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 TREVIÑO

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

m

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 TREVIÑO

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

DICIEMBRE, 2001

9 0162

TD
Z501
A
2001
.M67

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 Colín 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

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 mas 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 Elías 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.

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 Secretaria 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

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. Hipótesis 3
1.2. Objetivos 4

2. REVISION DE LITERATURA 5

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

3. MATERIALES Y METODOS 46

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

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 57

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 Toretes Holstein 115
4.3.3.3 Novillos Charolais y Toretes 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 Toretes Holstein 134

Página

5. CONCLUSIONES 137

6. LITERATURA CITADA 139

7. APÉNDICE 158

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 *in vitro* de la MO
DIVMS	Digestibilidad *in vitro* 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_3	Amonio
NH_4	Amoníaco
NNP	Nitrógeno no protéico
P	Fósforo
PC	Proteína cruda
PCIADF	PC indigestible en ADF
PDR	Proteína degradable en rumen
PM	Proteína metabolizable

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

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 (g kg $^{-1}$) y energía (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 ($ kg $^{-1}$) utilizados para formular las dietas del ganado en el Estado de Nuevo León (Junio de 1997) 75

Cuadro 13. Costos de producción ($ 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 *in vitro* 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 $^{-1}$) 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 $^{-1}$) 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

Cuadro 28. Crecimiento de ganado Charolais y Holstein alimentados con tres fuentes de proteína. 122

Cuadro 29. Uso del modelo NRC (1996) en toretes Holstein en crecimiento alimentados con tres niveles de cama de pollo..... 127

Cuadro 30. Uso del modelo NRC (1996) en toretes Holstein en crecimiento alimentados con tres niveles de melaza 131

Cuadro 31. Uso del modelo NRC (1996) en novillos Charolais en crecimiento alimentados con tres fuentes de proteína..... 133

Cuadro 32 Uso del modelo NRC (1996) en toretes Holstein en crecimiento alimentados con tres fuentes de proteína..... 135

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 *in vitro* 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^{-1}) 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

Figura 8. Consumo de alimento (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 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^{-1}) 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 $^{-1}$) 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 $^{-1}$) 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

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^{-1} considerando el peso de los animales del lugar de origen y de 1.60 kg d^{-1} 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 cortes al 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 $^{-1}$) 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^{-1}) ni la conversión alimenticia (6.0, 5.8 y 6.5). El consumo de alimento corregido por peso inicial, se incrementó en forma lineal ($P < 0.01$, $r^2 = 0.66$) debido al nivel de CAMA, encontrándose que por cada unidad porcentual de CAMA el consumo se aumenta 24 g d^{-1}. Igualmente, el consumo por kg de peso metabólico se incrementó ($P < 0.05$, $r^2 = 0.35$) en 0.32 g d^{-1} por cada unidad porcentual de CAMA incluída 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 ± 59 kg animal $^{-1}$) 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 $^{-1}$), consumo de alimento (6.92, 6.88 y 6.53 kg animal $^{-1}$), 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 ± 26 kg animal $^{-1}$) y 20 toretes Holstein (206.4 ± 41 kg animal $^{-1}$) 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 $^{-1}$), consumo de alimento (7.3, 7.3 y 7.2 kg animal $^{-1}$), 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 glúten 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 ± 5.5; ash 18.6 ± 2.6, OM 81.4 ± 2.6; ADF 14.8 ± 2.6; CP 31.6 ± 2.3; IVDMD 76.1 ± 3.2; IVOMD 72.7 ± 3.6; ICPADF 3.2 ± 0.7; NDF 28.9 ± 5.7; hemicellulose 15.2 ± 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 ± 36 kg animal $^{-1}$). 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 $^{-1}$) 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 $^{-1}$ for each percent unit of PL included in the diet. Likewise, DM feed intake was increased in 0.32 g kg $^{-1}$ $BW^{0.75}$. 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 ± 59.1 kg animal $^{-1}$). 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 $^{-1}$ d^{-1}), 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 $^{-1}$) and 20 Holstein young bulls (206.4 ± 41 kg animal $^{-1}$). 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 $^{-1}$), 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).Finaly, 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

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 rumiantes (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 (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.

