otra de la PS, es la que aporta los requerimientos de los aminoácidos en los rumiantes, que en la actualidad aún no están totalmente definidos. Los microorganismos del rumen son la fuente primaria de proteína y ellos modifican la composición de los aminoácidos que suministra la dieta (Cole y Van Lunen, 1994).

La proteína microbiana puede aportar desde el 40 % (Dhiman y Satter, 1997) o 50 % (NRC, 1985) hasta el 80 % (Dhiman y Satter, 1997) o el total de la PM requerida por el ganado de carne, dependiendo del consumo de PS de la dieta (NRC, 1996). Por la gran cantidad de proteína proveniente de los microorganismos, su contenido de aminoácidos es importante.

La composición de aminoácidos que sale del rumen puede ser afectada por los componentes de la dieta. Muchos de los ingredientes que se usan en las dietas para rumiantes contienen algo de proteína que escapa a la degradación ruminal y suministra cierta cantidad de aminoácidos directamente al intestino delgado (Cole y Van Lunen, 1994).

Los suplementos de proteína varían en el contenido de aminoácidos sobre todo en el total de aminoácidos azufrados (metionina y triptofano) y lisina. La metionina y la lisina han sido reportados como limitantes en ganado en crecimiento (Fenderson y Bergen 1975; Richardson y Hatfield, 1978; Wilkerson et al., 1993). La treonina además puede ser limitante cuando la proteína microbial constituye la fuente primaria de N disponible para el ganado (Richardson y Hatfield, 1978). Pocos estudios (Fenderson y Bergen 1975, Richardson y Hatfield 1978) han evaluado el triptofano adecuadamente. Fenderson y Bergen (1975) reportaron que lisina, treonina y triptofano no fueron limitantes en el flujo abomasal y probablemente solo serían limitantes cuando se alimenta con raciones muy bajas en proteína. Richardson y Hatfield (1978) no encontraron efectos significativos en la retención de nitrógeno, al hacer infusiones de triptofano, treonina, histidina, metionina y lisina, en el abomaso.

La composición de aminoácidos de la proteína microbial no es influenciada por la composición de los aminoácidos de la proteína de la dieta (Purser, 1970). Por lo tanto, la PS debe tener una composición de aminoácidos que complemente los de la proteína microbial. El contenido de metionina del gluten de maíz es más alto que el de harina de soya y el contenido de lisina de la harina de soya es mayor que el gluten de maíz. Alimentando selectivamente combinaciones de proteína con una proporción óptima de PS y aminoácidos, puede ser posible incrementar el flujo de proteína de la dieta con una composición de aminoácidos complementarios a la proteína microbial que llega al intestino delgado y consecuentemente incrementar la productividad o eficiencia de producción en los rumiantes jóvenes (Coomer et al., 1993).

Blasi et al. (1991), mencionan que la harina de sangre es una excelente fuente de lisina mientras que la harina de plumas es una buena fuente de aminoácidos azufrados. Ambas harinas fueron utilizadas para alimentar animales en crecimiento en diferentes combinaciones. La harina de sangre fue superior que la harina de plumas, sin embargo, cuando se combinó harina de plumas con harina de sangre (87.5:12.5, 75:25 y 50:50) en

base al porcentaje de PC, las combinaciones no fueron diferentes. El efecto positivo de la asociación sugiere que los aminoácidos de la harina de sangre y la harina de plumas se complementan.

Goedeken et al. (1990b) encontraron que la PS de la harina de soya fue eficientemente utilizada en el intestino delgado sugiriendo que cuenta con un espectro de aminoácidos que es complementario de la proteína microbial. La harina de soya tostada ha dado excelente respuesta de crecimiento (Lewis et al., 1989) por un buen balance de aminoácidos en la PS.

Sindt et al. (1993) estudiaron la respuesta de becerros en finalización (275 kg) alimentados con maíz y suplementados con PS. Los becerros respondieron a la PS durante los primeros 41 d, sin embargo, no se observó efecto debido a la PS cuando se analizó el período de alimentación completo. Basados en estos datos, se puede concluir que los requerimientos de aminoácidos metabolizables del ganado en finalización (369 kg), fueron reunidos por la proteína microbial y la PS en el maíz.

---

#### 2.3.4 Requerimientos de proteína

Los avances en el manejo de la nutrición, genética y uso de implantes hormonales han ocasionado un incremento en los ADP del ganado en los corrales de engorda y por lo tanto, los requerimientos de proteína del ganado son mayores (NRC, 1996).

Se ha probado que animales después del destete no consumen suficiente MO como para producir la totalidad de sus requerimientos proteicos a base de los microorganismos, por lo que se requiere una fuente de proteína de alta calidad que no se degrade en el rumen y que provea al animal de la proteína faltante (Orskov 1982). Estos animales deben responder a los suplementos de proteína de la dieta que incrementan el flujo de los aminoácidos esenciales al intestino delgado.



Cuando se suplementa a los rumiantes con PS se puede incrementar el flujo de N y aminoácidos hacia el intestino delgado (Titgemeyer et al., 1989) y puede resultar en un mejoramiento del crecimiento y eficiencia de utilización del N (Goedeken et al., 1990a). Sin embargo, cuando se formularon dietas altas en energía con tasas de crecimiento típicas de condiciones de corral de engorda, la suplementación con altas cantidades de PS no mejoró la tasa o eficiencia de crecimiento de novillos de 225 kg, debido a que se usaron altos niveles de maíz o ensilaje de maíz resultando en una alta contribución de proteína de los ingredientes basales, acercándose a los requerimientos de los animales en crecimiento. Otra razón por la que no se presentaron diferencias significativas fue que únicamente se proporcionó el 90 % de los requerimientos de proteína (Loerch y Berger, 1981).

Al suministrar mayores cantidades de MO fermentable en el rumen, la proteína en los ingredientes base de esas dietas pudo haber hecho una mayor contribución al suministro de PM. Esto sucede especialmente en el caso del grano de maíz que es moderadamente resistente a la degradación ruminal (58 a 73 % de PS; Zinn y Owens, 1983). Sin embargo, cuando se incrementaron los niveles de proteína en la fase de engorda (280 kg) sí se encontraron diferencias significativas, por efecto de la suplementación de la PS (Loerch y Berger 1981). Es posible encontrar este tipo de efecto cuando se restringe la PC a los animales en la etapa de crecimiento.

Dietas de finalización con altas cantidades de concentrado consistentes en maíz, alfalfa y ensilado de maíz proveen más PM que la necesaria para reunir los requerimientos de novillos añejos de finalización (Shain et al., 1998). Los requerimientos de PM de un becerro Holstein de 214 kg de PV son de 504 g d<sup>-1</sup>, donde 228 g d<sup>-1</sup> son para mantenimiento y 276 g d<sup>-1</sup> son para ganancia de peso (NRC, 1996).

Por lo tanto las estrategias de suplementación de proteína para rumiantes, primero deben llenar las necesidades de PDR (13 % de los TND) para obtener una óptima

producción de proteína microbiana y posteriormente proporcionar fuentes de PS adecuadas, para completar las necesidades de PM (Ludden et al, 1995).

#### **2.4. Modelos de predicción y simulación del comportamiento en bovinos de carne**

Un modelo es una abstracción de la realidad que hace una descripción formal de los elementos más esenciales de un problema. La descripción puede ser física, matemática o verbal; sin embargo, algunos especialistas no están de acuerdo con los modelos verbales, ya que consideran que el lenguaje verbal puede ser ambiguo (Jeffers, 1978, citado por Grant et. al., 1999).

Los modelos (empíricos) se desarrollan para describir y resumir un conjunto de correlaciones, sin representar explícitamente los procesos o mecanismos que operan en el sistema real, el objetivo es predecir y no explicar. Un modelo que predice la tasa metabólica de un animal en función del tamaño corporal es un ejemplo de este tipo de modelos.

---

Los modelos explicativos o mecanísticos se desarrollan para representar la dinámica interna del sistema de interés. El objetivo de estos modelos es explicar el comportamiento del sistema por medio de la representación de los mecanismos causales de dicho comportamiento. Un modelo que representa la tasa metabólica de un animal en función del peso corporal, nivel de actividad, temperatura ambiental, viento y tiempo de exposición a las condiciones ambientales, es un ejemplo de un modelo explicativo.

La simulación es el uso de un modelo para imitar o describir paso a paso el comportamiento del sistema que estamos estudiando. Los modelos de simulación están compuestos de una serie de operaciones aritméticas y lógicas que, en conjunto, representan la estructura (estado) y el comportamiento (cambio de estado) del sistema de interés (Grant et. al., 1999).

#### **2.4.1 Modelos de simulación en nutrición animal**

La proliferación de los estudios metabólicos de fermentación del rumen y del animal, ha dado lugar a la aplicación de técnicas de modelos matemáticos para integrar y describir la función biológica en el animal. La modelación puede tener una inmensa importancia predictiva. Su uso desde el punto de vista científico no está exento de ciertos riesgos. No puede estar cerrado a nueva información, pero puede ser una herramienta invaluable en señalar con precisión la imperfección en nuestros conceptos comunes e hipótesis si es aplicada en forma adecuada. El modelo debe proporcionar una explicación física y química de su función y eventos.

Los modelos mecanísticos se construyen buscando la estructura del sistema que se está investigando, dividiendo en componentes claves y analizando el comportamiento del sistema completo en términos de estos componentes individuales y sus interacciones de unos con otros. Por ejemplo una descripción simplificada de consumo y utilización de nutrientes para crecimiento de rumiantes debe contener cinco componentes: dos componentes del cuerpo (proteína y grasa), dos componentes de plasma sanguíneo (aminoácidos y metabolitos carbonados) y un componente digestivo (rumen). Se incluyen las interacciones tales como, gluconeógenesis de los aminoácidos y absorción de nutrientes. Los modelos mecanísticos siguen la filosofía tradicional y los métodos reduccionistas de la física y la química (Forbes y France, 1997).

Con la aplicación de modelos en nutrición animal para formular dietas de ganado lechero en el área central del estado de Nueva York, USA, se logró la disminución del 25 % de la excreción de N y una reducción substancial en los costos de alimentación (Fox et al., 1995).

#### **2.4.2 Uso del modelo del NRC (1996) para predecir el balance de nutrientes de ganado en corrales de engorda**

En la última revisión sobre los requerimientos del ganado de carne el NRC (1996) propone el uso de un modelo que puede ser usado para enseñanza, investigación y formulación práctica de las dietas. El nivel de solución necesario depende de la intención de su uso, información disponible, conocimientos del usuario. Cuando se desea una mayor exactitud en la predicción de la respuesta animal, la complejidad de la información y los conocimientos necesarios se incrementan.

Uno de los principales propósitos de desarrollo y aplicación de este modelo es para mejorar el manejo de los nutrientes en la alimentación animal. La predicción de los requerimientos de nutrientes tan exacta como sea posible para animales con una producción dada, resulta en minimizar la sobrealimentación de nutrientes, incrementando la eficiencia de su utilización, maximizando el comportamiento y reduciendo la excreción de nutrientes.

La excreción de N, P y Cu y otros minerales ocasiona un riesgo de contaminación de los mantos acuíferos y del subsuelo en áreas de producción animal intensiva (US Environmental Protection Agency, 1992, citada por el NRC, 1996), pero el uso de las técnicas de modelación intenta hacer una predicción más exacta de los requerimientos del ganado y de esta manera los productores, pueden proporcionar una dieta con la cantidad de nutrientes necesarios para optimizar el comportamiento animal y reducir el impacto ambiental.

El programa contiene dos niveles de ecuaciones los cuales fueron desarrollados para: 1).- predecir los requerimientos y la producción permisible con la energía y proteína de los ingredientes de la dieta y 2).- permite el uso para una amplia variedad de objetivos. Ambos niveles del modelo utilizan las ecuaciones de los requerimientos tomando en cuenta una amplia variación de tamaño corporal, tipos de ganado, niveles de producción de leche y condiciones ambientales.

El nivel 1 debe ser usado cuando la información disponible sobre la composición del alimento es limitada o cuando el usuario no está familiarizado con el uso y manejo de la información requerida y / o generada.

El nivel 2 fue designado para obtener información adicional acerca de los carbohidratos ruminales, utilización y requerimiento de la proteína y suministro de aminoácidos. Para alcanzar estos objetivos otros submodelos mecanísticos (Sniffer et al., 1992; Fox et al., 1995; Pitt et al., 1996) fueron incluidos para predecir el crecimiento microbiano desde los carbohidratos del alimento y fracciones de proteína, su digestión y tasas de pasaje.

Los requerimientos de ENm fueron calculados para ambos niveles ajustando los requerimientos por raza, estado fisiológico, actividad y el balance entre la pérdida y producción de calor, la cual es igual al consumo de EM menos la energía retenida (ER) la pérdida de calor es afectada por el aislamiento del animal y las condiciones del medio ambiente.

En el nivel 1, los valores de energía de la ración son calculados sumando la contribución de la energía que hace cada ingrediente, usando los valores tabulares del contenido de nutrientes de los ingredientes. Los valores usados de energía son: % TND, EM (Mcal kg<sup>-1</sup>), ENm (Mcal kg<sup>-1</sup>) y ENg (Mcal kg<sup>-1</sup>).

El suministro de PM es la suma de la PS digestible de la proteína del alimento y de la proteína microbiana digestible. Los valores tabulares del contenido de nutrientes de los ingredientes son: PC, PS y PDR. La PS disponible del alimento se asume que tiene el 80 % de digestibilidad.

### 2.4.3 Análisis de la variación en el comportamiento del ganado

Este tipo de análisis fue propuesto por Zinn (1998) y lo definió como las desviaciones en el comportamiento del crecimiento del ganado en corral con respecto a la meta establecida.

La ganancia de peso, la eficiencia en la conversión y el costo  $\text{kg}^{-1}$  de ganancia representan importantes variables económicas. Sin embargo, por sí mismas no son suficientes como determinantes del análisis del comportamiento. Lo anterior es porque existen estándares realistas o adecuados a considerar como puntos de comparación para dichas variables. La tasa de ganancia de peso y la EA varían de acuerdo a raza, edad, valor genético, peso inicial de introducción al corral, etc. En contraste, la ganancia en energía representa una función del consumo de energía que es altamente predecible. Por ejemplo cuando el comportamiento observado varía considerablemente (más del 5 %) del que se espera en función del consumo de energía, seguramente existe algún problema (Zinn, 1998).

---

La variación en el comportamiento del ganado en corral de engorda puede ser expresada como la relación de la energía neta (EN) observada en la dieta y la esperada. La EN esperada en la dieta se determina a partir de la composición de los ingredientes de la dieta ofrecida, usualmente utilizando valores tabulares del contenido de nutrientes de los ingredientes (NRC, 1984; 1996). La EN observada en la dieta se calcula basándose en el sexo del animal, los valores estimados de peso vivo vacío (PVV) inicial y final del animal y del CMS. El PVV del animal se estima multiplicando el PV sin dietar por 0.96.

Para considerar como becerros (as), los castrados y vaquillas deben pesar generalmente menos de 274 y 250 kg respectivamente de otra manera deben ser considerados de año (Zinn, 1998).

La variación en el comportamiento del crecimiento del ganado en corral de engorda ocurre por diversas razones como 1) error en la medición de la MS en la dieta; 2) pesado inapropiado o pobre condición durante el pesado; 3) errores en el registro de los datos del peso y consumos; 4) transferencia de ganado de un lote hacia otro; 5) raciones desbalanceadas; 6) mezclado inapropiado del alimento; 7) procesamiento inadecuado de los granos; 8) efectos asociativos negativos de ingredientes de la dieta (ej. exceso de grasa); 9) técnica inadecuada o sin técnica de implante; 10) carencia de sombreaderos adecuados; 11) corrales lodosos (Zinn, 1998).

Este tipo de análisis es útil para hacer una rápida evaluación de la respuesta animal en función de la energía consumida.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente estudio incluyó la recolección de información relacionada con las actividades de los corrales de engorda del Estado de Nuevo León, para lo cual se realizó una encuesta entre las empresas engordadoras de ganado en corral más importantes. Además, para evaluar y diseñar un sistema de alimentación para la engorda intensiva de ganado bovino en crecimiento, se desarrollaron una serie de trabajos, donde inicialmente se recolectaron muestras de cama de pollo para determinar su variación en la calidad nutricional, las que posteriormente se utilizaron para sustituir las fuentes convencionales de proteína en dietas de bovinos en engorda. Fueron utilizados diferentes niveles de melaza en dietas altas en cama de pollo y se probaron tres fuentes de proteína. Por último las tres pruebas realizadas fueron utilizadas para estimar el balance de nutrientes de ganado en corrales de engorda por medio del modelo del NRC (1996).

#### **3.1 Situación de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León**

Se realizó una encuesta a 7 empresas engordadoras de ganado, las cuales tenían entre 900 y 23000 animales en engorda, para conocer el manejo, alimentación y costos de producción, en base a un estudio de casos (Fernández, 1977). Primero se elaboró un cuestionario para solicitar la información (Apéndice 1). La información consistió en conocer el origen de los animales, razas, sexo, peso inicial y final, prácticas de manejo, alimentación, enfermedades, comportamiento animal, equipo, comercialización del ganado etc. La información fue recolectada por medio de una entrevista con el administrador de la empresa ganadera, a excepción de uno de ellos, al cual se le envió el cuestionario. La información se analizó haciendo una descripción de cada una de las respuestas.



### 3.2 Determinación de la variación en el valor nutritivo de la cama de pollo

Se colectaron 20 muestras de cama de pollo de 15 granjas, donde los pollos fueron criados en instalaciones comerciales convencionales. El muestreo pretendió incluir los factores que más pudieran afectar la calidad de las camas como son: material utilizado para la cama (aserrín, cáscara de arroz), tiempo de almacenamiento y edad de las aves. Todas las muestras fueron molidas por medio de un molino Willey con malla de 2 mm y posteriormente fueron analizadas por duplicado en el Laboratorio de Bromatología de la FAUANL, para MS, cenizas, MO y PC (AOAC, 1990).

Para determinar la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) y de la MO (DIVMO), se utilizó líquido ruminal y pepsina en dos fases (Tilley y Terry, 1963). Se realizaron dos incubaciones de cada muestra por duplicado, utilizando líquido ruminal de 2 toros Holstein con fistula ruminal. Los animales fueron previamente adaptados a dietas con 15 y 30 % de cama de pollo, utilizadas en la primer prueba de comportamiento. Para cada incubación se utilizó una mezcla de líquido ruminal de ambos toros en proporciones aproximadas al 50 %. La digestibilidad se analizó bajo un diseño completamente al azar donde la incubación se consideró como repetición.

Se determinaron componentes de la fibra como NDF y ADF. Para determinar el contenido de NDF, solamente se analizaron 7 muestras, considerando las que resultaron con los valores más altos, intermedios y más bajos de ADF y PC indigestible en ADF (PCIADF; Van Soest et al., 1991). A los análisis se les determinó la media, varianza, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo (Snedecor y Cochran, 1981).

El cálculo del contenido de EM se hizo a partir de la determinación de la DIVMO. La MO digestible *in vitro* ( $\text{g kg}^{-1}$  de MS), se multiplica por el factor de 18.5  $\text{MJ kg}^{-1}$  (McDonald et al., 1988) para obtener la ED por kg de MO digestible y posteriormente se multiplica por el factor 0.80 (McDonald et al., 1988) para convertir la ED en EM.

La conversión de EM a valores de ENm y ENg de los ingredientes se estimó por medio las ecuaciones propuestas por Garret (1980).

### **3.3 Pruebas de comportamiento**

Camas de pollo provenientes de varias granjas avícolas de la región fueron utilizadas para realizar tres pruebas de comportamiento en el Campo Experimental Marín Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el km 17 de la carretera Zuazua - Marín, Municipio de Marín N.L., localizado geográficamente a 25° 52' latitud norte y 100° 03' longitud oeste y con una altura de 375 msnm (INEGI, 1977); así como en el Campo Experimental "El Canadá" de la FAUANL, ubicado en el municipio de General Escobedo, N.L. cuya localización geográfica es de 25° 47' latitud norte y 100° 18' longitud oeste y con una altura de 490 msnm (INEGI, 1977).

#### **3.3.1 Prueba L. Evaluación de tres niveles de cama de pollo sobre el comportamiento de toretes Holstein**

Esta prueba se inició el 2 de Febrero de 1995 y se terminó el 13 de Julio del mismo año. Se utilizaron 33 toretes Holstein con un peso inicial de  $220 \pm 36$  kg, alojados en corrales individuales equipados con comedero y bebedero. Los animales fueron vacunados contra Carbón sintomático, Edema maligno y Septicemia hemorrágica, desparasitados con Clorhidrato de L-Levamisol y vitaminados con 1,000,000 UI de Vitamina A, 150,000 UI de Vitamina D<sub>3</sub> y 100 UI de Vitamina E.

Se proporcionaron 3 dietas de adaptación por un período de 7 días cada una. Al principio fueron relativamente bajas en energía y posteriormente se les fue incrementando. Para ello, la cantidad de paca de sorgo en la ración ofrecida durante la primera semana fue de 40 %, para la segunda semana del 30 % y para la tercera semana

del 20 %. El contenido de grano se incrementó sistemáticamente de un 34 % hasta un 54 %, para permitir que el sistema digestivo se ajustara a las raciones altas en energía. La cantidad de melaza en las 3 dietas permaneció constante, 8 %, así como la cantidad de urea, 0.5 %. La cantidad de cama de pollo en esta fase se incrementó de un 10 % a un 15 %.

La dieta durante el período de adaptación y la prueba se ofreció dos veces al día proporcionando el alimento a libre acceso. Los animales se pesaron cada 28 d a las 9:00 h, en una báscula mecánica con capacidad de 1000 kg y con una división mínima de 200 g. Al inicio y al final de la prueba los animales fueron pesados dos días consecutivos y se registró el peso promedio.

Tres raciones que difirieron en su nivel de cama de pollo (0, 15 y 30 %; Cuadro 4) fueron evaluadas durante 84 d. El tratamiento de 0 % de cama de pollo contenía el 0.5 % de urea con la finalidad de tener una fuente de NNP disponible y asegurar la cantidad de N para los microorganismos ruminales. Las dietas tenían alrededor del 15 % de forraje picado a un tamaño mínimo de 2.5 cm. El mayor o menor nivel de forraje dependía del nivel de cama de pollo ya que se formularon para que todas las dietas tuvieran un contenido similar de NDF.

Todas las dietas fueron formuladas para cumplir con los requerimientos que marca el NRC (1984). Las variables analizadas fueron: ADP, CMS y CA. Los análisis se realizaron cada 28 d y al final de la prueba. El registro de consumo fue individual considerando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado. El alimento rechazado fue pesado semanalmente con la finalidad de registrar el consumo, sin embargo, fue incorporado de nuevo al alimento asignado al torete correspondiente.

Los 33 toretes fueron estratificados por peso vivo inicial y fecha de ingreso a la prueba, para asignarlos a los tratamientos correspondientes. Cada torete fue considerado como una unidad experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar con

covarianza para descartar la influencia del peso inicial sobre las variables evaluadas, constando de 3 tratamientos con 11 repeticiones. Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple incluyendo el nivel de cama de pollo y los promedios del peso vivo y aumento de peso como variables independientes, sobre el consumo de alimento diario. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Harvey (1990).

En las pruebas de comportamiento se utilizó la metodología de Zinn (1998) para evaluar la variación en el comportamiento del ganado en el corral de engorda, la cual es expresada como la relación de la EN observada en la dieta y la esperada. La EN esperada en la dieta se determina a partir de la composición de los ingredientes de la dieta ofrecida, utilizando los valores de la base de datos del NRC (1984, 1996). Para la EN esperada, se requiere calcular una serie de variables como es la ER (Mcal), que es la energía depositada diariamente; y que fue derivada de las medidas de PVV (kg) del animal y ADP ( $\text{kg d}^{-1}$ ) de acuerdo a la siguiente ecuación:  $ER = (0.493 \text{ PVV}^{0.75}) \times \text{ADP}^{1.097}$ , para castrados de año de talla mediana y becerros enteros de talla media (NRC, 1984). Los requerimientos de ENm fueron calculados asumiendo una constante de producción de calor en ayuno ( $\text{MQ} = 0.077 \times \text{PVV}^{0.75} \text{ Mcal d}^{-1}$ ) (Lofgreen y Garret, 1968).

Posteriormente se realizaron los siguientes cálculos:

1. La cantidad de alimento (kg) necesaria para cubrir las necesidades de mantenimiento es igual a la relación de la MQ / (ENm de la dieta).
2. La cantidad de alimento disponible (kg) para cubrir las necesidades de ganancia es igual al CMS menos la cantidad de alimento (kg) necesaria para cubrir las necesidades de mantenimiento.
3. ENg observada es igual a la relación de la ER / la cantidad de alimento disponible (kg) para cubrir las necesidades de ganancia.
4. ENg esperada es igual a la ENg de la dieta.
5. El resultado se obtiene con la relación de la ENg observada / ENg esperada.

### **3.3.2 Prueba II. Evaluación de tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo**

Esta prueba se inició el 30 de enero de 1996 y se terminó el 9 de julio del mismo año. Se utilizaron 33 toretes Holstein con una media general de peso de  $240.3 \pm 59.1$  kg. El manejo y el período de adaptación fueron similares a los de la Prueba I. Se proporcionaron 3 dietas de adaptación por un período de 7 d cada una (total de 21 d). La cantidad de forraje (heno de sorgo) suministrado durante la primera semana fue de 40 % para posteriormente disminuir sus niveles a un 30 y 20 % durante la segunda y la tercera semana respectivamente. Por otro lado, el contenido de grano se incrementó en estas tres semanas de un 26 % a un 32 %, así como la grasa animal de un 2 a un 3 %. La cantidad de melaza se incrementó del 9 % al 18 % a partir de la segunda semana. La cantidad de cama de pollo en esta fase se incrementó de un 10 % a un 20 %.

Se evaluaron 3 raciones que difirieron en su nivel de melaza (Cuadro 5) siendo estos de 9, 18 y 27 % y manteniendo constante la cantidad de cama de pollo (20 %), forraje (15 %), grasa animal (3.5 %), sal (0.3 %) y premezcla de minerales y vitaminas (0.2 %). Las variables analizadas fueron: ADP, CMS, CA y costos de alimentación por kg de ganancia.

El trabajo se diseñó para tener una duración de 112 d; sin embargo, no todos los animales permanecieron el mismo tiempo, ya que los que iniciaron muy pesados solamente se evaluaron 56 d, los que iniciaron con un peso intermedio permanecieron 84 d y los que iniciaron muy livianos permanecieron 112 d.

0150641

Cuadro 4. Raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de cama de pollo (Prueba I)

Ingredientes	Precio Sep. 1995	NIVEL DE CAMA DE POLLO (base seca)		
		0 %	15 %	30 %
	\$	kg		
Sorgo molido	0.93	63.80	53.09	46.35
Harinolina	1.00	9.71	7.31	0.47
Cama de pollo	0.30	-----	15.00	30.00
Paca de sorgo	0.45	16.10	15.27	14.43
Melaza	0.41	8.00	8.00	8.00
Carbonato de calcio	0.13	1.14	0.58	-----
Sal	0.28	0.50	0.50	0.50
Urea	1.30	0.50	-----	-----
Premezcla de minerales y vitaminas <sup>1</sup>	5.14	0.25	0.25	0.25
<b>Total (kg)</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Análisis calculado<sup>2</sup></b>				
Materia seca (%)		87.32	87.13	86.83
Proteína cruda (%)		13.99	15.01	15.96
Proteína degradable en rumen (%)		8.22	9.44	11.10
Proteína sobrepasante (%)		5.76	5.64	4.87
Total de nutrientes digestibles (%)		75.75	74.36	72.93
Energía metabolizable (Mcal kg <sup>-1</sup> )		2.74	2.69	2.64
Energía neta de mantenimiento (Mcal kg <sup>-1</sup> )		1.81	1.77	1.72
Energía neta de ganancia <sup>3</sup> (Mcal kg <sup>-1</sup> )		1.19	1.15	1.10
Fibra neutro detergente (%)		22.24	23.90	24.80
Fibra ácido detergente (%)		8.41	9.62	10.07
Calcio (%)		0.66	0.90	1.13
Fósforo (%)		0.39	0.59	0.75

<sup>1</sup> Cada 2 kg contiene: Vit. A (7500000 UI); Vit. D<sub>3</sub> (1000000 UI); Vit. E (3000 UI); Tiamina (1000 mg); Niacina (1750 mg); Antioxidante (25 g); Mg(20 g); Mn (25 g); Zn (20 g); Fe (30 g); Cu (5 g); Iodo (I) (0.5 g); Se (25 mg); Cobalto (Co) (100 mg).

<sup>2</sup> Está basado en los valores tabulares de los nutrientes para los ingredientes (NRC, 1984) con la excepción de la cama de pollo, a la cual se le asignó un valor a la PC de 31.5 %.

Cuadro 5. Raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de melaza (Prueba II)

Ingredientes	Precio Junio 1996	NIVEL DE MELAZA (base seca)		
		9 %	18 %	27 %
	\$	kg		
Sorgo molido	1.62	52.0	42.4	32.9
Harinolina	2.30	---	0.6	1.1
Cama de pollo	0.60	20.0	20.0	20.0
Paca de sorgo	0.70	15.0	15.0	15.0
Melaza	0.92	9.0	18.0	27.0
Sebo de res	2.50	3.5	3.5	3.5
Sal	0.45	0.3	0.3	0.3
Premezcla de minerales y vitaminas <sup>1</sup>	6.17	0.2	0.2	0.2
<b>Total (kg)</b>		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
Análisis calculado <sup>2</sup>				
Precio	(\$)	1.30	1.23	1.17
Materia seca	(%)	87.07	86.01	84.95
Proteína cruda	(%)	13.27	13.10	12.89
Proteína degradable en rumen	(%)	8.81	9.04	9.25
Proteína sobrepasante	(%)	4.47	4.06	3.64
Total de nutrientes digestibles	(%)	77.96	76.83	75.71
Energía metabolizable	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	2.82	2.78	2.74
Energía neta de mantenimiento	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.87	1.84	1.80
Energía neta de ganancia	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.22	1.19	1.16
Fibra neutro detergente	(%)	22.90	21.80	20.69
Fibra ácido detergente	(%)	8.92	9.02	9.11
Calcio	(%)	0.83	0.91	1.00
Fósforo	(%)	0.59	0.57	0.56

<sup>1</sup> Cada 2 kg. contiene: Vit. A (7500000 UI); Vit. D<sub>3</sub> (1000000 UI); Vit. E (3000 UI); Tiamina (1000 mg); Niacina (1750 mg); Antioxidante (25 g); Mg (20 g); Mn (25 g); Zn (20 g); Fe (30 g); Cu (5 g); I (0.5 g); Se (25 mg); Co (100 mg).

<sup>2</sup> Está basado en los valores tabulares de los nutrientes para los ingredientes (NRC, 1984) con la excepción de la cama de pollo, a la cual se le asignó un valor a la PC de 31.5 %.

Los 33 toretes fueron estratificados por peso vivo para asignar los tratamientos correspondientes y cada torete fue considerado como una unidad experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar con covarianza para descartar la influencia del peso inicial y los días que duraron en la prueba sobre las variables evaluadas, siendo 3 tratamientos con 11 repeticiones. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Harvey (1990).

### 3.3.3 Prueba III. Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína

Esta prueba se inició el 27 de Mayo de 1996 y se terminó el 17 de Febrero de 1997. Se utilizaron 42 animales de los cuales 22 fueron novillos Charolais y 20 toretes Holstein con un peso inicial de  $332.6 \pm 25.9$  y  $206.4 \pm 41.0$  kg, respectivamente. El período de adaptación y el manejo fue similar al de la Prueba I. Durante 84 d se evaluaron 3 raciones (Cuadro 6) que difirieron en la fuente de proteína (urea, harinolina y glúten de maíz + harina de sangre) y con diferente aportación de proteína sobrepasante, manteniendo constante la cantidad de cama de pollo (15 %), forraje (15 %), grasa animal (5 %), sal (3 %) y premezcla de minerales y vitaminas (0.2 %).

Todas las dietas fueron formuladas para cumplir con los requerimientos que marca el NRC (1984). Las variables analizadas fueron: ADP, CMS, CA y costos de alimentación por kg de ganancia. Los 42 toretes fueron estratificados por peso vivo inicial para asignar los tratamientos correspondientes y cada torete fue considerado como una unidad experimental.

El trabajo se diseñó para tener una duración de 84 d para los animales Charolais y hasta 112 d para los Holstein, debido a que el peso inicial fue más bajo. Se utilizó un diseño completamente al azar con covarianza para descartar la influencia del peso inicial sobre las variables evaluadas, siendo 3 tratamientos con 14 repeticiones. El análisis se realizó para los animales Charolais y Holstein en forma separada y posteriormente en forma conjunta. El análisis estadístico se realizó utilizando el procedimiento de GLM del programa SAS (1985).



Cuadro 6. Raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de bovinos machos alimentados con tres fuentes de proteína (Prueba III)

Ingredientes	Precio Agosto 1996 \$	FUENTE DE PROTEÍNA (base seca)		
		Urea	Harinolina	Glúten de maíz + Harina de sangre
		kg		
Sorgo molido	1.39	41.83	37.34	39.50
Cama de pollo	0.60	15.00	15.00	15.00
Heno de sorgo	0.70	15.00	15.00	15.00
Melaza	0.92	22.00	22.00	22.00
Harina de sangre	1.20	-----	-----	1.00
Glúten de maíz	3.10	-----	-----	2.00
Harinolina	2.01	-----	5.16	-----
Urea	2.10	0.67	-----	-----
Sebo de res	2.50	5.00	5.00	5.00
Sal	0.45	0.30	0.30	0.30
Premezcla de minerales y vitaminas <sup>1</sup>	6.17	0.20	0.20	0.20
Total (kg)		100.00	100.00	100.00
Análisis calculado <sup>2</sup>				
Materia seca (%)		85.75	85.88	85.80
Proteína cruda (%)		13.31	13.31	13.45
Proteína degradable en rumen (%)		9.71	8.95	8.50
Proteína sobrepasante (%)		3.60	4.36	4.96
Total de nutrientes digestibles (%)		78.13	78.28	78.61
Energía metabolizable (Mcal kg <sup>-1</sup> )		2.83	2.83	2.84
Energía neta de mantenimiento (Mcal kg <sup>-1</sup> )		1.88	1.88	1.89
Energía neta de ganancia (Mcal kg <sup>-1</sup> )		1.23	1.23	1.23
Fibra neutro detergente (%)		20.10	21.00	19.98
Fibra ácido detergente (%)		8.27	9.14	8.37
Calcio (%)		0.79	0.80	0.81
Fósforo (%)		0.48	0.53	0.48

<sup>1</sup> Cada 2 kg. contiene: Vit. A (7500000 UI); Vit. D<sub>3</sub> (1000000 UI); Vit. E (3000 UI); Tiamina (1000 mg); Niacina (1750 mg); Antioxidante (25 g); Mg (20 g); Mn (25 g); Zn (20 g); Fe (30 g); Cu (5 g); I (0.5 g); Se (25 mg); Co (100 mg).

