



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE
QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL MENCIÓN
NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL**

Tesis previa la obtención del
Grado Académico de
Magister en Producción
Animal, Mención Nutrición y
Alimentación Animal

TEMA:

**EFFECTO DE LA FUENTE DE NITRÓGENO EN LA
DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y EL COMPORTAMIENTO
PRODUCTIVO DE VACAS LECHERAS**

AUTOR:

ING. ZOOT. NÉSTOR VICENTE ACOSTA LOZANO

DIRECTOR:

ING. ZOOT. JUAN AVELLANEDA CEVALLOS. Dr.C.

QUEVEDO - ECUADOR

2011

CERTIFICACIÓN

El suscrito **CERTIFICA:** Que en la tesis de Magister en Producción Animal, Mención Nutrición y Alimentación Animal, titulada ***“EFECTO DE LA FUENTE DE NITRÓGENO EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS LECHERAS”***, cuya autoría es del ***Ing. Zoot. NÉSTOR VICENTE ACOSTA LOZANO***, se han incorporado las sugerencias hechas por el Tribunal de Sustentación Privada, encontrándose el posgradista apto para la Sustentación Pública.

Ing. Zoot. Juan Humberto Avellaneda Cevallos. Dr.C.

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA

El trabajo de investigación, los resultados y conclusiones presentadas en la presente tesis de Magister en Producción Animal, Mención Nutrición y Alimentación Animal, titulada **“EFECTO DE LA FUENTE DE NITRÓGENO EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA Y EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS LECHERAS”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ing. Zoot. Néstor Vicente Acosta Lozano

AGRADECIMIENTO

- Al Creador del universo por prestarme vida y darme lo necesario para cumplir mis sueños y aspiraciones en la vida.
- A quienes contribuyeron en el desarrollo de esta Tesis de Grado y me han orientado hasta llegar a esta instancia de mi vida.
- De manera especial al grupo NOBIS, a su líder la Sra. Isabel Noboa, por permitirme realizar este trabajo experimental en la hacienda San Rafael. Al ex gerente de la hacienda Ing. Euro Torres, por brindarme todo el apoyo en la realización de este trabajo. A todos los trabajadores de la Hacienda (alimentadores, ordeñadores, vaqueros, guardias, inseminador, etc.) que ayudaron en este trabajo práctico, porque sin ellos este trabajo se hubiera dificultado enormemente.
- De manera especial a mi Director de Tesis, Dr. C. Juan Avellaneda Cevallos, distinguido Maestro y amigo por su orientación y conocimientos. Gracias querido amigo por confiar en mí y apoyarme incondicionalmente.
- A mi familia, especialmente a mi Madre y Hermanos por su comprensión y empuje diario.
- A mis hijos, por comprender que el tiempo que no pasé con ellos, se plasma en este documento que forma parte de mi vida y experiencia profesional.
- Al Ing. Néstor Orrala Borbor, Msc. Director del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la UPSE, por su amistad y ayuda incondicional.
- Por obviar algunos nombres que por razones involuntarias no lo he hecho pido disculpas, la verdad existen muchas personas que han contribuido en el desarrollo de esta tesis.

Néstor Acosta

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a las personas que más amo, mis hijos.

Gianella, Néstor, Denisse y Erick

Néstor Acosta

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO	Página
Certificación.....	
Autoría.....	i
Agradecimiento.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de cuadros.....	viii
Índice de gráficos.....	x
Índice de anexos.....	xi
Resumen.....	xii
Summary.....	xiii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Hipótesis general.....	3
1.3. Hipótesis específicas.....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Composición de los alimentos.....	4
2.2. Agua (H ₂ O) y materia seca.....	5
2.3. Materia orgánica y minerales.....	5
2.4. Pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>).....	5
2.4.1. Origen.	5
2.4.2. Características taxonómicas.....	6
2.4.3. Caracterización agronómica y nutricional....	7
2.4.4. Composición química del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>).....	8
2.5. Harina de pescado.....	10
2.5.1. Composición química de la harina de pescado.....	10
2.5.2. Harina de pescado (HP) en la alimentación animal.....	13

2.5.3. Ventajas de su utilización.....	14
2.6. Torta de soya.....	15
2.6.1. Descripción del extrusado-prensado de soya y su utilización en alimentación de bovinos.....	16
2.7. Urea.....	17
2.7.1. ¿Qué es la urea?	17
2.7.2. ¿Por qué utilizarla?	18
2.7.3. Síntesis de proteína a partir de la urea.....	19
2.7.4. Efectos tóxicos.....	20
2.8. Metabolismo de la urea en los rumiantes.....	20
2.9. Melaza.....	21
2.10. Valoración nutritiva de los alimentos.....	22
2.10.1. Importancia del análisis de alimentos.....	22
2.10.2. Materia seca (MS).....	22
2.10.3. Cenizas.....	22
2.10.4. Fibra cruda (FC).....	22
2.10.5. Proteína cruda (PC).....	23
2.10.6. Fibra ácido detergente (FAD).....	23
2.10.7. Fibra neutro detergente (FDN).....	23
2.10.8. Digestibilidad.....	23
2.10.9. Factores que afectan la digestibilidad.....	25
2.10.10. Prueba de digestibilidad in situ en vacas fistulada.....	26
2.11. Necesidades nutricionales del ganado.....	31
2.12. Consumo de alimento.....	34
2.13. Energía y condición corporal.	35
2.14. Suplementos alimenticios.....	35
2.14.1. Urea.....	36
2.14.2. Harina de pescado.....	38
2.14.2. Soya.....	40
2.15. Nitrógeno ureico en sangre y en leche.....	40

2.16. Desbalances de la dieta	44
2.17. Química sanguínea en vacas lecheras.....	45
2.17.1. Determinaciones bioquímicas.....	45
2.17.2. Glucosa.....	45
2.17.3. Urea y creatinina.....	46
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS DEL EXPERIMENTO	48
1.....	
3.1.1. Localización del experimento.....	48
3.1.2. Condiciones Meteorológicas.....	48
3.1.3. Materiales y Equipos.....	49
3.1.4. Tratamientos y diseño experimental.....	50
3.1.5. Análisis estadístico.....	51
3.1.6. Variable de respuesta experimental.....	51
3.1.7. Manejo del experimento.....	51
3.2. MATERIALES Y MÉTODOS DEL EXPERIMENTO	53
2.....	
3.2.1. Localización y duración del experimento....	53
3.2.2. Materiales y Equipos.....	53
3.2.3. Material biológico.....	55
3.2.4. Tratamientos y diseño experimental.....	56
3.2.5. Manejo del experimento.....	57
3.2.6. Variable experimentales.....	60
3.2.7. Análisis económico.....	61
3.2.8. Manejo del experimento.....	61
3.2.9. Variables de respuesta experimental.....	63
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL	64
EXPERIMENTO 1.....	
4.1.1. Análisis bromatológico del pasto Maralfalfa.	
(50 días de edad).....	64
4.1.2. Análisis bromatológico de las materias	
primasutilizadas en el experimento.....	65