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[a]	Gallinas ponedoras[a]	Novillos[a]	Vacas[a]	Cerdos[b]
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^{-1})	2440.0	1884.0			
Energía metabolizable	(Mcal kg^{-1})	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

[a] Adaptado de Bhattacharya y Taylor 1975.
[b] 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 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 amonia 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 (NH_4) y bióxido de carbono con una velocidad mayor a la capacidad que tienen los microorganismos para utilizar el (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 (Bhrattacharya 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 $^{-1}$, (Bhrattacharya y Taylor, 1975) y de 2.91 Mcal kg $^{-1}$ (NRC, 1984). Algunos valores sobre energía metabolizable (EM) son de 2.10 Mcal kg $^{-1}$ (Rude et al., 1994) 2.18 Mcal kg $^{-1}$ (Bhrattacharya y Taylor, 1975) 2.39 Mcal kg $^{-1}$ (NRC, 1984) y de 1.15 a 2.06 Mcal kg $^{-1}$ (Deshck et al., 1998). El promedio de EM de los reportes de estos investigadores es de 2.2 Mcal kg $^{-1}$ de MS.

El valor estimado de la ED de las heces deshidratadas de gallinas ponedoras fue de 1.36 Mcal kg $^{-1}$ 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 $^{-1}$ y viceversa (Zinn et al., 1996). Esto coincide con Brugman et al. (1964), Bhattachrya 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 $^{-1}$ de EM y el NRC (1984) de 1.88 Mcal kg $^{-1}$ de EM.

Minerales. Las excretas de las aves son altas en minerales (McCaskey 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-rumial 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.

Cuando 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^{-1} 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^{-1} 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 $l \cdot h^{-1}$).

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^{-1}) 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^{-1}) cuando el nivel de cama de pollo se incrementó del 15 al 30 % (Brosh et al., 1993). Esto puedo ser atribuído 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 atribuído 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^{-1} 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 diminuyeron a medida que se incrementó el nivel de cama de pollo en la ración (1019, 830, 743 y 581 g d^{-1} 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^{-1} 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^{-1}, 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^{-1} respectivamente, encontrando que el consumo recomendado de cama de pollo en ganado de engorda fue menos de 1 kg por 100 kg^{-1} 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^{-1} 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^{-1} cuando usaron el 25 % de cama de pollo y 0.91 kg d^{-1} 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^{-1}, 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^{-1}), 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 incordinación, 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, Silanikove 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^{-1}) 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 kg d^{-1}) que recibieron coccidiostato maduramicina o salinomicina, 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 kg d^{-1} de cama de pollo y por lo tanto estaban recibiendo 3.16 kg de PC a partir de NNP lo cual puede ocasionar un nivel muy alto de 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^{-1} 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^{-1}	2.60	
Nutrientes digestibles totales	%	72.00	
Energía neta de mantenimiento	Mcal kg^{-1}	1.70	
Energía neta de ganancia	Mcal kg^{-1}	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^{-1}	0.47	
Cobre	mg kg^{-1}	21.60	
Hierro	mg kg^{-1}	87.00	
Manganeso	mg kg^{-1}	6.00	
Zinc	mg kg^{-1}	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^{-1} 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 celulolisis (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 desciende 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_3) 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^{-1}) y energía (MJ kg^{-1}) 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 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 microbial 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 mg 100 ml $^{-1}$ de fluído 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 microbial (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 NH_3 - N, aminoácidos ó AGV's de cadena ramificada, que limitan la síntesis de proteína microbial (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 microbial, 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 (Aines 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 microbial puede ser influída 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 esta clasificada como un desperdicio, especialmente en países en desarrollo, donde la conversión de la sangre en harina de sangre esta 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 NH_3, la fracción degradable suministra péptidos, aminoácidos y / u otros factores del crecimiento que incrementa la producción de proteína microbial (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 protéico, 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 kg^{-1} de MS, respectivamente. Según Zinn et al.,

(1997) los valores de ENm y de ENg de la harinolina pre-prensada y con extracción con solventes son de 1.88 y 1.24 Mcal kg^{-1} 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; Richarson 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 añojos de finalización (Shain et al., 1998). Los requerimientos de PM de un becerro Holstein de 214 kg de PV son de 504 g d^{-1}, donde 228 g d^{-1} son para mantenimiento y 276 g d^{-1} 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 esta 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 esta 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 esta 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^{-1}), ENm (Mcal kg^{-1}) y ENg (Mcal kg^{-1}).