<sup>2</sup> Está basado en los valores tabulares de los nutrientes para los ingredientes (NRC, 1984) con la excepción de la cama de pollo, a la cual se le asignó un valor a la PC de 31.5 %.

### **3.4 Uso del modelo del NRC (1996) para predecir el balance de nutrientes de ganado en corrales de engorda**

Las tres pruebas de comportamiento realizadas fueron utilizadas para comparar los resultados reales de las pruebas con los valores que predice el modelo del NRC (1996) y así estimar el grado de aproximación de dicho modelo. La composición de la dieta, raza de los animales, manejo, clima y peso vivo vacío promedio (PVVP) de los animales de cada prueba fueron incluidos en el modelo para predecir CMS, ADP, ENm, consumo de PDR, suministro de PM, requerimientos y balance de las dietas. El PVVP es el promedio del PV inicial más el PV final multiplicado por 0.96 con la finalidad de restar el contenido del tracto gastro intestinal.

El modelo NRC (1996) contiene dos niveles de solución para predecir el suministro de energía y proteína de una ración. Se empleó el nivel 1, el cual usa los valores tabulares de la composición de los ingredientes indicados en el Apéndice del NRC, 1996, sin embargo esta base de datos no cuenta con los valores de los nutrientes de la cama de pollo. Los valores de la cama de pollo fueron tomados de la base de datos del NRC, 1984, a excepción de la PC que se modificó a 31.5 % debido a los análisis de la presente investigación.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Situación de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León

Durante el mes de junio de 1997, se encuestaron 7 empresas ganaderas dedicadas a la engorda de bovinos en corral, con una capacidad instalada para 60,790 bovinos y solo tenían 44,313 cabezas, es decir trabajaban al 72.9 % de su capacidad. El estado de Nuevo León tiene una capacidad instalada para 200,000 cabezas en engorda (Acción Corporativa S.A., 1990) y las empresas encuestadas representan el 30.4 % de los animales que tienen los corrales de engorda en el estado de Nuevo León.

La descripción de las características de los corrales de engorda se presentan en el Cuadro 7. El peso inicial promedio con el que ingresa los animales a los corrales de engorda fue de 240 kg, con un rango de peso muy amplio (160 - 320 kg). La edad promedio fue de 16 meses encontrando animales de 8 a 26 meses. Una de las empresas manifestó que la edad máxima para ellos es de 30 meses, ya que a los 36 baja la calidad de la canal.

El peso final fue de 400 - 420 kg para machos y 360 - 380 kg para hembras. Las hembras generalmente se sacrifican a un peso menor que los machos, ya que alcanzan su madurez más rápido que los machos (McNeill, 1990). Las tasas de crecimiento de las hembras son inferiores a las de los machos entre un 8 y 10 % y su CA es entre un 6 y 8 % menos eficiente (McNeill, 1990).

La duración del periodo de la engorda tiene un promedio de 120 d, aunque, existe un amplio rango que comprende de los 90 a los 165 d. La empresa donde permanecen los animales mayor cantidad de tiempo depende del costo de los granos y tiene una variación de 145 a 165 d.

Cuadro 7. Características de los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León

	1	2	3	4	5	6	7
<b>CORRALES DE ENGORDA</b>							
No. de animales	2000	1900	900	7000	18000	11000	3450
Capacidad	5000	2700	4000	8500	23000	13000	4500
Peso Inicial (kg)	190	210	250	240	230	260	240
Peso final (kg)	370	380	418	350	420	410	405
Edad Inicial (meses)	< 24	8-15	11	< 16	10-16	< 26	16
Días en engorda	>120	>120	120	140 kg	145-165	120	90-100
Razas	Cruzas de Cebú	Suizo X Cebú	Cruzas de Europeo	Cebú X Suizo ó Charolais	Cruzas de Europeo. Hereford, Angus, Charolais, Limousin, Suizo, Cebú, Chianina.	Europeo Cruzas de Europeo. Cruzas de Cebú X Europeo	Cebú X Europeo. Suizo, Beefmaster
<b>Tipo de animal</b>							
Machos							
Enteros (%)	30	40	10	4.5	0.75	24	10
Castrados (%)			10	0.5	14.25	6	10
Hembras (%)	70	60	80	95	85	70	80
Fecha de construcción	1985	1983	1987-1994	1986-1997	1970-1994	1981	

El ganado que se engorda en estas empresas son cruzamientos de ganado Cebú con Europeo, los cruzamientos que existen en mayor número son: Cebú con Suizo o con Charolais. También adquieren razas europeas como la Simmental, Hereford, Charolais, Angus, Limousin o Chianina, así como razas que fueron creadas por cruzamiento como la Beefmaster y Brangus.

Solo del 5 al 40 % de los animales engordados son machos y el resto fueron hembras. Sin embargo, la mayoría tenía del 20 al 30 % de machos y de un 70 a 80 % de hembras. La mayor parte de los machos eran machos enteros (toretos) con respecto a los machos castrados (novillos) siendo 80 % y 20 % respectivamente. Solamente en una engorda el 5 % fueron toretes y el 95 % novillos y en dos de ellas el 50 % fueron toretes y el 50 % novillos.

Los animales son pesados en el lugar de origen, posteriormente se pesan al momento de llegar a la engorda. Además tres engordas realizan una pesada intermedia al momento de reimplantar. Una empresa pesa los animales a la mitad del período de la engorda solamente cuando están realizando pruebas de alimentación. Cuando no existen pruebas de alimentación o cuando los animales no se reimplantan, se pesan los animales de tres corrales, los cuales tienen de 85 a 90 animales por corral. Dos engordas pesaban mensualmente pero una dejó de hacerlo y solo realiza un muestreo del peso entre los 40 y 60 d. Dos engordas solamente tienen el peso inicial y final (Cuadro 8).

Para identificar el ganado, cuatro engordas utilizan aretes de plástico; sin embargo, la información que colocan en el arete es diferente (número de lote e iniciales del dueño, arete de color y número individual, arete con número de lote, número individual y la fecha de entrada). Dos engordas usan fierro caliente, una de ellas lo utiliza para identificar la propiedad y el número de lote, no necesariamente el número de corral, y la otra para identificar la propiedad y el número de corral. Otra engorda no utiliza ningún método de identificación.

Cuadro 8. Prácticas de manejo que se le proporciona al ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León

CORRALES DE ENGORDA							
	1	2	3	4	5	6	7
Pesadas	Inicial final	intermedio, salida, Intermedio cuando hay prueba	Inicial mensual	Inicial intermedio fina formación de lotes salida muestreo mensual	Origen llegada	Inicial final	Inicial y final
Identificación	Arete, Lote, No. individual Fecha entrada	Fierro caliente, propiedad No. de lote	Arete	Ninguno	Arete, no. de lote, iniciales dueño	Arete de color y No.	Fierro caliente propiedad No. de corral
Vacunas	7 vías, todas	7 vías, IBR, BVD y Parainfluenza	7 vías, IBR y Carbonosa	7 vías, Edema maligno Septicemia Carbón Sintomático	7 vías, IBR, BVD Parainfluenza	7 vías, Carbonosa Piramidex	4 y 7 vías BVD, BRSV, Parainfluenza, Carbonosa, Edema maligno Carbón, Sintomático Ivermectina
Desparasitación interna	Si	Ivermectina ó Doromectina	Si	Si	Vermifugo	Ivermectina Cipermetrina	No
Baño garrapaticida	No	No	Al entrar	Al entrar	Al entrar cuando vienen de zona de garrapata	No	No
Vitaminas	A, D, E	A, D, E	A, D, E	A, D, E	A, D, E	A, D, E en animales stressados	Si según sexo
Implantes	Si	Machos: Progesterona y Benzato estradiol Hembras: Propionato de testosterona y Benzato de estradiol	Acetato y 17B Estradiol	Acetato de Trembolona y 17B Estradiol	Si, con reimplante a 70 días	Machos:- Progesterona y Benzato de estradiol Hembras: Propionato de testosterona y Benzato de estradiol	

Continuación ..... Cuadro 8.

CORRALES DE ENGORDA							
	1	2	3	4	5	6	7
Descornado	Despunte		Despunte		Despunte	Si	Despunte de 2.5 cm
Lotificación	Como los reciben. Con < de 160 kg se llevan a repasto	Sexo 2 terneros	Tamaño	Tamaño	Peso	Tamaño	Tamaño. Diferencias no > de 20 Kg.

U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Todas las engordas aplican la bacterina toxoide para la prevención de Pierna negra, Edema maligno, Hepatitis necrótica infecciosa, Enterotoxemia y otras enfermedades causadas por clostridios (Bar - 7). Además, cuatro engordas aplican contra, Rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR) y tres engordas aplican contra Diarrea viral bovina (BVD) y Parainfluenza (PI<sub>3</sub>). Dos engordas aplican contra Carbonosa, Carbón sintomático y Edema maligno y una contra el virus Respiratorio sincitial bovino (BRSV), Septicemia, Rinotraqueitis infecciosa bovina, Parainfluenza (PI<sub>3</sub>) y bacterina contra *Pastereurella multocida* y *P. haemolytica* (Bar - 4).

En tres de las siete engordas, los animales son bañados a su llegada para eliminar los parásitos externos, aunque en una de ellas solamente bañan cuando vienen de zona de garrapata (Tamaulipas, Veracruz o Chiapas). En tres usan Ivermectina, que puede ser sustituida por Doramectina o Cipermectina, con las cuales desparasitan tanto en forma interna como externa. Solamente en una engorda no desparasitan externamente; sin embargo, todas desparasitan contra parásitos gastrointestinales y pulmonares.

Todas las engordas están utilizando implantes hormonales en el ganado. El uso de implantes durante el período de engorda, incrementa los ADP de un 10 a 20 % y la CA se mejora de un 5 a 10 % (Preston, 1990). Los implantes dan una respuesta anabólica por un período de 70 a 120 d. Por lo tanto si el ganado va a ser alimentado por un periodo de 120 a 140 d, debe ser reimplantado para continuar con la mayor eficiencia en el crecimiento y CA por efecto de estos compuestos.

El Compudose es el único implante que proporciona una respuesta anabólica de 120 a 200 d. Uno de los efectos de estos agentes anabólicos es disminuir el contenido de grasa en la canal, resultando canales más magras (Preston, 1990). Tres de las empresas aplican vitaminas A, D y E, las cuales se recomiendan para evitar los síntomas de deficiencias de estas vitaminas y cuando el ganado esta estresado por efecto del transporte y manejo (Rosenstein, 1992).



Dos de las engordas utilizan selenito sódico y vitamina E. El Se es un componente de la enzima glutatión peroxidasa, la cual interviene en las reacciones de oxidación - reducción que protegen a la célula de los daños por oxidación por los radicales libres y peróxidos, en el citosol.

La vitamina E estimula la formación de anticuerpos y además, también tiene funciones como antioxidante y protege la célula de los daños de oxidación. La vitamina E es soluble en lípidos y esta asociada con la membrana celular. Así la vitamina E y el Se juntos protegen a la célula de las reacciones de oxidación. Las funciones del Se y de la vitamina E son complementarias y se sugiere que la suplementación con uno puede reducir, pero no eliminar los requerimientos del otro (Geloff et al., 1992).

Una de las engordas usa electrolitos en animales estresados. Cuando el ganado se transporta y se le proporciona manejo, existe un impacto negativo sobre el metabolismo de los electrolitos. Balancear la carga de iones y electrolitos en la dieta optimiza el comportamiento (Schafer et al., 1997).

Los animales son agrupados generalmente por tamaño, pero también los separan por sexo y peso. Buscan que no exista mucha diferencia dentro del lote (no más de 20 kg). En la engorda de menor capacidad separan por sexo y dos tamaños (chicos y grandes). En una de las empresas separan todos los animales chicos (160 kg) y los envían a otro rancho a pastorear.

El grano que más utilizan en la alimentación del ganado de las engordas es el sorgo y en menor proporción el maíz. En una de las engordas también utilizan el trigo y la cebada y en dos de ellas utilizan semilla de algodón. La harinolina es el suplemento protéico de mayor uso en las dietas del ganado de los corrales de engorda. Sin embargo, también utilizan la harina de pollo, pulido de arroz, harina de carne y un suplemento protéico con el 60 % de PC, el cual esta compuesto de cuero y sangre libre de salmonella. Este suplemento puede incorporarse un máximo de 45 kg ton<sup>-1</sup> de ración. Solamente una

empresa no utiliza ningún tipo de suplemento proteico convencional, sino solamente cama de pollo. Las premezclas de minerales que utilizan son fórmulas propias de la engorda pero maquiladas por compañías que venden este tipo de productos.

El forraje que más utilizan es heno de sorgo, utilizando también heno de zacate Bermuda, Ballico anual o Buffel y heno de soca de sorgo. Los subproductos que utilizan son cáscara de naranja, melaza, cama de pollo, cáscara de soya y galleta. Los aditivos utilizados son antibióticos como Sulfametacina, Clorotetraciclina, Oxitetraciclina, Monensina y Lasalocida.

Seis engordas utilizan el molido para preparar la dieta de los animales y solamente una utiliza el explotado en seco y hojueado con vapor (Cuadro 9). Los cereales son tratados principalmente para mejorar la digestibilidad. Se utilizan diversos medios para romper la cáscara de la semilla y mejorar la utilización del almidón presente en el endospermo (Owens et al., 1997). Algunos métodos pueden mejorar el tamaño de las partículas y / o la densidad para facilitar el paso a través del rumen, además pueden incrementar la palatabilidad (Church, 1991). El procesamiento puede destruir micotoxinas y mejorar el mezclado de los ingredientes de la dieta y hacer más eficiente el manejo del comedero y por lo tanto mejorar el comportamiento animal (Owens et al., 1997).

Los análisis de control de calidad que se realizan en los ingredientes son el proximal y de aflatoxinas, poniendo mayor atención a los ingredientes que presentan mayor variación. Por ejemplo una engorda utiliza pulido de arroz y harina de pollo, realizando los análisis de estos ingredientes por remesa, mientras que para el sorgo no existe una rutina de muestreo y solo eventualmente se realizan análisis. Cuando el sorgo se recibe con más del 14 % de humedad se realizan análisis para conocer el contenido de aflatoxinas. La engorda que utiliza cama de pollo en las dietas de su ganado, rara vez analiza el sorgo. La cama de pollo es analizada esporádicamente, a pesar de ser un ingrediente que presenta una gran variación en su valor nutritivo (McCaskey, 1995).

Cuadro 9. Alimentación y manejo del alimento que se proporciona al ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León

	1	2	3	4	5	6	7
Tratamiento a los alimentos	Molido	Molido	Molido	Molido	Explotado en seco Hojuelas a los granos	Molido	Molido
Tipo de análisis a los ingredientes	Al sorgo Humedad aflatoxina a la melaza <sup>o</sup> Brix	Esporádicamente a la cama	Muestreo	Por viaje al pulido de arroz y harina de pollo, muestreo al sorgo	A todos al entrar	Bromatológico y aflatoxina	Muestreo inicio medio final del lote
Análisis de Alimento	De 6 a 12 meses	Cuando hay duda del rendimiento ó cambio en la formulación cada 12 meses	Muestreo	Muestreo prueba de mezclado y Bromatológico	Mensual homogeneidad y calidad		PC y humedad. 2 veces por mes prueba de mezclado
Dieta	Completa 3 dietas adaptación crecimiento finalización	Completa 5 dietas 100% pastura después se disminuye la pastura y aumenta el concentrado	Completa 3 dietas adaptación iniciación finalización	Completa 4 dietas adaptación desarrollo transición engorda	Completa 4 dietas	Húmeda concentrado y forraje separado 2 dietas	Completa 4 dietas adaptación iniciación crecimiento finalización
No. de veces que sirven alimento	3 veces mañana medio día tarde	2 veces inicio a 8 a.m. después no es fijo	3	2 veces 40% en la mañana y 60% en la tarde. Al llover más veces	2 veces 7 a.m. 1 p.m.	2 veces mañana y tarde	2 veces en iniciación, crecimiento y 3 veces en finalización
Minerales en saladeros	No	No	No	No	No	No	No

Muchos análisis químicos han sido propuestos y el más utilizado es el análisis proximal. Sin embargo, el aspecto más cuestionable cuando se analizan forrajes es la división de los carbohidratos en extracto libre de nitrógeno (ELN) y FC. Una alternativa fue propuesta por Van Soest (1967), al dividir el contenido celular o solubles en detergente neutro y paredes celulares o insolubles en detergente neutro. Las paredes celulares son referidas como NDF (Hutcheson y Thompson, 1990). Es importante conocer el valor nutricional de los ingredientes, para poder realizar la formulación de las raciones en forma adecuada (Church, 1991).

El criterio para realizar análisis de los alimentos terminados es muy variable. Tres engordas realizan un muestreo mensualmente para hacer análisis proximal y de mezclado. Una de las engordas los realiza cada 15 d pero solamente para PC y mezclado, y dos de 6 a 12 meses. Una solamente cuando cambia la formulación ó cuando hay duda del rendimiento de los animales. La ventaja de contar con el análisis del alimento terminado es que permite comparar el contenido de nutrientes de la dieta, con los requerimientos de los animales. El comportamiento animal es resultado de la composición nutricional de la dieta (Hutcheson y Thompson, 1990).

De las 7 engordas, 6 proporcionan la dieta molida y completa y solamente 1 utiliza la dieta húmeda y con el concentrado y forraje por separado. El número de dietas que utilizan en el período de engorda varía de 2 - 4. Al recibir los animales en los corrales de engorda, se les proporciona una dieta de adaptación por un periodo de 4 - 8 d, la cual consta solamente de forraje henificado. Al recibir el ganado, el piso del corral debe estar limpio, y el bebedero, debe tener agua limpia y fresca. En el comedero se puede proporcionar una dieta molida, pero además debe contar con suficiente forraje entero henificado. La ración típica de inicio en los corrales de engorda contiene de 40 a 60 % de grano ya que, el ganado nuevo que se sobrealimenta con raciones altas en granos pueden desarrollar problemas de acidosis (Gentry, 1990).

Las engordas que proporcionan solamente dos dietas utilizan el siguiente criterio: una dieta de iniciación por 7 d y otra de engorda por 113 d. El criterio de otra engorda es semejante, 30 d de iniciación y 90 d de finalización. Otra utiliza la dieta de iniciación por 21 d, llevando los animales de 250 a 280 kg y proporcionan una dieta de finalización de los 280 a 418 kg. Algunas suministran tres raciones cuando los animales son muy chicos dando una dieta de iniciación hasta los 180 kg, después una de desarrollo hasta los 240 kg y por último la de finalización de los 240 kg hasta el mercado.

Una engorda utiliza tres raciones al ir cambiando la cantidad de forraje de la siguiente manera: iniciación 75% de forraje y 25% de concentrado, desarrollo 50:50 y finalización 25:75 respectivamente. Por último las que dan 4 raciones proporcionan 7 d de iniciación 7 d de desarrollo; una de transición por 40 - 60 d ó cuando los animales tienen de 280 - 350 kg de peso y por último la de finalización de los 350 - 420 kg. En uno de los corrales de engorda proporcionan 15 d de una dieta de iniciación, 15 d de una dieta de desarrollo, pero cuando los animales son chicos permanecen 60 d con esta dieta, después proporcionan una dieta de transición por 8 - 10 d y el resto del tiempo necesario para que el ganado alcance el peso de sacrificio suministran una dieta de finalización.

No existe un patrón bien definido en el sistema de alimentación ya que el número de dietas utilizadas varían de 2 a 4 raciones, sin embargo, todos los corrales de engorda inician la alimentación del ganado con raciones relativamente bajas en energía y van incrementando el contenido energético a través de una serie de raciones hasta llegar a una dieta alta en energía, comúnmente llamada ración de finalización. Debido al incremento gradual en el contenido de energía de la dieta, permite que cambie la población de microorganismos del rumen, que predominantemente digieren celulosa a microorganismos que principalmente digieren almidón. Esta adaptación gradual reduce los riesgos de trastornos digestivos (Horton, 1990).

La mayoría sirve el alimento dos veces al día comenzando de 7 - 8 a.m. volviendo a servir por la tarde de 1:30 - 3 p.m., manifestando que sirven el 40 % en la mañana y el

60 % en la tarde. Cuando hay lluvia incrementan el número de veces que sirven el alimento, dando porciones más pequeñas con la finalidad de que no se moje demasiado el alimento, Una de las engordas sirve 2 veces en la etapa de iniciación y 3 veces en la etapa de finalización (mañana, mediodía y tarde) y otra sirve tres veces durante todo el periodo de engorda (7 a.m., 12 a.m. y 4 p.m.).

Horton (1990) recomienda que una persona se encargue de revisar la cantidad de alimento que tienen los comederos y ajuste la cantidad asignada de alimento. Esta persona debe comenzar a revisar los comederos aproximadamente a las 5:00 a.m. y debe de asignar la cantidad de alimento a cada lote, para que se inicie a repartir el alimento a las 6:00 ó 6:30 a.m. Constantemente se deben monitorear los comederos durante el día y estar presente cuando se está sirviendo el alimento. Además debe hacerse una tercera ronda antes de servir el alimento de la tarde.

Una regla importante es que nunca se reduzca la cantidad de alimento al ganado durante la tarde. Los comederos deben ser inspeccionados cuando sirven el alimento de la tarde. Finalmente los comederos deben ser revisados antes de que el personal encargado de servir el alimento se retire de la engorda, ya que puede haber lotes de ganado que necesiten una cantidad adicional de alimento durante la noche. La factibilidad de alimentar más de tres veces es cuestionable desde el punto de vista económico basado en el uso de vehículos, gastos de combustible y de mantenimiento.

Ninguna de las engordas utiliza sal o sal mineralizada en saladeros, únicamente la que se proporciona en la ración. Los minerales constituyen una cantidad relativamente pequeña de la dieta de los animales y pueden ser adicionados en la dieta.

No se reportan problemas digestivos en cinco de las engordas. Una reporta el 1 % de timpanismo cuando hay humedad y tienen el 2 % de diarreas y otra tiene problemas muy bajos de timpanismo (2 animales de un total de 1900). La enfermedad mas común en invierno es neumonía (4 de 7 engordas) y otra enfermedad reportada es la laminitis 1-2 %

en una engorda y en otra 3 animales de un total de 1900, por período de engorda (Cuadro 10).

El problema más importante que enfrentan las engordas de ganado, con relación a la alimentación es la prevención de la acidosis (Gómez, 1998). Según Glock y DeGroot (1998) la acidosis y el timpanismo son las causas más comunes de mortalidad después de la bronconeumonía. Se presenta cuando el pH ruminal es menor de 5.0 o 5.2. (Owens et al., 1998). La acidosis es un problema de manejo de la alimentación. Se presenta cuando el ganado que estaba consumiendo pasto, se cambia rápidamente a una dieta alta en carbohidratos, usualmente cereales (Gentry, 1990). En las engordas encuestadas no se presentó este tipo de problemas.

La mortalidad en los corrales de engorda encuestados fue del 0.4 al 1 %, coincidiendo con el 1 % que obtuvo DeGroot (1994, citado por Glock y DeGroot, 1998). Vogel y Parrot (1994, citado por Owens et al., 1998) reportan un porcentaje de mortalidad del 0.2 % en abril y 0.4 % en diciembre, con un promedio mensual de 0.3 % en un corral de engorda con 10,000 animales. Además menciona que el 25.9 % fue por desórdenes digestivos y el 44.1 % por enfermedades respiratorias. Pierson et al (1976, citado por Glock y DeGroot, 1998) reportan que el 47 % de las muertes fue resultado de enfermedades respiratorias, el 22 % por timpanismo y acidosis, el 9 % por enteritis, el 8 % por heridas, el 4 % por aneurisma pulmonar, el 10 % por causas no determinadas.

Los ADP del ganado en las engordas fueron de 1.15 hasta 1.60 kg día<sup>-1</sup> con un promedio de 1.30 kg d<sup>-1</sup> en la mayoría (Cuadro 11). Estos valores son similares a los reportados por Hicks et al (1990) al tener ADP de 1.25 kg día<sup>-1</sup> en vaquillas y de 1.40 hasta 1.60 kg d<sup>-1</sup> en novillos.

Cuadro 10. Enfermedades del ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León

CORRALES DE ENGORDA						
1	2	3	4	5	6	7
Problemas digestivos	No	Timpanismo 2 casos en 1900 animales. Laminitis 3 casos en 1900 animales	3	Timpanismo cuando hay humedad. Diarreas	No	No
Enfermedades	No.	Laminitis 3 casos en 1900 animales		Neumonías leves en invierno	Neumonías en invierno	Neumonías en invierno
				Neumonías en invierno	Laminitis	No
				Abortos		

Cuadro 11. Comportamiento del ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León

CORRALES DE ENGORDA						
1	2	3	4	5	6	7
ADP (kg)	1.200 - 1.600	1.260 con peso de origen	1.400 con peso de compra	1.200 - 1.300	1.150 - 1.280 con peso de llegada	1.250 - 1.350-1.650
Consumo (kg)	10	3 % del PV tal como ofrecido	3 % del PV tal como ofrecido	8.5 - 9.5	8.5 - 9.5 tal como ofrecido	9.5 - 10.5 de MS
Conversión	6	8.9	5.7-6	7.8-8	7.2-7.6	7
						10.4 en animales de 240 kg de entrada y 8.5 - 9 en animales de 180 kg de entrada
						7.9



Las diferencias existentes en este parámetro no solo son por la eficiencia en la producción, sino también por el criterio para calcular los ADP. Algunos calculan la ganancia de peso, con el peso de origen de los animales y otros lo calculan con el peso de llegada. Cuando los incrementos se calculan a partir del peso de llegada son más altos debido a las mermas de peso que sufrieron por el traslado. En general se estima una pérdida del 0.75 % del PV d<sup>-1</sup>, aunque no necesariamente en forma lineal, cuando son privados de agua y alimento. La pérdida de peso puede ser mucho mayor, cuando además del ayuno son transportados y manejados (Jones et al., 1988, citado por Schaefer et al., 1997).

Gentry (1990) menciona que una merma del 2 al 6 % es causada por la pérdida de la ingesta por medio de las heces y de la orina. Pérdidas de peso superiores al 7 % comúnmente son causadas por pérdidas de fluidos del músculo y órganos tisulares del animal. Las mermas por la pérdida de la ingesta son rápida y económicamente recuperadas, cuando el ganado llega al corral de engorda y comienza a consumir alimento y agua. Para recuperar las mermas por pérdidas de músculo y fluidos de los órganos, es necesario un período mayor, además de incrementarse considerablemente el costo de la ganancia de peso del animal. Otro factor negativo es el daño potencial sobre la salud del animal.

El consumo reportado tiene una gran variación (7.2 - 10.5 kg); sin embargo, la mayoría reporta consumos de 9.5 kg en promedio y una CA que va de 5.7 hasta 8.9 kg de alimento por kg de ganancia. La engorda donde obtuvieron conversiones de 6, es porque el peso final de sus animales es de 370 kg. Las engordas que venden sus animales con pesos finales de 400 - 420 kg tuvieron conversiones de 7 a 8 y en el corral de engorda que utiliza cama de pollo en las dietas de sus animales, obtuvieron conversiones de 8.9 (Cuadro 11). Hicks et al (1990) obtuvieron consumos desde 7.1 hasta 10.9 kg d<sup>-1</sup>.

Estas diferencias en el CMS, pueden ser explicadas por el peso inicial y peso final de los animales, así como por el efecto del sexo (toretos, novillos o vaquillas), por la época de inicio del período de la engorda, duración de la engorda y por la raza del

ganado. Los novillos Holstein consumen del 2 al 15 % mas alimento que los novillos de razas de carne del mismo peso (Hicks et al, 1990).

El ganado liviano generalmente es más eficiente para convertir el alimento en ganancia de peso, que el ganado más pesado del mismo tipo y calidad. Esta diferencia es debido a los requerimientos de mantenimiento (McNeill, 1990).

Las engordas utilizan molinos de martillos para moler los granos y los forraje, sin embargo, los molinos que utilizan para moler los forrajes son de mayor tamaño. Una de las engordas cuenta con el equipo necesario para hacer el explotado en seco y hojueado con vapor a los granos. El equipo con el que se cuenta para proporcionar el alimento al ganado consiste de: carros mezcladores equipados con báscula. Las engordas que no cuentan con carros mezcladores cuentan con mezcladoras horizontales.

Es común que cuenten con casas habitación para los trabajadores, bodegas y oficinas. Los corrales, proporcionan una área de 8 - 12 m<sup>2</sup> cabeza<sup>-1</sup>, con comederos fuera del corral para facilitar la alimentación proporcionando de 18 - 30 cm cabeza<sup>-1</sup> y un bebedero, para dos corrales. Una de las engordas esta cambiando a un bebedero por corral, hecho de tubo de 50 cm de diámetro cortado a la mitad con llave y flotador para asegurar el nivel del agua, sin embargo, tienen poca capacidad con la finalidad de facilitar la limpieza y ofrecer agua limpia. Cuentan con banquetas de 3 - 4 m alrededor de los comederos y bebederos. Solamente una tiene banquetas muy angostas de 0.50 m, pero otras no cuentan con ellas, acumulándose la humedad en estas áreas.

El área de corral que se debe proporcionar al ganado depende de varios factores: 1) de la condición del piso del corral, 2) de la pendiente, 3) del tamaño del ganado, 4) de la salud, 5) de las condiciones climatológicas y 6) del espacio de comedero. Usualmente se necesita un área de corral de 6 a 12 m<sup>2</sup> cabeza<sup>-1</sup> y 15 cm de espacio de comedero por animal, cuando se tiene todo el tiempo alimento en el comedero (Gentry, 1990). Horton (1990) recomienda 25 cm de espacio de comedero animal<sup>-1</sup>. Esto permite que cada

animal del corral pueda permanecer en el comedero al mismo tiempo y que el consumo no sea afectado por la competencia entre los animales. Maximizar el consumo de alimento ocasiona un mejor comportamiento animal.

Las cercas de los corrales son de tubo o de cable. No todas tienen sombra en los corrales. Tres de las engordas, tienen aproximadamente el 30 % de los corrales con sombras. Los corrales de manejo están equipados con prensa y en explotaciones que tienen un número elevado de animales, la prensa es hidráulica para facilitar el trabajo, además cuentan con básculas ganaderas para el pesado del ganado así como dos o tres corrales para animales enfermos.

Estos corrales fueron construidos a partir de 1970 hasta 1997, fecha en que se realizaron las encuestas. Sin embargo, cabe destacar que la mayoría (6) se construyeron en la década de los 80's y dejaron de invertir en construcciones en 1994. Solamente una siguió construyendo (Cuadro 7).

La maquinaria que tienen los corrales de engorda es muy variada; cuentan con trailer; camiones con capacidad de 20, 10 o 3 t para el traslado de los animales y / o granos; camionetas, bulldozer o motoconformadora para la limpieza de los corrales, tractores, bobcat para la transportación del alimento y bombas de agua. El número y la capacidad de esta maquinaria y equipo esta en función del número de animales que tiene la engorda.

Los ingredientes de origen nacional que son utilizados en las raciones del ganado son: el sorgo, en los meses de mayo, junio, julio, octubre, noviembre y diciembre, por ser las épocas en que se cosecha el sorgo, maíz, forraje henificado, harina de soya, harinolína, suplemento proteico con el 60 % de PC, pulido de arroz, cártamo, girasol, cáscara de soya, cáscara de naranja, semillas de algodón, sebo de res, galleta, chicharrón y cama de pollo. Los ingredientes que se importan son: el sorgo después de las épocas de cosecha, la pasta de cacahuete de septiembre a octubre, semilla de algodón, maíz y el Prill 26 %, el

cual está compuesto de 66 % de granos de destilería, 5 % de melaza, 5 % de salvadillo, 2 % de cáscara de huevo, 12 % de harina de alfalfa y el 10 % de harina de pollo sin plumas y gallinas de desecho.

Algunos ingredientes solamente se usan en ciertas épocas del año, como pulido de arroz, cáscara de naranja (abril - octubre), cártamo, girasol, cáscara de soya, semilla de algodón, maíz y galleta. Los ingredientes alternativos que utilizan son cama de pollo, galleta, chicharrón y el Prill 26 %. Este producto puede llegar a sustituir la harinolina hasta en un 100 %.

La formulación de las dietas en la mayoría de las engordas (5) están a cargo de nutriólogos de la empresa y en dos de las engordas son formuladas por las casas comerciales que les venden premezclas. En todos los casos están hechas por medio de programas computacionales.

Los precios de compra de los ingredientes se muestran en el Cuadro 12. El precio del becerro puesto en la engorda fue para los machos de \$11.70 a \$12.20 y de las hembras de \$11.20 a 11.75 (Cuadro 14).

En el cálculo de los costos de producción se considera el costo de compra del ganado más gastos de alimentación, financieros y otros gastos como fletes, medicamentos, guías, seguros, etc. La mayoría consideró que el principal gasto en una engorda es el ganado. En segundo término está la alimentación. Posteriormente siguen los costos financieros y por último otros insumos como medicinas, equipo, mantenimiento, refacciones, sueldos, combustibles etc. Los costos de producción del kg de PV incrementado por concepto de alimentación están en el Cuadro 13. El costo de producción esta en relación directa con la CA, las empresas que obtuvieron la mejor CA fueron las que produjeron el kg de incremento de PV en una forma más económica.