4.1.3. Dietas experimentales.....	67
4.1.4. Cinética de degradabilidad de la materia seca y materia orgánica de las dietas	69
4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL EXPERIMENTO 2.....	73
4.2.1. Consumo de materia seca forrajera (MSF), Kg.....	73
4.2.2. Consumo de materia seca no forrajera (MSNF), kg.....	74
4.2.3. Consumo de materia seca total (MST), kg...	76
4.2.4. Cambio de peso vivo (Kg).....	77
4.2.5. Índice de condición corporal inicial y final.....	79
4.2.6. Producción de leche, Kg.....	80
4.2.7. Porcentaje de proteína.....	83
4.2.8. Producción de proteína, Kg.....	85
4.2.9. Porcentaje de sólidos totales.....	87
4.2.10. Producción de sólidos totales, Kg.....	88
4.2.11. Nitrógeno ureico en sangre, mg/dl.....	90
4.2.12. Nitrógeno Ureico en leche, mg/dl.....	92
4.2.13. Creatinina, mg/dl.....	94
4.2.14. Glucosa, mg.....	96
4.3. Análisis económico.....	98
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
5.1.1 Conclusiones experimento 1.....	99
5.1.2 Conclusiones experimento 1.....	99
5.1.3 Recomendaciones.....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		Página
1-1	Clasificación taxonómica del género Pennisetum.....	7
1-2	Composición química del pasto maralfalfa (Pennisetum sp) cosechado a dos edades de rebrote (56 y 105 días).....	9
1-3	Composición química del pasto maralfalfa (Pennisetum sp) a diferentes edades de corte.....	9
1-4	Contenido de algunas fracciones químicas del pasto maralfalfa (Pennisetum sp).....	10
1-5	Parámetros de harina de pescado de buena calidad (%).....	11
1-6	Composición de aminoácidos en la harina de pescado (%).....	12
1-7	Composición química de la harina de pescado.....	12
1-8	Composición promedio de aminoácidos presentes en la proteína de pescado.....	13
1-9	Parámetros de calidad para harinas de pescado a nivel internacional (%).....	13
1-10	Composición química de la soya y subproductos.....	15
1-11	Composición química de tortas de soya.....	16
1-12	Requerimientos de una vaca Holstein productora de leche.....	34
1-13	Niveles de NUL, calificación e interpretación de resultados óptimos.....	41
1-14	Tasas de concepción (TC) y concentración de nitrógeno ureico en sangre (NUS) de vacas lactando, alimentadas con dietas de contenido de proteína cruda (PC) moderada y alta.....	43
1-15	Efecto fisiológico en rumiante de acuerdo a los niveles de NUL.....	44
3-1	Condiciones meteorológicas del sitio experimental. Finca “La María” FCP, UTEQ.....	48
3-2	Esquema del experimento.....	50
3-3	Esquema del análisis de varianza.....	51

3-4	Condiciones meteorológicas hacienda San Rafael.....	53
3-5	Tratamientos experimentales.....	56
3-6	Grados de libertad del experimento.....	57
3-7	Codificación de los tratamientos.....	58
4-1	Análisis bromatológico del pasto Maralfalfa. (50 días de edad).....	64
4-2	Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en el experimento.....	65
4-3	Dieta experimental 1.....	67
4-4	Dieta experimental 2.....	68
4-5	Dieta experimental 3.....	68
4-6	Composición química de las dietas.....	69
4-7	Cinética de degradación de la Materia Seca (%) de las dietas experimentales.....	70
4-8	Cinética de degradación de la Materia Orgánica (%) de las dietas experimentales.....	71
4-9	Consumo quincenal de materia seca forrajera, kg.....	73
4-10	Consumo quincenal de materia seca no forrajera (MSNF) kg.....	75
4-11	Promedios consumo de materia seca total (MST) al final del experimento, kg.....	76
4-12	Cambio de peso vivo al final del experimento.....	78
4-13	Condición corporal al inicio y final del experimento.....	79
4-14	Promedios quincenales de producción de leche, al final del experimento.....	82
4-15	Contenido de proteína de la leche (%).....	84
4-16	Producción de proteína, kg.....	86
4-17	Porcentaje de sólidos totales.....	87
4-18	Producción de sólidos totales. Kg.....	89
4-19	Nitrógeno ureico en sangre, mg/dl.....	91
4-20	Nitrógeno ureico la leche, mg/dl.....	93
4-21	Creatinina mg/dl.....	95
4-22	Glucosa, mg/dl.....	96
4-23	Análisis económico del experimento.....	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO		Página
1-1	Composición de los alimentos, nutrientes y métodos de análisis.....	4
3-1	Croquis de campo y distribución de los animales de acuerdo al diseño.....	59
4-1	Degradabilidad de la materia seca de tres dietas con diferentes fuentes de proteína.....	70
4-2	Degradabilidad de la materia orgánica de tres dietas con diferentes fuentes de proteína.....	71
4-3	Consumo de materia seca forrajera, kg.....	74
4-4	Consumo de materia seca no forrajera, kg.....	75
4-5	Consumo de materia seca total (CMST), kg.....	77
4-6	Cambio de peso vivo.....	78
4-7	Condición corporal inicial y final.....	80
4-8	Producción de leche quincenal y al final del experimento, kg/día.....	82
4-9	Porcentaje de proteína de la leche.....	84
4-10	Producción de proteína, kg.....	86
4-11	Porcentaje de sólidos totales, %.....	88
4-12	Producción de sólidos totales, kg.....	89
4-13	Nitrógeno Ureico en sangre, Mg/dl.....	91
4-14	Nitrógeno Ureico en leche, Mg/dl.....	93
4-15	Creatinina, mg/dl.....	95
4-16	Glucosa, mg/dl.....	97

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		Página
1A	Cuadrados medios del análisis de varianza y significación estadística para CMSF, CMSNF, CMST, Producción de leche, % Proteína de leche, Producción proteína, % Sólidos totales, Producción de sólidos totales, NUS, NUL, Creatinina y Glucosa.....	116
2A	Peso al inicio del experimento Kg.....	117
3A	Peso al final del experimento Kg.....	117
4A	Condición corporal al inicio del experimento.....	118
5A	Condición corporal al final del experimento.....	118
6A	Costo de producción de los tratamientos, USD.....	119
7A	Costos de mano de obra, asesoría técnica y alimentación, USD.....	120
8A	Costos de materiales de ordeño, medicamentos y otros, USD.....	121
9A	Costo de siembra y mantenimiento 1 ha de pasto, USD	122
10A	Costo diario de las dietas experimentales, USD.....	123
11A	Costo total alimentación por tratamientos, 75 días. USD.....	124

RESUMEN

La presente investigación constó de dos experimentos. En el primer ensayo se evaluó el efecto de fuentes de nitrógeno: harina de pescado (lenta degradabilidad), harina de soya (mediana degradabilidad) y urea (rápida degradabilidad), en la digestibilidad de las dietas, cuya base forrajera fue pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) de 50 días de edad más un concentrado con materias primas permanentes: polvillo de arroz, afrecho de cebada, melaza y sales minerales. El análisis bromatológico del pasto maralfalfa determinó: Humedad, 71,05%; Materia Seca, 28,95%; Grasa, 1,78%; Proteína Bruta, 6,72%; Energía Bruta, 4,83 Kcal; Materia Orgánica, 99,70% y Ceniza, 8,67%. El Afrecho de Cebada, Polvillo de Arroz, Torta de Soya y Harina de Pescado, tuvieron: 33,09%; 8,69%; 42,20% y 41,56% de Proteína Bruta. 91,10%; 88,54%; 83,21% y 93,00% de Materia Seca. 5,15%; 5,93%; 3,8% y 0,0% de Fibra Bruta. 3,83 Mcal; 3,51 Mcal; 3,82 Mcal y 3,39 Mcal de Energía Bruta. 92,81%; 85,72%; 93,50% y 94,26% de Materia Orgánica. Y, 7,19%; 14,28%, 6,50% y 0,0% de Ceniza respectivamente. Las Dietas experimentales fueron introducidas en el rumen de tres vacas fistuladas en tiempos definidos (3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas) para determinar la Cinética de degradación de la Materia Seca y la Materia Orgánica. El análisis de la varianza de la MS no presentó diferencias estadísticas significativas en los horarios establecidos, a excepción de las 48 horas el T1 y T2 con respecto del T3 con valores de 70,83%; 70,19% y 68,36% respectivamente ($p \leq 0.05$). La MO, presentó diferencias a las 48 horas con valores de 59,65% para el T1; 59,21% para el T2 y 57,01% para el T3 ($p \leq 0.05$). En el Experimento 2, con estas dietas se determinó el efecto de la fuente de Nitrógeno en el comportamiento productivo de vacas lecheras. Se utilizaron 15 vacas Holstein entre 5 – 25 días post parto, promedio de 90 días en leche; animales de tercera lactación de 5 – 8 años, peso 350 ± 25 kg PV y una condición corporal promedio de 3,2. Se utilizó un diseño completamente al azar y las medias se analizaron con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$), con una duración de 75 días. Se evaluó el consumo de materia seca forrajera (MSF), consumo de MS no forrajera (CMSNF), consumo de MS total (CMST), producción de leche (kg), porcentaje de proteína de la leche (%), producción de proteína de la leche (kg), porcentaje de sólidos totales (%), producción de sólidos totales (kg), nitrógeno ureico en sangre (NUS), nitrógeno ureico en leche (NUL), creatinina mg/dl y glucosa mg/dl. El CMSNF y el CMST, presentan diferencias ($p \leq 0.01$) y el NUL ($p \leq 0.05$); las demás variables no presentaron diferencias significativas.