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 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) trasferencia 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.

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 envío 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* (g kg^{-1} de MS), se multiplica por el factor de 18.5 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 25^0 52' latitud norte y 100^0 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 25^0 47' latitud norte y 100^0 18' longitud oeste y con una altura de 490 msnm (INEGI, 1977).

3.3.1 Prueba I. 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 ± 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_3 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 (kg d^{-1}) de acuerdo a la siguiente ecuación: $ER = (0.493\ PVV^{0.75})\ X\ ADP^{1.097}$, 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 (MQ) = $0.077\ X\ PVV^{0.75}$ Mcal d^{-1} (Lofgreen y Garret, 1968).

Posteriormente se realizarón 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 ± 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 [1]		5.14	0.25	0.25	0.25
Total (kg)			100.00	100.00	100.00
Análisis calculado [2]					
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^{-1})		2.74	2.69	2.64
Energía neta de mantenimiento	(Mcal kg^{-1})		1.81	1.77	1.72
Energía neta de ganancia [3]	(Mcal kg^{-1})		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

[1] Cada 2 kg contiene: Vit. A (7500000 UI); Vit. D_3 (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).

[2] 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[1]		6.17	0.2	0.2	0.2
Total (kg)			100.0	100.0	100.0
Análisis calculado[2]					
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^{-1})		2.82	2.78	2.74
Energía neta de mantenimiento	(Mcal kg^{-1})		1.87	1.84	1.80
Energía neta de ganancia	(Mcal kg^{-1})		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

[1] Cada 2 kg. contiene: Vit. A (7500000 UI); Vit. D_3 (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).

[2] 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 ± 25.9 y 206.4 ± 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 PROTEINA (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[1]		6.17	0.20	0.20	0.20
Total (kg)			100.00	100.00	100.00
Análisis calculado[2]					
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^{-1})		2.83	2.83	2.84
Energía neta de mantenimiento	(Mcal kg^{-1})		1.88	1.88	1.89
Energía neta de ganancia	(Mcal kg^{-1})		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

[1] Cada 2 kg. contiene: Vit. A (7500000 UI); Vit. D_3 (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).

[2] 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 vació promedio (PVVP) de los animales de cada prueba fueron incluídos 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.

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

	CORRALES DE ENGORDA						
	1	2	3	4	5	6	7
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 Beefmaster, Simmental, Brangus.	Cruzas de Europeo. Hereford, Angus, Charolais, Limousin, Suizo, Cebú, Chianina.	Europeo Cruzas de Europeo. Cruzas de Cebú X Europeo	Cebú X Europeo. Suizo, Beefmaster
Tipo de animal							
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 (toretes) 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 intermedio, final	Origen llegada salida, Intermedio cuando hay prueba	Inicial mensual	Inicial intermedio fina	Origen llegada formación de lotes salida muestreo mensual	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
Desparasitación interna	Sí	Ivermectina ó Doromectina	Sí	Sí	Vermífugo	Ivermectina Cipermetrina	Ivermectina
Baño garrapaticida		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 en animales stressados
Implantes	Sí	Machos: Progesterona y Benzoato estradiol Hembras: Propionato de testosterona y Benzoato de estradiol	Acetato Trembolona y 17B Estradiol	Acetato de Trembolona y 17B Estradiol	Sí, con reimplante a 70 días	Machos:- Progesterona y Benzoato de estradiol Hembras: Propionato de testosterona y Benzoato de estradiol	Sí según sexo

Continuación ..... Cuadro 8.

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

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_3). 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_3) 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 glutation 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 $^{-1}$ 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 hojueleado 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 húmedad 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

	CORRALES DE ENGORDA						
	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 °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 próximal. 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 período 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 período 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 %