Cuadro 12. Precios de los ingredientes ( $\$ \text{kg}^{-1}$ ) utilizados para formular las dietas del ganado en el Estado de Nuevo León (Junio de 1997)

Ingredientes	CORRALES DE ENGORDA						
	1	2	3	4	5	6	7
	\$/kg						
Sorgo		0.90	0.90	0.88	0.90		0.90
Semilla de algodón				2.00			
Heno de sorgo		0.53		0.35	0.45		0.35
Cáscara de naranja				0.83			
Melaza		0.65		0.55	0.40		0.56
Suplemento 60 % Proteína cruda							2.20
Harina de pollo				2.30			
Harina de carne					1.80		
Harinolina			2.30				2.26
Premezcla mineral							2.61
Cama de pollo		0.37					
Galleta		1.10					
Maíz			1.05				
Sebo			1.80				
Chicharrón			1.50				

Los trabajadores de las engordas encuestadas son de planta. Una engorda considera 1.8 trabajadores por cada 1000 cabezas de ganado cuando esta a su máxima capacidad. Sin embargo por los datos proporcionados, se estimó que una persona atiende entre 133-737 animales dependiendo del grado de mecanización de la empresa. Cinco engordas tienen un trabajador de campo por cada 250 animales aproximadamente. Otra tiene uno por cada 431 y otra uno por cada 737 animales.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cuadro 13. Costos de producción ( $\$ \text{kg}^{-1}$ ) de la carne producida y de las dietas utilizadas en el ganado del Estado de Nuevo León (junio de 1997)

	CORRALES DE ENGORDA						
	1	2	3	4	5	6	7
	\$/kg						
Costo (kg) ración							
Iniciación	1.20	0.94	1.33	0.90	1.00		0.95
Finalización			1.28	1.15			1.08
Costo kg peso vivo incrementado*		10.60	6.98	8.80	7.00	9.00	8.53
Costo kg peso vivo incrementado**			7.60	9.80	9.00	11.99	10.8

\* El cálculo incluye el costo de alimentación

\*\* El cálculo incluye el costo total de todos los insumos que intervienen en la producción.

Cuadro 14. Comercialización del ganado en los corrales de engorda en el Estado de Nuevo León

CORRALES DE ENGORDA							
	1	2	3	4	5	6	7
Costo de becerro (\$)	11.70 M*	11.00 M en origen	11.00 en origen	12.20 M 11.20 H	11.50	11.75	11.00
Costo de engorda							
Compra de ganado	Sureste Veracruz Tabasco Oaxaca Campeche		Verano en Centro y sur del país en invierno norte y sureste	Veracruz Tamaulipas Nuevo León Chihuahua Coahuila Chiapas	Norte sep.- Feb. y sureste Junio-Agosto 40 % Chih 40 % Tam. 10 % Coah resto N.L. Ver. Zac. Dgo. SLP Chiapas.	Chihuahua Coahuila Sonora Tamaulipas Veracruz Durango.	Tamaulipas Veracruz Chiapas
Compran con dieta	Sí, el 3 %		Sí, el 3.5 %	No	Sí	Sí, el 3 %	Sí, 3 % Tam. 3-5 %
Canal de mercadeo	Menudeo		Menudeo Mayoreo Empacadora	Menudeo	Empacadora	Empacadora	Empacadora
Venta	Pie, canal, ½ canal, cuartos, piernas		Canal	Canal, una parte pequeña en cortes	Cortes	Pie	Canal Cortes
Procedimiento de pesado	Se dieta un día antes, cargan a las 3-4 a.m.	En la tarde en el corral (5 p.m.) y otro día en la mañana en el rastro (5 a.m.)	En la tarde en el corral y otro día en la mañana en el rastro	Sin dieta	4 % dieta antes de las 8 a.m.	3 % de dieta pesado antes de servir el alimento	dieta de 12 h ó el 5 % en animales que ya comieron
Evaluación de la canal	Clasificación oficial	Clasificación oficial	Clasificación oficial	Clasificación oficial	Clasificación oficial	Rendimiento Clasificación oficial	Clasificación oficial
Forma de pago	Contado (60 %), crédito (40 %), a 10 días.	Crédito 30 días	Crédito 8-15 días	Crédito 8-30 días	15-21 días	Crédito comercial	Crédito de 15 días

\*Macho

\*\*Hembra

Los costos adicionales son: guías para el traslado del ganado, pruebas de tuberculosis y brucelosis. Los seguros que acostumbran utilizar son para personal y contra incendio de la planta de alimentos. No es costumbre asegurar el ganado y otros no aseguran la planta de alimentos. No existen impuestos extras por venta de ganado y están dados de alta en el régimen simplificado y en la mayoría de los casos junto con la comercializadora.

El ganado es comprado en Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León, parte de Chihuahua, Sonora, Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, Coahuila, Chiapas, Tabasco, Oaxaca y Campeche. Algunos acostumbran comprar de septiembre a febrero en el norte y después en el centro y sur del país. En la operación de compra - venta se considera un descuento (dieta) entre el 3 y 5 % del PV (Cuadro 14).

La comercialización del ganado finalizado (para abasto) se realiza en pie pero puede darse hasta la carne en cortes, dependiendo de la integración de la empresa. Tres de estas empresas lo venden en cortes, una en pie y el resto en canales, medias canales y cuartos. La que vende en pie descuenta entre un 3 - 4 % de PV de dieta y la pesada normalmente es antes de las 8 a.m. Sin embargo algunos tienen que pesar antes, entre 3 y 4 a.m. para estar antes de las 10 a.m. en el rastro; a estos animales se les retira el alimento desde el día anterior.

Uno de los principales problemas que enfrenta este tipo de empresas es la apertura comercial, los administradores de los corrales de engorda encuestados, consideran que están en desventaja con el tratado de libre comercio por las siguientes razones:

- a). La negociación de entrada al TLC fue en perjuicio del sector ganadero ya que se ingresó con cero arancel y por lo tanto existe facilidad para importar canales y carne en cortes.

- b). En USA los cortes de lomo son caros porque se traslada parte del costo del resto de la canal y esto propicia que los demás cortes tengan un precio bajo y por lo tanto ingresen al país con menor precio que como se comercializan aquí. En México los cortes del lomo tienen el mismo precio que las pulpas (blanca, negra y bola) que se comercializan como “piñas” y los cuartos delanteros.
- c). El precio del ganado terminado en USA es más barato.
- d). En USA el costo financiero es menor.
- e). En USA hay subsidio en los granos por lo que son más baratos en ese país.
- f). México exporta la mayor parte de sus becerros machos motivo por el cual, la mayor parte del ganado engordado en México son hembras y las cuales tienen un menor rendimiento.
- i). En USA la carne se comercializa en cajas y en México la mayor parte en canal
- j). El empaque (cartón y plástico) es mas barato en USA.
- k). Existen muchas exigencias sanitarias para poder exportar carne a USA.
- l). Con los costo actuales de ingredientes, ganado y financieros en México no se puede competir con los costos de USA.
- m). En México hay mucho intermediarismo.
- n). En México hay un mayor porcentaje de mermas por la falta de equipos y tecnología de procesos modernos.

En cuanto a los programas de apoyo los responsables de las engordas mencionaron que prácticamente son nulos, mal aplicados y fuera de tiempo; que no son fijos. En junio de 1997 tenían un subsidio al flete del sorgo de \$ 42.00 t<sup>-1</sup> y la melaza se estaba vendiendo con descuento por medio de la asociación de engordadores.

Por último, los encuestados mencionaron que el ganado flaco debe valer menos que el ganado gordo para que exista un margen de ganancia y que hasta la fecha no se ha podido repercutir al precio de venta, los incrementos en los costos de producción. Esto ha dado como resultado el cierre de muchas engordas. Los que han subsistido han sido por la integración de la engorda con ranchos de recuperación de ganado, pero



principalmente al integrarse con negocios de comercialización; algunos para vender en canal y los más integrados para vender en cortes.

Lo anterior coincide con Vizcarra (1998), el cual menciona, que al mercado mexicano ingresó una gran cantidad de carne de bovino del extranjero, la mayoría de USA. Un gran porcentaje de esta carne es de menor calidad que el producto nacional, porque es de vaca, o bien, por ser un producto que tiene varios meses de refrigeración y por lo tanto tiene fecha de caducidad vencida para su país, el cual no acepta carne con más de 15 días de procesada. La mayor entrada de producto extranjero se inició en 1994 y se ha agravado en los últimos meses de 1998. El ingreso de carne al país es bajo una práctica desleal de comercio, debido a que es vendida a precios inferiores al 50 % del precio al que se vende el mismo producto en USA. Las importaciones de enero a julio de 1998 fueron de 187,891 t lo que representa un 65.3 % más con respecto al mismo periodo de 1997 y 182.45 % respecto a 1996 (Vizcarra, 1998).

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### 4.2 Determinación de la variación en el valor nutritivo de la cama de pollo

Se analizaron 20 muestras de cama de pollo, los valores se expresan en base a % de MS. Una muestra fue desechada por haber resultado con 29.9 % de cenizas, indicando posiblemente que esta muestra estuviera contaminada con tierra. Algunos investigadores determinaron cenizas con un rango de 11.4 a 30.9 % (Deshck et al., 1998). Existió una gran variación en todas las características analizadas (Cuadro 15). La MS fue ligeramente menor de lo deseado en una dieta de ganado de engorda. Se obtuvo un 85.7 % de MS, al considerar tres muestras, con un alto contenido de humedad; sin embargo, la mayoría de las muestras tuvieron valores superiores al 85 % (Figura 1).

Cuadro 15. Análisis proximal, de fracciones de fibra (Van Soest) y de digestibilidad *in vitro* de muestras de cama de pollo (base seca)

	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DES. EST.	C.V	PROB
	-----%					
Materia seca (MS)	85.7	72.4	91.4	5.5		
Cenizas	18.6	14.5	24.1	2.6		
Materia orgánica (MO)	81.4	76.0	85.5	2.6		
Proteína cruda	31.6	25.8	34.9	2.3		
Fibra neutro detergente	28.9	19.6	34.2	5.7		
Hemicelulosa	15.2	11.4	22.9	4.0		
Fibra ácido detergente (ADF)	14.8	8.2	20.3	2.6		
PCIADF <sup>1</sup>	3.2	1.9	4.2	0.7		
DIVMS <sup>2</sup>	76.1	69.2	80.0	3.2	5.3	0.024 <sup>a</sup>
DIVMO <sup>3</sup>	72.7	64.8	78.1	3.6	5.9	0.003 <sup>a</sup>
MO digestible	59.1	53.9	65.1	3.2		

<sup>a</sup> Efecto de tipo de cama muestreada.

<sup>1</sup> Proteína cruda indigestible en ADF.

<sup>2</sup> Digestibilidad *in vitro* de la MS.

<sup>3</sup> Digestibilidad *in vitro* de la MO.

Harmon et al. (1975a) encontraron un 82.9 % de MS, en muestras de cama de pollo y Deshck et al. (1998) obtuvieron un promedio de 86.3 % de MS con un rango de 74.5 a 93.6 %. Deshck et al. (1998) mencionan que la cama se removió de las naves durante el verano y que la mayoría de las muestras fueron colectadas en el otoño y que durante este tiempo hubo aire seco, razón por lo cual los contenidos de MS fueron altos.

Es deseable tener altos porcentajes de MS, ya que entre más humedad tenga un ingrediente resulta más caro en base seca, además de las dificultades que se tienen para su almacenamiento.

Se determinaron valores de cenizas en cama de pollo hasta de 24.1 %, sin embargo 18 de las 19 muestras contenían entre el 15.0 y 22.0 %. A medida que se tiene mayor cantidad de cenizas se reduce la cantidad de MO. Cantidades menores al 80 % de MO indican un menor contenido de energía y proteína, que son los nutrientes más críticos y caros en la alimentación animal. Aún camas de pollo con el 15 % de cenizas contienen suficientes minerales para ser considerados al momento de la formulación, teniendo un ahorro sustancial por concepto de las premezclas minerales. Si se consideran animales con un peso promedio de 250 kg y con ADP de 1.2 kg con un CMS de 7 kg d<sup>-1</sup> de una dieta con el 15 % de cama de pollo, la cama de pollo aporta 33 g de Ca y 18 g de P, lo que representa el 100 % de los requerimientos del Ca y del P de este tipo de animales (NRC, 1984).

Un alto contenido de ADF en cama de pollo no necesariamente implica baja calidad, ya que esta fracción es importante en dietas de bovinos en engorda porque contribuye a que el animal tenga una adecuada función ruminal. Esta ventaja aún es más importante en ciertas épocas del año como sequías e invierno donde el forraje llega a tener un precio muy elevado. Deshck et al. (1998) encontraron un rango en los valores para ADF de 17.8 a 30.0 % con una media de 24.6 %, valores superiores a los encontrados en el presente trabajo, donde se encontró un promedio de 14.8 %, con un rango de 8.2 a 20.3 %.

El valor promedio de NDF (28.9 %) fue inferior a los mencionados por Brosh et al. (1993) y Silanikove y Tiomkin (1992) quienes encontraron valores de 33.7 % y 43.6 % de NDF, respectivamente. La media encontrada de hemicelulosa (15.2 %) fue muy similar a la descrita por Silanikove y Tiomkin (1992) de 16%.

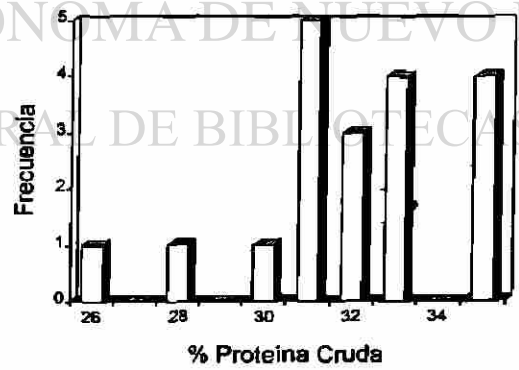
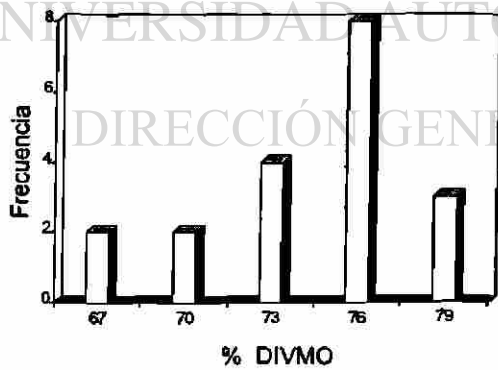
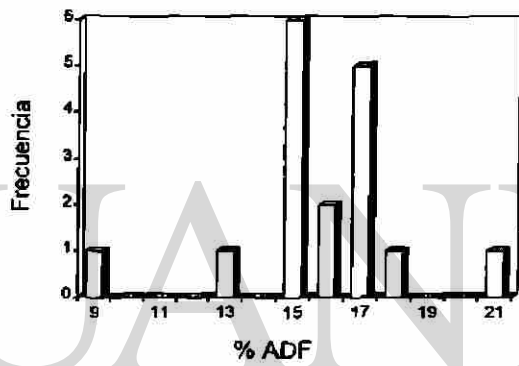
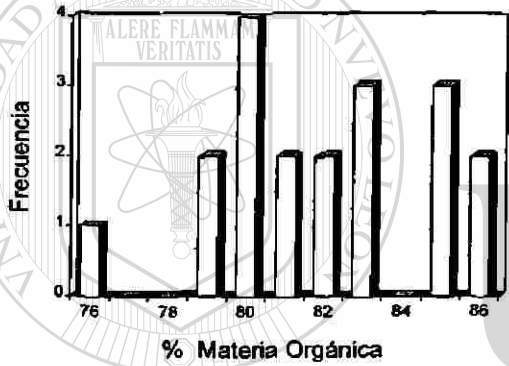
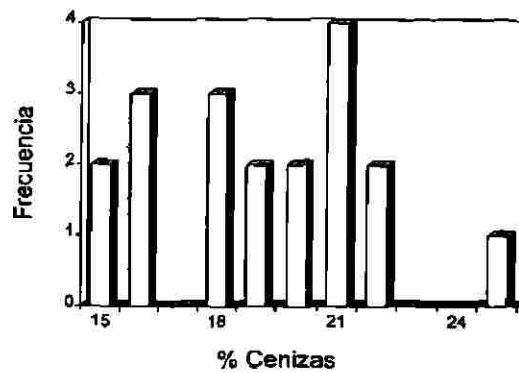
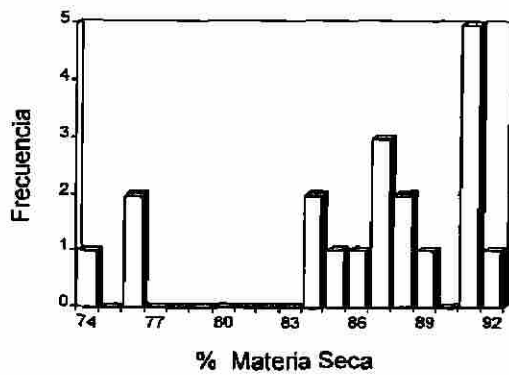


Figura 1. Frecuencia de las muestras de camas de pollo para materia seca, cenizas, materia orgánica, fibra ácido detergente (ADF), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) y proteína cruda

El promedio de la PC fue de 31.6 % (Cuadro 15) este valor es muy similar al reportado por Bhattacharya y Taylor (1975) de 31.3 % de PC y superior al valor promedio reportado por Deshck et al. (1998) de 27.8 %. El valor máximo encontrado por estos autores fue muy similar al encontrado en este trabajo (34.6 vs 34.9 %), existiendo diferencias en el valor mínimo (19.4 vs 25.8 %).

El 100 % de las muestras tuvieron un nivel superior al 25.8 % de PC y el 89.4 % fueron superiores al 30.0 % de PC en base seca. Un factor que contribuye al bajo contenido de PC es el alto contenido de FC (23.0 %), indicando que la cama de pollo contiene una mayor proporción de material base original y la acumulación de excreta, plumas y desperdicios de alimento se encuentra diluida en la cama. Se ha encontrado que el contenido de la PC en la cama de pollo se elevó de 13.8 a 25.6 % cuando se incrementó de 1 a 6 el número de parvadas, con un período de crecimiento de 6 semanas para cada parvada (Wang y Goetsch, 1998). Aún cuando en México generalmente sólo se cría una parvada en el material que se usa como cama, la PC de la cama de pollo resultante es alta, lo cual puede ser explicado ya que no se le proporciona ningún proceso después de la recolección, fase en la cual se pierde nitrógeno por volatilización (Patil et al., 1993).

Cuando se obtienen camas de pollo con niveles de humedad menores al 14 %, es de esperarse que se liberen mínimas cantidades de amoníaco. Con este tipo de camas es posible tener un ahorro considerable en la alimentación del ganado ya que la cama de pollo podría contribuir a los requerimientos de proteína de la mayoría de los rumiantes. Con los valores encontrados de PC en la cama de pollo, las dietas con el 15% de cama de pollo aportan aproximadamente el 30% de los requerimientos de PC de los animales de 250 kg de PV con ADP de 1.2 kg.

En la cama de pollo más del 50 % del NNP es ácido úrico (Oltjen et al., 1968). Este es convertido a  $\text{NH}_3$  en una forma relativamente lenta, en comparación a la urea, porque la urea tiene una tasa de digestión del  $400\% \text{ h}^{-1}$  (NRC, 1996). Con la cama de pollo se permite que una mayor proporción del  $\text{NH}_3$  sea convertido a proteína microbiana

(McDonald et al., 1988). La urea es rápidamente convertida en amonio y bióxido de carbono, resultando que el  $\text{NH}_3$  frecuentemente se produce a una velocidad mayor, que la utilizada por parte de los microorganismos para la síntesis de aminoácidos y proteínas.

Se encontró un valor de 3.2 % de PCIADF en base seca, que corresponde aproximadamente al 10 % de la PC. Este valor fue superior al reportado por Rankins et al. (1993) de 0.9 %. Debido a que la PCIADF es una fracción indigestible (Yu y Thomas, 1976) la proteína potencialmente utilizable de la cama de pollo en el presente trabajo fue de 28.4 %.

El nitrógeno insoluble en ADF se ha utilizado como un indicador de la calidad de la proteína en forrajes, donde a medida que se incrementa el nitrógeno insoluble en ADF, disminuye la digestibilidad del nitrógeno, en una relación de 1:1 (Yu y Thomas, 1976). En las fuentes de proteína vegetal se ha utilizado para medir el daño por calor de la proteína (Poos-Floyd et al., 1985). Sin embargo el incremento en el nitrógeno insoluble en ADF y la disminución en la digestibilidad en el nitrógeno, no presentan una relación de 1:1 (Nakamura et al., 1994).

La media de 81.4 % para MO fue muy similar a la reportada por Rude y Rankins (1997) del 79.0 %. Sin embargo, Rankins et al., (1993) reportan un valor inferior (62.9 %). Se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ) para DIVMO donde la media fue de 72.7 %. El promedio de la MO digestible fue de 59.1 % con una variación aproximadamente del 20 %, al tener un rango de 53.9 a 65.1 %. La MO digestible fue calculada al multiplicar la cantidad de MO por el porcentaje de DIVMO.

Los valores de MO digestible son indicativos de la calidad de la cama de pollo. Una cama de pollo de mejor calidad es aquella que contenga altos valores de MO digestible. El contenido de cenizas afecta la cantidad de MO (AOAC, 1990) y por lo tanto tiene influencia en la MO digestible. No sólo por la menor cantidad de MO disponible para ser fermentada, sino porque además se ha observado que a mayor porcentaje de cenizas se reduce la energía digestible (Zinn et al., 1996).

Deshck et al. (1998) obtuvieron en muestras de cama de pollo un rango de 32.2 a 60.9 % para DIVMO y entre 88.6 y 69.2 % para MO. Cuando la cama de pollo tenía una cantidad menor de MO y de DIVMO, las muestras resultaron con una cantidad menor de EM ( $1.15 \text{ Mcal kg}^{-1}$ ) y cuando las muestras tenían los valores más altos tanto para MO como para la DIVMO el contenido de EM fue mayor ( $2.06 \text{ Mcal kg}^{-1}$ ).

El NRC (1984), reporta valores de 89.0 % de MS, 24.5 % de PC, 22.0 % de cenizas, 16.1 % de FC, 66.0 % de TND y  $2.9 \text{ Mcal kg}^{-1}$  de ED. Mendoza y Velazco (1993), reportan 84.0 % de MS, 24.0 % de PC, 20.0 % de FC, 65.0 % de TND y  $2.1 \text{ Mcal kg}^{-1}$  de ED. Estos valores se encuentran dentro del rango de valores encontrados en los análisis de las muestras de cama de pollo de este trabajo. La varianza encontrada indica la gran variación que existe entre las muestras.

Al estimar la EM a partir de la MO digestible se encontró un valor mayor a los indicados por Deshck et al. (1998) aunque menor al sugerido por el NRC (1984; Cuadro 16). Al correlacionar el contenido de EM con los diferentes componentes químicos de la cama de pollo (Cuadro 17) se encontró que por cada unidad porcentual que se incrementa la proteína del 26 al 35 %, el valor de la EM aumenta en  $0.03 \text{ Mcal kg}^{-1}$  ó  $30 \text{ kcal kg}^{-1}$  ( $P < 0.01$ ). En forma similar, por cada unidad porcentual que se incrementa el contenido de cenizas, el valor de la EM disminuye en  $0.018 \text{ Mcal kg}^{-1}$  ( $P < 0.07$ ). Así mismo por cada unidad porcentual que se incrementa el contenido de ADF + cenizas, el valor de la EM disminuye en  $0.019 \text{ Mcal kg}^{-1}$  ( $P < 0.01$ ).

La relación inversa encontrada entre el contenido de cenizas y de energía metabolizable de la cama de pollo, es similar a la mencionada por Zinn et al. (1996) donde por cada unidad porcentual que se incrementa el contenido de cenizas, el valor de la EM disminuye en  $0.019 \text{ Mcal de EM kg}^{-1}$ . La relación negativa encontrada entre la suma de ADF + cenizas y EM es de esperarse, ya que las cenizas no contienen energía y la ADF es una fracción resistente a la degradación del rumen y a la digestión, sin embargo, esta relación es alta y útil para estimar la EM a partir de la determinación de ADF y de cenizas (Deshck et al., 1998).

Cuadro 16. Materia orgánica digestible y contenido de energía estimada de muestras de cama de pollo

	Este estudio			NRC, 1984	Deshck et al. (1998)		
	Media	Mínimo	Máximo		Media	Mínimo	Máximo
MO digestible (g kg <sup>-1</sup> MS)	591	539	651		534	322	609
EM (Mcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>**</sup>	2.10	1.91	2.30	2.39	1.86	1.15	2.06
ENm (Mcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>***</sup>	1.25	1.07	1.43	1.51			
ENg (Mcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>***</sup>	0.68	0.51	0.84	0.91			

<sup>\*</sup>Materia orgánica.

<sup>\*\*</sup>Calculado según fórmulas de McDonald et al., 1988.

<sup>\*\*\*</sup>Calculados según fórmulas de Garret, 1980.

Este estudio muestra que análisis simples de laboratorio (PC, cenizas y ADF) son una buena opción para identificar camas de pollo de alta calidad. Camas de pollo con valores mayores de 31 % de PC y / o menores de 18 % de cenizas son consideradas de buena calidad, ya que el correspondiente contenido de EM es superior a 2 Mcal kg<sup>-1</sup>.

Cuadro 17. Correlaciones de los contenidos de digestibilidad de la materia seca (DIVMS) y materia orgánica (DIVMO) y energía metabolizable (EM) con diferentes análisis químicos en 19 muestras de cama de pollo

	DIVMS	DIVMO	EM
Materia seca	0.17	0.15	0.03
Materia orgánica	0.27	0.18	0.42*
Proteína cruda	0.56**	0.62***	0.59***
Cenizas	-0.26	0.18	-0.42*
Fibra ácido detergente	-0.49**	-0.47**	-0.43*
Fibra ácido detergente + cenizas	-0.26	-0.32	-0.61***

\*P < 0.1

\*\*P < 0.05

\*\*\*P < 0.01



### 4.3 Pruebas de comportamiento

#### 4.3.1 Prueba I. Evaluación de tres niveles de cama de pollo sobre el comportamiento de toretes Holstein

En la Figura 2 se presenta el peso inicial promedio y cada 28 d de los animales alimentados con los diferentes niveles de cama de pollo. El peso fue mayor para los animales asignados a la dieta con el 15 % de cama a excepción del peso a los 28 d. Los animales que recibieron la dieta sin cama de pollo presentaron un peso intermedio y los que tuvieron menor peso desde el inicio fueron los animales alimentados con la dieta del 30 % de cama de pollo. Sin embargo, no existió diferencia estadística ( $P > 0.05$ ), para peso inicial, a los 28, 56 y 84 d.

No existió diferencia ( $P > 0.05$ ) para los aumentos de peso por efecto de los diferentes niveles de cama de pollo; tampoco hubo efecto del peso inicial sobre esta variable. Los ADP de los animales que recibieron dietas con el 30 % de cama fueron iguales que el testigo ( $1.17 \text{ kg d}^{-1}$ ). Sin embargo, la CA fue menos eficiente (6.46 vs 6.00). Los animales que consumieron dietas con el 15 % de cama tuvieron mayores ADP ( $1.27 \text{ kg d}^{-1}$ ) y una mejor CA (5.78). Sin embargo, no existió diferencia estadística ( $P > 0.05$ ), para CA (Cuadro 18).

Los ADP en el primer período de 28 d fueron mayores para los toretes alimentados con dietas con el 15 % de cama de pollo y menores para los asignados a dietas con el 30 % y ADP intermedios para los que recibieron la dieta sin cama. En el segundo período de 28 d los ADP fueron de 1.10, 1.33 y  $1.16 \text{ kg d}^{-1}$  para los toretes alimentados con dietas de 0, 15 y 30 % de cama de pollo, respectivamente. En el tercer período los toretes que recibieron el 15 % de cama siguieron teniendo mayores ADP y los asignados a los niveles de 0 y 30 % de cama de pollo tuvieron ADP iguales (Figura 3).

El consumo de alimento en los tres períodos de 28 d se incrementó a medida que se aumentó el nivel de cama de pollo (Figura 4). La conversión alimenticia fue mejor

para los toretes alimentados con dietas con el 15 % de cama de pollo, para el segundo y tercer período de 28 d. Los toretes que recibieron la dieta con el 30 % de cama presentaron una CA muy mala en el primer periodo; una CA similar presentaron los toretes asignados a la dieta sin cama en el segundo periodo, y en el tercer periodo a medida que se incrementó el nivel de cama la CA fue menos favorable (Figura 5).

Smith y Wheeler (1979) reportaron que cuando alimentaron con dietas conteniendo un promedio de 24 % de cama de pollo en base seca, disminuyeron en un 5 % los ADP y fue necesario un 10 % más de alimento por cada kg de aumento de peso, con relación al grupo testigo. Los ADP fueron similares a los reportados por Smith y Wheeler (1979) de 1.10 y 1.07 kg d<sup>-1</sup> para el grupo control y el ganado alimentado con excretas de aves, respectivamente y con una conversión de 6.49 y 7.25. Cullison et al. (1976) reportaron ADP de 1.16 kg d<sup>-1</sup> para novillos consumiendo dietas con el 20 % de cama de pollo de aserrín de madera y una EA del 13 %. La diferencia en el ADP, entre los animales con un peso inicial de 215 kg y un peso final de 376 kg alimentados con dietas de baja (2.29 Mcal kg<sup>-1</sup>) y alta (2.70 Mcal kg<sup>-1</sup>) concentración de energía, indica que el consumo de energía limita la tasa de ganancia independientemente de la suplementación con el 14 % de PC (Holzer et al., 1986).

En el presente estudio, la MO en la dietas disminuyó a medida que se incrementó el nivel de cama de pollo, debido a su contenido de cenizas. Rankins et al. (1993) cuando incrementaron del 25 al 50 % el contenido de cama de pollo en la dieta, se elevó el contenido de cenizas del 13 al 21 %, al utilizar cama de pollo con el 37.1 % de cenizas.

La adición de cama de pollo incrementó la concentración de ADF y de NDF (Cuadro 4). Los resultados de los análisis de laboratorio (Cuadro 19) fueron mayores para EM, ENm y ENg, en comparación con el análisis calculado (Cuadro 4). Esto puede ser porque los valores tabulares del NRC (1984), subestiman la cantidad de energía de los ingredientes utilizados en las dietas o McDonald et al. (1988) con su fórmula sobrestima la cantidad de energía de las dietas.

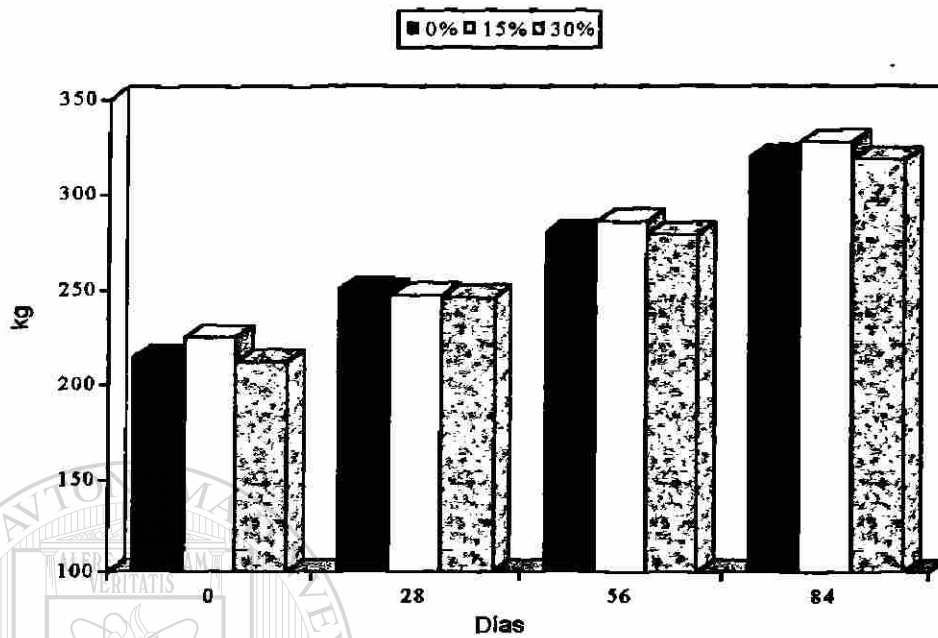


Figura 2. Peso vivo (kg) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (0, 15 y 30 %) de cama de pollo

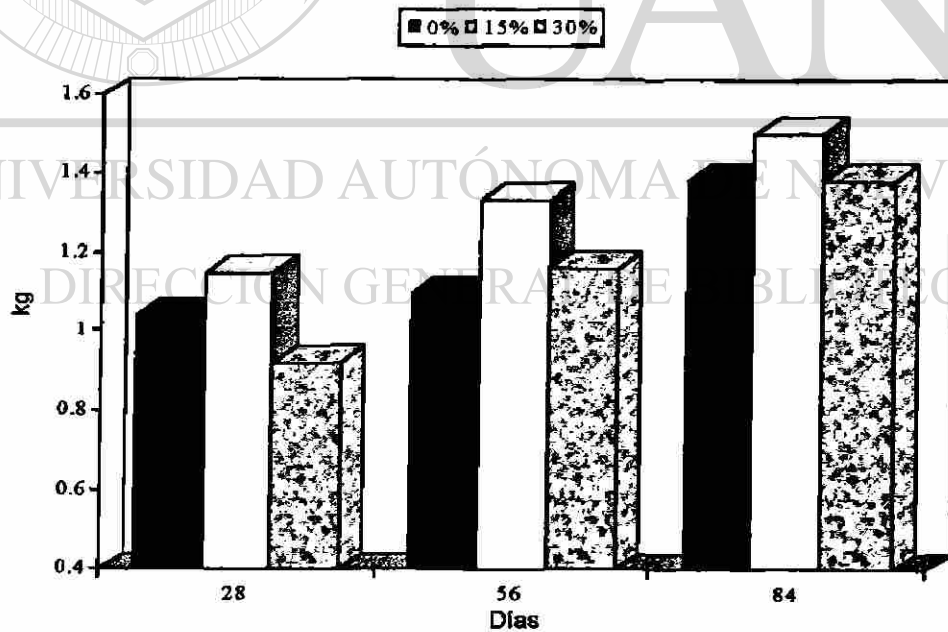


Figura 3. Aumento diario de peso (kg) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (0, 15 y 30 %) de cama de pollo

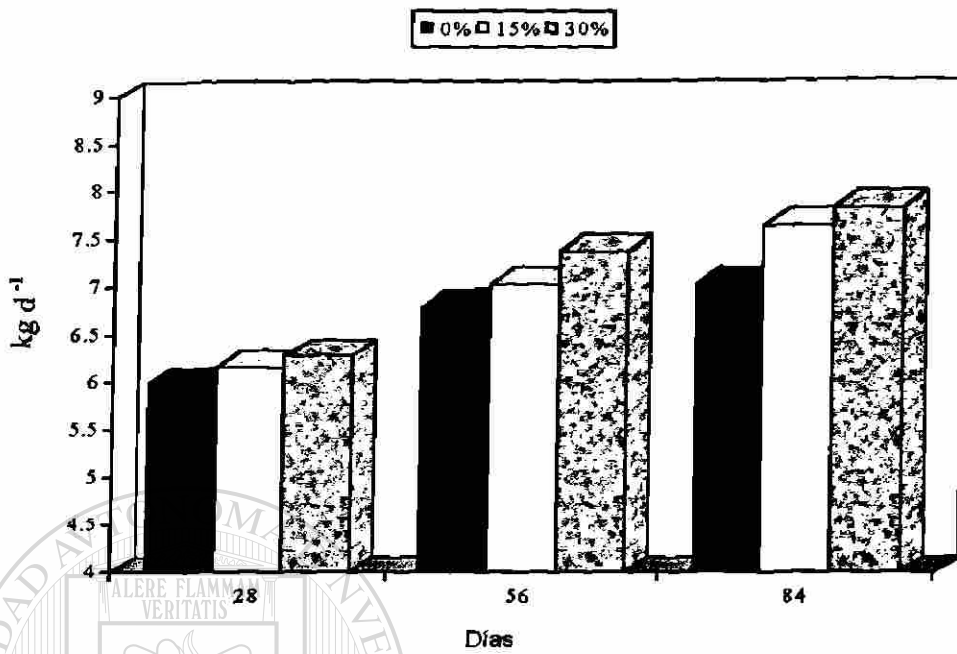


Figura 4. Consumo de alimento ( $\text{kg d}^{-1}$ ) en toretes Holstein alimentados con tres niveles (0, 15 y 30 %) de cama de pollo

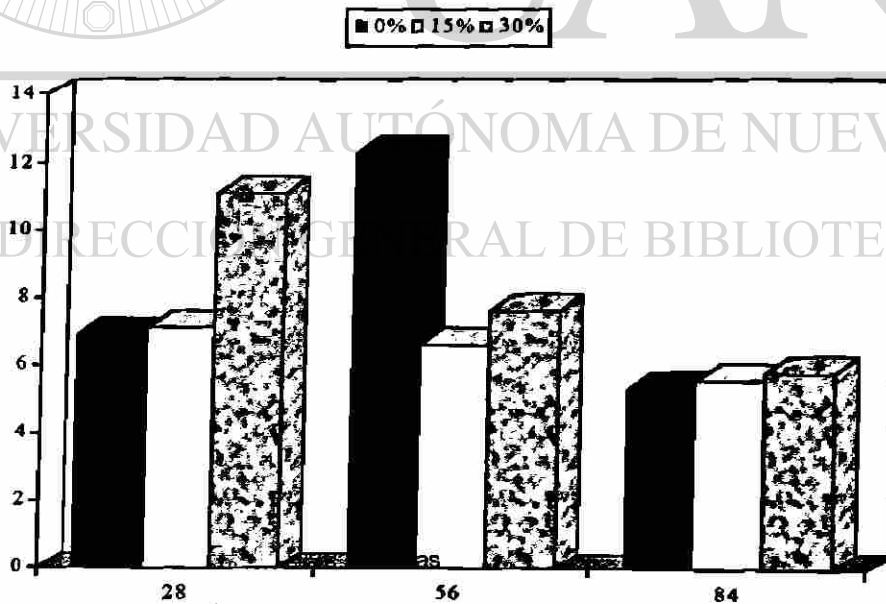


Figura 5. Conversión alimenticia en toretes Holstein alimentados con tres niveles (0, 15 y 30 %) de cama de pollo

Cuadro 18. Crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de cama de pollo

Concepto	NIVELES			C.V. %	PROB
	0 %	15 %	30 %		
Peso vivo (kg)					
Inicial	214.00	224.40	211.50	17.2	0.80
Final	318.00	327.00	318.00	6.6	0.55
Aumento de peso animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> (kg)	1.17	1.27	1.17	20.6	0.55
Consumo animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>					
MS <sup>1</sup> (kg)	6.71	7.07	7.34	10.5	0.17
g MS kg <sup>-1</sup> PV <sup>0.75</sup>	101.17	105.84	111.00	8.8	0.07
Proteína (kg)	0.92	1.10	1.17		
EM (Mcal)	19.53	19.93	19.67		
Conversión alimenticia	6.00	5.78	6.46	17.2	0.31
Costo kg <sup>-1</sup> de peso vivo incrementado (\$)	5.05 <sup>c</sup>	4.30 <sup>d</sup>	4.15 <sup>d</sup>	18.4	0.03
Análisis de la variación del comportamiento <sup>a,b</sup>					
EN de la dieta (Mcal kg <sup>-1</sup> )					
Mantenimiento	1.81	1.77	1.72		
Ganancia	1.19	1.15	1.10		
MQ (Mcal d <sup>-1</sup> ) <sup>f</sup>	5.35	5.47	5.33		
Energía retenida (Mcal d <sup>-1</sup> )	4.64	5.19	4.62		
EN observada / EN esperada de la dieta					
Mantenimiento	1.00	1.00	1.00		
Ganancia	1.04	1.14	0.99		

<sup>1</sup> Efecto lineal (P<.01)

<sup>a</sup> El peso inicial y final se redujeron un 4%, para descontar el llenado del tracto digestivo y calcular el PVV.