Palabras claves: Nitrógeno dietario, Análisis bromatológico, Cinética de degradación, Nitrógeno ureico en sangre, Nitrógeno ureico en leche, creatinina.

SUMMARY

This research had two experiments. In the first experiment, it was evaluated the effect of nitrogen sources: fish meal (slow degradability), soy meal (median degradability) and urea (fast degradability) in the digestibility of the diets, where the forage base was maralfalfa grass (*Pennisetum sp*) of 50 days of age, more a concentrate with permanent row materials: rice powder, barley bran, molasses and minerals. The analysis of the grass bromatological maralfalfa determined: humidity 71.05%, dry material 28.95%, fat 1.78%, gross Protein; 6.72%, gross energy; 4.83kcal, organic material 99.70%, and ash 8.67%. The barley bran, rice powder, soy meal cake and fish meal were: 33.09%, 8.69%, 42.20% and 41.56% of gross protein; 91.10%, 88.54%, 83.21% and 93.00% of dry material, 5.15%, 5.93%, 3.8% and 0.0% of gross fiber; 3.83 Mcal; 3.51Mcal, 3.82 and 3.39 Mcal of gross energy, 92.81%, 85.72%, 93.50% and 94.26% of organic material and, 7.19%, 14.28%, 6.50% , 0.0% of ash respectively. In Rumiología Program of the Faculty of Animal Science of the Universidad Técnica Estatal de Quevedo, the experimental diets were introduced into the rumen of three cows fistulated at defined times (3,6,12, 24, 48 and 72 hours) to determine the kinetics of degradation of dry material (DM) and organic material (OM). The analysis of variance of the DM did not present statistically significant differences in time schedules, except for 48 hours, it was differed fish meal and soy meal with respect Urea with values of 70.83%, 70.19% and 68.36% respectively. The OM, showed differences at 48 hours with values of 59.65% for fish meal, 59.21% for soy meal and 57.01% for Urea. In the second experiment, the same diets were used to determine the effect of nitrogen source in the productive performance of dairy cows. 15 Holstein cows were used with a variation between 5 to 25 days post partum, with an average of 90 days in milk; third lactation animals of 5 to 8 years, weight of 350 ± 25 kg, and an average body condition of 3.2. A completely randomized design was used and means were analyzed with the Tukey test ($p < 0.05$ and $p < 0.01$), with a duration of 75 days. It was evaluated the forage dry material consumption (FDM), no forage dry material consumption (NFDM), total DM consumption (TDMC), milk production (kg), percentage of milk protein (%), protein production milk (kg), percentage of total solids (%), production of total solids (kg), blood urea nitrogen (BUN), milk urea nitrogen (MUN), creatinine mg/dl and glucose mg/dl. The no forage dry material consumption and total dry material consumption, presented highly significant differences ($p \leq 0.01$) and milk urea nitrogen presented significant differences ($p \leq 0.05$), the other variables did not present significant differences.

Keywords: dietary nitrogen, bromatological analysis, kinetics of degradation, blood urea nitrogen, milk urea nitrogen, creatinine.

RESUMEN

La presente investigación constó de dos experimentos. En el primer ensayo se evaluó el efecto de fuentes de nitrógeno: harina de pescado (lenta degradabilidad), harina de soya (mediana degradabilidad) y urea (rápida degradabilidad), en la digestibilidad de las dietas, cuya base forrajera fue pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) de 50 días de edad más un concentrado con materias primas permanentes: polvillo de arroz, afrecho de cebada, melaza y sales minerales. El análisis bromatológico del pasto maralfalfa determinó: Humedad, 71,05%; Materia Seca, 28,95%; Grasa, 1,78%; Proteína Bruta, 6,72%; Energía Bruta, 4,83 Kcal; Materia Orgánica, 99,70% y Ceniza, 8,67%. El Afrecho de Cebada, Polvillo de Arroz, Torta de Soya y Harina de Pescado, tuvieron: 33,09%; 8,69%; 42,20% y 41,56% de Proteína Bruta. 91,10%; 88,54%; 83,21% y 93,00% de Materia Seca. 5,15%; 5,93%; 3,8% y 0,0% de Fibra Bruta. 3,83 Mcal; 3,51 Mcal; 3,82 Mcal y 3,39 Mcal de Energía Bruta. 92,81%; 85,72%; 93,50% y 94,26% de Materia Orgánica. Y, 7,19%; 14,28%, 6,50% y 0,0% de Ceniza respectivamente. Las Dietas experimentales fueron introducidas en el rumen de tres vacas fistuladas en tiempos definidos (3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas) para determinar la Cinética de degradación de la Materia Seca y la Materia Orgánica. El análisis de la varianza de la MS no presentó diferencias estadísticas significativas en los horarios establecidos, a excepción de las 48 horas el T1 y T2 con respecto del T3 con valores de 70,83%; 70,19% y 68,36% respectivamente ($p \leq 0.05$). La MO, presentó diferencias a las 48 horas con valores de 59,65% para el T1; 59,21% para el T2 y 57,01% para el T3 ($p \leq 0.05$). En el Experimento 2, con estas dietas se determinó el efecto de la fuente de Nitrógeno en el comportamiento productivo de vacas lecheras. Se utilizaron 15 vacas Holstein entre 5 – 25 días post parto, promedio de 90 días en leche; animales de tercera lactación de 5 – 8 años, peso 350 ± 25 kg PV y una condición corporal promedio de 3,2. Se utilizó un diseño completamente al azar y las medias se analizaron con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$), con una duración de 75 días. Se evaluó el consumo de materia seca forrajera (MSF), consumo de MS no forrajera (CMSNF), consumo de MS total (CMST), producción de leche (kg), porcentaje de proteína de la leche (%), producción de proteína de la leche (kg), porcentaje de sólidos totales (%), producción de sólidos totales (kg), nitrógeno ureico en sangre (NUS), nitrógeno ureico en leche (NUL), creatinina mg/dl y glucosa mg/dl. El CMSNF y el CMST, presentan diferencias ($p \leq 0.01$) y el NUL ($p \leq 0.05$); las demás variables no presentaron diferencias significativas.

Palabras claves: Nitrógeno dietario, Análisis bromatológico, Cinética de degradación, Nitrógeno ureico en sangre, Nitrógeno ureico en leche, creatinina.

SUMMARY

This research had two experiments. In the first experiment, it was evaluated the effect of nitrogen sources: fish meal (slow degradability), soy meal (median degradability) and urea (fast degradability) in the digestibility of the diets, where the forage base was maralfalfa grass (*Pennisetum sp*) of 50 days of age, more a concentrate with permanent row materials: rice powder, barley bran, molasses and minerals. The analysis of the grass bromatological maralfalfa determined: humidity 71.05%, dry material 28.95%, fat 1.78%, gross Protein; 6.72%, gross energy; 4.83kcal, organic material 99.70%, and ash 8.67%. The barley bran, rice powder, soy meal cake and fish meal were: 33.09%, 8.69%, 42.20% and 41.56% of gross protein; 91.10%, 88.54%, 83.21% and 93.00% of dry material, 5.15%, 5.93%, 3.8% and 0.0% of gross fiber; 3.83 Mcal; 3.51Mcal, 3.82 and 3.39 Mcal of gross energy, 92.81%, 85.72%, 93.50% and 94.26% of organic material and, 7.19%, 14.28%, 6.50% , 0.0% of ash respectively. In Rumiología Program of the Faculty of Animal Science of the Universidad Técnica Estatal de Quevedo, the experimental diets were introduced into the rumen of three cows fistulated at defined times (3,6,12, 24, 48 and 72 hours) to determine the kinetics of degradation of dry material (DM) and organic material (OM). The analysis of variance of the DM did not present statistically significant differences in time schedules, except for 48 hours, it was differed fish meal and soy meal with respect Urea with values of 70.83%, 70.19% and 68.36% respectively. The OM, showed differences at 48 hours with values of 59.65% for fish meal, 59.21% for soy meal and 57.01% for Urea. In the second experiment, the same diets were used to determine the effect of nitrogen source in the productive performance of dairy cows. 15 Holstein cows were used with a variation between 5 to 25 days post partum, with an average of 90 days in milk; third lactation animals of 5 to 8 years, weight of 350 ± 25 kg, and an average body condition of 3.2. A completely randomized design was used and means were analyzed with the Tukey test ($p < 0.05$ and $p < 0.01$), with a duration of 75 days. It was evaluated the forage dry material consumption (FDM), no forage dry material consumption (NFDM), total DM consumption (TDMC), milk production (kg), percentage of milk protein (%), protein production milk (kg), percentage of total solids (%), production of total solids (kg), blood urea nitrogen (BUN), milk urea nitrogen (MUN), creatinine mg/dl and glucose mg/dl. The no forage dry material consumption and total dry material consumption, presented highly significant differences ($p \leq 0.01$) and milk urea nitrogen presented significant differences ($p \leq 0.05$), the other variables did not present significant differences.

Keywords: dietary nitrogen, bromatological analysis, kinetics of degradation, blood urea nitrogen, milk urea nitrogen, creatinine.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Entre los factores que limitan la producción y la reproducción del ganado bovino de las zonas tropicales y subtropicales se encuentran: las deficiencias nutricionales, debido principalmente a la mala calidad de los pastos tropicales y a los sistemas inadecuados de manejo y administración, que inciden negativamente sobre la industria lechera del país. La proteína es importante en la nutrición de los rumiantes por aportar nitrógeno a los procesos de fermentación y crecimiento de los microorganismos ruminales, así como aminoácidos que sobrepasan el rumen y se absorben en el intestino delgado (Owens y Zinn, 1998). En la formulación de raciones para ganado lechero, los requerimientos de proteína se expresan actualmente en tres fracciones bien definidas: la soluble, la insoluble disponible y la insoluble no disponible (NRC, 2001). La proteína soluble está constituida por las fracciones proteicas de mayor aprovechamiento a nivel ruminal, las cuales al utilizarse en forma instantánea en el rumen, representan la fuente principal de nitrógeno para el crecimiento de los microorganismos ruminales (Herrera Saldana, *et al.*,1990). En la proteína insoluble disponible se encuentran las fracciones proteicas, cuya utilización es a nivel ruminal y especialmente en el intestino. Su función es aportar aminoácidos tanto a la síntesis láctea como para el crecimiento corporal (Van Soest, 1994). Finalmente, la proteína insoluble no disponible es aquella resistente a la acción fermentativa de los microorganismos ruminales y a la digestión intestinal, es excretada sin aportar aminoácidos al animal (Ishler *et al.*,1996). De esta manera, las diferentes fuentes de nitrógeno aprovechable que llegan al rumen en alguna proporción, son fraccionadas, dependiendo principalmente de su solubilidad, así como de su tasa de degradación y de pasaje. Por otra parte, las bacterias y los protozoarios poseen un complejo enzimático que les permite tomar estas

fuentes de nitrógeno para transformarlas en aminoácidos, péptidos y finalmente en proteína bacteriana (Rojas, 1995). Una inadecuada disponibilidad de carbohidratos solubles, los cuales se caracterizan por ser rápidamente fermentables en el rumen (almidón, azúcares y pectinas), aunado a altas cantidades de proteína soluble e insoluble, favorece un aumento en la concentración de amoníaco a nivel ruminal (Hof *et al.*, 1997). El amoníaco que no es incorporado a la proteína microbiana, se difunde a través de la pared ruminal hacia el plasma sanguíneo, llegando al hígado y a los riñones, donde es convertido en urea. Esta es una pequeña molécula, no tóxica, extremadamente soluble en agua, que fácilmente se difunde dentro y fuera de los espacios en los tejidos corporales, acumulándose en los pulmones, riñones, rumen, útero y glándula mamaria (Arden, 1995). El contenido de nitrógeno ureico en la leche y en la sangre (MUN y BUN, por sus siglas en inglés), han sido propuestos como parámetros para medir la eficiencia metabólica del nitrógeno y la energía en las vacas productoras de leche. (Arden, 1995). La Hacienda San Rafael, lugar donde se realizó este trabajo tiene una ganadería Holstein importado de Nueva Zelanda que debido a las condiciones climáticas y al suministro de una dieta no adecuada no explota el verdadero potencial genético de sus animales, es así que se propuso evaluar tres fuentes de Nitrógeno en el comportamiento productivo de los animales. Se usó pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) de 50 días de edad, como forraje base para todas las dietas, las variables definidas fueron las fuentes de Nitrógeno de rápida degradabilidad (Urea), mediana degradabilidad (Torta de soya) y de lenta degradabilidad (Harina de pescado) mezclados con afrecho de cebada, polvillo de arroz y melaza en proporciones que cubran con los requerimientos nutricionales. Esta ganadería se maneja de forma semi intensiva, para lo cual se propuso estabular a todos los animales bajo estudio y compararlos con el promedio de la finca y así determinar recomendaciones futuras sobre el manejo nutricional de los animales.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la fuente de nitrógeno en la digestibilidad de la dieta y el comportamiento productivo de vacas lecheras.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el valor nutritivo de las dietas experimentales.
- Determinar los coeficientes de digestibilidad in situ de tres dietas, conformadas por pasto maralfalfa de 50 días de edad, y las fuentes de nitrógeno (harina de pescado, harina de soya y urea) mezcladas con polvillo de arroz, afrecho de cebada y melaza suministradas a tres vacas fistuladas.
- Determinar el efecto de la fuente de proteína dietaria en el comportamiento productivo de vacas de producción de leche.
- Analizar la relación beneficio-costos en los tratamientos.

1.2. HIPÓTESIS

1.2.1. Hipótesis general

La utilización de fuentes de proteína verdadera (Nitrógeno proteico) mejora el comportamiento productivo de vacas lecheras.