<sup>b</sup> Los valores de EN esperada se calcularon de los valores de EN para los ingredientes individuales (NRC, 1984).

<sup>c,d</sup> Medias en la misma hilera con diferente letra difieren (P < 0.05).

<sup>f</sup> Constante de producción de calor de ayuno = requerimientos de ENm

Al corregir el consumo de alimento por peso inicial se encontró un efecto lineal (P < 0.01) debido al nivel de cama de pollo incluido en la ración, siendo menor el consumo para el nivel del 0 % y mayor para el nivel del 30 % de cama de pollo. Esto estuvo de acuerdo a lo esperado ya que probablemente refleje el bajo valor de EM de la cama (2.10 Mcal kg<sup>-1</sup>) comparada con la EM del sorgo (3.04 Mcal kg<sup>-1</sup>) o de la harinolina (2.75 Mcal kg<sup>-1</sup>) que reemplazó en la dieta. Por lo tanto el contenido de energía de las raciones en las que se incluyó cama de pollo fue menor, coincidiendo con Rankins et al. (1993) donde encontraron un efecto similar cuando elevaron el nivel de cama de pollo de 25 a 50 %, el consumo se incrementó de 8.4 a 9.2 kg d<sup>-1</sup>, con un ADP

de 1.2 y 1.0 kg d<sup>-1</sup> respectivamente, en una prueba con novillos que tuvieron un peso inicial de 205 kg y con una duración de 84 días.

**Cuadro 19. Análisis de Laboratorio (base seca) de las raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes alimentados con tres niveles de cama de pollo (Prueba I)**

Item		NIVEL DE CAMA DE POLLO		
		0%	15%	30%
Materia seca (MS)	(%)	87.7	88.0	87.4
Materia orgánica (MO)	(%)	94.5	93.3	91.4
Proteína cruda (PC)	(%)	13.7	15.5	16.0
Fibra ácido detergente (ADF)	(%)	8.5	9.5	11.3
Proteína cruda indigestible en ADF	(%)	3.1	2.5	3.2
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS	(%)	87.5	85.5	83.3
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MO	(%)	87.1	85.3	82.8
Energía metabolizable <sup>1</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	2.91	2.82	2.68
Energía neta de mantenimiento <sup>2</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.96	1.88	1.76
Energía neta de ganancia <sup>2</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.31	1.24	1.14

<sup>1</sup> Se determinó según la fórmula de McDonald et al. (1988).

<sup>2</sup> Se calculó con la fórmula de Garret (1980).

Muchos investigadores han indicado que el nivel de cama de pollo en la dieta no afecta negativamente el CMS (Cullison et al., 1976; Oltjen y Dinus, 1976; Smith y Calvert, 1976; Rankins et al., 1993; Rude et al., 1994). Otros han reportado un incremento en el CMS con la adición de cama de pollo en las dietas (Harmon et al., 1975b; Caswell et al., 1977; Cross et al., 1978). Sin embargo, es tan variable el consumo de dietas conteniendo cama de pollo que incluso en algunos trabajos tiende a ser menor (Morales et al., 1993).

En ganado consumiendo dietas con cama de pollo, se presenta una elevada concentración de NH<sub>3</sub> ruminal y una considerable cantidad de nitrógeno es excretada en la orina. Bhattacharya y Fontenot (1965) reportaron una excreción de nitrógeno de 5.2 g d<sup>-1</sup> y una concentración de NH<sub>3</sub> de 51.0 mg 100 ml<sup>-1</sup> cuando se alimentó el ganado con dietas con el 25 % de cama de pollo. La energía consumida por el hígado para la ureogénesis es alta (Huntington, 1990).

Cuando existe una alta absorción de  $\text{NH}_3$  ruminal y se excede la capacidad del hígado para formar urea, el  $\text{NH}_3$  del hígado puede pasar hacia la sangre periférica (Symonds et al., 1981), esto podría impactar adversamente en el consumo de alimento (Beever y Siddons, 1986). Otra causa es que el  $\text{NH}_3$  constituye una importante fuente de N en la cama de pollo, representando el 13.2 % del N (Bhattacharya y Fontenot, 1966). La presencia de  $\text{NH}_3$  puede afectar adversamente el olor o la palatabilidad (Patil et al., 1993). Minimizar el efecto sin la pérdida de  $\text{NH}_3$  podría ser útil. Esto tal vez se pueda alcanzar al mezclar la cama con fuentes de energía para que las bacterias del rumen puedan utilizar el  $\text{NH}_3$  (Patil et al., 1993).

En el Cuadro 4 se puede apreciar que al incrementarse el nivel de cama de pollo en las dietas se eleva el nivel de PDR (8.22, 9.44 y 11.10 % para los niveles de 0, 15 y 30 % respectivamente) y por lo tanto el consumo calculado de PDR fue de 0.590, 0.688 y 0.832 kg, para los animales asignados a las dietas con el 0, 15 y 30 % de cama de pollo respectivamente (Cuadro 29); al existir un exceso de PDR se presenta una elevada concentración de  $\text{NH}_3$  ruminal y una gran cantidad de nitrógeno es excretado en la orina, sin embargo, este proceso ocasiona un gasto de energía. Bierman et al. (1996) reportan que fue requerida menos PDR en forma de cama de pollo para alcanzar una máxima eficiencia en relación con la urea. Al dosificar urea a novillos ruminalmente, se obtuvo una concentración mayor de  $\text{NH}_3$  a las dos y cuatro horas en comparación cuando se dosificó cama de pollo. La cama de pollo se utilizó más eficientemente que la urea en ovinos en crecimiento (Bierman et al., 1996).

La DIVMO medida en el presente estudio (Cuadro 19) disminuyó, a medida que se incrementó el nivel de cama de pollo en la dieta. La DIVMO de la dieta con el 0 % de cama de pollo fue de 87.1 % y de 82.8 % para el nivel del 30 %. Un efecto similar se observó en la DIVMS, la cual disminuyó a medida que se incrementó el nivel de cama en la dieta de 87.5 % para el nivel del 0 % a 83.3 % para el nivel del 30 % de cama de pollo. La disminución en la DIVMO y de la DIVMS de las dietas corresponde a la baja digestibilidad de la cama de pollo la cual tiene una DIVMO de 72.7 % y una DIVMS de 76.1 % (Cuadro 15).

Estos resultados coinciden con Bhattacharya y Fontenot (1966); El-Sabban et al. (1970); Harmon et al. (1974), Rankins et al. (1993) quienes reportaron una disminución de la digestibilidad de la MS para dietas que contenían entre 12 y 50 % de cama de pollo. McCaskey et al. (1989, citado por Rude et al., 1994) reportaron que la digestibilidad de la MS no fue afectada por la adición de cama de pollo a la ración, mencionando que pudo deberse al nivel utilizado (18.6 %) así como a la buena calidad de la cama de pollo (25.8 % de cenizas). Cuando se utilizan camas que contienen del 30 al 40 % de cenizas, normalmente se afecta la digestibilidad (McCaskey et al., 1989, citado por Rude et al., 1994).

El consumo diario de energía por animal esta determinado por el consumo de MS y la concentración de energía de la dieta. El consumo de EM y proteína fue mayor al incluir cama en la ración (19.53, 19.93 y 19.67 Mcal de EM y 0.92, 1.10 y 1.17 kg de PC para el nivel de 0 %, 15 % y 30 % de cama de pollo en la ración respectivamente). El consumo se incrementó al elevar el nivel de cama de pollo, encontrándose que por cada unidad porcentual de cama de pollo incluida en la ración se aumentó ( $P < 0.01$ ,  $R^2 = 0.66$ ) el consumo de alimento en  $24 \text{ g d}^{-1}$ . Así mismo, el consumo por kg de peso metabólico se incrementó ( $P < 0.05$ ,  $R^2 = 0.35$ ) en  $0.32 \text{ g d}^{-1}$  por cada unidad porcentual de cama de pollo que es incluida en la ración.

Los valores de consumo de alimento, expresados en relación al peso metabólico ( $101, 106$  y  $111 \text{ g kg}^{-1}$  de  $PV^{0.75}$ ) para los niveles de 0, 15 y 30 % de cama (Cuadro 18), son similares a los publicados por Caswell et al. (1977) quienes reportan consumos de 95, 115, 108 y  $115 \text{ g kg}^{-1}$  de  $PV^{0.75}$  cuando utilizaron maíz ensilado, maíz ensilado con un 22 % de cama, ensilado de maíz y harina de soya y ensilado de cama de pollo con granos de maíz.

Los consumos de proteína en los toretes asignados a las dietas con el 15 % (1.10 kg) y 30 % (1.17 kg) de cama de pollo, fueron mayores que los recomendados por el NRC (1984) para una ganancia de 1.6 kg (0.95 kg) a consecuencia de la mayor concentración de PC en estas dietas. Los toretes que consumieron la dieta con el 30 % de



cama de pollo, tuvieron un mayor consumo de energía, sin embargo, no lograron ADP mayores a los del nivel del 0 %. Una mayor ingestión de PC, provoca un gasto mayor de energía para poder excretar el exceso de N (Huntington, 1990). Es importante que no exista un exceso de PC con la finalidad de que la energía de la dieta este disponible para lograr los mayores ADP posibles.

Los precios de algunos ingredientes durante el año de 1995, tuvieron fuertes incrementos llegando a ser estos en el caso de la harinolina hasta del 88 % y en el caso del sorgo del 80 % (Cuadro 20). El costo de las raciones utilizadas fue menor a medida que se incrementó el nivel de cama de pollo, costando \$ 0.85 kg<sup>-1</sup>, \$ 0.75 kg<sup>-1</sup> y \$ 0.65 kg<sup>-1</sup> para el nivel de 0, 15 y 30 % respectivamente. Al considerar el costo del alimento necesario para incrementar un kg de peso, los cálculos muestran que es económica la sustitución de sorgo y harinolina por cama de pollo en dietas de sorgo.

Cuadro 20. Precios (\$ kg<sup>-1</sup>) de ingredientes en el Campo Experimental "El Canada" FAUANL, durante 1995

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
\$ kg <sup>-1</sup>												
H. Sangre	1.85											
Glúten de Maíz	2.45											
Harinolina			1.00	1.30		1.20	1.10	1.00	1.00	1.25	1.69	1.88
Cama de Pollo			0.24	0.24	0.28	0.35		0.30			0.30	
Urea	1.20	1.25			1.30	1.30			1.30			1.50
Sorgo	0.63	0.65	0.69	0.83	0.79	0.75	0.76	0.84	0.93	0.93	0.98	1.14
Sebo	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.60	1.60	1.60	1.80	1.80	1.80	2.00
Melaza		0.44				0.40		0.41			0.61	
Prem. Min. Vit.	4.90	4.79	5.58				5.14		5.14	5.14		5.41
Sal			0.28	0.28							0.33	
CaCO <sub>3</sub>				0.10						0.13	0.10	

Los animales que recibieron el nivel del 30 % de cama (Cuadro 18), tuvieron una CA menos favorable, pero como existe un ahorro en el costo del alimento a medida que se incrementa el nivel de cama, el costo por kg de incremento de peso fue menor ( $P < 0.05$ ) teniendo un 18.4 % de ahorro en los costos de alimentación, comparado con los animales que recibieron la ración con 0 % de cama. Los animales que recibieron el nivel

del 15 % de cama tuvieron un ahorro del 15.2 % por cada kg de peso producido. Se estimó que por cada unidad porcentual de cama de pollo que se incluye en la ración, el costo del kg de incremento de peso de los animales, se disminuye ( $P < 0.05$ ,  $r^2 = 0.35$ ) en \$ 0.03.

En el análisis del comportamiento, se encontró una variación del 4, 14 y - 1 % para las dietas del 0, 15 y 30 % de cama de pollo respectivamente, considerando los valores tabulares de la ENm y ENg del alimento (Cuadro 4). Una variación menor al 5 %, de acuerdo con Zinn (1998), indica que el comportamiento de los animales es adecuado, en relación con el aporte de nutrientes de la dieta. Esta variación puede deberse a que los animales utilizados fueron toretes y las fórmulas que se utilizan para calcular la variación, son para novillos implantados, por considerarse una práctica normal dentro de los corrales de engorda.

Los toretes no fueron implantados con la finalidad de no tener otra variable, que influyera en los resultados de la prueba, sin embargo, si los toretes se hubieran implantado se esperaría que el ADP se incrementara del 10 al 20 % y la EA del 5 al 10 % (Preston, 1990). Cabe destacar que todos los animales estuvieron en corrales semejantes y el manejo tanto del alimento como de los animales fue igual. Otra causa probable de variación es que las dietas se excedieron en PDR y en PM (Cuadro 29).

#### **4.3.2 Prueba II. Evaluación de tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo**

Inicialmente se utilizaron 13 toretes (Lote 1) con un peso aproximado a los 300 kg, los cuales estuvieron en la prueba 56 d ya que los animales terminaron la prueba de acuerdo al peso final. Posteriormente ingresaron 11 toretes (Lote 2) con un peso inicial de 200 kg, permaneciendo 84 d y por último 7 toretes (Lote 3) que comenzaron con 170 kg, y estuvieron 112 d en la prueba. En los dos primeros grupos, los animales alimentados con dietas con el 27 % de melaza fueron los que ingresaron y terminaron con mayor peso, en el tercer grupo (112 d) terminaron con mayor peso los animales con

el 9 y 18 % de melaza, aunque iniciaron con menor peso. En la Figura 6 se presenta el peso inicial promedio y cada 28 d para cada nivel de melaza.

Los datos de dos animales fueron removidos del análisis estadístico debido a que los animales estuvieron enfermos y con bajo consumo; uno de ellos estuvo asignado al tratamiento con el 18 % y el otro al de 27 % de melaza pero la enfermedad no fue atribuida a los tratamientos.

Los ADP fueron mayores en los animales más pesados, intermedios para los animales medianos y menores para los animales livianos (Figura 7). No existió diferencia ( $P > .05$ ), para los aumentos de peso por efecto de los diferentes niveles de melaza, aún corregido por peso inicial y días que permanecieron los toretes en la prueba, pero existió la tendencia que a medida que se incrementó el nivel de melaza se disminuyeron los aumentos de peso (Cuadro 21).

Los animales que recibieron dietas con el 27 % de melaza tuvieron menores incrementos de peso, probablemente porque recibieron una menor cantidad de PS y de EM (NRC, 1996), al sustituir la melaza por el sorgo (Cuadro 5). Además el CMS también se disminuyó al incrementarse el nivel de melaza de  $6.92 \text{ kg d}^{-1}$  para los toretes asignados a la dieta con el 9 % de melaza a  $6.53 \text{ kg d}^{-1}$  para los toretes asignados a la dieta con el 27 % de melaza y por consecuencia se tuvo un menor consumo de PS y EM (Cuadros 22 y 30)

Preston y Willis (1974), mencionan que un aspecto a considerarse en raciones altas en melaza y con una fuente de proteína a base de NNP, es que no se cubran los requerimientos de PM del ganado en crecimiento intensivo. Por lo tanto se necesitaría un suplemento adicional de proteína y esta debería estar como proteína sobrepasante, para evitar que sea degradada al pasar a través del rumen

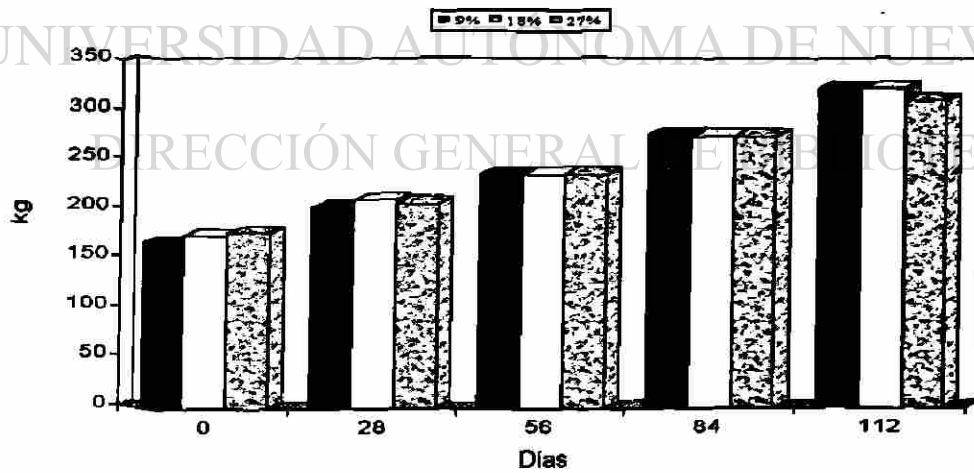
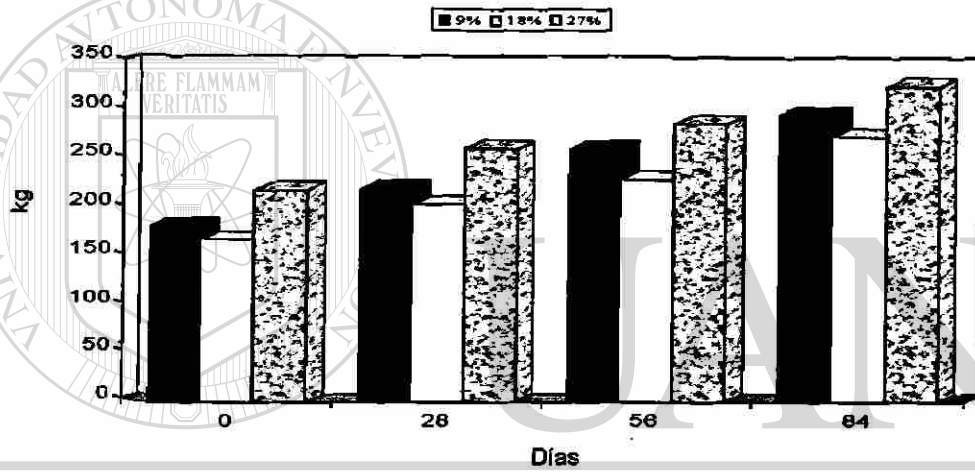
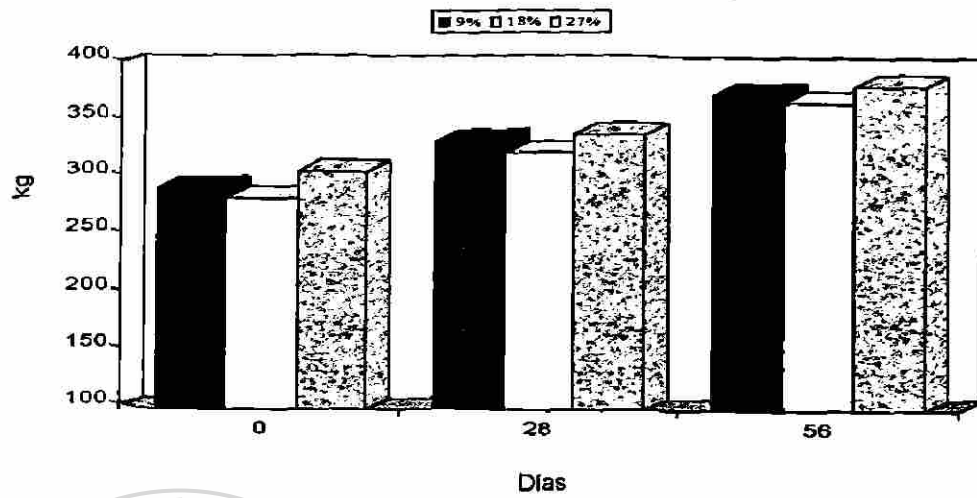


Figura 6. Peso vivo (kg) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (9, 18 y 27 %) de melaza en dietas con altos niveles (20 %) de cama de pollo

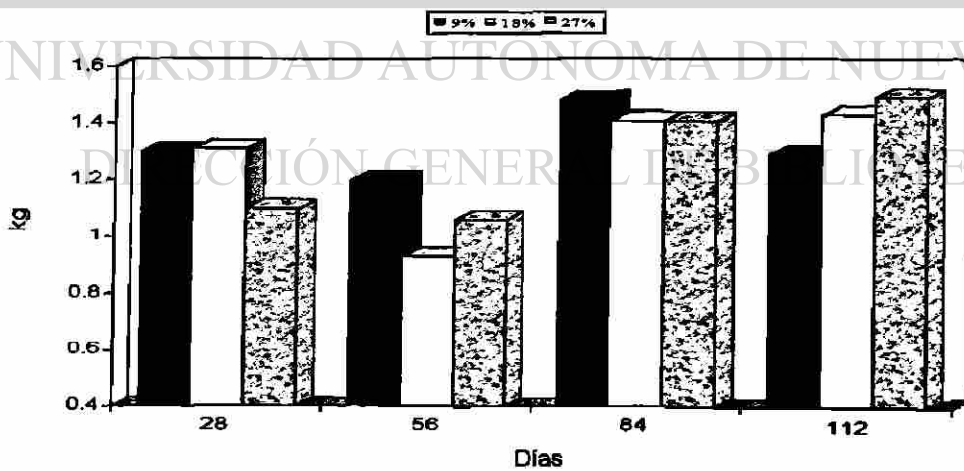
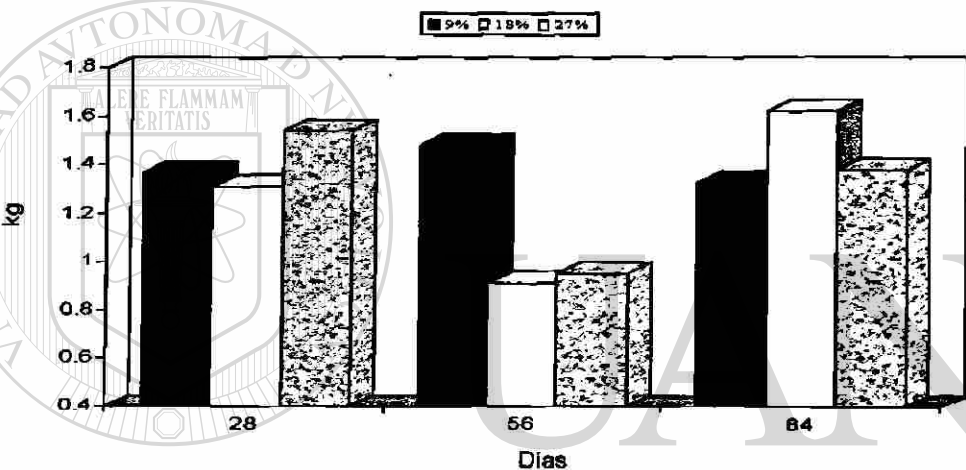
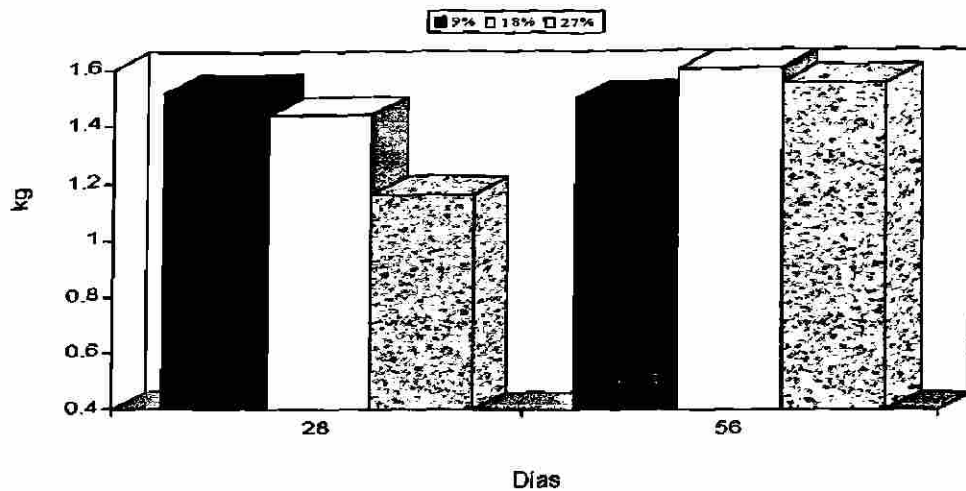


Figura 7. Aumento diario de peso (kg) de toretes Holstein alimentados con tres niveles (9, 18 y 27 %) de melaza en dietas con altos niveles (20 %) de cama de pollo

Cuadro 21. Crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo

Concepto	NIVELES			C.V.		
	9 %	18 %	27 %	%	PROB.	R <sup>2</sup>
Peso vivo (kg)						
Inicial	225.60	218.70	236.90	16.2	0.60	0.65
Final	347.60	344.30	336.60	4.7	0.32	0.90
Aumento de peso animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> (kg)	1.41	1.40	1.28	13.6	0.27	0.40
Consumo animal <sup>-1</sup> d <sup>1</sup>						
kg	7.76	7.82	7.42	8.7	0.40	0.74
MS (kg)	6.92	6.88	6.53	8.7	0.31	0.75
Proteína (kg)	0.98	0.96	0.90			
E M (Mcal)	20.62	20.23	19.26			
Conversión alimenticia en base húmeda	5.56	5.65	5.82	10.0	0.59	0.32
Conversión alimenticia en base seca	4.96	4.97	5.12	9.9	0.71	0.32
Costo kg <sup>-1</sup> de peso vivo incrementado (\$)	7.22	6.94	6.80	8.7	0.13	0.55
<b>Análisis de la variación del comportamiento</b>						
EN de la dieta (Mcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup>						
Mantenimiento	1.87	1.84	1.80			
Ganancia	1.22	1.19	1.16			
MQ (Mcal d <sup>-1</sup> ) <sup>c</sup>	5.62	5.55	5.62			
Energía retenida (Mcal d <sup>-1</sup> )	5.98	5.86	5.38			
EN observada / EN esperada de la dieta <sup>a,b</sup>						
Mantenimiento	1.00	1.00	1.00			
Ganancia	1.25	1.28	1.36			

<sup>a</sup> El peso inicial y final se redujeron un 4%, para descontar el contenido del tracto digestivo y calcular el PVV.

<sup>b</sup> Los valores de EN esperada se calcularon de los valores de EN para los ingredientes individuales (NRC, 1984).

<sup>c</sup> Constante de producción de calor de ayuno = requerimientos de EN<sub>m</sub>.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La inclusión de granos de cereal en dietas con cama de pollo debe incrementar la captura de NH<sub>3</sub> por parte de los microorganismos. Esto reduciría la absorción de NH<sub>3</sub> ruminal y la liberación de urea hepática. Sin embargo, la tasa de digestión ruminal del sorgo, el grano de cereal más común en México no es rápida (NRC, 1996) y al parecer no se sincroniza con el incremento de NH<sub>3</sub> de la degradación de la cama de pollo, en animales en pastoreo suplementados con cereales, donde el intervalo entre comidas es mayor a 4 h. (Patil et al., 1995). Con un grano de cereal más rápidamente degradable en el rumen que el sorgo, tal vez se puedan disminuir las pérdidas de NH<sub>3</sub> y aumentar la eficiencia del metabolismo del N (Patil et al., 1995).

Cuadro 22. Análisis de laboratorio (base seca) de las raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de toretes alimentados con tres niveles de melaza (Prueba II)

Concepto		NIVEL DE MELAZA		
		9 %	18 %	27 %
Materia seca (MS)	(%)	89.27	88.05	88.08
Materia orgánica (MO)	(%)	92.61	91.64	91.24
Proteína cruda	(%)	14.14	13.90	13.77
Fibra neutro detergente	(%)	23.57	23.58	21.76
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS	(%)	85.64	85.56	86.19
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MO	(%)	90.50	90.30	90.96
Energía metabolizable <sup>1</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	2.98	2.94	2.95
Energía neta de mantenimiento <sup>2</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	2.02	1.99	1.99
Energía neta de ganancia <sup>2</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.36	1.33	1.34

<sup>1</sup> Se determinó según la fórmula de McDonald et al. (1988).

<sup>2</sup> Se calculó con la fórmula de Garret (1980).

Estudios previos de dietas con melaza (Scott, 1953, citado por Yan et al., 1997; Morales et al., 1989) han demostrado igual o mejor comportamiento animal en comparación con los granos de cereal cuando se alimenta en cantidades moderadas (aproximadamente un 10 % de la dieta en base a MS). La inclusión de melaza a estos niveles debe incrementar la captura por parte de los microorganismos del NH<sub>3</sub> liberado por la degradación de los compuestos nitrogenados en la cama de pollo, al tener una tasa de digestión más rápida que el sorgo (NRC, 1996) y poder sincronizarse con el incremento de NH<sub>3</sub> de la degradación de la cama de pollo. De esta manera se incrementa la eficiencia del metabolismo del nitrógeno (Patil et al., 1995).

Kalachnyuk et al. (1984) reportan cambios en la concentración de NH<sub>3</sub> en el rumen (especialmente durante la primera media hora después de iniciar la alimentación). Estos cambios están inversamente relacionados con la cantidad de melaza en la dieta, en dietas conteniendo canola, soya y cama de pollo y urea. En el período de adaptación la concentración de NH<sub>3</sub> disminuyó, sin embargo cuando se proporcionó la dieta de prueba, la concentración de NH<sub>3</sub> aumentó. La disminución de los valores de NH<sub>3</sub> fue más rápida, cuando la mezcla de alimentos contenía carbohidratos fácilmente utilizables.

Esto, hizo posible utilizar cama de pollo junto con urea para sustituir del 15 al 20 % del grano en la dieta para animales jóvenes.

Sin embargo, se ha sugerido que niveles altos de melaza en la dieta pueden ocasionar un menor comportamiento animal (Yan et al., 1997), al presentarse un menor pH rumial en comparación con el almidón (El Khidir y Vestergaard, 1982), ocasionando una menor eficiencia de conversión de NNP de la dieta a proteína microbiana (Oldham et al., 1977, citado por Yan et al., 1997), ya que al bajar el pH disminuye la tasa de crecimiento y el rendimiento de la proteína microbiana (Russel et al., 1979; Strobel y Russell, 1986, citados por Khalili, 1993). También puede disminuir la absorción del  $\text{NH}_3$  (Siddons et al., 1985). En los resultados de la evaluación con el modelo del NRC, (1996), se observó una ligera disminución del pH ruminal de 5.93 con el 9 % de melaza a 5.90 con el 27 % (Cuadro 30).