1.2.2. Hipótesis específicas

- Las fuentes de Nitrógeno no influyen en la digestibilidad de las dietas.
- Las fuentes de Nitrógeno incrementan la productividad de las vacas lecheras.
- Las fuentes de nitrógeno se diferencian en la rentabilidad de la ganadería de leche.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Composición de los alimentos

El alimento es cualquier comida o bebida que se ofrece a los seres vivos para satisfacer su apetito, sirven para satisfacer necesidades fisiológicas de crecimiento y de los procesos que ocurren en el organismo, además suministra la energía necesaria para mantener la actividad y la temperatura corporal. Debido a que los alimentos difieren notablemente en la cantidad de los nutrientes que contienen, se clasifican según su composición y la fuente de la que se obtienen. (Wattiaux 2001) (Gráfico 2-1)

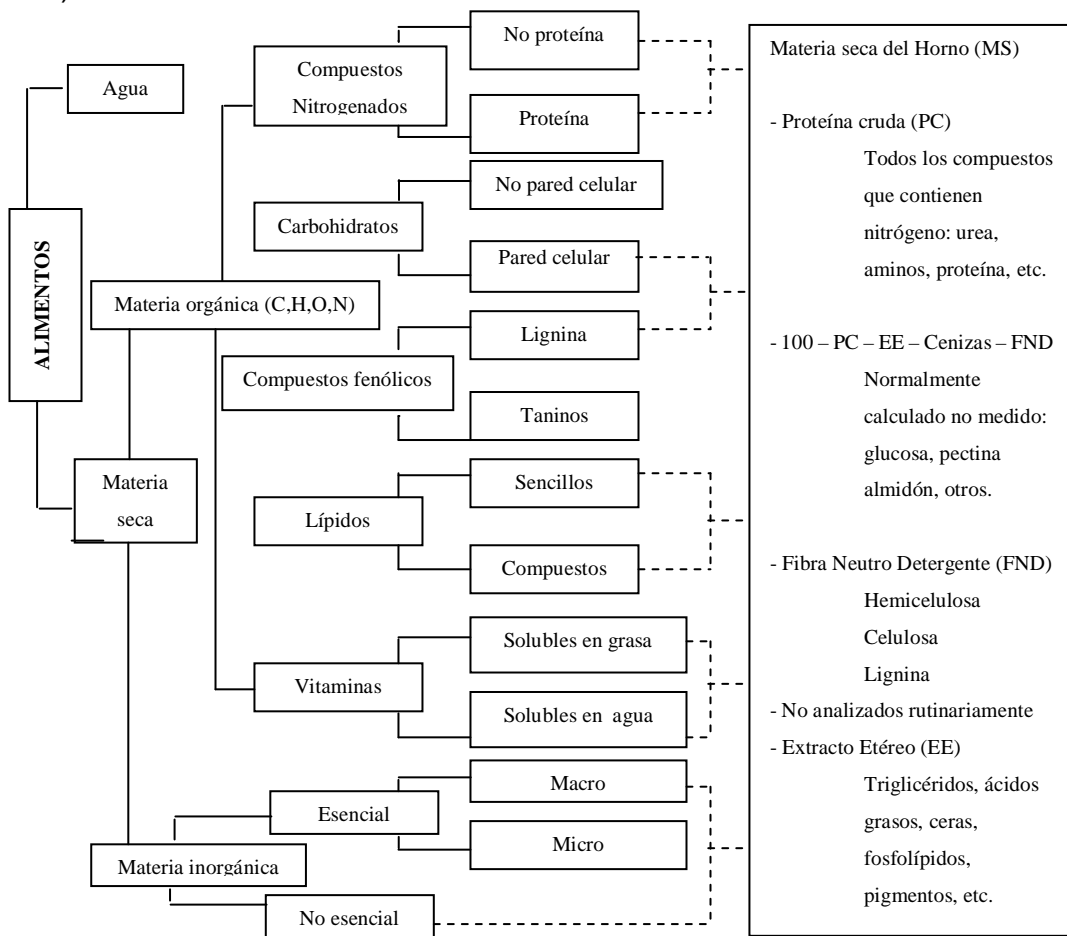


Gráfico 2-1. Composición de los alimentos, nutrientes y métodos de análisis

2.2. Agua (H₂O) y materia seca (MS)

Wattiaux (2001), indica que una muestra de alimento colocada en un horno a una temperatura de 105 °C durante 24 horas, el agua se evapora y el alimento seco restante se llama materia seca. Los alimentos contienen cantidades diferentes de agua. En sus etapas inmaduras las plantas contienen 70-80 % de agua (es decir 20-30 % MS). Sin embargo, las semillas no contienen más de 8 a 10 % de agua (90 - 92 % MS). La MS del alimento contiene todos los nutrientes (excepto agua) requeridos por los animales.

2.3. Materia orgánica (MO) y minerales

Wattiaux, (2001), manifiesta que los compuestos que contienen carbón (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), son clasificados como MO. Los compuestos inorgánicos o minerales son los demás elementos químicos (calcio, fósforo, etc.). Cuando una muestra de alimento está colocada en un horno y mantenida a 550 °C por 24 horas la materia orgánica es quemada y la materia restante es la parte mineral, llamada ceniza. En las plantas, el contenido de minerales varía entre 1 a 12 %. Los forrajes usualmente contienen más minerales que las semillas o granos. Los subproductos de animales que contienen huesos pueden tener hasta 30 % de minerales (principalmente calcio y fósforo).

2.4. Pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*)

2.4.1. Origen

El origen del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) es aún muy incierto. Existen varias hipótesis al respecto entre las que se encuentra la del sacerdote Jesuita Bernal (1979) quien aseguraba que fue el resultado de la

combinación de varios recursos forrajeros entre los cuales están el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), una grama nativa (*Paspalum macrophyllum*), el gramalote (*Paspalum fasciculatum*), la alfalfa peruana (*Medicago sativa*) y el pasto brasilero (*Phalaris arundinacea*). Sostenía, además, que este pasto fue una creación suya resultado de la aplicación del denominado Sistema Químico Biológico (S.Q.B), desarrollado por este mismo autor y que es propiedad de la Universidad Javeriana. Los fundamentos y la metodología que sigue el SQB no son descritos por Bernal (1979) lo que le resta seriedad y credibilidad a sus publicaciones (Correa *et al.*, 2007).

Por otro lado, Sánchez y Pérez (citados por Correa *et al.*, 2007), afirman que dicho pasto podría corresponder a un *Pennisetum hybridum* comercializado en Brasil como Elefante Paraíso Matsuda coincidiendo con lo que afirma Hajduk (2004). Este pasto fue el resultado de la hibridación del *P. americanum* (L.) con el *P. purpureum* Schum (Hanna *et al.*, 1984).

2.4.2. Características taxonómicas

En el (Cuadro 2-1) se presenta la clasificación taxonómica del género *Pennisetum*. (Dawson y Hatch, 2002).

2.4.3. Caracterización agronómica y nutricional

Zoetecnocampo (2010), Menciona que este pasto está muy difundido en el Ecuador, prospera bien en suelos de mediana a alta fertilidad, produce abundante forraje, se recomienda su uso para el corte, pero lo usan al pastoreo. El pastoreo indiscriminado produce pérdida de la pastura. Se siembra por esquejes de 3 nudos, enterrando 2, a un distanciamiento de 80 x 80 cm; también produce semilla sexual que es viable.

Cuadro 2-1. Clasificación taxonómica del género *Pennisetum*

Familia	Subfamilia	Tribus	Géneros	Especies
Poaceae	<i>Chloridoideae</i>			
	<i>Oryzoideae</i>			
	<i>Pooideae</i>			
	<i>Bambusoideae</i>			
	Panicoideae	<i>Andropogonea</i>		
		<i>Festuceae</i>		
		<i>Hordeae</i>		
		<i>Agrostideae</i>		
		Paniceae		<i>Axonopus</i>
				<i>Brachiaria</i>
				<i>Cenchrus</i>
			<i>Digitaria</i>	
			<i>Echinochl</i>	
			<i>Eriochloa</i>	
			<i>Melinis</i>	
			<i>Panicum</i>	
			<i>Paspalidiu</i>	
			<i>Paspalum</i>	
			<i>Pennisetu</i>	<i>American</i>
				<i>Purpureu</i>
				<i>Clandestin</i>
				<i>Typhoides</i>
				<i>Violaceum</i>
				<i>Villosum</i>

Adaptado de Dawson y Hatch, 2002

Así mismo manifiesta que su valor nutritivo al corte es bajo, pero al pastoreo es mayor debido a que el animal escoge las mejores partes que son las más nutritivas. Es necesario tener en cuenta que su crecimiento vigoroso es muy engañoso, porque su comportamiento sobre la base de la producción animal es deficiente; solo en terrenos de alta fertilidad este pasto tiene buen comportamiento en respuesta a carne y leche.

Pennisetum sp es una gramínea forrajera con vocación de corte adaptada a condiciones tropicales y hasta alturas de 1500 a 2500 msnm, con un rango amplio de distribución de lluvias y de fertilidad de suelos, incluyendo suelos ácidos de baja fertilidad natural. La especie es perenne y

de crecimiento erecto, y puede alcanzar hasta 3 m de altura. El tallo es similar al de la caña de azúcar, puede alcanzar de 2 a 4 cm de diámetro. Las hojas son anchas y largas con vellosidades suaves y no muy largas, verde claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando están maduras. La calidad nutritiva del Maralfalfa es variable. El contenido promedio de proteína cruda (PC) es 8.3%, variando entre 4.7 y 5.3% en los tallos, a 8.8 y 9.5% en las hojas. La fertilidad del suelo y la edad de la planta determinan la composición química del forraje (Zoetecnocampo, 2010).

2.4.4. Composición química del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*)

En los cuadros 2-2, 2-3 y 2-4, se presentan la composición química del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*), obtenida por varios autores en diferentes pisos ecológicos.

Cuadro 2-2. Composición química del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote (56 y 105 días)

Fracción	Edad (días)		P
	56	105	
PC	21.8	11.9	0.000
PCIDA	1.97	0.76	0.030
PCIDN	4.11	1.73	0.000
EE	2.51	1.66	0.010
FDN	54.7	66.9	0.000
Lignina	7.05	9.61	0.110
CNE	14.6	10.9	0.000
Ceniza	10.4	10.5	0.970

Fuente: Correa Cardona, et al., 2004.

Donde: PC = Proteína cruda; PCIDA = Proteína cruda ingerida a detergente ácido; PCIDN = Proteína cruda ingerida a detergente neutro; EE = Extracto etéreo; FDN = Fibra detergente neutro; CNE = Carbohidratos no estructurales.

Cuadro 2-3. Composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) a diferentes edades de corte

Fracción química	Edad (días)						
	120	90	64	60	51	47	ND ¹
Materia seca, %		26.0		10.7	9.7	9.4	13.2
Proteína cruda, %	4.8	3.3	15.7	11.4	9.8	11.8	24.0
Fibra detergente neutro, %	69.8	81.9	64.5	68.3	66.3	64.6	56.5
Fibra detergente ácida, %	50.5	61.7	42.9	46.6	46.8	47.3	39.4

¹No determinada

Fuente: (Carulla *et al.*, 2004)

Los datos reportados por Osorio (2004) y por Betancur (2004), parecen indicar que se trata de un pasto con bajo contenido de proteína cruda pero con alto contenido de fibra en detergente neutro y, por la misma razón, con bajo contenido de energía. Estos autores, sin embargo, no especifican la edad de corte ni las condiciones de producción del pasto.

Cuadro 2-4. Contenido de algunas fracciones químicas del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*)

Fuente	%MS			
	PC	FDN	EE	Ceniza
Osorio, 2004	10.9	68.5	2.4	12.0
Betancur, 2004	13.4	64.31	1.76	12.04

Fuente: Correa Cardona, *et al.*, 2004.

2.5. Harina de pescado

2.5.1. Composición química de la harina de pescado

Esta harina es un producto obtenido a través del proceso (cocido, prensado, secado y molido) de peces o de restos de los mismos, la composición de esta harina varía de acuerdo a la materia prima y proceso de fabricación. Su utilización como suplemento proteico en la dieta animal

ha sido utilizada principalmente en las regiones de mayor disponibilidad (regiones pesqueras). (Wohlt *et al.*, 1991).

La harina de pescado como todas las harinas proteicas de origen animal se caracteriza por su baja degradación ruminal, pero al mismo tiempo garantiza alta degradación intestinal y un aporte importante de aminoácidos esenciales, característica que la apunta como una de las fuentes proteicas de alto valor biológico (Broderick, 1992). Una harina de pescado de buena calidad debe encontrarse dentro de los siguientes parámetros, (Cuadro 2-5).

Cuadro 2-5. Parámetros de harina de pescado de buena calidad (%)

Nutriente	(%)
Materia seca	80-97
Extracto etéreo	0,5-15
Fibra cruda	1-7
Proteína cruda	60-80
Calcio	0,5-5,0
Fósforo	0,3-3,0
EM Mcal/kg	0,5-2

Broderick (1992).

La harina de pescado es una fuente proteica de bastante uso en la preparación de raciones para consumo animal, rica en aminoácidos esenciales como Cisteína, Metionina y Cistina, los cuales son limitantes sobre todo en monogástricos. El uso de esta harina en rumiantes es controlado y solo se utilizaría en animales lecheros de alta producción (mayor de 20 Kg/ día), debido a su alto costo comercial (Wohlt *et al.*, 1991).

Diversos autores, evaluando la harina de pescado en la alimentación de bovinos, encontraron diferentes resultados. (Wohlt *et al.*, 1991),

suministraron dietas que contenían harina de pescado y torta de soya en vacas posparto hasta las 18 semanas, observando producciones de 36.5 kg/leche para la torta de soya y 38.5 kg/leche para la harina de pescado, mostrando incremento a favor de esta última. Sin embargo (Broderick, 1992), suministró dos tipos de harina de pescado, una de alta y otra de baja solubilidad en remen, observó que la harina de baja solubilidad presentó mejor comportamiento productivo comparativamente con la harina de pescado de alta solubilidad. (Broderick, 1992), publica la composición de aminoácidos de la harina de pescado (Cuadro 2-6).

Cuadro 2-6. Composición de aminoácidos en la harina de pescado (%)

Parámetros	Contenido*	AA CP*	AA AS IS
Metionina	1.43	2.37	1.5
Cistina	0.47	0.79	0.5
Methionine+Cystine	1.92	3.18	2.02
Lisina	3.49	5.79	3.67
Threonine	2.22	3.69	2.33
Tryptophan	0.44	0.74	0.47
Arginina	3.68	6.12	3.87
Isoleucina	2	3.32	2.1
Leucina	3.55	5.89	3.73
Valina	2.37	3.93	2.49
Histine	1.11	1.85	1.17
Phennylalanine	2.04	3.39	2.15

Fuente: Broderick (1992)

* Estandarizada a 91% de materia seca

AA= Amino ácido

PC = (%) * 60.19

Abrams (1982), publica la composición química y de aminoácidos de la harina de pescado, además afirma que es una de las fuentes más ricas en proteína y su composición varía de acuerdo al método de elaboración y a la materia prima empleada (Cuadros 2-7 y 2-8).

Cuadro 2-7. Composición química de la harina de pescado (%)

Ítem	% Base seca
Humedad	9.9
Proteína	65.1
Grasa	9.8
Fibra	0.5
Ceniza	14.5
Sal	2.0
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2860

Fuente: Abrams, 1982

Cuadro 2-8. Composición promedio de aminoácidos presentes en la proteína de pescado (%)

Aminoácidos	Proteína %
Lisina	7.09
Metionina	2.73
Triptófano	1.06
Leucina	8.77
Isoleucina	5.74
Treonina	4.88
Tirosina	3.69

Fuente: Abrams, 1982.