Otro efecto negativo de los altos niveles de melaza en la ración es la mayor proporción de butirato y menor de propionato del total de AGV's producidos en el rumen (El Khidir y Vestergaard, 1982). Una producción excesiva de butirato resulta en una baja eficiencia en la utilización de la energía a nivel tisular (Moloney et al., 1994).

Niveles muy bajos de propionato pueden ocasionar una reducción en la disponibilidad de glucosa y como es esencial para el metabolismo del cerebro, pueden presentarse desórdenes en el sistema nervioso central (Lora et al., 1978).

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En sistemas de producción donde las dietas son a base de granos de cereales, cantidades importantes de almidón escapan a la fermentación ruminal para digerirse y absorberse como glucosa en el tracto gastrointestinal posterior (Amstrong y Smithard, 1979, citados por Nagy y Leng, 1980). En dietas basadas en melaza, muy poca o ningún azúcar escapa a la fermentación ruminal y en tal caso el animal depende totalmente de la gluconeogénesis para el suministro de la glucosa (Nagy y Leng, 1980).

Al incrementar el nivel de melaza en la dieta, se disminuyó el porcentaje de proteína, a consecuencia del bajo contenido de PC de la melaza. También se disminuyó la concentración de MO así como de NDF (Cuadro 22). Con los resultados de los



análisis de laboratorio (Cuadro 22) se calcularon valores mayores aproximadamente en un 5 % para EM, ENm y ENg, en comparación con el análisis calculado (Cuadro 5). Al igual que en la prueba I, los valores que se tomaron de la base de datos del NRC (1984) subestimaron la cantidad de energía de los ingredientes utilizados en las dietas o las fórmulas de McDonald et al. (1988) y Garret (1980) sobrestiman los valores de la energía.

Se presentó una tendencia que a medida que se incrementó el nivel de melaza se disminuyó el consumo de materia seca (Cuadro 21). Los animales que iniciaron con mayor peso y con un peso intermedio y que fueron alimentados con dietas del 27 % de melaza tuvieron un CMS mayor. Sin embargo los animales que iniciaron con un peso más bajo tuvieron un consumo menor, con respecto a los alimentados con dietas con el 9 y 18 % de melaza (Figura 8).

Las dietas con altos niveles de melaza están caracterizadas por presentar, altos niveles de ácido butírico y bajos niveles de ácido propiónico en el rumen. Cuando se presenta esta situación el consumo podría disminuir y bajar la eficiencia de utilización de la energía para ganancia de peso. La adición de una fuente de almidón a este tipo de dietas, incrementa los niveles de ácido propiónico, mejorando el CMS, ADP y CA (Preston y Willis, 1974).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

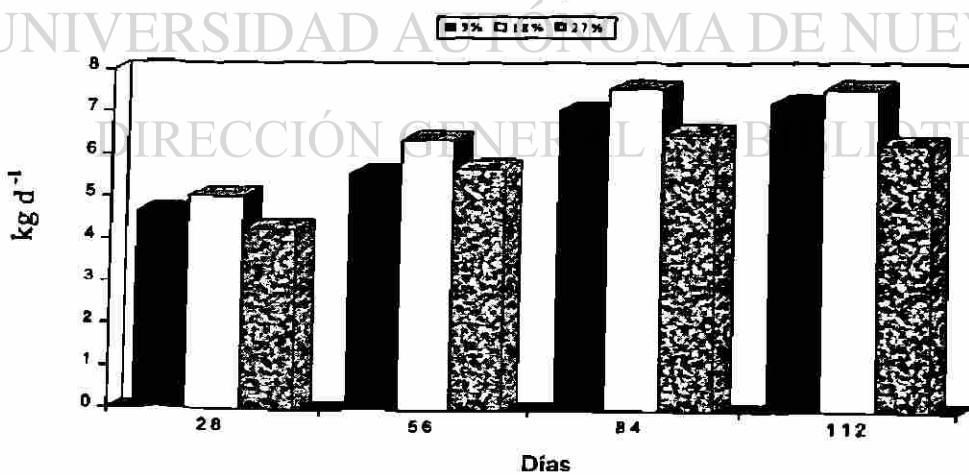
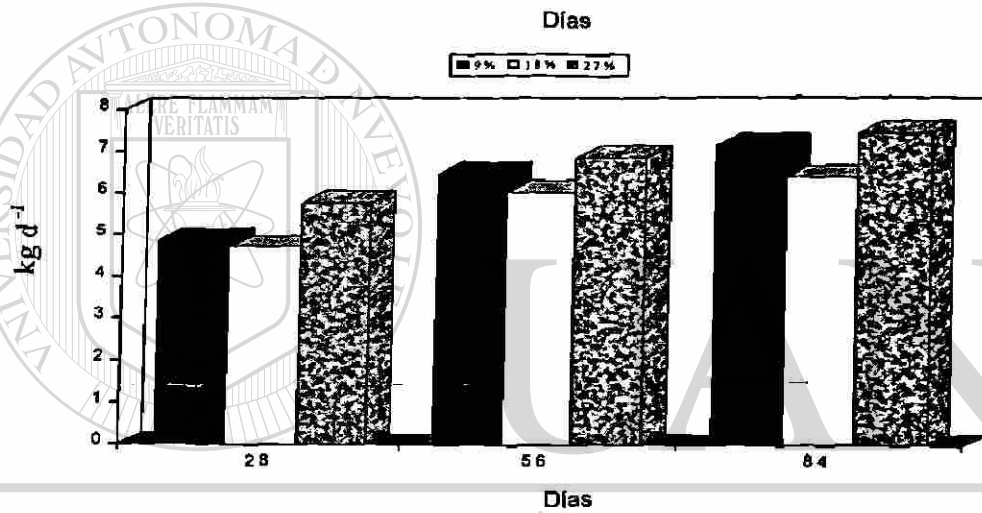
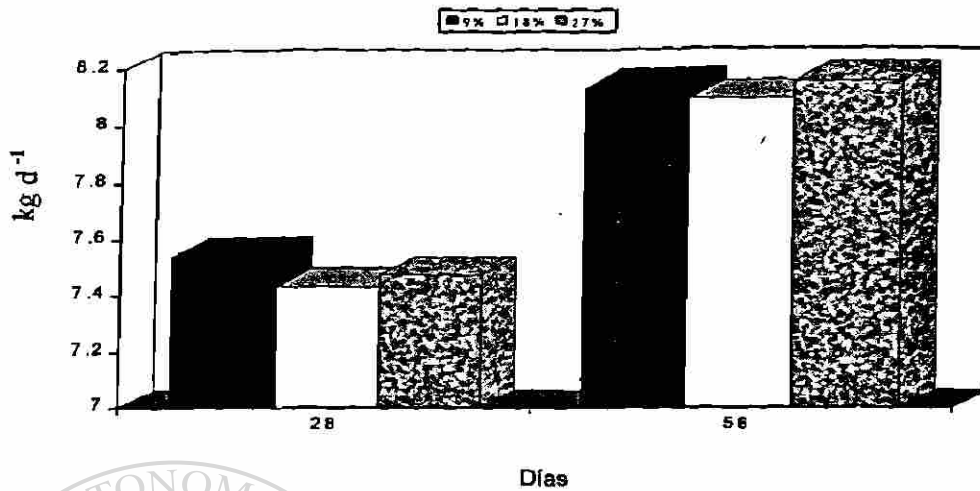


Figura 8. Consumo de alimento ( $\text{kg d}^{-1}$ ) en toretes Holstein alimentados con tres niveles (9, 18 y 27 %) de melaza en dietas con altos niveles (20 %) de cama de pollo

Los CMS en el presente experimento fueron menores (6.92, 6.88 y 6.53 kg) a los reportados por el NRC (1984) (7.64, 7.54 y 7.55 kg) para una ganancia de 1.41, 1.40 y 1.28 kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y con un peso vivo promedio de 286.6, 281.5 y 286.7 kg para los niveles de 9, 18 y 27 % de melaza, respectivamente. El consumo de EM fue mayor (20.62, 20.23 y 19.26 Mcal d<sup>-1</sup> vs 20.16, 19.90 y 19.25 Mcal d<sup>-1</sup>) así como el consumo de energía neta de ganancia (5.98, 5.86 y 5.38 Mcal d<sup>-1</sup>) vs. 4.96, 4.90 y 4.93 Mcal d<sup>-1</sup>). Los consumos de proteína fueron menores o iguales a los recomendados por el NRC (1984) (0.98, 0.96 y 0.90 kg. vs. 0.89, 0.96 y 0.89 kg)

La CA fue menos favorable para los animales con el 27 % de melaza y que ingresaron con un peso alto o intermedio. La CA mejoró en los animales que ingresaron con un peso bajo (Figura 9) porque tuvieron menores CMS y mayores ganancias de peso. No se encontró efecto ( $P > 0.05$ ) para la CA, siendo los resultados muy aproximados a los encontrados por Zinn (1993) cuando obtuvo una ganancia de 1.42 kg d<sup>-1</sup>, un consumo de 7.50 kg de MS d<sup>-1</sup> y una conversión de 5.30, utilizando dietas con el 8 % de melaza.

El costo de las raciones fue disminuyendo a medida que se incrementó el nivel de melaza, costando \$1.30, \$1.23 y \$1.17 para los niveles de 9, 18 y 27 % de melaza, respectivamente (Cuadro 5). El costo de las raciones fue mayor que en la prueba I por el incremento de precios que se presentaron durante 1996 (Cuadros 20 y 23). El costo por kg de aumento fue menor para los animales que recibieron el nivel del 27 % de melaza, teniendo un 6 % de ahorro en los costos de alimentación, comparado con los animales que recibieron la ración del 9 % de melaza. En cambio con animales que recibieron el nivel del 18 % de melaza, se redujo el costo solamente en un 4 % por cada kg de peso producido.

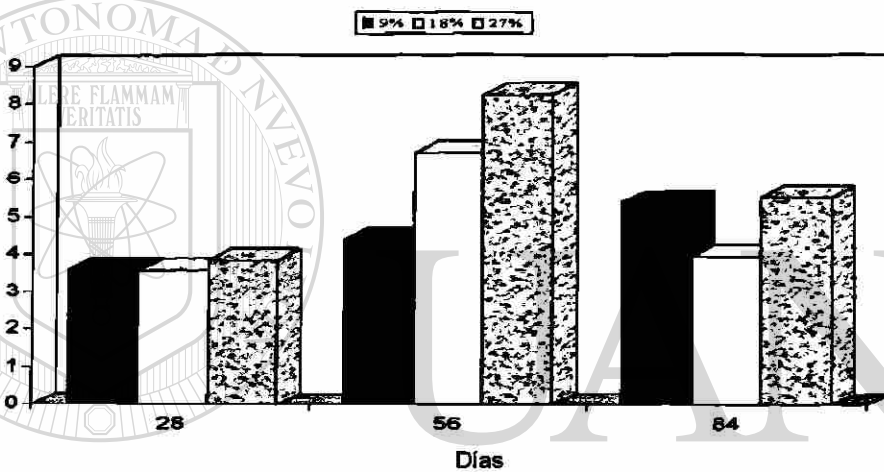
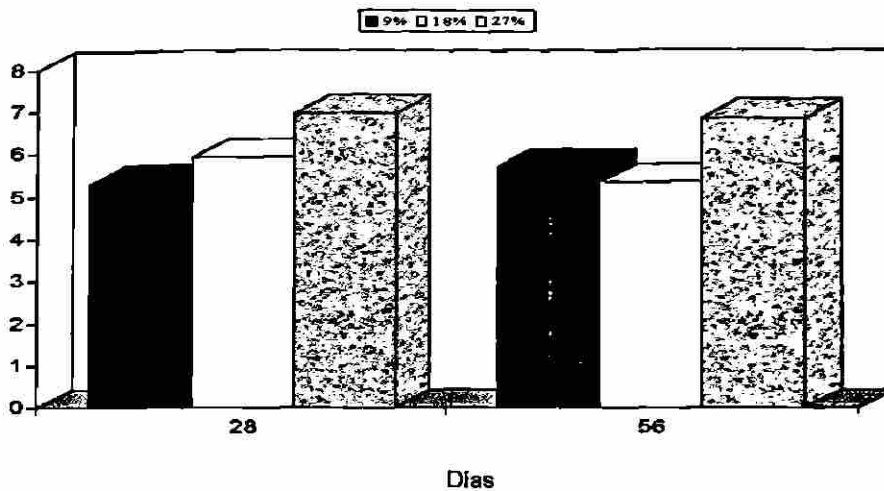


Figura 9. Conversión alimenticia en toretes Holstein alimentados con tres niveles (9, 18 y 27 %) de melaza en dietas con altos niveles (20 %) de cama de pollo

Cuadro 23. Precios (\$ kg<sup>-1</sup>) de ingredientes en el Campo Experimental "El Canada" FAUANL, durante 1996

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	----- \$/kg -----											
Harinolina	2.05	2.06	2.07	2.24	2.26	2.30	2.34	2.01	1.94	1.95	1.99	1.97
Cama de Pollo		0.30	0.34		0.60	0.60			0.55	0.50		
Urea		2.10					2.10		2.10			2.10
Sorgo	1.15	1.31	1.40	1.60	1.68	1.62	1.41	1.39	1.31	1.27	1.23	1.13
Sebo	2.00	2.00	2.25	2.25	2.25	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Melaza					0.92		0.92					
Prem. Min. Vit.		6.17		6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17
Sal		1.05					0.45			1.25		
CaCO <sub>3</sub>		0.13	0.13				0.13					

Estos resultados van a depender de la relación del costo sorgo : melaza, ya que al costar la melaza el 75 % del valor del sorgo no existe diferencia en el costo del kg de PV incrementado. Por lo tanto cuando la melaza tiene un precio mayor al 75 % del precio del sorgo, el efecto sobre los costos sería negativo y viceversa. Lo anterior es tomando únicamente los costos de alimentación. Sin embargo, se debe considerar el costo por incrementarse el período de engorda para poder alcanzar el peso deseado, debido a la disminución en los ADP cuando se utilizan altos niveles de melaza.

Un costo importante lo constituyen los intereses de financiamiento del capital invertido. Los animales alimentados con el 27 % de melaza necesitan 7 días más para alcanzar el mismo peso que los animales alimentados con dietas con el 9 y 18 % de melaza. Considerando a un becerro de 225 kg con un precio de \$ 10.00 kg<sup>-1</sup>, el costo de compra del becerro es de \$2250.00. Si el objetivo es tener un incremento de peso de 100 kg con la dieta del 27 %, el costo por concepto de alimentación es de \$ 680.00, por lo tanto el costo del becerro más la alimentación es de \$ 2930.00. Con una tasa de interés del 30 % se tendría un costo de \$ 17.10 por permanecer 7 días más en las instalaciones, dando un costo total de \$ 2947.10. Los costos de los toretes asignados a la dieta con el 9 % de melaza tuvieron un saldo a favor de \$ 25.70 animal<sup>-1</sup>, en comparación con los animales alimentados con la dieta del 27 % de melaza. Al comparar los animales alimentados con el 9 % y 18 % de melaza se presenta un ahorro de \$ 27.80 animal<sup>-1</sup> a favor de la dieta del 18 % de melaza. Sin embargo, cuando se comparan los costos de los

animales asignados a las dietas del 18 y 27 % de melaza se obtuvo un saldo a favor (\$ 2.10 animal<sup>-1</sup>) de los animales alimentados con el 18 % de melaza, a pesar que tuvieron un costo mayor en la alimentación, con respecto a los que recibieron el 27 % de melaza, ya que saldrían 7 días antes de la engorda (Cuadro 24).

En el análisis de comportamiento del ganado (Zinn, 1998) se encontró una variación superior al 25 % considerando los valores tabulares de la ENm y ENg del alimento (Cuadro 5). Sin embargo cuando se realizó el análisis tomando los valores de ENm y ENg a partir de la DIVMO (Cuadro 22) se encontró una variación menor al 5 %, por lo que de acuerdo con Zinn (1998) el comportamiento de los animales es adecuado, en relación con el aporte de nutrientes de la dieta.

**Cuadro 24. Costos de producción de toretes Holstein alimentados con tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo**

Parámetros	NIVEL DE MELAZA		
	9 %	18 %	27 %
Peso inicial del becerro (kg)	225	225	225
Peso final del becerro (kg)	325	325	325
Incremento de peso (kg)	100	100	100
Días en la engorda	71	71	78
Costo de la ración (\$)	1.30	1.23	1.17
Aumento diario de peso (kg)	1.41	1.40	1.28
Conversión alimenticia	5.56	5.65	5.82
Costo kg <sup>-1</sup> de peso vivo incrementado (\$)	7.22	6.94	6.80
Costo de la alimentación (\$)	722.80	695.00	681.00
Costo del becerro + alimentación (\$)	2972.80	2945.00	2930.00
Costo extra de los intereses (\$)¹	-----	-----	17.10
Costo total (\$)	2972.80	2945.00	2947.10

#### 4.3.3 Prueba III. Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína

Los resultados de este trabajo son presentados en forma independiente para los novillos Charolais (Cuadro 25) y toretes Holstein (Cuadro 27) y posteriormente se presentan los resultados cuando los datos de los novillos Charolais y toretes Holstein fueron analizados juntos (Cuadro 28).

#### 4.3.3.1 Novillos Charolais

Los novillos asignados a la dieta con harinolina comenzaron y terminaron la prueba con menor peso (Figura 10), presentando mayores incrementos de peso en el primer período de 28 d (Figura 11). Los animales que recibieron urea tuvieron ADP de  $1.20 \text{ kg d}^{-1}$ , un 6.5 % más, con respecto a los novillos que se suplementaron con harinolina ( $1.12 \text{ kg d}^{-1}$ ) y un 2.5 % más que los que recibieron glúten de maíz + harina de sangre, los cuales tuvieron ADP de  $1.17 \text{ kg d}^{-1}$  (Cuadro 25).

Los resultados presentados en el Cuadro 25 corresponden a 22 novillos Charolais. No se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) para CMS, ADP y CA. Los animales suplementados con harinolina consumieron  $7.72 \text{ kg d}^{-1}$ , representando un 2.5 % menos que los novillos suplementados con urea, los cuales tuvieron un consumo de  $7.90 \text{ kg d}^{-1}$  y un consumo similar a los suplementados con glúten de maíz + harina de sangre ( $7.77 \text{ kg d}^{-1}$ ). El consumo en los dos primeros períodos de 28 d fue mayor para los animales con dietas con glúten de maíz + harina de sangre, seguidos por los novillos suplementados con harinolina y por último los que recibieron urea. En el tercer período los animales suplementados con urea tuvieron un mayor consumo (Figura 12).

La mejor CA durante los primeros 28 d la presentaron los novillos asignados a las dietas con harinolina y glúten de maíz + harina de sangre. En el segundo período la CA tendió a ser menos favorable en los novillos asignados a la dieta con harinolina. En el tercer período la CA mejoró para los novillos suplementados con harinolina y la CA menos favorable la presentaron los novillos asignados a la dieta con glúten de maíz + harina de sangre (Figura 13). En general los novillos que consumieron dietas que contenían glúten de maíz + harina de sangre tendieron a ser más eficientes (6.16) en comparación con los animales que recibieron urea (6.74) o harinolina (7.00).

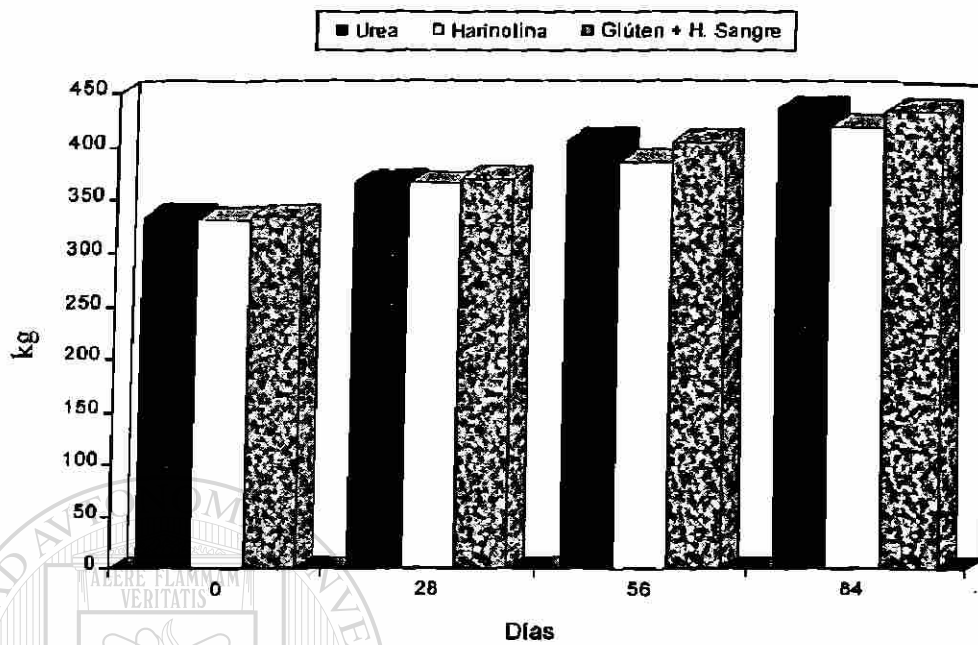


Figura 10. Peso vivo (kg) de novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína

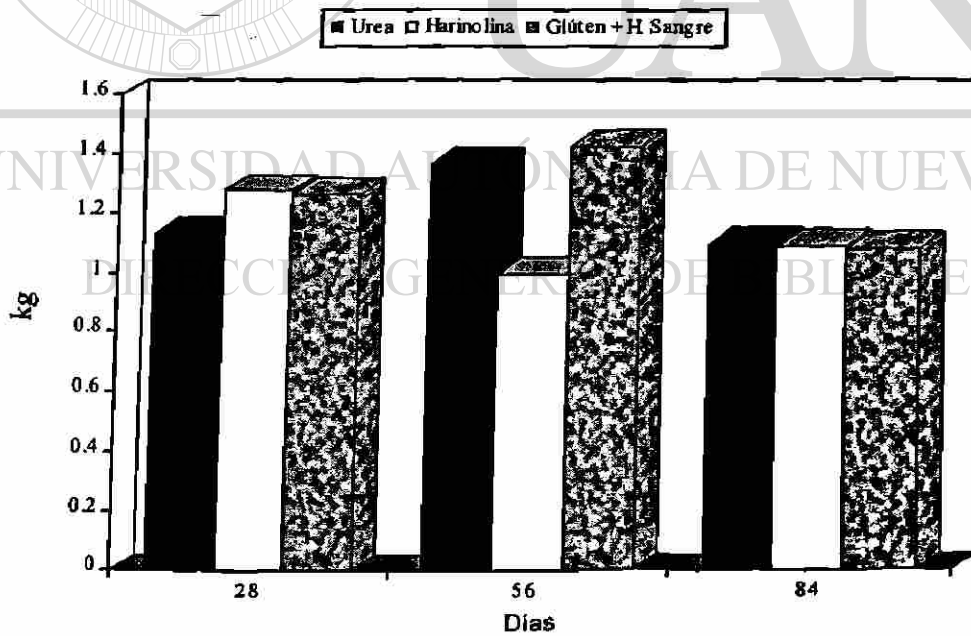


Figura 11. Aumento diario de peso (kg) de novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína



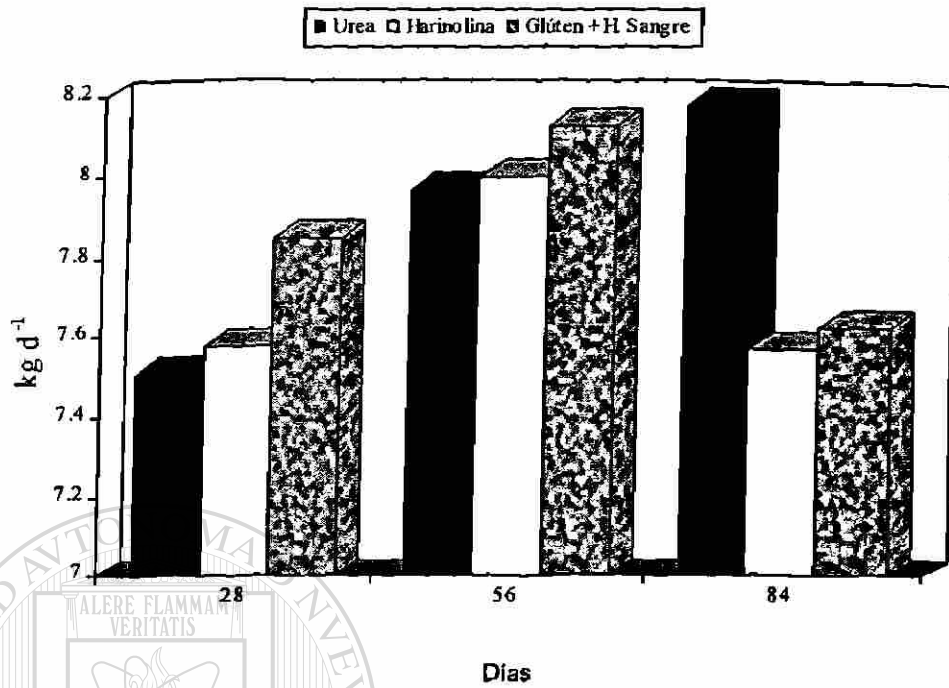


Figura 12. Consumo de alimento (kg d<sup>-1</sup>) en novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína

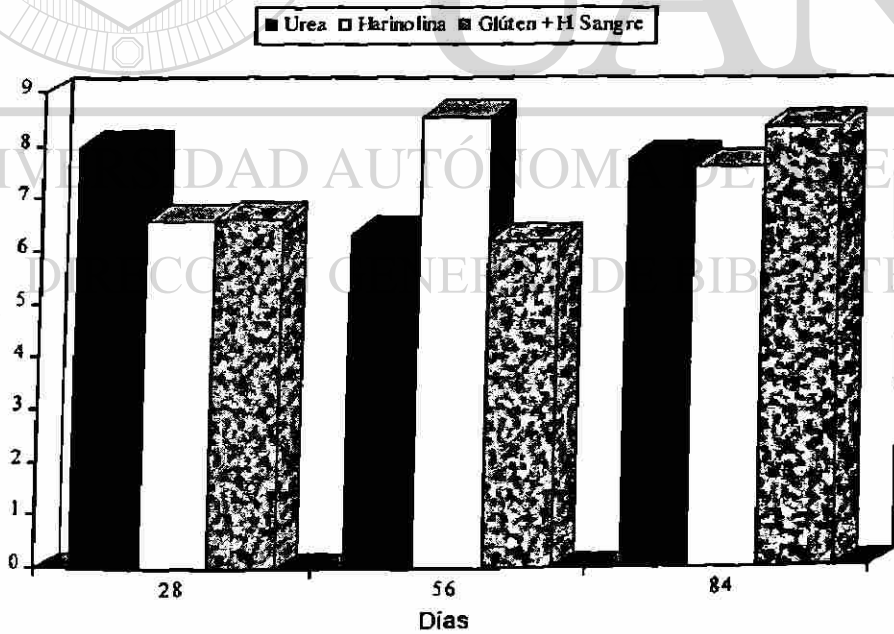


Figura 13. Conversión alimenticia en novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína

La CA menos favorable se presentó en el grupo alimentado con harinolina (Cuadro 25), la cual se puede deber al menor porcentaje de DIVMO de esta dieta (Cuadro 26). Osman et al., (1997) encontraron que a medida que se incrementa el porcentaje de digestibilidad *in vitro* o *in vivo* de la proteína de 72 a 73.9 % y de la fibra de 46.2 a 68.1 %, se mejora la CA de 7.6 a 5 en ovinos alimentados con dietas con el 10 % de cama de pollo.

Cuadro 25. Crecimiento de novillos Charolais alimentados con tres fuentes de proteína

Concepto	FUENTES			C.V	PROB.	R <sup>2</sup>
	Urea	Harinolina	Glúten + H. Sangre			
Peso vivo (kg)						
Inicial	334.80	330.60	333.80	8.4	0.92	0.01
Final	433.00	422.20	432.40	4.2	0.46	0.82
Aumento de peso animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> (kg)	1.20	1.12	1.17	16.8	0.78	0.22
Consumo animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>						
MS (kg)	7.90	7.72	7.77	15.5	0.96	0.20
g MS kg <sup>-1</sup> de PV <sup>0.75</sup>	104	99	104	14.9	0.79	0.03
Proteína (kg)	1.17	1.20	1.19			
E M (Mcal)	23.38	22.31	23.31			
Conversión alimenticia	6.74	7.00	6.16	24.4	0.63	0.06
Costo kg <sup>-1</sup> de peso vivo incrementado (\$)	8.69	9.48	8.80	17.9	0.60	0.06
Análisis de la variación del comportamiento						
EN de la dieta (Mcal kg <sup>-1</sup> )						
Mantenimiento	1.88	1.88	1.89			
Ganancia	1.23	1.23	1.23			
MQ (Mcal d <sup>-1</sup> ) <sup>c</sup>	6.87	6.77	6.86			
Energía retenida (Mcal d <sup>-1</sup> )	5.42	4.96	5.27			
EN observada / EN esperada de la dieta <sup>1,2</sup>						
Mantenimiento	1.00	1.00	1.00			
Ganancia	1.04	0.98	1.03			

<sup>1</sup> El peso inicial y final se redujeron un 4 %, para descontar el contenido del tracto digestivo y calcular el peso vivo vacío.

<sup>2</sup> Los valores de EN esperada se calcularon de los valores de EN para los ingredientes individuales (NRC, 1984).

<sup>c</sup> Constante de producción de calor de ayuno = requerimientos de ENm.

Las dietas difirieron en el contenido de PDR y PS según la fuente de proteína utilizada (Cuadro 6). En base al consumo, la PDR disponible para los novillos que se suplementaron con urea fue de 789 g d<sup>-1</sup>, para los novillos asignados a la dieta con harinolina fue de 708 g d<sup>-1</sup> y para los novillos que recibieron la dieta que contenía glúten de maíz + harina de sangre fue de 676 g d<sup>-1</sup>, los requerimientos fueron de 626, 621 y 621 g d<sup>-1</sup> respectivamente, por lo tanto los novillos asignados a los diferentes tratamientos tuvieron excedentes en PDR (Cuadro 31).

Cuadro 26. Análisis de laboratorio (base seca) de las raciones utilizadas en la evaluación del crecimiento de bovinos machos alimentados con tres fuentes de proteína (Prueba III)

Concepto		FUENTES		
		Urea	Harinolina	Glúten + H. Sangre
Materia seca (MS)	(%)	86.38	86.84	86.70
Materia orgánica (MO)	(%)	90.94	90.70	90.96
Proteína cruda	(%)	14.83	15.60	15.35
Fibra neutro detergente	(%)	18.27	19.71	19.26
Fibra ácido detergente	(%)	11.71	11.62	11.78
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS	(%)	86.15	84.73	87.26
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MO	(%)	91.36	89.69	92.58
Energía metabolizable <sup>1</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	2.96	2.89	3.00
Energía neta de mantenimiento <sup>2</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.99	1.94	2.03
Energía neta de ganancia <sup>2</sup>	(Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.34	1.30	1.37

<sup>1</sup> Se determinó según la fórmula de McDonald et al. (1988).

<sup>2</sup> Se calculó con la fórmula de Garret (1980).

Dietas conteniendo un exceso de N degradable en rumen son consideradas indeseables porque podría no mejorar el comportamiento animal y el exceso de N es excretado en la orina, resultando en pérdidas netas de N (Shain et al., 1998) y es potencialmente un problema para el medio ambiente (Diman y Satter, 1997; Shain et al., 1998).

Sindt et al. (1993) estudiaron la respuesta de becerros en finalización (275 kg) alimentados con dietas a base de maíz y suplementados con PS. Los becerros respondieron a la PS durante los primeros 41 días, sin embargo, no se encontró efecto

debido a la PS cuando se analizó el período de alimentación completo (199 d). Basados en estos datos, se puede concluir que los requerimientos de aminoácidos metabolizables del ganado en finalización fueron reunidos por la proteína microbiana y la PS en el maíz.

La proteína microbiana puede aportar desde el 40 % (Dhiman y Satter, 1997) hasta el total de la PM requerida por el ganado de carne. Cuando la proteína microbiana no es suficiente, la única vía para suministrar la proteína adicional es con PS. La PDR proporciona  $\text{NH}_3$  el cual puede ser suministrado en una forma más económica, por medio de una fuente de NNP (urea, cama de pollo etc.). Muchas especies de bacterias ruminales son capaces de utilizar  $\text{NH}_3$  para su crecimiento, pero algunas requieren péptidos y aminoácidos (Argyle y Baldwin, 1989).

Los novillos Charolais asignados a la dieta, donde la fuente de proteína fue urea y glúten de maíz + harina de sangre tuvieron un consumo de 104 g / kg de  $\text{PV}^{0.75}$  y de 99 g  $\text{kg}^{-1}$  de  $\text{PV}^{0.75}$ , cuando se utilizó harinolina, como fuente proteica. Holzer et al. (1986) reportaron un consumo de 112.4 g  $\text{kg}^{-1}$  de  $\text{PV}^{0.75}$  con una dieta que contenía el 25 % de cama de pollo con baja energía y de 119.4 g cuando utilizaron una dieta con el 20 % de cama de pollo y con alta energía.

El costo de las raciones fue muy similar, \$ 1.13 cuando se utilizó urea y de \$ 1.16 con harinolina y glúten de maíz + harina de sangre. No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el costo de alimentación por kg de aumento de peso. El costo por kg de aumento fue menor ( $P < 0.06$ ) para los animales que recibieron la dieta con urea, teniendo un 8.33% de ahorro en los costos de alimentación, comparado con los animales que recibieron la ración de harinolina, en cambio con animales que recibieron glúten de maíz + harina de sangre, disminuyeron el costo en un 7.17 %.

Usando urea para suministrar N degradable para las bacterias ruminales es más económico que usar una proteína natural como la harina de soya (Shain et al., 1998). La utilidad está limitada a incrementar la digestión de la MO para que se incremente el suministro de PM (Zinn, 1996). Plegge et al. (1983) han demostrado que no hay diferencias en el CMS, ADP ó en la CA en ganado de un año, alimentado con dietas de

finalización conteniendo urea u otra fuente de proteína natural como suplemento, aunque la urea no provee aminoácidos suplementales.