2.5.2. Harina de pescado (HP) en la alimentación animal

La harina de pescado es fuente de proteínas de alta calidad, alto contenido energético y rica en minerales, vitaminas y aminoácidos, empleada en alimentos balanceados para animales con la finalidad de incrementar el valor nutritivo, (Mejía, 2008). En el (Cuadro 2-9) se presentan los parámetros de calidad de la HP a nivel internacional.

Cuadro 2-9. Parámetros de calidad para HP a nivel internacional (%)

Base	HP 50		HP 55		HP 60		HP 65	
	MH	MS	MH	MS	MH	MS	MH	MS
Humedad, máx.	10.0	--	10.0	--	10.0	--	10.0	--
Proteína, mín.	50.0	55.6	55.0	61.1	60.0	66.7	65.0	72.2
Grasa, mín.	14.0	15.6	12.0	13.3	12.0	13.3	12.0	13.3
Cenizas, máx.	29.0	32.2	25.0	27.8	24.0	26.7	21.0	23.3
C. insolubles, máx.	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1

Fuente: Mejía (2008)

2.5.3. Ventajas de su utilización

2.5.3.1. Rumiantes:

- En los rumiantes, la harina de pescado proporciona proteína dietética y grasa que está sujeta a menor cambio en el rumen, a diferencia de otras materias primas. La proteína de alta calidad que evita la degradación del rumen, puede proporcionar aminoácidos limitantes para la digestión más allá del rumen, mejorando el equilibrio de los aminoácidos absorbidos en el intestino.
- La proteína degradada en el rumen mejora la digestión de la fibra. Como resultado se incrementa la productividad.
- Los ácidos grasos omega de cadena larga en la harina de pescado liberan parcialmente la hidrogenación en el rumen. Ellos contribuyen a la absorción de ácidos grasos. Se obtiene una mejora de la fertilidad, el desarrollo del embrión y del recién nacido así como la resistencia a las enfermedades. Los beneficios del consumo de harina de pescado son las siguientes:

Vacas lecheras:

- Mayor producción de leche, con un incremento promedio de 1 a 2 litros por día.
- Incrementa el contenido de la proteína en la leche, generalmente en 0.1 a 0.2% unidades.
- Altos niveles (1 kg. o más) pueden disminuir la grasa de la leche, lo cual es importante para las personas que cuidan su salud.
- Fertilidad. Se incrementa especialmente la tasa de concepción, generalmente de 10 a 15 % unidades.

Ganado de carne:

- Rápido crecimiento.
- Incrementa los niveles de ácidos grasos omega 3 (HDA +EPA) depositados en la carne. Aunque la carne de ganado alimentado con pasto tiene bajos niveles, otras carnes no la tienen. La alimentación con harina de pescado logra incrementar estos niveles.
- Mejor utilización de dietas de alto forraje.

Ovinos:

- Mejora la fertilidad.
- Rápido crecimiento del ovino.
- Bajos niveles de ácidos grasos omega 3 (DHA+EPA).
- Mejor utilización de las dietas de alto forraje.
- Puede adelgazar a las ovejas con sobrepeso.

2.6. Torta de soya

El contenido de proteína de la soya varía del 38 al 44% (Cuadro 2-10.) y el valor biológico de la misma de 60 a 105%. El aminoácido más limitante es la metionina, luego la lisina y por último el triptófano. El valor

energético de la torta de soya es de 3800 kcal/kg de energía metabolizable, tiene bajo contenido de calcio, de fósforo y es pobre en vitaminas A y D, (Abrams, 1982).

Cuadro 2-10. Composición química de la soya y subproductos (%)

Ítem	Proteína	Fibra	Grasa	N.d.t.	Fosforo	Calcio
Frijol soya	38	5	12	85	0.6	0.25
Soya Prensada	42	5.8	4.6	78	0.61	0.25
Soya extraída	44	6	0.8	78	0.64	0.28

Fuente: Abrams, 1982

Desde el punto de vista nutritivo, la soya es una excelente fuente de proteínas muy digeribles y de calidad comparable a las proteínas de origen animal. También es una buena fuente de calcio, hierro, zinc, fosfato, magnesio, vitaminas B y folatos. También aporta ácidos grasos poliinsaturados (más saludables), y lecitinas y fitoesteroles, que ayudan en la prevención de enfermedades cardíacas. (Abrams, 1982).

2.6.1 Descripción del extrusado-prensado de soya y su utilización en alimentación de bovinos

La incorporación de la soya y sus subproductos en raciones para bovinos y especialmente en producción lechera es una práctica común. Es una excelente fuente de amino ácidos esenciales y pueden ingresar en cualquier dieta en base a forraje. Depende de cómo fue procesada esa soya, puede proveer proteína de alta calidad, ya sea degradable y no degradable en el rumen; además de energía, grasa y fibra. (Ignacio y Ledesma, 2008).

Los métodos comerciales para producir harinas de soya altas en proteína no degradable incluyen el tostado, el cooker-expeller, el

expeller-extrusado, y el amarronado no enzimático (Ignacio y Ledesma, 2008), (Cuadro 2-11).

Cuadro 2-11. Composición química de tortas de soya (%)

Muestra	PC	Solubilidad de PC	PNDR	Tasa Degradación PC (hora)	ID (PNDR)	PDIA (ID*PNDR)
Extrusado prensado de soja	41,4	15,7	53,5	4,1	90,4	48,4
Pellet de soja	44,2	12,6	40,4	7,4	74,5	30,1

Fuente: Laboratorio de bromatología Universidad de Minnesota (2008).

*PNDR: Proteína no degradable en rumen

ID: Digestión intestinal de la proteína bruta

PDIA: Proteína dietaria intestinalmente absorbible

2.7. Urea

Los rumiantes utilizan el nitrógeno de la dieta de una forma relativamente ineficiente debido a que la degradación microbiana de los compuestos nitrogenados en el rumen no está directamente acoplada con la síntesis de proteína microbiana; con frecuencia, la producción ruminal de amoníaco es excesiva y el nitrógeno sobrante debe ser eliminado con la orina (Sannes *et al.*, 2001). Paradójicamente, los rumiantes pueden utilizar eficientemente dietas pobres en nitrógeno o proteína de calidad debido a que los microorganismos del rumen sintetizan proteína verdadera de elevado valor biológico y capturan urea endógena que de otra forma sería excretada en la orina (Broderick, 2006).

La proteína es a menudo el nutriente más limitante en la nutrición de los rumiantes. Los forrajes leguminosos y los concentrados de proteína vegetal no siempre están disponibles y, en muchos casos, son caros. Una alternativa para incluir el nitrógeno necesario en la dieta de los rumiantes son los compuestos nitrogenados no proteicos. Estos productos, entre los que destaca la urea, tienen una ventaja económica pero presentan

inconvenientes bien conocidos que derivan normalmente de su utilización inadecuada o excesiva. Desde el punto de vista nutricional, el principal inconveniente es la rápida velocidad de degradación ruminal (Broderick, 2006).

2.7.1. ¿Qué es la urea?

Araque (2009). Indica que la urea es un compuesto nitrogenado no proteico, cristalino y sin color, identificado con la fórmula N_2H_4CO , elaborada en plantas químicas que producen amoniaco anhidro cuando fijan el nitrógeno del aire a presiones y temperaturas altas. Además de suplemento proteico en los rumiantes, la urea es utilizada como fertilizante agrícola y en la elaboración de plásticos. Actualmente se presenta en el mercado en formas granulada y perlada, siendo esta última la más recomendada para uso animal por su soltura y facilidad para mezclarla con otros ingredientes.