Las dietas utilizadas en este trabajo fueron altas en proteína para poder utilizar el 15 % de cama de pollo y además poder utilizar diferentes fuentes de proteína; esto ocasionó que los consumos de proteína fueron mayores a los recomendados por el NRC (1984) (1.17, 1.20 y 1.19 vs. 0.93, 0.90 y 0.92 kg d<sup>-1</sup>) para los novillos suplementados con urea, harinolina y gluten de maíz + harina de sangre, respectivamente. Sin embargo, el consumo de energía metabolizable fue menor (21.41, 20.99 y 21.21 Mcal d<sup>-1</sup> vs. 22.23, 21.40 y 22.01 Mcal d<sup>-1</sup>), en comparación con lo recomendado por el NRC (1984).

En el análisis de la variación del comportamiento se encontró una desviación del 4, - 2 y 3 % para las dietas con urea, harinolina y gluten de maíz + harina de sangre respectivamente (Cuadro 25). La alternativa para corregir este desbalance en las dietas sería retirar la urea y reducir la cantidad de cama de pollo en las dietas de los novillos Charolais ya que tienen excedente de PDR (Cuadro 31).

Zinn (1988) realizó una prueba en novillos Holstein con un peso inicial de 163 kg y finalizando con un peso de 267 kg, utilizó 4 niveles de PC (12.50, 13.67, 14.84 y 16 %) y 2.18 Mcal kg<sup>-1</sup> de ENm y 1.48 Mcal kg<sup>-1</sup> de ENg para los 4 niveles de proteína. Sin embargo, no se observaron diferencias ( $P > 0.20$ ) en ADP, CMS y conversión alimenticia.

#### 4.3.3.2 Toretas Holstein

Los resultados presentados en el Cuadro 27 corresponden a 20 toretas Holstein. No se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) para ADP, CMS y CA. Los animales suplementados con harinolina tendieron a consumir un 7.32 % más que los alimentados con urea y 5.89 % más con respecto a los que consumieron gluten de maíz + harina de

sangre. El consumo entre los toretes suplementados con urea y glúten de maíz + harina de sangre fue similar (6.45 vs 6.55 kg d<sup>-1</sup>).

Los pesos inicial y final de los toretes Holstein suplementados con urea fueron menores que los que recibieron harinolina y glúten de maíz + harina de sangre (Figura 14). Los ADP fueron mayores para los toretes suplementados con urea (1.27 kg d<sup>-1</sup>). Los toretes suplementados con harinolina y glúten de maíz + harina de sangre tuvieron ADP muy similares (1.14 vs 1.16 kg d<sup>-1</sup>). Los toretes suplementados con urea en el último período de 28 d tuvieron los mayores aumentos de peso (Figura 15) y el menor consumo de alimento (Figura 16).

Los toretes que consumieron dietas con urea fueron más eficientes seguidos por los que se suplementaron con glúten + harina de sangre y por último los que consumieron dietas con harinolina (Cuadro 27). Los toretes suplementados con urea en el primer período de 28 días tuvieron la CA menos eficiente (Figura 17). La baja eficiencia en la CA del grupo alimentado con harinolina pudo haber sido por el menor porcentaje de DIVMO (Cuadro 26). Osman et al., (1997) encontraron que a medida que se incrementa el porcentaje de digestibilidad *in vitro* o *in vivo* de la proteína y de la fibra, se mejora la CA.

En los análisis de laboratorio se encontraron valores superiores de PC con respecto al análisis calculado, de un 11.4 % en la dieta donde se utilizó como fuente de proteína la urea, de un 17.2 % donde se incorporó harinolina y de un 14.1 % donde se utilizó glúten + harina de sangre. La EM también resultó mayor en los análisis de laboratorio, en un 4.6 % para la dieta con urea, en un 2.1 % para la dieta con harinolina y en un 5.6 % para la dieta con glúten + harina de sangre. En estos análisis la dieta donde se utilizó harinolina resultó con el porcentaje más alto de PC y más bajo de EM (Cuadro 26).

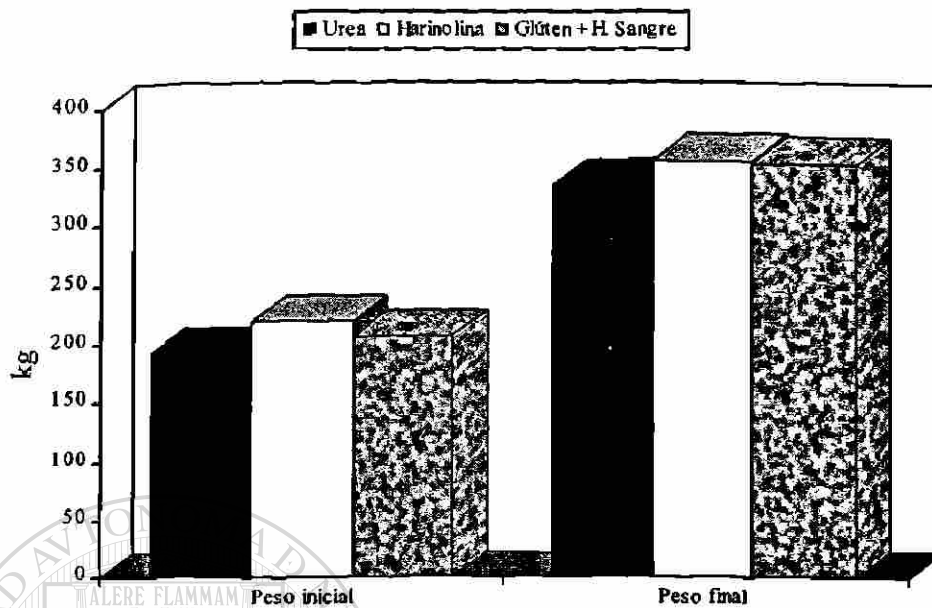


Figura 14. Peso vivo (kg) de toretes Holstein alimentados con tres de fuentes de proteína

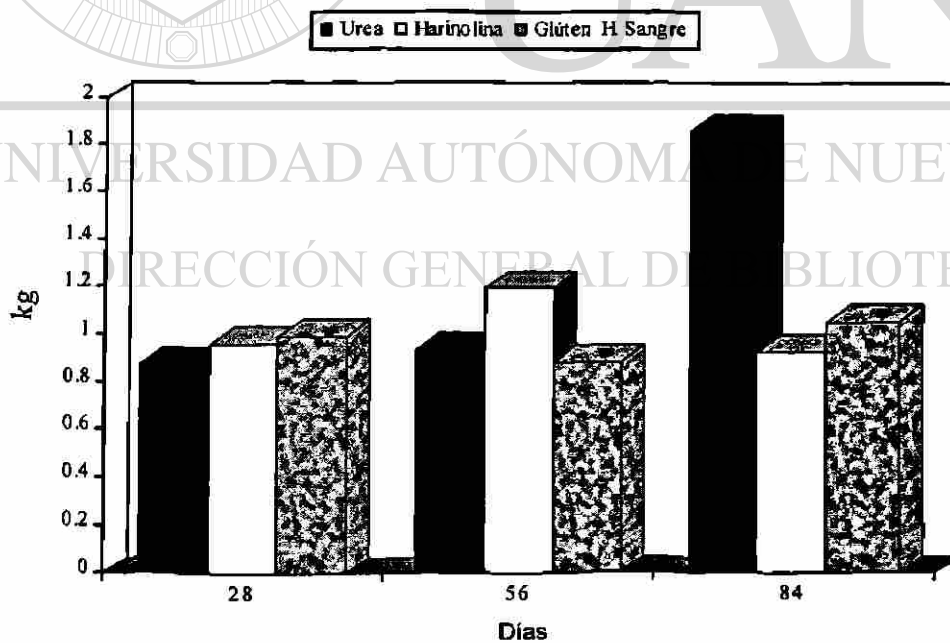


Figura 15. Aumento diario de peso (kg) de toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína

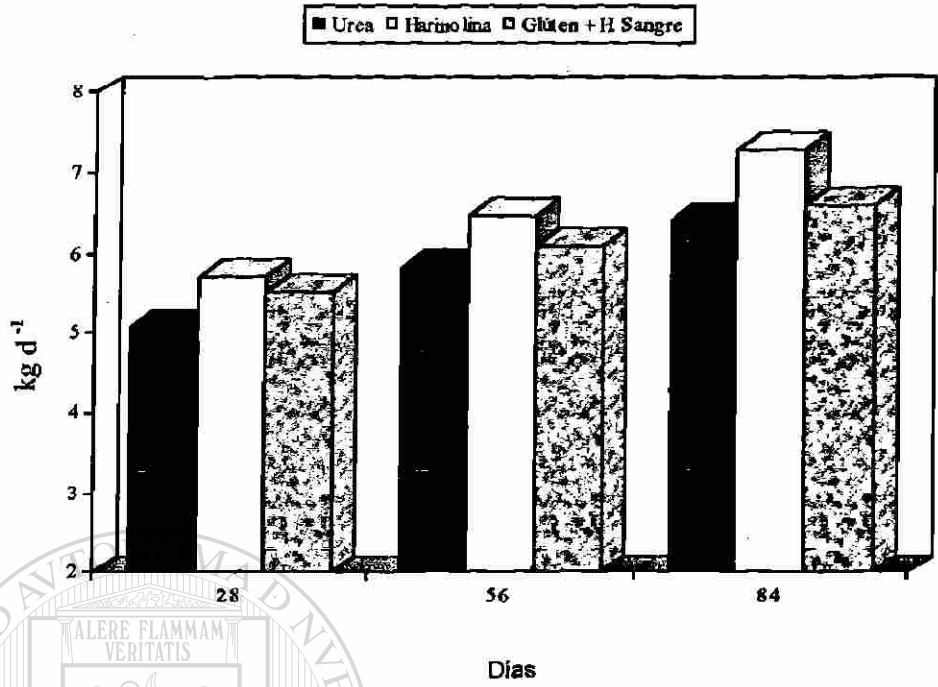


Figura 16. Consumo de alimento (kg d<sup>-1</sup>) en toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína

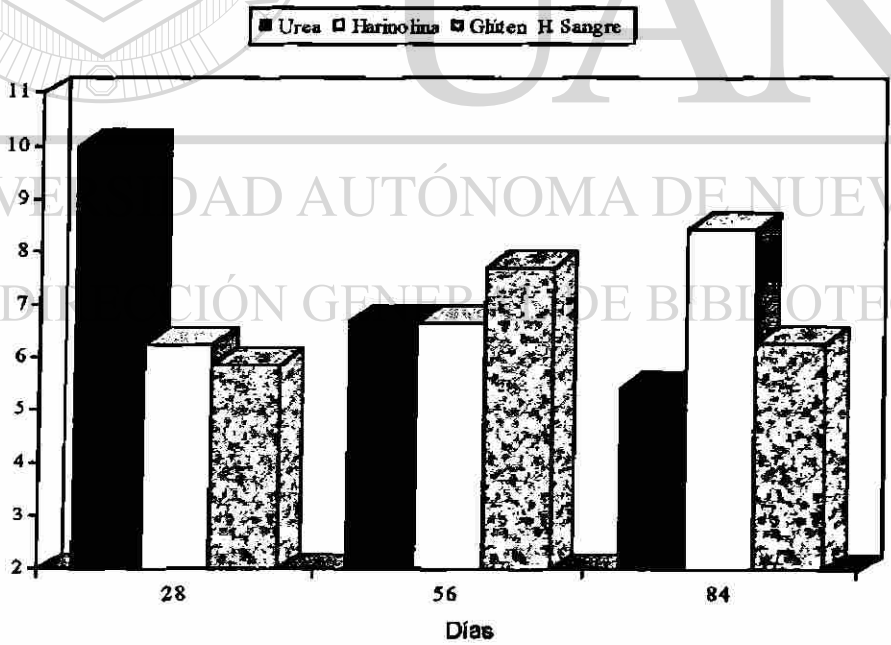


Figura 17. Conversión alimenticia en toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína



Cuadro 27. Crecimiento de toretes Holstein alimentados con tres fuentes de proteína

Concepto	FUENTES			C.V.	PROB.	R <sup>2</sup>
	Urea	Harinolina	Glúten + H. Sangre			
Peso vivo (kg)						
Inicial	192.80	219.70	207.00	20.96	0.62	0.06
Final	333.40	355.50	353.00	8.85	0.81	0.80
Aumento de peso animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> (kg)	1.27	1.14	1.16	27.45	0.77	0.04
Consumo animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>						
MS (kg)	6.45	6.96	6.55	11.52	0.46	0.62
g MS kg <sup>-1</sup> de PV <sup>0.75</sup>	114	112	111	8.52	0.94	0.01
Proteína (kg)	.96	1.09	1.01			
E M (Mcal)	19.09	20.11	19.65			
Conversión alimenticia	5.25	6.23	5.68	18.73	0.29	0.40
Costo kg <sup>-1</sup> de peso vivo incrementado (\$)	8.01	8.09	7.64	12.65	0.70	0.38
<b>Análisis de la varianza del comportamiento</b>						
EN de la dieta (Mcal kg <sup>-1</sup> )						
Mantenimiento	1.88	1.88	1.89			
Ganancia	1.23	1.23	1.23			
EQ (Mcal d <sup>-1</sup> ) <sup>c</sup>	5.31	5.63	5.53			
Energía retenida (Mcal d <sup>-1</sup> )	5.03	4.75	4.75			
EN observada / EN esperada de la dieta <sup>ab</sup>						
Mantenimiento	1.00	1.00	1.00			
Ganancia	1.12	0.97	1.07			

<sup>a</sup> El peso inicial y final se redujeron un 4%, para descontar el contenido del tracto digestivo y calcular el peso vivo vacío.

<sup>b</sup> Los valores de EN esperada se calcularon de los valores de EN para los ingredientes individuales (NRC, 1984).

<sup>c</sup> Constante de producción de calor de ayuno = requerimientos de ENm.

Zinn (1993) reporta una disminución en los ADP, en la EA y en el valor de la EN de la harinolina, cuando se incorporaba a niveles superiores al 16 % de la dieta en base a MS. El bajo valor alimenticio de la dieta con altos niveles de harinolina, fue probablemente debido a los altos costos energéticos de eliminación de los excesos de nitrógeno.

Las dietas contenían diferente PDR y PS de acuerdo con la fuente de proteína utilizada. Las dietas donde se utilizó urea contenían 9.71 % de PDR y 3.60 % de PS, con harinolina 8.95 % de PDR y 4.36 % de PS y con gluten de maíz + harina de sangre

8.50 % de PDR y 4.96 % de PS (Cuadro 6). Todas las dietas suministraron niveles superiores a los requerimientos de PDR (Cuadro 32).

El consumo ( $\text{g kg}^{-1}$  de  $\text{PV}^{0.75}$ ) de los toretes Holstein fue muy similar entre las dietas donde la fuente de proteína fue urea, harinolina y gluten de maíz + harina de sangre (114, 112 y 111). El consumo ( $\text{g kg}^{-1}$  de  $\text{PV}^{0.75}$ ) de los toretes Holstein fue mayor entre el 7 y 13 % que el consumo de los novillos Charolais (Cuadro 25 y 27). Fox et al., (1988) propusieron que la predicción del consumo podría ser ajustada por una escala de acuerdo a la talla equivalente al peso adulto. Sin embargo, la raza Holstein y cruza de ganado de carne con Holstein pueden comer más alimento en relación al peso corporal, comparado con las razas de ganado de carne (NRC., 1987). Fox et al. (1988) sugieren que en las predicciones del consumo debería incrementarse un 8 % para el ganado Holstein.

El costo de las raciones fue de \$ 1.13  $\text{kg}^{-1}$  cuando se utilizó urea y de \$ 1.16  $\text{kg}^{-1}$  con harinolina y gluten de maíz + harina de sangre. El costo por kg de aumento de los toretes Holstein siguió una tendencia similar a la de los novillos Charolais. El costo fue menor para los toretes que recibieron la dieta con gluten de maíz + harina de sangre, teniendo un 5.56 % de ahorro en los costos de alimentación, comparado con los animales que recibieron la ración con harinolina. En cambio con animales que recibieron urea, se redujo el costo solamente en un 1 %. El costo del kg de aumento fue menor para los toretes Holstein en comparación al de los novillos Charolais, sin embargo, hay que considerar que los toretes Holstein tuvieron un peso inicial y final menor y por lo tanto son más eficientes.

A medida que el peso final de los toretes Holstein alimentados con cama de pollo es mayor, la eficiencia alimenticia es menor a consecuencia del bajo valor energético de la cama de pollo, elevándose los costos de producción por concepto de alimentación. La forma de obtener un comportamiento (ADP y CA) aceptable es usando una fuente de energía más concentrada, para elevar el contenido de EN<sub>m</sub> y de EN<sub>g</sub> de la dieta (Morales y Hernández, 1993). Además el ganado liviano generalmente es más eficiente

para aumentar de peso, que el ganado más pesado del mismo tipo y calidad. Esta diferencia es debido a los requerimientos de mantenimiento (McNeill, 1990).

En el análisis del comportamiento se encontró una variación del 12, - 3 y 7 % para las dietas con urea, harinolina y harina de sangre + glúten de maíz respectivamente. Esta variación puede deberse al desbalance de las dietas, ya que al formularlas con el 15 % de cama de pollo, los toretes Holstein tuvieron un consumo de PDR mayor a lo recomendado de 133, 78 y 47 g d<sup>-1</sup> para los toretes suplementados con urea, harinolina y glúten de maíz + harina de sangre respectivamente. Sin embargo, el consumo de PM fue menor en - 101, - 38 y - 18 g d<sup>-1</sup> en los animales con las dietas suplementadas con urea, harinolina y glúten de maíz + harina de sangre, respectivamente. La alternativa para corregir este desbalance en las dietas sería necesario retirar la urea y reducir la cantidad de cama de pollo por el exceso de PDR y aumentar la PS (Cuadro 32).

#### 4.3.3.3 Novillos Charolais y Toretos Holstein

Los resultados presentados en el Cuadro 28 corresponden a 22 novillos Charolais y 20 toretes Holstein, que previamente fueron analizados en forma independiente. No se encontraron diferencias para ADP, CMS y CA ( $P > 0.05$ ). Los pesos inicial y final de los animales, de los diferentes tratamientos fueron muy similares (Figura 18). Los ADP fueron mayores para los animales suplementados con urea (1.23 kg d<sup>-1</sup>). Los animales suplementados con harinolina y glúten de maíz + harina de sangre tuvieron ADP muy similares (1.13 vs 1.17 kg d<sup>-1</sup>). Los animales que consumieron dietas con glúten de maíz + harina de sangre fueron más eficientes. Posteriormente siguieron los que se suplementaron con urea y por último los que consumieron harinolina. Los animales suplementados con glúten de maíz + harina de sangre fueron los que tuvieron los mayores incrementos de peso en el segundo período de 28 d (Figura 19).

Los animales suplementados con harinolina tendieron a consumir 1.4 % más que los que se suplementaron con glúten de maíz + harina de sangre. El consumo entre los toretes suplementados con urea y harinolina fue similar (7.28 vs 7.31 kg d<sup>-1</sup>). Los

consumos por periodos se presentan en la Figura 20. Los animales suplementados con glúten de maíz + harina de sangre consumieron una menor cantidad de alimento con respecto a los otros tratamientos en el tercer periodo de 28 d. Sin embargo, el consumo fue muy similar (108, 106 y 107 g kg<sup>-1</sup> de PV<sup>0.75</sup>) entre los animales alimentados con dietas donde la fuente de proteína fue urea, harinolina y glúten de maíz + harina de sangre respectivamente.

Cuadro 28. Crecimiento de ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína

Concepto	FUENTES			C.V.	PROB.	R <sup>2</sup>
	Urea	Harinolina	Glúten + H. Sangre			
Peso vivo (kg)						
Inicial	274.00	268.86	275.31	27.26	0.97	0.002
Final	391.76	384.42	396.53	8.14	0.85	0.78
Aumento de peso animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> (kg)	1.23	1.13	1.17	22.24	0.62	0.49
Consumo animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>						
MS (kg)	7.28	7.31	7.21	13.51	0.96	0.001
g MS kg <sup>-1</sup> de PV <sup>0.75</sup>	108	106	107	11.88	0.92	0.17
Proteína (kg)	1.08	1.14	1.11			
E M(Mcal)	21.54	21.13	21.63			
Conversión alimenticia	6.10	6.59	5.94	21.89	0.46	0.23
Costo kg <sup>-1</sup> de peso vivo incrementado (\$)	8.29	8.86	8.25	15.63	0.39	0.23

<sup>a</sup> El peso inicial y final se redujeron un 4 %, para descontar el contenido del tracto digestivo y calcular el PVV.

<sup>b</sup> Los valores de EN esperada se calcularon de los valores de EN para los ingredientes individuales (NRC, 1984).

La CA de los animales que se suplementaron con harinolina fue la menos favorable en el segundo y tercer periodo de 28 d (Figura 21) y los que recibieron urea en el primer periodo. La CA promedio para los animales que recibieron harinolina, urea y glúten de maíz + harina de sangre fue de 6.59, 6.10 y 5.94 respectivamente (Cuadro 28).

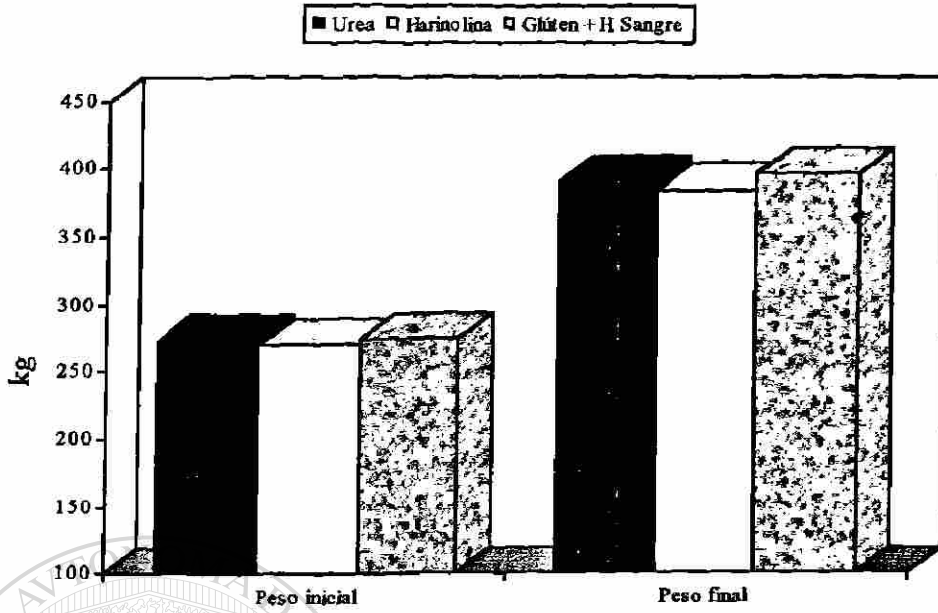


Figura 18. Peso vivo (kg) de ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína

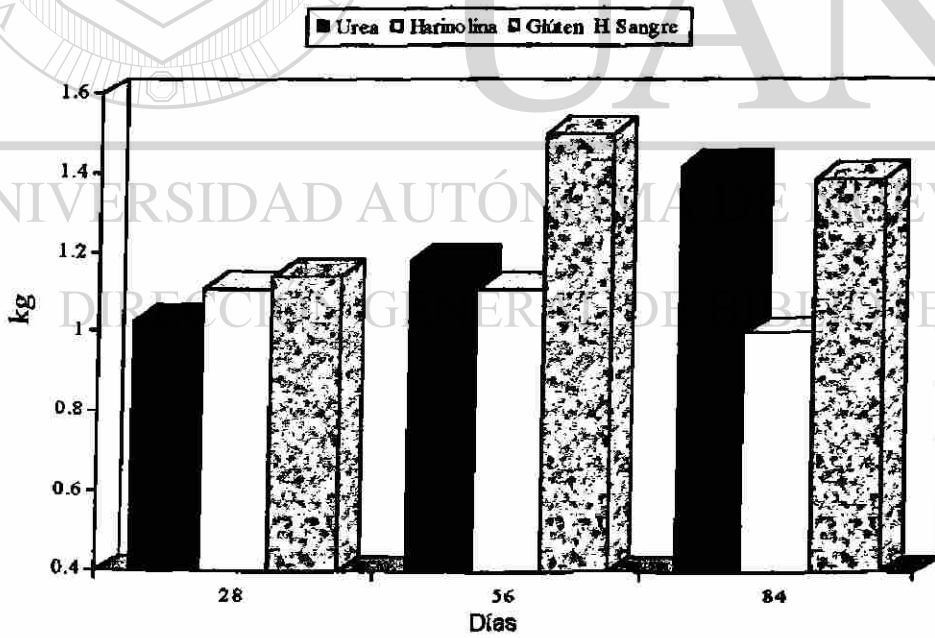


Figura 19. Aumento diario de peso (kg) de ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína

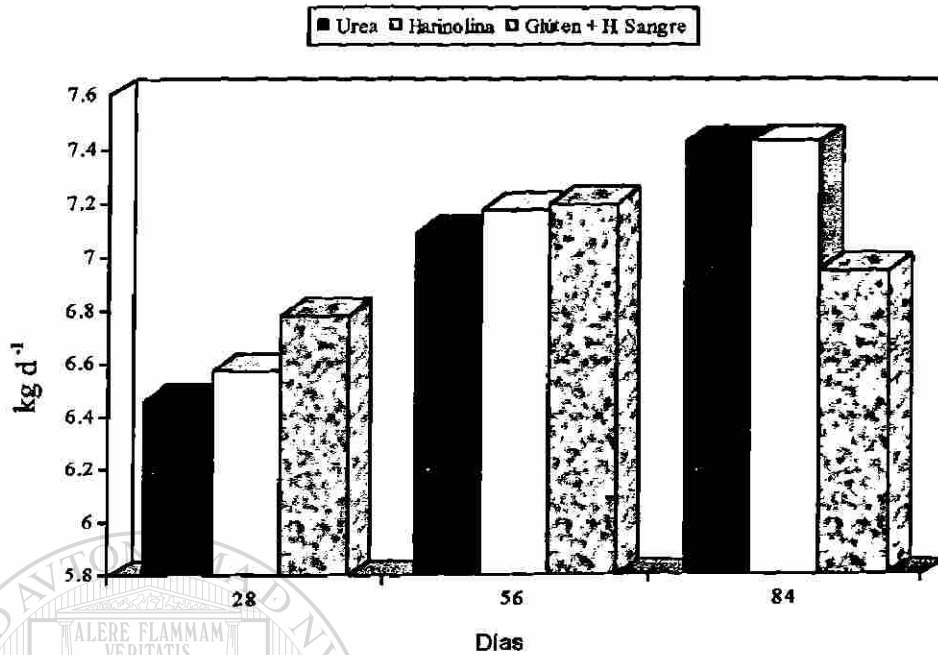


Figura 20. Consumo de alimento (kg d<sup>-1</sup>) en ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína

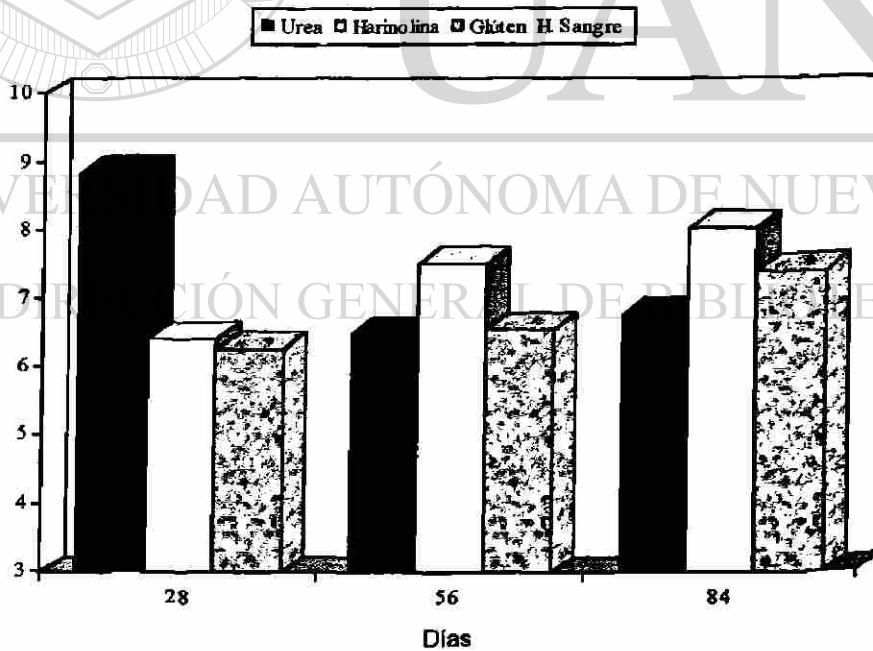


Figura 21. Conversión alimenticia en ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína

El costo de las raciones fue muy similar \$1.13 cuando se utilizó urea y de \$1.16 con harinolina y con glúten de maíz + harina de sangre. El costo del kg de aumento fue menor para los animales que recibieron la dieta con glúten de maíz + harina de sangre, teniendo un 6.9 % de ahorro en los costos de alimentación, comparado con los animales que recibieron la ración con harinolina. En los animales que recibieron urea, el costo se redujo un 6.4 % por cada kg de peso producido con respecto a los animales asignados a la dieta con harinolina.

#### **4.4 Uso del modelo del NRC (1996) para predecir el balance de nutrientes de ganado en corrales de engorda**

Los datos de la composición de las dietas, clima, raza, manejo y PVVP de los animales de las tres pruebas realizadas, fueron utilizados en el modelo del NRC (1996) para hacer la predicción del ADP y del CMS de los animales y compararlos con los resultados reales. El nivel 1 del modelo del NRC (1996) se utilizó para predecir los requerimientos y suministro de PDR y PM. El modelo cuenta con un factor de ajuste para la energía neta de la dieta de hasta  $\pm 20\%$ , el cual fue utilizado para ajustar las diferencias encontradas entre la ENm y ENg de los valores tabulares del NRC (1996) y los valores calculados a partir de la DIVMO por medio de las fórmulas propuestas por McDonald et al. (1998) y Garret (1988).

### **DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

#### **4.4.1 Prueba I. Evaluación de tres niveles de cama de pollo sobre el comportamiento de toretes Holstein**

El modelo NRC (1996) realizó una predicción adecuada para los ADP (1.14, 1.16 y 1.26 kg d<sup>-1</sup>) en comparación con los ADP reales (1.17, 1.27 y 1.17 kg d<sup>-1</sup>) para los toretes que consumieron las dietas con el 0, 15 y 30 % de cama de pollo, respectivamente.

Según el modelo, lo que limitó los ADP de los toretes asignados a las dietas del 0 y 15 % de cama de pollo fue la energía, ya que considerando el suministro de PM, los

toretos que consumieron 0 y 15 % de cama de pollo pudieron haber tenido ADP de 1.34, y 1.37 kg d<sup>-1</sup>, respectivamente. Los ADP predichos para los toretes alimentados con la dieta del 30 % de cama de pollo fueron de 1.27 kg d<sup>-1</sup> por la PM disponible y por la disponibilidad de la energía 1.26 kg d<sup>-1</sup> (Cuadro 29) lo anterior pudiera ser reflejo del gasto de energía requerido por el animal para deshacerse del exceso de PDR la cual fue de 569 y 207 % mayor que en las dietas con 0 y 15 % respectivamente.

El modelo del NRC (1996) realizó una predicción del CMS de 6.63, 6.85 y 6.66 kg d<sup>-1</sup> para los toretes asignados a las dietas con el 0, 15 y 30 % de cama de pollo, respectivamente. El CMS real fue de 6.71, 7.07 y 7.34 kg d<sup>-1</sup> para los toretes asignados a las dietas con el 0, 15 y 30 % de cama de pollo, respectivamente. El CMS real representa un 101.2, 103.2 y 110.2% de lo predicho. El modelo del NRC (1996) subestimó el CMS de los toretes Holstein en crecimiento de 0.08 a 0.68 kg d<sup>-1</sup>; sin embargo, la precisión en la estimación del consumo es crítica para el éxito del uso del modelo. Las diferencias encontradas en el CMS real y predicho explican parcialmente la variación encontrada entre los ADP reales y los predichos.

El contenido de PM de todas las dietas fue adecuado, ya que reunió los requerimientos de los animales. Los requerimientos de PM para toretes Holstein alimentados con dietas de crecimiento conteniendo el 0 % de cama de pollo y ganando 1.14 kg d<sup>-1</sup> fueron de 582 g d<sup>-1</sup>. El modelo de NRC (1996) estimó que la PM suministrada por las bacterias fue de 344 g d<sup>-1</sup>, representando el 59.1 % de los requerimientos, el resto tiene que ser suministrado por la PS. El NRC (1996) estima que la cantidad de proteína de escape (% de la proteína total) del sorgo es aproximadamente el 49.2 % y de la harinolina el 43 %. Por lo tanto, la cantidad de PM (295 g d<sup>-1</sup>) suministrada por la proteína del sorgo y la harinolina representan el 50.7 % de los requerimientos de PM de los animales, por lo que se tiene un excedente del 9.8 % de los requerimientos.



Cuadro 29. Uso del modelo NRC (1996) en toretes Holstein en crecimiento alimentados con tres niveles de cama de pollo

	CAMA DE POLLO		
	0 %	15 %	30 %
<b>Resultados de la Prueba I</b>			
Peso vivo vacío promedio (kg)	255.00	265.00	254.00
Consumo de materia seca (CMS), kg d <sup>-1</sup>	6.71	7.07	7.34
Aumento diario de peso (ADP), kg	1.17	1.27	1.17
Conversión alimenticia	6.00	5.78	6.46
<b>Simulación con el modelo NRC (1996)</b>			
ENm (%)	100	118	100
ENG (%)	100	123	100
Predicción de CMS, kg d <sup>-1</sup>	6.63	6.29	6.58
Predicción de ADP, kg d <sup>-1</sup>	1.14	1.55	1.52
Por energía disponible	1.34	1.36	1.39
Por proteína metabolizable (PM) disponible			
PM g d <sup>-1</sup>			
Suministrada por las bacterias	344	344	349
Suministrada por proteína sobrepasante (PS)	295	295	306
Disponibles	639	639	655
Requerimientos	582	695	694
Diferencia	57	-56	-39
Consumo de Proteína degradable en el rumen g d <sup>-1</sup>			
Requerimientos	538	545	537
Disponibles	590	688	832
Diferencia	52	143	296
Consumo de Proteína degradable en el rumen			
% de la dieta	8.81	9.75	11.34
% de la proteína cruda (PC)	61.60	64.30	70.90
Consumo de PS			
% de la dieta en base a materia seca	5.49	5.42	4.65
% de la PC	38.40	35.70	29.10
pH	6.03	5.98	5.91

El crecimiento bacteriano es dependiente de la cantidad de  $\text{NH}_3$  y la MO fermentable en el rumen (Hagemeister et al., 1981). Dietas altas en concentrado proveen una fuente de carbohidratos fácilmente fermentables. Cuando este tipo de dietas se formulan con ingredientes convencionales, normalmente no suministran una cantidad suficiente de PDR. En el presente experimento el suministro de PDR de las dietas conteniendo 0, 15 y 30 % de cama de pollo excedieron los requerimientos (Cuadro 29), al utilizar fuentes altas en PDR (urea y cama de pollo).

La predicción del pH es usada por el modelo del NRC (1996) para calcular la eficiencia microbiana, la cual impacta los requerimientos de PDR y suministro de PM. La eficiencia en la síntesis de proteína microbiana puede declinar significativamente con valores de pH menores a 6 (Strobel y Russell, 1986), porque las bacterias gastan energía para mantener la concentración interna de iones, más que usar la energía para crecimiento (Lardy et al., 1998). Consecuentemente, los requerimientos de PDR y suministro de PM se reducen con un bajo pH ruminal (Lardy et al., 1998).

En este trabajo, aún cuando disminuyó el pH a medida que se incrementó el nivel de cama de pollo de 6.03 a 5.91, se mantuvo durante la simulación, el valor constante de 13 % de la eficiencia en la producción de proteína microbiana, por lo que la disminución en la PM disponible fue debido a la disminución de la PM suministrada por la PS, y no por la disminución de la PM suministrada por la proteína microbiana. Se presentó un incremento de la PM tanto de la suministrada por PS ( $306 \text{ g d}^{-1}$ ), como de la proteína microbiana ( $349 \text{ g d}^{-1}$ ) en la dieta con el 15 % de cama de pollo, pero esto fue debido a que los animales de este tratamiento tuvieron mayor PVVP, por lo que el modelo simuló un mayor consumo de alimento.

La cama de pollo reduce el nivel de energía de las dietas, ocasionando que disminuya la proteína microbiana. Hagemeister et al. (1981) mencionaron que la síntesis de proteína microbiana y el NNP que teóricamente se podría utilizar en la dieta, son proporcionales a la energía fermentable presente en la dieta como TND.

La concentración de la proteína estimada por el modelo fue muy similar a los valores encontrados en los resultados del análisis del laboratorio (14.3, 15.2 y 16.0 % vs 13.7, 15.5 y 16.0 % para las dietas de 0, 15 y 30 % de cama de pollo, respectivamente (Cuadro 19).

Los valores estimados por el modelo para ENm (1.66, 1.64 y 1.61 Mcal kg<sup>-1</sup>) y ENg (1.06, 1.04 y 1.01 Mcal kg<sup>-1</sup>) fueron menores a los valores obtenidos a partir de la DIVMO (ENm, 1.96, 1.88 y 1.76 Mcal kg<sup>-1</sup> y de ENg, 1.31, 1.24 y 1.14 Mcal kg<sup>-1</sup>; Cuadro 19) para las dietas con el 0, 15 y 30% de cama de pollo, respectivamente. Los valores de la energía de las dietas a partir de la DIVMO, resultaron mayores en 18, 15 y 9 % para ENm y 23, 19 y 13 % para ENg para las dietas con 0, 15 y 30 % de cama de pollo respectivamente

Al utilizar los factores de ajuste para la energía, el modelo NRC (1996) sobreestimó los ADP, (1.36, 1.39, 1.28 kg d<sup>-1</sup>) en los toretes Holstein alimentados con dietas con el 0, 15 y 30 % de cama de pollo, respectivamente. Según el modelo, lo que limitó los ADP fue la PM, ya que considerando el suministro de energía, los toretes pudieron haber tenido ADP de 1.55, 1.52 y 1.51 kg d<sup>-1</sup>, con las dietas del 0, 15 y 30 % de cama de pollo, respectivamente. La predicción del CMS fue de 6.29, 6.58 y 6.52 kg d<sup>-1</sup>. El modelo del NRC (1996), subestimó aún más el CMS de los toretes Holstein con los ajustes de la energía. Estos resultados fueron obtenidos considerando la máxima producción de proteína microbiana fijada por el modelo (13 % del TND); sin embargo, si se observa el Cuadro 29, donde las dietas conteniendo 15 y 30 % de cama de pollo tienen un pH menor de 6, pudiera considerarse un ajuste en el factor de la eficiencia en la producción de proteína microbiana, ya que el programa no lo hace de forma automática.

#### **4.4.2 Prueba II. Evaluación de tres niveles de melaza en dietas con altos niveles de cama de pollo**

En el Cuadro 30 se muestra el efecto del nivel de melaza sobre el ADP, CMS, así como los requerimientos, suministro y balance de PM y PDR.

El modelo predice una deficiencia de PM en todas las dietas (Cuadro 30). Así mismo, a medida que se incrementó el nivel de melaza, se aumentaron los excedentes de PDR, aún cuando se presenta un consumo de PDR mayor a los requerimientos, este no puede sustituir las deficiencias en PM (Lardy et al., 1998). Según el modelo, los ADP fueron limitados por la PM (1.11, 1.02 y 0.83 kg d<sup>-1</sup>) ya que por disponibilidad de energía los toretes podrían haber aumentado 1.20, 1.20 y 1.04 kg d<sup>-1</sup> con el nivel de 9, 18 y 27 % de melaza, respectivamente; sin embargo, los ADP reales fueron aún mayores a los predichos por la disponibilidad de PM y energía.

Los requerimientos de PM fueron de 568 g d<sup>-1</sup> para los toretes Holstein que recibieron una dieta de crecimiento con el 27 % de melaza y tuvieron una ganancia de peso de 0.83 kg d<sup>-1</sup>. La proteína microbiana suministró el 56.5 % de los requerimientos de PM. El NRC (1996) estima que la cantidad de PM suministrada por la proteína del sorgo y la harinolina es del 32 % de los requerimientos de PM de los animales, existiendo un déficit del 11.5 %.

Al utilizar los factores de ajuste para la energía, el modelo NRC (1996) sobreestimó los ADP, (1.59, 1.58, 1.41 kg d<sup>-1</sup>) en los toretes Holstein alimentados con dietas con el 9, 18 y 27 % de melaza respectivamente. Según el modelo lo que limitó los ADP fue la PM, ya que considerando el suministro de PM, los toretes solamente hubieran podido tener ADP de 1.12, 1.04 y 0.84 kg d<sup>-1</sup>, para las dietas con 9, 18 y 27 % de melaza, respectivamente.

Los valores de CMS estimados por el modelo del NRC (1996) fueron similares al CMS real para los toretes alimentados con la dieta con el 9 y 18 % de melaza y superiores cuando se alimentaron con la dieta del 27 % de melaza. La predicción del CMS fue de 6.94, 6.85 y 6.96 kg d<sup>-1</sup>. El modelo del NRC (1996) subestimó el CMS de los toretes Holstein con los ajustes de la energía.

Cuadro 30. Uso del modelo NRC (1996) en torques Holstein en crecimiento alimentados con tres niveles de melaza

	NIVEL DE MELAZA					
	9 %		18 %		27 %	
<b>Resultados de la Prueba II</b>						
Peso vivo vacío promedio (kg)	275.00	270.00	275.00	270.00	275.00	270.00
Consumo de materia seca (CMS), kg d <sup>-1</sup>	6.92	6.88	6.92	6.88	6.92	6.88
Aumento diario de peso (ADP), kg	1.41	1.40	1.41	1.40	1.41	1.40
Conversión alimenticia	4.90	4.91	4.90	4.91	4.90	4.91
<b>Simulación con el modelo NRC (1996)</b>						
ENim (%)	100	116	100	115	100	116
ENg (%)	100	122	100	120	100	120
Predicción de CMS, kg d <sup>-1</sup>	6.94	6.56	6.85	6.52	6.96	6.63
Predicción de ADP, kg d <sup>-1</sup>	1.20	1.59	1.20	1.58	1.04	1.41
Por energía disponible	1.11	1.12	1.02	1.04	0.83	0.84
Por proteína metabolizable (PM) disponible PM g d <sup>-1</sup>	351	351	343	343	321	321
Suministrada por las bacterias	234	234	213	213	182	182
Suministrada por proteína sobrepasante (PS) Disponibles	584	584	556	556	503	503
Requerimientos	611	721	608	715	568	671
Diferencia	- 27	- 137	- 52	- 159	- 65	- 167
Consumo de Proteína degradable en el rumen g d <sup>-1</sup>						
Requerimientos	548	537	537	537	502	502
Disponibles	628	637	637	637	615	615
Diferencia	80	100	100	100	114	114
Consumo de Proteína degradable en el rumen % de la dieta	9.04	9.30	9.30	9.30	8.97	8.97
% de la proteína cruda (PC)	68.20	69.60	69.60	69.60	72.97	72.97
Consumo de PS						
% de la dieta en base a materia seca	4.20	3.88	3.88	3.88	3.32	3.32
% de la PC	31.76	29.40	29.40	29.40	27.02	27.02
pH	5.93	5.92	5.92	5.92	5.90	5.90

#### **4.4.3 Prueba III. Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína**

Este trabajo fue analizado para los novillos Charolais y toretes Holstein en forma separada por las diferencias que existían entre estos los dos grupos de animales en cuanto a raza y peso.

##### **4.4.3.1 Novillos Charolais**

El modelo del NRC (1996) hizo una predicción de los ADP de 0.99, y 1.18 kg d<sup>-1</sup> con las dietas con urea y harinolina, los cuales fueron limitados por la PM. En los novillos alimentados con la dieta con glúten de maíz + harina de sangre, la energía limitó los ADP, ya que por disponibilidad de energía los novillos podrían haber aumentado 1.23 kg d<sup>-1</sup>. Los ADP reales fueron mayores que los predichos solamente para los animales del tratamiento con urea. Al realizar el ajuste por la energía el potencial de las dietas se ve limitado con la PM y por lo tanto los ADP son muy similares (Cuadro 31).

El modelo del NRC (1996) realizó una adecuada estimación del CMS, ya que el CMS de la dieta con urea, harinolina y glúten de maíz + harina de sangre fue del 99.1, 101.7 y 98 % de lo predicho. El modelo del NRC (1996) sobrestimó el CMS de novillos Charolais en crecimiento en 0.07 y 0.16 kg d<sup>-1</sup> para la dieta de urea, y glúten de maíz + harina de sangre, respectivamente.

El consumo de PDR fue mayor en los novillos alimentados con la dieta con urea; posteriormente siguieron los novillos asignados a la dieta con harinolina y por último los que recibieron la dieta con gluten de maíz + harina de sangre. En las tres dietas se presentaron excedentes en la PDR (Cuadro 31).

Los requerimientos de PM para los novillos que recibieron la dieta que contenía glúten de maíz + harina de sangre y con ADP de 1.23 kg d<sup>-1</sup> fueron de 689 g d<sup>-1</sup>. El modelo NRC (1996) estimó que la cantidad de PM suministrada por la proteína

Cuadro 31. Uso del modelo NRC (1996) en novillos Charolais en crecimiento alimentados con tres fuentes de proteína

	FUENTE DE PROTEÍNA					
	Urea	Harinolina		Glúten de Maíz + Harina de Sangre		
<b>Resultados de la Prueba III</b>						
Peso vivo vacío promedio (kg)	369.00	347.00	368.00			
Consumo de materia seca (CMS), kg d <sup>-1</sup>	7.90	7.72	7.77			
Aumento diario de peso (ADP), kg	1.20	1.12	1.17			
Conversión alimenticia	6.74	7.00	6.16			
<b>Simulación con el modelo NRC (1996)</b>						
ENm (%)	100	112	100	108	100	113
ENg (%)	100	118	100	113	100	119
Predicción de CMS, kg d <sup>-1</sup>	7.97	7.63	7.59	7.39	7.93	7.55
Predicción de ADP, kg d <sup>-1</sup>	1.24	1.56	1.30	1.53	1.23	1.57
Por energía disponible	0.99	1.01	1.18	1.20	1.25	1.28
Por proteína metabolizable (PM) disponible PM g d <sup>-1</sup>	401	401	398	398	397	397
Suministrada por las bacterias	215	215	259	259	297	297
Suministrada por proteína sobrepasante (PS)	616	616	657	657	694	694
Disponibles	692	778	693	755	689	780
Requerimientos	-76	-163	-36	-98	5	-87
Diferencia	626	621	621	621	621	621
Consumo de Proteína degradable en el rumen g d <sup>-1</sup>	789	708	708	708	676	676
Requerimientos	163	87	87	87	55	55
Disponibles	9.89	9.32	9.32	9.32	8.52	8.52
Diferencia	74.60	68.60	68.60	68.60	64.60	64.60
Consumo de Proteína degradable en el rumen % de la dieta	3.37	4.27	4.27	4.27	4.67	4.67
% de la proteína cruda (PC)	25.40	31.40	31.40	31.40	35.41	35.41
Consumo de PS	5.92	5.93	5.93	5.93	5.91	5.91
% de la dieta en base a materia seca						
% de la PC						
pH						

microbiana fue de  $397 \text{ g d}^{-1}$ , representando el 57.6 % de los requerimientos, mientras que la proteína del sorgo y la harinolina aportaron el 43.1 % ( $297 \text{ g d}^{-1}$ ) de los requerimientos de PM de los animales, existiendo un 0.7 % de excedente.

#### 4.4.3.2 Toretos Holstein

El modelo del NRC (1996) hizo una predicción de los ADP de 0.88, 1.13 y  $1.12 \text{ kg d}^{-1}$  con las dietas con urea, harinolina y glúten de maíz + harina de sangre, los cuales fueron limitados por la PM. Los ADP reales fueron mayores que los predichos para los animales asignados a todas las dietas. Al realizar el ajuste por la energía el potencial de las dietas estuvo limitado por la PM y por lo tanto los ADP son muy similares a los calculados antes del ajuste de la energía (Cuadro 32).

El modelo del NRC (1996) hizo una buena estimación del CMS de los toretes que consumieron dietas con urea y harinolina y lo sobrestimó en el caso del glúten de maíz + harina de sangre. El CMS de la dieta con urea, harinolina y glúten de maíz + harina de sangre fue del 99.5, 100.7 y 96.8 % de lo predicho. El modelo del NRC (1996) sobrestimó el CMS de toretes Holstein en crecimiento, alimentados con dietas conteniendo glúten de maíz + harina de sangre y urea en  $0.03$  y  $0.22 \text{ kg d}^{-1}$ , respectivamente y lo subestimó en los toretes que consumieron dietas con harinolina en  $0.05 \text{ kg d}^{-1}$ .

Los requerimientos de PM para los toretes alimentados con dietas de crecimiento conteniendo glúten de maíz + harina de sangre y ganando  $1.12 \text{ kg d}^{-1}$  fueron de  $602 \text{ g d}^{-1}$ . El NRC (1996) estima un déficit en el consumo de PM de 3 %, al suministrar la proteína bacteriana el 55.6 % de los requerimientos de la PM y el 41.5 % por el contenido de PS del sorgo y la harinolina.



Cuadro 32. Uso del modelo NRC (1996) en torres Holstein en crecimiento alimentados con tres fuentes de proteína

	FUENTE DE PROTEÍNA					
	Urea		Harinolina		Glúten de Matz + Harina de Sangre	
<b>Resultados de la Prueba III</b>						
Peso vivo vacío promedio (kg)	253.00	276.00	269.00			
Consumo de materia seca (CMS), kg d <sup>-1</sup>	6.45	6.96	6.55			
Aumento diario de peso (ADP), kg	1.27	1.14	1.16			
Conversión alimenticia	5.25	6.23	5.68			
<b>Simulación con el modelo NRC (1996)</b>						
ENim (%)	100	112	100	108	100	113
ENg (%)	100	118	100	113	100	119
Predicción de CMS, kg d <sup>-1</sup>	6.48	6.21	6.91	6.72	6.77	6.45
Predicción de ADP, kg d <sup>-1</sup>	1.23	1.56	1.26	1.50	1.18	1.53
Por energía disponible	0.88	0.90	1.13	1.14	1.12	1.14
Por proteína metabolizable (PM) disponible PM g d <sup>-1</sup>	327	327	358	358	335	335
Suministrada por las bacterias	175	175	234	234	250	250
Suministrada por proteína sobrepasante (PS) Disponibles	503	503	592	592	585	585
Requerimientos	604	698	631	697	602	700
Diferencia	-101	-195	-38	-105	-18	-116
Consumo de Proteína degradable en el rumen g d <sup>-1</sup>	511	560	560	523	523	523
Requerimientos	644	638	638	570	570	570
Disponibles	133	78	78	47	47	47
Diferencia	9.94	9.23	9.23	8.56	8.56	8.56
Consumo de Proteína degradable en el rumen % de la dieta	74.60	68.60	68.60	64.60	64.60	64.60
% de la proteína cruda (PC)	3.38	4.23	4.23	4.69	4.69	4.69
Consumo de PS	25.40	31.42	31.42	35.41	35.41	35.41
% de la dieta en base a materia seca	5.92	5.93	5.93	5.91	5.91	5.91
% de la PC						
pH						

Todas las dietas excedieron los requerimientos de PDR (Cuadro 32), sin embargo, fueron deficientes en PM. Un exceso de PDR en la dieta, no incrementa el comportamiento animal y puede causar una excesiva excreción de nitrógeno y volatilización de  $\text{NH}_3$  al medio ambiente (Shain et al., 1998).

Considerando las tres pruebas de comportamiento (niveles de cama de pollo, niveles de melaza y fuentes de proteína), el modelo NRC (1996) realizó una predicción adecuada del CMS, ya que al realizar un análisis de regresión entre el CMS observado y el CMS predicho, se encontró una correlación significativa ( $P < 0.01$ ;  $r^2 = 0.74$ ). Sin embargo, no hizo una predicción adecuada para los ADP ya que se encontró una correlación muy baja ( $P > .05$ ;  $r^2 = 0.21$ ) entre los ADP observados y ADP predichos.

En base a los datos anteriores, el modelo NRC (1996) se puede utilizar como una herramienta de diagnóstico para evaluar programas de alimentación y describir mucha de la variación en el comportamiento sobre todo en el consumo de los animales en un sitio de producción específico.

Otro uso importante del modelo es para predecir los requerimientos y balance de los nutrientes y poder evaluar la composición de la dieta de acuerdo a los requerimientos del animal, bajo las condiciones específicas de una granja (raza de ganado, peso de los animales, temperatura, viento etc.). Además sería importante su uso como un método de enseñanza (NRC, 1996).

Es de esperarse que, en los próximos años se publiquen nuevas versiones al modelo del NRC (1996) donde seguramente se incorporarán nuevos submodelos con los resultados de las nuevas investigaciones en nutrición de bovinos de carne haciendo predicciones más exactas, en lo correspondiente al efecto del pH y dinámica ruminal sobre la producción de proteína microbiana, así como la inclusión de los requerimientos del animal en términos de aminoácidos.

## 5. CONCLUSIONES

En los últimos años, los engordadores de ganado han tenido que ser más eficientes para lograr un mejor comportamiento animal, sin embargo se ven limitados porque no existe un buen control de calidad al momento de la compra de los ingredientes y en la fabricación del alimento.

Los engordadores de ganado han formado empresas integradas, las cuales cuentan con ranchos con praderas para el crecimiento del ganado, plantas de alimento, rastros, comercializadoras de canales, empacadoras de carne para venta en cortes al menudeo, etc., esto con la finalidad de poder enfrentar la competencia internacional.

Las engordas de ganado bovino en corral en el Estado de Nuevo León no utilizan el total de su capacidad instalada y se ven en la necesidad de engordar hembras porque la mayor parte de los machos son exportados.

Es posible estimar la calidad de la cama de pollo considerando su contenido de proteína cruda, cenizas y fibra ácido detergente.

El consumo de MS por bovinos en crecimiento se incrementó en  $0.32 \text{ g kg}^{-1}$  de  $\text{PV}^{0.75}$ , por cada unidad porcentual de cama de pollo que se incluyó en la dieta, cuando se utilizaron niveles hasta de un 30 %.

Es posible utilizar hasta un 30 % de cama de pollo y el 27 % de melaza en las raciones de bovinos en crecimiento sin afectar el comportamiento animal en forma significativa. Sin embargo, existe una tendencia a disminuir el aumento de peso y el consumo de alimento, así como a presentar una conversión alimenticia menos favorable, a medida que se incrementa el nivel de melaza y cama.

El costo de los aumentos de peso en dietas con el 30 % de cama de pollo se redujo en un 18.4 % a pesar del incremento en el consumo de materia seca, mientras que el costo de la ganancia de peso se redujo en un 6 % al incorporar la melaza a un nivel del 27 % en la dieta. Sin, embargo, cuando el costo de la melaza es igual o mayor al 75 % con respecto al costo del sorgo, no se tiene ningún beneficio económico.

El uso de fuentes de proteína sobrepasante (gluten de maíz + harina de sangre) en dietas con el 15 % de cama de pollo para novillos Charolais de 380 kg de PV y toretes Holstein de 286 kg de PV, no lograron incrementar los ADP. Sin embargo, se mejoró la conversión alimenticia en novillos Charolais.

El costo de los aumentos de peso se redujo en un 11 %, cuando se utilizó gluten de maíz + harina de sangre, en comparación a cuando la harinolina fue la fuente de proteína en dietas con el 15 % de cama de pollo en novillos Charolais.

El uso de la urea en dietas con el 15 % de cama de pollo para toretes Holstein redujo un 18 % el costo de los aumentos de peso, al ser comparada con la harinolina cuando fueron utilizadas como fuentes de proteína.

El modelo del NRC (1996) realizó una predicción adecuada del CMS ( $P < 0.01$ ;  $r^2 = 0.74$ ), pero no del ADP ( $P > 0.5$ ;  $r^2 = 0.21$ ) de bovinos de carne engordados a corral en el presente trabajo.

## 6. LITERATURA CITADA

- Acción Corporativa S. A. 1990. Situación de la ganadería en el estado de Nuevo León. Videomega. Acción Corporativa S. A.
- Aines, G., B. Brown, S. Wimer and T. Klopfenstein. 1985. Bypass protein quality, evaluation techniques. Beef Cattle Report. University of Nebraska - Lincoln. MP - 48:51 - 54.
- Arave, C. W., D. C. Dobson, J. W. Walters, B. J. Guilbert Jr. and M. J. Arambel. 1988. Effect of added processed poultry waste on dairy heifers preference for concentrates. J. Dairy Sci. 71:3021 - 3025.
- Argyle J. L., and R. L. Baldwin. 1989. Effect of amino acids and peptides on rumen microbial growth yields. J. Dairy Sci. 7:2017 - 2027.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analyses 15 th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Ayangbile, O.A., S. K. Tallam and M. S. Surtan. 1993. Processing of slaughterhouse blood and poultry litter and the effects on nutrient digestibility by steers. Anim. Feed Sci. Tech. 40:153 - 164.
- Beever, D. E. and R. C. Siddons. 1986. Digestion and metabolism in the grazing ruminant. In: Milligan L. P., Grovum W. L. and Dobson A. (editors) Control of Digestion and Metabolism in Ruminants. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ. pp 479-497.
- Ben-Asher, A. and D. Ilan. 1982. A note on the effect of monensin supplementation on growth and food utilization in young calves. Anim. Prod. 35:1440 - 1445.
- Bhattacharya, A. N. and J. P. Fontenot. 1965. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. J. Anim. Sci. 24: 1174 - 1179.
- Bhattacharya, A. N. and J. P. Fontenot. 1966. Protein and energy value of peanut hull and wood shaving poultry litters. J. Anim. Sci. 25:367 - 371.
- Bhattacharya, A. N. and J. C. Taylor. 1975. Recycling animal waste as a feedstuff: a review. J. Anim. Sci. 41:1438 - 1457.

- Blasi, D. A., T. J. Klopfenstein, J. S. Drouillard and M. H. Sindt. 1991. Hydrolysis time as a factor affecting the nutritive value of feather meal and feather meal - blood meal combination for growing calves. *J. Anim. Sci.* 69:1272 - 1278.
- Biennu, J. G., M. Morin and S. Forget. 1990. Poultry litter associated botulism (type C) in cattle. *Can. Vet. J.* 31: 10, 711; 3.
- Bierman S., T. Klopfenstein, R. Stock, and D. Herold. 1996. Dried poultry waste as a nonprotein nitrogen source for ruminants. *Beef Cattle Report*. University of Nebraska- Lincoln. MP - 66 - A:31 - 33.
- Briggs, H. M. and V. G. Heller. 1943. The effect of adding blackstrap molasses, potassium salts, sucrose and corn syrup to a lamb-fattening ration. *J. Agric. Res.* 67:81 - 87.
- Brosh A; Z. Holzer; D. Levy and I. Aharoni. 1993. The effect of maize grain supplementation of diets based on wheat straw and poultry litter on their utilization by beef cattle. *Anim. Feed Sci. Techn.* 40:165 - 175.
- Brugman, H. H., H. C. Dickey, B. E. Plummer and B. R. Poulton. 1964. Nutritive value of poultry litter. *J Anim. Sci.* 23:869 (Abstr.).
- Bryant, M. P. and I. M. Robinson. 1962. Some nutritional characteristics of predominant culturable ruminal bacteria. *J. Bacteriol.* 84:605.
- Bull, L. S. and J. T. Reid. 1972. Nutritive value of chicken manure for cattle. In: *Livestock Waste Management and Pollution Abatement*. Am. Soc. of Agric. Eng., St. Josep, MI. pp. 279 - 300.
- Burroughs, W., A. Trenkle, and R. L. Vetter. 1974. A system of protein evaluation for cattle and sheep involving metabolizable protein (amino acids) and urea fermentation potential of feedstuffs. *Vet. Med. Small Anim. Clin.* 69:713 - 722.
- Caswell L. F; K. E. Webb Jr. and J. P. Fontenot. 1977. Fermentation nitrogen utilization, digestibility and palatability of broiler litter ensiled with high moisture corn grain. *J. Anim. Sci.* 44:803 - 813.
- Cecava, M. J., and J. E. Parker. 1993. Intestinal supply of amino acids in steers fed ruminally degradable crude protein sources alone and in combination. *J. Anim. Sci.* 71:1596 - 1605.

- Cecava, M. J., N. R. Merchen, L. L. Berger, R. I. Mackie, and G. C. Fahey, Jr. 1991. Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. *J. Anim. Sci.* 69:2230 - 2243.
- Chance, C. M. 1965. Non protein nitrogen and poultry litter in ruminants diets. *Proceedings Maryland nutrition conference for feed manufactures*, pp. 8-11.
- Chester-Jones, H. and J. P. Fontenot. 1981. Growing cattle fed different levels of ensiled and deepstacked broiler litter. *Va. Agric. Exp. Stn. Anim. Sci. Rep. No. 1*; 178 - 182.
- Church, D. C. 1991. *Livestock feeds and feeding (3<sup>th</sup> Ed.)* Regents / Prentice Hall International (UK) Limited London, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1977. *Bases Científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos*. Ed. Acribia, Zaragoza España.
- Clark, J. L., M. R. Dethrow and J. M. Vandepopuliere. 1975. Dried poultry waste as a supplemental nitrogen source for cattle. *J. Anim. Sci.* 41:394 (Abstr.).
- Crampton, E. W. and L. E. Harris. 1969. *Applied animal nutrition. Appendix 3*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, Calif. USA.
- Cronje, P. B., J. V. Nolan and R. A. Leng. 1991. Acetate clearance rate as a potential index of availability of glucogenic precursors in ruminants fed on roughage – based diets. *Br. J. Nutr.* 66:301 - 312.
- Cross, D. L., G. C. Skelley, C. S. Thompson and B. F. Jenny. 1978. Efficacy of broiler litter silage for beef steers. *J. Anim. Sci.* 47:544-551.
- Cole, D. J. A., and T. A. Lunen. 1994. *Ideal amino acid patterns 99 amino acids in farm animal nutrition*. Edited by J. P. F. Mello. CAB International, Edinburgh. UK.
- Coomer, J. C., H. E. Amos, M. A. Froetschel, K. K. Regland, and C. C. Williams. 1993. Effects of supplemental protein source on ruminal fermentation protein degradation, and amino acid absorption in steers and growth and feed efficiency in steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 71:3078 - 3086.
- Cullison, A. E. 1993. *Alimentos y alimentación de los animales*. Ed. Diana Técnico, México.

- Cullison, A. E., H. C. McCampbell, A. C. Cunningham, R. S. Lowrey, E. P. Warren, B. D. McLendon and D. H. Sherwood. 1976. Use of poultry manures in steer finishing rations. *J. Anim. Sci.* 42:219 - 228.
- Deshck, A., M. Abo-Shehada, E. Allonby, D. I. Givens, and R. Hill 1998. Assessment of the nutritive value for ruminants of poultry litter. *Anim. Feed Sci. and Techn.* 73:29 - 35.
- Dhiman, T. R. and L. D. Statter. 1997. Effects of ruminally degraded protein on protein available at the intestine assessed using blood amino acid concentrations. *J. Anim. Sci.* 75:1674 - 1680.
- Drake, C. L., W. H. McClure and J. P. Fontenot. 1965. Effects of level and kind of broiler litter for fattening steers. *J. Anim. Sci.* 24:879 (Abstr.).
- Drennan, M. J. 1985. Evaluation of molasses and ensiled pressed beet pulp for beef production. In: Boucque Ch. V. (editor) Feeding value of by - products and their use by beef cattle. Commission of the European Communities, Luxembourg, pp. 171 - 183.
- Egana-M-JI; Morales-S-MS; Tonelli-V-M and Ojeda-O-J 1994. Caracterización de la degradabilidad ruminal de los diferentes componentes nitrogenados presentes en las camas y deyecciones de aves. Universidad de Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria.* 26:2 - 34.
- England, P. and M. Gill. 1985. The effect of fish meal and sucrose supplementation on the voluntary intake of grass silage and live-weight gain in young cattle. *Anim. Prod.* 40:259 - 265.
- El Kihidir, O. A. and T. K. Vestergaard 1982. The effect of high levels of molasses in combination with hay on digestibility of organic matter microbial protein synthesis and volatile fatty acid production in vitro. *Anim. Feed Sci. Technol.* 7:227 - 286.
- El-Sabban, F F., J. W. Bratzer, T. A. Lon, D. E. H. Frear, and R. F. Gentry. 1970. Value of processed poultry waste as a feed for ruminants. *J. Anim. Sci.* 31:107 - 111.



- Evans, R. A., W. C. Evans, A. G. Axford, A. G. Chamberlain and D. E. Morgan. 1968. Feeding poultry waste to ruminants. Proc. Poultry Waste Conference (Sunningdale) 916/ N.A.A.S. Conf.
- Fegeros, K., G. Papadopoulos, G. Zervas, E. Ziras and B. Cafantaris. 1989. Effect of lasalocid sodium and molasses on performance of fattening lambs and on rumen liquor and blood parameters. Arch. Anim. Nutr. Berlin. 39:921 - 931.
- Fenderson, C. L. and W. G. Bergen. 1975. An assessment of essential amino acid requirements of growing steers. J. Anim. Sci. 41:1759 - 1766.
- Fernández, G. R. 1977. Metodología de la investigación. Ed. Trillas, México.
- Fied, A. C., C. S. Munro and N. F. Suttle. 1977. Dried poultry manure as a source of phosphorus for sheep. J. Agric. Sci. (Camb.) 89:599.
- Fira. 1997. Oportunidades para el desarrollo de la ganadería bovina productora de carne en México. Boletín informativo. Vol. XXXIX No. 295. 30 de junio de 1997:7.
- Flachowsky, E.; H. J. Lohnert, 1985. Feeding value and use of broiler litter for fattening cattle. Untersuchungen zum Futterwert und zum Einsatz von Broilertiefstreu in der Mastrinderfütterung. Agraringenieurschule "Theodor Roemer", Stadtroda, German Democratic Republic. Tierernahrung-und-Fütterung. 1985, No. 14:90- 97.
- Fontenot, J. P. 1990. Recycling animal waste by feeding to enhance environmental quality. In: Animal Agriculture for the 90's. Amer. Feed Ind. Assoc., Arlington, V. A. pp. 56 - 72.
- Fontenot, J. P. 1991. Recycling animal waste by feeding to enhance environmental quality. ARPAS. 7:1 - 8.
- Fontenot, J. P. 1997. Recycling of animal wastes by feeding to animals. Simp. Int. VI. Reunión Nutrición Animal. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía, México. pp.3 - 18.
- Fontenot, J. P., A. N. Brattacharya, C. L. Drake, and W. H. McClure 1966. Value of broiler litter as feed for ruminant. In: Management of Farm Animal Waste Proc. Nat. Symp. Anim. Waste Management, East Lansing, Mich., American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Mich. pp. 105-108.

- Fontenot, J. P. and V. Jurubescu. 1980. Processing of animal waste by feeding to ruminants. In: Ruckebusch I. and Thivend P. (editors) *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. AVI Publishing Co., Westport, CT. pp. 641-662.
- Fontenot, J. P. and I. J. Ross. 1980. Animal waste utilization. In: *Livestock waste: A renewable resource*. Proc. 4th Inter. Symp. on Livestock Wastes, ASAE, St. Joseph, MI, p 4.
- Fontenot, J. P. and K. E. Webb, Jr. 1975. Health aspects of recycling animal wastes by feeding. *J. Anim. Sci.* 40:1267 - 1277.
- Fontenot, J. P., K. E. Webb, Jr., B. W. Harmon R. E. Turcker and W. E. Moore. 1971. Studies of processing, nutritional value and palatability of broiler litter for ruminants. Proc. of Inter. Symp. on Livestock Wastes. Pub. Amer. Soc. Agric. Eng., Proc-271, p 301.
- Forbes, J. M. and J. France. 1997. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. CAB International. Edinburgh. UK, pp. 7.
- Fox, D. G., C. Sniffen and J.D. O'Connor. 1988. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.* 66:1475. – 1495.
- Fox, D. G., M Barry, R. E. Pitt, D. K. Roseler and W. C. Stone. 1995. Application of the Cornell net carbohydrate and protein model for cattle consuming forages. *J. Anim. Sci* 73:267 - 277.
- Garret, W. N. 1980. Energy utilization of growing cattle as determined in seventy-two comparative slaughter experiments. In: Mount L. E. (editor.) *Energy Metabolism*, EAAP Publ. No. 26. London, Butterworths.
- Glock, R., D. Glock and B. D. DeGroot. 1998. Sudden death of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 76:315 - 319.
- Gentry, G. C. 1990. Shipping and receiving cattle. In: Albin C. R. y Trompson G. B. (editors.) *Cattle Feeding: A guide to management*. Amarillo, Texas, USA. Trafton Printing, pp. 39 - 50.
- Gerloff, B. J. 1992. Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 70:3934 - 3940.

- Goedecken, F. K., T. J. Klopfenstein, R. A. Stock and R. A. Briton. 1990a. Hydrolyzed feather meal as a protein source for growing calves. *J. Anim. Sci.* 68: 2945 - 2953.
- Goedecken, F. K., T. J. Klopfenstein, R. A. Stock, R. A. Briton and M. H. Sindt. 1990b. Protein value of feather meal for ruminants as affected by blood additions. *J. Anim. Sci.* 68: 2936 - 2944.
- Gómez A. R. 1998. El punto de vista técnico científico para afrontar la problemática del sistema intensivo de producción de carne. Memoria del Simposio. XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Querétaro, Qro. 23 de octubre de 1998:120 - 130.
- Grant, W. E., S. L. Marín y E. K. Pedersen. 1999. Modelos de simulación en el manejo de ganado y control de arbustivas. Curso. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 30 de enero de 1999:1 - 34.
- Hagemeister, H., W. Luppig and W. Kaufmann. 1981. Microbial protein synthesis and digestion in the high-yielding dairy cow. In: Haresign W. (editor) *Recent Advances in Animal Nutrition*. Butterworth, London. 1980:67-84.
- Harmon, B. W., J. P. Fontenot and K. E. Webb Jr. 1974. Effect of processing method of broiler litter on nitrogen utilization by lambs. *J. Anim. Sci.* 39:942 - 946.
- Harmon, B. W., J. P. Fontenot and K. E. Webb Jr. 1975a. Ensiled broiler litter and corn forage. I. Fermentation characteristics. *J. Anim. Sci.* 40:144 - 155.
- Harmon, B. W., J. P. Fontenot and K. E. Webb Jr. 1975b. Ensiled broiler litter and corn forage. II. Digestibility nitrogen utilization and palatability by sheep. *J. Anim. Sci.* 40:156 - 160.
- Harvey, W. R. 1990. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program PC-Version (PC-1) Columbus, Oh.
- Hicks, R. B., F. N. Owens, D. R. Gill, J. W. Oltjen and R. P. Lake. 1990. Dry matter intake by feedlot beef steers: Influence of initial weight time of feed and season of the year received in yard. *J. Anim. Sci.* 68:254 - 265.
- Holzer, Z., J. G. Morris, M Gutman, R. Benjamin., N. G. Seligman and E. Bogin. 1986. Physiological criteria for improvement of production efficiency in beef cows

- subjected to nutritional and environmental “ stress” due to fluctuating seasonal grazing conditions. Final BARD report. ARO, The Volcani center, Bet Dagan, Israel.
- Holzer, Z. and D. Levy. 1976. Poultry litter as a protein supplement for beef cattle fed fibrous diets. *Wld Rev. Anim. Prod.* XII: 91 - 95.
- Holzer, Z., D. Levy and V. Samuel. 1986. Interaction between supplementary nitrogen source and ration energy density on performance and nitrogen utilization in growing and fattening male cattle. *Anim. Prod.* 42:19 - 28.
- Hoover, W. H., 1986. Chemical factors involved in ruminal fibre digestion. *J. Dairy Sci.*, 69:2755 - 2766.
- Hors, R. L., J. P. Goff and T. A. Reinhardt. 1994. Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 77:1936 - 1951.
- Horton, J. M. 1990. Bunk management, feed delivery and water trough management. In: Albin C. R. y Thompson G. B. (editors.) *Cattle Feeding: A guide to management.* Amarillo, Texas, USA. Trafton Printing, pp. 137 - 148.
- Huntington, G. B. 1990. Energy metabolism in the digestive tract and liver of cattle: influence of physiological state and nutrition. *Reprod. Nutr. Develop.*, 30:35 - 47.
- Hutcheson, D. P. and G. B. Trompson. 1990. Feeds and Feeding. In: Albin C. R. y Thompson G. B. (editors.) *Cattle Feeding: A guide to management.* Amarillo, Texas, USA. Trafton Printing, pp. 107 - 120.
- INEGI. 1977. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estados Unidos Mexicanos. Carta temática topográfica. Aguascalientes, México.
- INEGI. 1994. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Estados Unidos Mexicanos. Resultados Definitivos. Tomo II. VII Censo Agrícola Ganadero. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2000. El sector alimentario en México. Comisión Nacional de Alimentación. Aguascalientes, México.
- Jorgensen, N. A. 1974. Combating milk fever. *J. Dairy Sci.* 57:933 - 944.
- Josifovich, J.A.; O. D. Bertin, J. Maddaloni, R. J. MacLoughlin, M. Ferrari, G. Ruival y J. Actis. 1985. Alimentación de novillitos Holando Argentino en recría con cama

- de pollo y maíz. Dep. Forrajeras y Producción Bovina, E.E.A., Pergamino, Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal* 5: 7 / 8, 411-417.
- Kalachnyuk, G. I.; O. G. Savka, I. A. D. Vengrin, II. Grabovenskii, M. Marounek, Y. A. Kopechny, M. Baran, D. Yalch and V. Kmet'. 1984. Changes in rumen ammonia concentrations in young male cattle on a concentrate diet of rapeseed oilmeal (Canola), dried poultry excreta, urea and decreasing amounts of molasses. *Nauchno-tekhnicheskii-Bulleten',-Ukrainskii-Nauchno-issledovatel'skii-Institut-Fiziologii-i-Biokhimii-Sel'skokhozyaistvennykh-Zhivotnykh*. No. 6 / 3, 19-24.
- Kang-Meznarich, J. H. and G. A. Broderick. 1980. Effects of incremental urea supplementation on ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. *J. Anim. Sci.* 51: 422 - 431.
- Karalazos, A. and J. Swan. 1977. The nutritional value for sheep of molasses and condensed molasses solubles. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2:143.
- Khalili, H. 1993. Supplementation of grass hay with molasses in crossbred (Bos taurus X Bos indicus) non-lactating cows: effect of level of molasses on feed intake, digestion, rumen fermentation and rumen digesta pool size. *Anim. Feed Sci. Technol.* 41:23-38.
- Khalili, H. and P. Huhtanen 1991. Sucrose supplements in cattle given grass silage-based diet. 1. Digestion of organic matter and nitrogen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 33:247 - 261.
- Klopfenstein, T., V. Wilkerson, D. Gibb and T. Nakamura. 1991. Beef and amino acids. NFIA's Nutrition Institute.
- Kraszewski and J.; S. Wawrzynczak. 1983. Fattening results, carcass yield and carcass quality of young cattle given diets with different amounts of dehydrated broiler litter. *Inst. Zootechniki, 32-083 Balice k. Krakowa, Poland. Roczniki-Naukowe-Zootechniki*. 10: 2, 165-175.
- Komegay, E. T., M.R. Holand, K. E. Webb, K. P. Bovard and J. D. Hedges. 1977. Nutrient characterization of swine fecal waste and utilization of these nutrients by swine. *J. Anim. Sci.* 44:608 - 619.

- Lardy, G., R. McCoy, D. Shain T. Milton, D. Brink and T. Klopfenstein. 1998. Use of NRC model for predicting nutrient balances of finishing cattle. Beef Cattle Report. University of Nebraska Lincoln. MP 69 - A.
- Lastra, M. I. 1998. Lineamientos y políticas oficiales relacionadas con la producción de carne de bovino en México. Memoria del Simposio. XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Querétaro, México. 23 de octubre de 1998:89 - 108.
- Lewis, M., T. Klopfenstein, R. Britton, M. Sindt and Winowiski. 1989. Treated soybean meal for growing calves. Beef Cattle Report. University of Nebraska Lincoln. MP - 54:21.
- Loerch, S. C., and L. L. Berger. 1981. Feedlot performance of steers and lambs fed blood meal, meat and bone meal, dehydrated alfalfa and soybean meal as supplemental protein sources. J. Anim. Sci. 53:1198 - 1203.
- Lofgreen, G. P. 1965. New energy of fat and molasses for beef heifers with observations on the method of net energy determination. J. Anim. Sci. 24:480 - 487.
- Lofgreen, G. P., and W. N. Garrett. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. J. Anim. Sci. 27:793.
- 
- Lora, J., G. Ravelo, S. Minor, T. R. Preston y R. A. Leng. 1978. Metabolismo de la glucosa en el ganado alimentado con dietas de melaza: Estudio sobre toxicidad de la melaza. Prod. Anim. Trop. 3:19 - 21.
- Losada, H. and T. R. Preston. 1974. Effects of final or high-test molasses on molasses toxicity. Cuban J. Agric. Sci. 8:11 - 20.
- Lowman, B. G. and D. W. Knight. 1970. A note on the apparent digestibility of energy and protein in dried poultry excreta. Anim. Prod. 12:525 - 528.
- Ludden, P. A., J. M. Jones, M. J. Cecava and K. S. Hendrix. 1995. Supplemental protein sources for steers fed corn - based diets: II. Growth and estimated metabolizable amino acids supply. J. Anim. Sci. 73:1476 - 1486.
- Malone, G. W., N. Gedamu and J. T. Sims. 1992. Delmarva broiler litter production rates. Poult. Sci. 71:52 (Abstr.).

- McCaskey, T. A. 1995. Feeding broiler poultry litter as an alternative waste management strategy. In: Kenneth Steele (editor) *Animal Waste and Land - Water Interfase*. Lewis Publishers, New York. p 493.
- McCaskey, T. A., A. H. Stephenson, A. H. and Ruffin, B. G. 1989. Good management necessary to cash in on broiler litter resource. *Highlights of Agricultural Research*, Alabama Agricultural Experiment Station; 36:14.
- McCaskey, T. A., and W. B. Anthony. 1979. Human and animal health aspects of feeding livestock excreta. *J. Anim. Sci.* 48:163 - 177.
- McDonald, P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalgh. 1988. *Animal nutrition* (4 th Ed.) Longman Group UK, Harlow, UK.
- McNeill, J. W. 1990. Factors affecting feedyard cattle performance. In: Albin C. R. y Thompson G. B. (editors.) *Cattle Feeding: A guide to management*. Amarillo, Texas, USA. Trafton Printing, pp. 179-184.
- Mendoza M. G., D. y R. R. Velazco. 1993. *Manual técnico de alimentación de bovinos en clima templado*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.
- Messer, J. W., J. Lovett, G. k. Murthy, A. J. Wehby, M. L. Schafer and R. B. Read Jr. 1971. An assessment of some public health problems resulting from feeding poultry litter to animals. Microbiological and chemical parameter. *Poul. Sci.* 50:874.
- Milton, C. T., R. T: Brandt Jr. and E. C. Titgemeyer. 1997. Effects of dietary nitrogen source and concentration in high – grain diets on finishing steer performance and nutrient digestion. *J. Anim. Sci.* 75:2813 - 2823.
- Miron, J., R. Solomon, E. Yosef and Ben-Ghedalia. 1990. Carbohydrate digestibility and nitrogen metabolism in sheep fed untreated or sulfur dioxide- treated wheat straw and poultry litter. *J. Agric. Sci.* 114:121.
- Moloney A. P., A. A. Almiladi, M. J. Drennan and P. J. Caffrey. 1994. Rumen and blood variables in steers fed grass silage and rolled barley or sugar cane molasses-based supplements. *Anim. Feed Sci. Technol.* 50:55 - 73.

Morales, J. L., H. H. Van Horn and J. E. Moore, J. E. 1989. Dietary interaction of cane molasses with source of roughage: Intake and lactation effects. *J. Dairy Sci.* 72:2331 - 2338.

Morales T. H. y C. A. Hernández M. 1993. Uso de la gallinaza y diferentes niveles de energía y monensina sodica en la engorda de becerros Holstein. *Avances de investigación, CIA-FAUANL*, pp. 49 - 51.

Morales T. H., E. Gutiérrez O., J. A. Quintanilla E. y C. A. Hernández M. 1993. Utilización de la gallinaza de aves reproductoras en la engorda intensiva de toretes Holstein. *Ciencia Agropecuaria FAUANL*. 6:7 - 10.

Muhrer, M. E. and E. J. Carroll. 1964. Urea utilizing micro-organisms in the rumen. *J. Anim. Sci.* 23:885 (Abstr.).

Nagy, A. y R. A. Leng. 1980. La dinámica del metabolismo de glucosa y bióxido de carbón en bovinos recibiendo dietas basadas en melaza. *Prod. Anim. Trop.* 5:234 - 246.

Nakamura, T., T. Klopfenstein and R. Britton. 1994. Evaluation of acid detergent insoluble nitrogen as an indicator of protein quality in nonforage proteins. *J. Anim. Sci.* 72:1043 - 1048.

NRC. 1985. National Research Council. Ruminant Nitrogen usage. National Academy Press, Washington, D. C.

NRC. 1985. National Research Council. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press, Washington, D. C.

NRC. 1984. National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle. National Academy Press Washington, D.C.

NRC. 1987. National Research Council. Predicting feed intake of food producing animals. National Academy Press. Washington, D. C.

NRC. 1996. National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle. National Academy Press, Washington, D. C.

Oliphant, J. M. 1974. Feeding dried poultry waste for intensive beef production. *Anim. Prod.* 18:211 - 217.



- Oltjen, R. R., L. L. Slyter, A. S. Kozak and E. E. Williams Jr. 1968 Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as NPN sources for cattle. *J. Nutr.* 94:193.
- Oltjen, R. R. and D. A. Dinus. 1976. Processed poultry waste compared with uric acid, sodium urate, urea and biuret as nitrogen supplements for beef cattle fed forage diets. *J. Anim. Sci.* 43:201 - 208.
- Orskov, R. R. 1982. Protein nutrition in ruminants. Academic Press London.
- Osman, A. A., I. Ap Dewi, F. Z. Swidan and H. M. Omed. 1997. Nutritional evaluation of poultry litter treated with acids incorporated in sheep diet. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, p 134.
- Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill and D. R. Gill. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 75:868 - 879.
- Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill and D. R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 76:275 - 285.
- Pate, F. M. 1982. Molasses in beef nutrition. In: *Molasses in animal nutrition*. Nat. Feed Ingr. Assoc., Iowa.
- Patil, A. R., A. L. Goetsch, D. L. Galloway Sr. and L. A. Forster Jr. 1993. Intake and digestion by Holstein steer calves consuming grass hay supplemented with broiler litter. *Anim. Feed Sci. Technol.* 44:251 - 263.
- Patil, A. R., A. L. Goetsch, B. Kouakou, D. L. Galloway Sr., L. A. Forster Jr. and K. K. Park. 1995. Effects of corn vs. corn plus wheat in forage-based diets containing broiler litter on feed intake, ruminal digesta characteristics and digestion in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 55:87 - 103.
- Perl, S., A. Shlosberg, G. Hoida, M. Davidson, B. Yakobson and U. Orgad. 1991. Cardiac failure in beef cattle fed dried poultry litter. Department of Pathology, Kimron Veterinary Institute, PO Box 12, Bet-Dagan 50250, Israel. *Veterinary Record.* 129:2, 35 - 36.
- Pitt, R. E., J. S. Van Kessel, D. G. Fox, M. C. Barry and P. J. Van Soest. 1996. Prediction of ruminal volatile fatty acids and pH within the net carbohydrate and protein system. *J. Anim. Sci.* 74:226 - 244.

- Plegge, S. D., L. L. Berger, and G. C. Fahey, Jr. 1983. Performance of growing and finishing steers fed roasted soybean meal. *J. Anim. Sci.* 57:1374 - 1382.
- Poos-Floyd, M., T. Klopfenstein and R. A. Britton. 1985. Evaluations of laboratory techniques for predicting ruminal protein degradation. *J. Dairy Sci.* 68:829 - 839.
- Preston, R. L. 1990. Feed additives and regulations. In: Albin C. R. y Thompson G. B. (editors.) *Cattle Feeding: A guide to management*. Amarillo, Texas, USA. Trafton Printing, pp. 149-158.
- Preston, T. R. 1989. La melaza como recurso alimenticio para la producción animal. Grupo de países Latinoamericanos y del Caribe exportadores de azúcar. GEPLACEA / PNUD.
- Preston, T. R. and M. B. Willis. 1974. *Intensive beef production*. Second Edition. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Pugh, D. G. D. L. Rankins, Jr., J. T. Eason, J. G. W. Wenzel and J. S. Spano. 1994. The effect of feeding broiler litter on the serum calcium, phosphorus and magnesium concentration of beef brood cows. *Vet. Clin. Nutr.* 1(1):18.
- Purser, D. B. 1970. Nitrogen metabolism in the rumen: Microorganisms as sources of protein for the ruminant animal. *J. Anim. Sci.* 30:988 - 1001.
- 
- Rankins, D. L., Jr., J. T. Eason, T. A. McCaskey, A. H. Stevenson, and J. G. Floyd, Jr. 1993. Nutritional and toxicological evaluation of three deep-stacking methods for the processing of broiler litter as a foodstuff for beef cattle. *Anim. Prod.* 56:321 - 326.
- Richardson, C. R. and E. E. Hatfield. 1978. The limiting amino acids in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 46:740 - 745.
- Rohr, K., P. Lebzien, H. Schaft and E. Schulz. 1986. Prediction of duodenal flow of non-ammonia nitrogen and amino acid nitrogen in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 14:29.
- Rosenstein, S. E. 1992. *Prontuario de especialidades veterinarias*. 13ª Edición. Impresora Azteca S. A. de C. V. México, D. F.
- Rooke, J. A., N. H. Lee and D. G. Armstrong. 1987. The effect of intraruminal infusions of urea, casein, glucose syrup and mixture of casein and glucose syrup on nitrogen

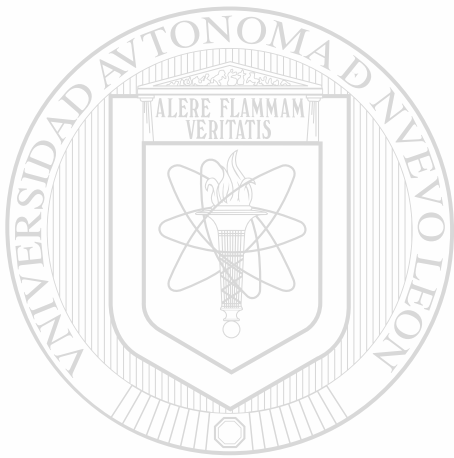
- digestion in the rumen of cattle receiving grass silage diets. *Br. J. Nutr.* 57:89 - 98.
- Ruffin, B. C., D. G. Pugh, and E. M. Welles. 1994. Hypocalcemia in beef cattle associated with the feeding of broiler litter. *Vet. Clin. Nutr.* 1:130.
- Ruffin, B. C. and T. A. McCaskey. 1990. Broiler litter can serve as feed ingredient for beef cattle. *Feedstuffs* 62:13 - 17.
- Ruiz, M. E. 1985.: Utilización del estiércol de aves en el engorde de bovinos. *Avances en Alimentación y Mejora Animal.* 26:11 - 48.
- Rude, B. J. and D. L. Rankins, Jr. 1997. Mineral status beef cows fed broiler litter diets with cation-anion differences or supplemented with hay. *J. Anim. Sci.* 75:727 - 735.
- Rude, B. J., D. L. Rankins, Jr., and W. A. Dozier, III. 1994. Nitrogen and energy metabolism and serum constituents in lambs given broiler poultry litter processed by three deep-stacking methods. *Anim. Prod.* 58:95 - 101.
- Russell, J. B., J. D. O'Connor, D. G. Fox, P. J. Van Soest and C. J. Sniffen. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.* 70:3351 - 3361.
- SAS. 1985. Statistical Analysis Systems. User's Guide: Statistics, Version 5 Edn. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Satter, L. D. and L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.* 32:199 - 208.
- Schaefer, A. L., S. D. M. Jones and R. W. Stanley. 1997. The use electrolyte solutions for Reducing transport stress. *J. Anim. Sci.* 75:258 - 265.
- Siddons, R. C., J. Paradine, D. L. Gale, and R. T. Evans. 1985. Estimation of the degradability of dietary protein in the sheep rumen by in vivo procedures. *Br. J. Nutr.* 54:545.
- Silanikove, N., and D. Tiomkin. 1992. Toxicity induced by poultry litter consumption: effect on measurements reflecting liver function in beef cow. *Anim. Prod.* 54:203 - 209.

- Sindt, M. H., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein and D. H. Shain. 1993. Effect of protein source and grain type on finishing calf performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 71:1047 - 1056.
- Shain, D. H., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein and D. W. Herold. 1998. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 76:242 - 248.
- Shlossberg, A., A. Harmelin, S. Perl, G. Pano, M. Davidson, U. Orgad, U. Kali, A. Bor, M. Van Ham, G. Hoida, B. Yakobson, Y. Avidar, B. A. Israeli, E. Bogin and M. Van-Ham. 1992. Cardiomyopathy in cattle induced by residues of the coccidiostat maduramicin in poultry litter given as a feedstuff. Kimron Veterinary Institute, Bet Dagan, Israel Veterinary-Research-Communications. 1992, 16:45-58.
- Snedecor, G. W., y W. G. Cochran. 1981. Métodos Estadísticos. C. E. C. S. A. México, D. F.
- Smith, L. W. 1974. Dehydrated poultry excreta as a nitrogen supplement for ruminants. *J. Anim. Sci.* 39:139 (Abstr.).
- Smith, L. W. and y C. C. Calvert 1976. Dehydrated broiler excreta versus soybean meal as nitrogen supplements for sheep. *J. Anim. Sci.* 43:1286 - 1292.
- 
- Smith, L. W. and W. E. Wheeler. 1979. Nutritional and economic value of animal excreta. *J. Anim. Sci.* 48:144 - 156.
- Sniffen, C. J., J. D. O'Connor, P. J. Van Soest, D. G. Fox and J. B. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70:3562 - 3577.
- Steg, A. and J. M. Van der Meer. 1985. Differences in chemical composition and digestibility of beet and cane molasses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 13:83 - 91.
- Stewart, C. S. 1977. Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. *Appl. Environ. Microbiol.* 33:497 - 502.
- Southwell, B. L., O. M. Hale and W. C. McCormick, 1958. Poultry house litter as a protein supplement in steer fattening rations. *Ga. Agr. Exp. Sta. Mimeo. Ser.* ns 55.

- Streeter C. L., R. R. Oltjen, L. L. Slyter N. and N. Fishbein. 1969. Urea utilization in wethers receiving. the urease inhibitor, acetohydroxamic acid. *J. Anim. Sci.* 29:88 - 93.
- Strobel, H. J. and J. B. Russell. 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 69:2941 - 2947.
- Symonds, H. W., D. L. Mather and K. A. Collins. 1981. The maximum capacity of the liver of the adult dairy cow to metabolize ammonia. *Br. J. Nutr.* 46:481-486.
- Tagari, H., D. Levy, D., Z. Holzer, and D. Ilan. 1976a. Poultry litter for intensive beef production. *Anim. Prod.* 23: 317 - 327.
- Tagari, H., D. Ilan, S. Katzin and S. Hochbaum. 1976b. Poultry litter as feed for intensive beef production. *Meshek Hbakar Lechalav.* 143:8 - 16.
- Tilley, J. M and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops *J. British Grassl. Soc.* 18:104 - 111.
- Tinnimit, P., Yu Yu, K. McGuffey and J. W. Thomas. 1972. Dried animal waste as a protein supplement for sheep. *J. Anim. Sci.* 35:431 - 435.
- Titgemeyer, E. C., N. R. Merchen, and L. L. Berger. 1989. Evaluation of soybean meal, corn gluten meal, blood meal and fish meal as sources of nitrogen and amino acids disappearing from the small intestine of steers. *J. Anim. Sci.* 67:262 - 275.
- Van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *J Anim. Sci.* 26:119 - 128.
- Van Soest, P. J. 1982. *The nutritional ecology of the ruminant.* O and B Books, Corvallis, Oregon. USA.
- Van Soest, P. J; J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Anim. Sci.* 74:3583 - 3597.
- Verdura, T. y N. Perón 1970. Hiperqueratosis en el rumen de ganado bovino alimentado con miel / urea ad libitum, suplemento proteico y forraje restringido. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 4:125 - 218.

- Vizcarra, C. J. 1998. Situación actual y perspectivas de la ganadería de carne intensiva en el país. Memoria del Simposio. XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Querétaro, Qro, 23 de octubre de 1998:80 - 88.
- Wang, Z. S. and A. L. Goetsch. 1998. Intake and digestion by Holstein steers consuming diets based on litter harvested after different numbers of broiler growing periods or with molasses addition before deep - stacking. *J. Anim. Sci.* 76:880 - 887.
- Webb, K. E. and J. P. Fontenot. 1975. Medicinal drug residues in broiler litter and tissues from cattle fed litter. *J. Anim. Sci.* 41:1212 - 1217.
- Westing, T. W., J. P. Fontenot, W. H. McClure, R. F. Kelly and K. E. Webb, Jr. 1985. Characterization of mineral element profiles in animal waste and tissues from cattle fed animal waste. I. Heifers fed broiler litter. *J. Anim. Sci.* 61:670 - 681.
- Wilkerson, V. A., T. J. Klopfenstein, R. A. Britton, R. A. Stock, and P. S. Miller. 1993. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. *J. Anim. Sci.* 71: 2777 - 2784.
- Wilkerson, V. A., T. J. Klopfenstein, R. A. Stock, R. A. Briton and P. S. Miller. 1991. Metabolizable protein requirements for growing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 69:558 (Suppl. 1).
- 
- Wood, B. L. 1990. Dietary effects on milk protein in dairy cows. Ph.D. thesis, University of Glasgow, pp. 108 - 134.
- Yan, T., D. J. Robers and J. Higginbotham. 1997. The effects of feeding high concentrations of molasses and supplementing with nitrogen and unprotected tallow on intake and performance of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 64:17 - 24.
- Yu, Y., and J. W. Thomas. 1976. Estimation of the extent of heat damage in alfalfa haylage by laboratory measurement. *J. Anim. Sci.* 42:766 - 774.
- Zinn R. A. 1993. Comparative value of wood sugar concentrate and cane molasses for fedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 71:2297 - 2302.
- Zinn, R. A. 1998. Definiendo el rumbo: Análisis de la variación del comportamiento. Memorias del Simposio. XXXIV Reunión Nacional de Investigación pecuaria. Querétaro, Qro, 23 de octubre de 1998:131 - 149.

- Zinn, R. A. and F. N. Owens. 1983. Site of protein digestion in steers: Predictability. *J. Anim. Sci.* 56:707 - 716.
- Zinn, R. A. M. Montaño, E. Alvarez and Y. Shen. 1997. Feeding value of cottonseed meal for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 75:2317 - 2322.
- Zinn, R. A., R. Barajas, M. Montaño and Y. Shen. 1996. Protein and energy value of dehydrated poultry excreta in diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 74:2331 - 2335.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 7. APÉNDICE

Apéndice 1. Cuestionario aplicado para conocer la situación de los corrales de engorda en el estado de Nuevo León.

### Proyecto de investigación:

Sr. productor le aseveramos que esta información será procesada en forma confidencial y con fines netamente académicos. Le agradeceremos nos proporcione la mayor información posible.

#### I. Información descriptiva

Fecha \_\_\_\_\_  
Nombre de la Empresa \_\_\_\_\_  
Dirección \_\_\_\_\_  
Número de animales actuales \_\_\_\_\_ Capacidad instalada \_\_\_\_\_  
Peso Inicial Promedio \_\_\_\_\_ Edad prom. \_\_\_\_\_  
Peso Final Promedio \_\_\_\_\_ Edad prom. \_\_\_\_\_  
Duración de la engorda \_\_\_\_\_

#### II. Tipo de animales que compran para la engorda:

Razas \_\_\_\_\_  
Sexo Machos \_\_\_\_\_ % Macho enteros \_\_\_\_\_ % Machos castrados \_\_\_\_\_ %  
Hembras \_\_\_\_\_ %

#### III. Prácticas de manejo:

Pesado \_\_\_\_\_ No. de veces \_\_\_\_\_ No. de días entre pesadas \_\_\_\_\_

Método de identificación \_\_\_\_\_

Control Sanitario

Nombre	Dosis / animal	(\$)
--------	----------------	------

Vacunas	_____	_____
---------	-------	-------

Otros	_____	_____
-------	-------	-------

Medicamentos	_____	_____
--------------	-------	-------

Desparasitación interna \_\_\_\_\_

Descornado \_\_\_\_\_

Implantes \_\_\_\_\_

¿Como agrupan los animales? \_\_\_\_\_

Otras \_\_\_\_\_

#### IV. Ingredientes que usan en la ración:

Granos \_\_\_\_\_

Suplementos Proteicos \_\_\_\_\_

Minerales \_\_\_\_\_

Premezcla Mineral \_\_\_\_\_

Forrajes \_\_\_\_\_



Subproductos \_\_\_\_\_

Aditivos \_\_\_\_\_

Tratamiento a los alimentos: Molido \_\_\_\_\_ Rolado \_\_\_\_\_

Rolado a vapor \_\_\_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

¿Que tipo de análisis realiza a los ingredientes? \_\_\_\_\_

¿Que tipo de análisis realiza al alimento? \_\_\_\_\_

V. ¿Cual es el sistema de alimentación?

Dieta: Molida \_\_\_\_\_ Pellets \_\_\_\_\_ Húmeda \_\_\_\_\_ Líquida \_\_\_\_\_

Completa \_\_\_\_\_ Concentrado y forraje por separado \_\_\_\_\_

Pastoreo con suplementación \_\_\_\_\_

Dieta de iniciación \_\_\_\_\_ Duración \_\_\_\_\_ días Peso \_\_\_\_\_ kg

Dieta de Crecimiento \_\_\_\_\_ Duración \_\_\_\_\_ días Peso \_\_\_\_\_ kg

Dieta de finalización \_\_\_\_\_ Duración \_\_\_\_\_ días Peso \_\_\_\_\_ kg

Horario de alimentación \_\_\_\_\_

No. de veces que ofrecen alimento. \_\_\_\_\_

Utilizan sales minerales extras en saladeros \_\_\_\_\_

VI. Problemas digestivos:

Timpanismo \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_ %

Acidosis \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_ %

Cetosis \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_ %

Torsión del abomaso \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_ %

VII. Enfermedades:

Infección de patas \_\_\_\_\_

Neumonías \_\_\_\_\_

Otras \_\_\_\_\_

VII. Comportamiento animal

Aumento diario \_\_\_\_\_

Consumo \_\_\_\_\_

Conversión \_\_\_\_\_

IX. Equipo e instalaciones de la planta de alimentos

Tipo de instalaciones \_\_\_\_\_

Fecha de construcción \_\_\_\_\_

Costo \_\_\_\_\_

	Tipo	Número	Capacidad
--	------	--------	-----------

Bodega	_____	_____	_____
--------	-------	-------	-------

Camiones	_____	_____	_____
----------	-------	-------	-------

Básculas	_____	_____	_____
----------	-------	-------	-------

Molinos	_____	_____	_____
---------	-------	-------	-------

Revolvedora	_____	_____	_____
-------------	-------	-------	-------

Otros	_____	_____	_____
-------	-------	-------	-------

X. Inventario de otros bienes de los corrales de engorda

1. Construcciones

	Cantidad	Condiciones
--	----------	-------------

Casa habitación	_____	_____
-----------------	-------	-------

Bodega	_____	_____
--------	-------	-------

Oficina \_\_\_\_\_  
 Corrales \_\_\_\_\_  
 Bebederos \_\_\_\_\_  
 Pisos (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_  
 Cercas (km) \_\_\_\_\_  
 Corrales de Manejo \_\_\_\_\_  
 Fecha de construcción \_\_\_\_\_  
 Costo \_\_\_\_\_

**2. Maquinaria y equipo**

	Cantidad	Modelo (Año)	Capacidad
Camiones	_____	_____	_____
Camionetas	_____	_____	_____
Tractor	_____	_____	_____
Tolvas	_____	_____	_____
Remolques	_____	_____	_____
Básculas	_____	_____	_____
Prensa	_____	_____	_____
Bomba de agua	_____	_____	_____
Herramienta	_____	_____	_____
Otros	_____	_____	_____

**XI. Adquisición de insumos**

¿Donde adquieren los ingredientes? \_\_\_\_\_  
 ¿Que ingredientes importan? \_\_\_\_\_  
 ¿Cuales ingredientes utilizan en ciertas épocas del año? \_\_\_\_\_  
 ¿Usan ingredientes alternativos? \_\_\_\_\_  
 ¿Como formulan sus raciones? \_\_\_\_\_  
 ¿Quién formula sus raciones? \_\_\_\_\_

**XII. Costos de producción**

Costo del becerro puesto en la engorda \_\_\_\_\_  
 Costo de los ingredientes \_\_\_\_\_  
 Costo de la ración ya formulada \_\_\_\_\_  
 Costos de producción del kg de carne por concepto de alimentación. \_\_\_\_\_  
 Costo de producción del kg. de carne \_\_\_\_\_  
 Muertes \_\_\_\_\_ %  
 ¿Como calculan los costos de producción? \_\_\_\_\_  
 ¿Cuales son sus principales costos? \_\_\_\_\_

**Personal**

	Número	Horas	Prestaciones
A). Trabajadores			
Planta	_____	_____	_____
Eventuales	_____	_____	_____
B). Administrador			
Planta	_____	_____	_____
Eventuales	_____	_____	_____
C). Soporte técnico			
Veterinario	_____	_____	_____

Otros (Cuales) \_\_\_\_\_

Costo de la mano de obra \_\_\_\_\_  
Reperten alimento \_\_\_\_\_  
Mantenimiento \_\_\_\_\_  
Servicios \_\_\_\_\_

Consumo  
Mensual (\$)

A). Electricidad \_\_\_\_\_  
B). Teléfono \_\_\_\_\_  
C). Seguro \_\_\_\_\_

Combustible

A). Gasolina \_\_\_\_\_  
Camionetas \_\_\_\_\_  
Camiones \_\_\_\_\_

B). Diesel \_\_\_\_\_  
Tractores \_\_\_\_\_  
Camiones \_\_\_\_\_

C). Gas \_\_\_\_\_  
Estufas \_\_\_\_\_  
Otros \_\_\_\_\_

Mantenimiento

A). Maquinaria

Aceite/  
Grasa

Afinación  
(Número)

Llantas

Otros  
(\$)

Tractores \_\_\_\_\_

Implementos \_\_\_\_\_

B). Equipo

Bombas \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

C). Vehículos

Camiones \_\_\_\_\_

Camionetas \_\_\_\_\_

Costos adicionales

Guías \_\_\_\_\_

Pruebas \_\_\_\_\_

Asesoría \_\_\_\_\_

Transporte \_\_\_\_\_

Impuestos por venta de ganado \_\_\_\_\_

Gastos de administración \_\_\_\_\_

Aseguranza \_\_\_\_\_

Depreciación de equipo \_\_\_\_\_

Depreciación de instalaciones \_\_\_\_\_

Impuestos sobre ganancia \_\_\_\_\_