Cabe señalar que la urea ocurre como producto final del metabolismo de nitrógeno en casi todos los mamíferos. La urea es muy soluble en agua e higroscópica, facilitando la formación de terrones cuando es expuesta al medio ambiente. Debido a su costo, disponibilidad en el mercado y tradición de uso en la alimentación de rumiantes por muchos países alrededor del mundo, la urea es la más utilizada entre los compuestos nitrogenados no proteicos, contiene aproximadamente 46% de nitrógeno, representando 287,50% de proteína equivalente total, (Araque 2009).

2.7.2. ¿Por qué utilizarla?

Araque (2009), manifiesta que la urea es una fuente de nitrógeno para los rumiantes. Sin embargo, su uso depende de la habilidad de la flora

microbiana del rumen para incorporarla en la formación de sus propios tejidos. La urea siempre aporta beneficios al animal, ya que habiendo disponibilidad de forraje (aunque de baja calidad) aumentará el consumo voluntario, así como las tasas de digestión de la fibra y de pasaje del alimento a través del tracto digestivo. Cabe mencionar que el aumento del consumo de pasto seco, induce a los animales a consumir los forrajes y/o pastos menos palatables, favoreciendo así el aprovechamiento de grandes cantidades de material fibroso, generalmente subutilizado durante el verano.

2.7.3. Síntesis de proteína a partir de la urea.

Araque (2009). Manifiesta que existen dos tipos de proteína dietética: una que es digestible en el rumen (PDR) que se disuelve fácilmente en los fluidos del rumen (urea, torta de semilla de algodón, torta de girasol), y otra que no es degradada resistiendo la acción del rumen y siendo aprovechada más adelante en el tracto gastrointestinal (PNDR), también llamada proteína sobrepasante (harina de pescado, harina de soya y otras). Cuando el rumiante consume urea, primeramente es hidrolizada en amoníaco y anhídrido carbónico en el rumen mediante la enzima *ureasa* que es producida por ciertas bacterias.

Por otra parte, este autor afirma que el amoníaco prácticamente no posee ningún valor nutritivo, pues si éste no es transformado en proteína microbiana, será absorbido por el rumen y eliminado a través del hígado, riñones y finalmente en la orina bajo la forma de urea. Por otro lado, existe una porción de urea que regresa al rumen a través de la saliva o su difusión de la sangre al rumen.

Además señala que para que exista la síntesis de la proteína microbiana en el rumen, es necesaria una relación propicia entre la

cantidad de N-amoniaco y los compuestos energéticos que se encuentran en la dieta (cereales, melaza, almidón) como fuente energética para los microorganismos del rumen y así poder utilizar eficientemente el amoniaco en la síntesis de aminoácidos. Además, deben estar presentes ciertos minerales como fósforo, azufre, calcio y sodio para que complementen la fermentación ruminal, (Araque, 2009).

2.7.4. Efectos tóxicos

La urea es degradada en el rumen para liberar amoniaco (NH_3), el cual es usado por los microorganismos para producir aminoácidos. Cuando la urea libera NH_3 más rápido de lo que pudiera ser convertido en proteína microbiana, el exceso de amoniaco será absorbido a través de las paredes del rumen y llevado al hígado por la corriente sanguínea, causando una alcalosis, lo cual es una intoxicación por amoniaco (Araque, 2009). Los síntomas presentados por este tipo de anomalía fisiológica incluyen:

- Inquietud.
- Salivación excesiva.
- Dificultad para respirar.
- Altera la coordinación motora.
- Tremores musculares.
- Timpanismo (acumulación de gases en el rumen)
- Convulsiones.
- Mugidos.
- Rigidez en las patas delanteras.
- Finalmente la muerte.

2.8. Metabolismo de la urea en los rumiantes

El ciclo de la urea que ocurre en los rumiantes es una clara representación de la estrecha simbiosis de estas especies con los

microorganismos que albergan en el rumen. Las fuentes de nitrógeno de la dieta incluyen urea, otros compuestos nitrogenados no proteicos y proteína. Las fuentes endógenas incluyen urea reciclada con la saliva o a través del epitelio del tracto digestivo y células epiteliales de descamación.

Los productos nitrogenados no proteicos y una cantidad variable de la proteína verdadera son degradados hasta amoníaco en el rumen. La degradación de la urea ocurre cuatro veces más deprisa que la captación microbiana del amoníaco liberado (Bloomfield y *col.*, 1960). De hecho, la degradación de la urea se valora como 100% a tiempo cero en los modernos sistemas de evaluación proteica para rumiantes (NRC, 2001; FIM, 2004). El amoníaco es utilizado como única fuente de nitrógeno por las bacterias celulolíticas mientras que las bacterias que fermentan los carbohidratos no estructurales satisfacen con él en torno a un tercio de sus necesidades nitrogenadas (Russell y *col.*, 1992). En conjunto se estima que el amoníaco ruminal supone 23-95% del nitrógeno bacteriano incorporado (Nolan y Dobos, 2005; Firkins y *col.*, 2007).

El amoníaco no utilizado es absorbido en todos los tramos del aparato digestivo. La absorción aumenta con el gradiente de concentración y el pH (Chalupa, 1968). El hígado metaboliza el amoníaco hasta urea (ciclo de la ornitina) que es nuevamente vertida a la sangre para ser eliminada vía renal o reentrar al aparato digestivo a través de la saliva o directamente por difusión a través del epitelio.

2.9. Melaza

Araque, (2009). Afirma que la melaza puede ser de caña de azúcar o de remolacha. La de caña de azúcar tiene más humedad y menos proteína y energía que la de remolacha. Contiene un 45-50 % de azúcares. Su empleo aumenta la apetecibilidad de las mezclas y favorece la utilización

del nitrógeno no proteico. Niveles de empleo de un 2-3 % mejoran la calidad del gránulo de las mezclas y reducen el polvo en los alimentos polvosos. La recomendación es no sobrepasar niveles del 5% en las mezclas y el inconveniente que presenta es que atrae muchas moscas.

2.10. Valoración nutritiva de los alimentos

2.10.1. Importancia del análisis de alimentos

INTA (2004), Afirma que la alimentación es uno de los factores que afectan mayormente los costos en la producción animal, por lo que es necesario conocer el valor nutricional de dichos alimentos para proporcionarlos de acuerdo a los requerimientos de los animales y al objetivo de producción, para poder optimizar los costos y la respuesta biológica en los sistemas de producción animal. En este sentido es necesario realizar las siguientes determinaciones:

2.10.2. Materia seca (MS)

La materia seca no es un nutriente, sino la determinación de humedad de los alimentos. Esta sirve para comparar la cantidad real de nutrientes entre alimentos o de un alimento procesado de diferentes formas.

2.10.3. Cenizas

Esta determinación es útil cuando se quiere conocer el componente orgánico de los alimentos, para la cual se sustrae las cenizas de la materia seca.

2.10.4. Fibra cruda (FC)

Permite identificar alimentos fibrosos y concentrados con el propósito de preparar dietas balanceadas según el objetivo de producción.

2.10.5. Proteína cruda (PC)

Incluye la proteína verdadera y el NNP presentes en los alimentos. Esta es una de las determinaciones más útiles para valorar nutricionalmente los alimentos y poder balancear adecuadamente la dieta de los animales.

2.10.6. Fibra ácido detergente (FAD)

Esta determinación incluye los componentes de la fibra menos digestibles de los alimentos y por tanto es un buen indicador de su digestibilidad. A mayor cantidad de FAD, menor la digestibilidad.

2.10.7. Fibra neutro detergente (FND)

Importante por su relación con el consumo de materia seca que pueda hacer un animal de un alimento. A mayor valor de la FND menor será la capacidad de consumo. Su contenido también es indicativo de posibles problemas con el síndrome de la grasa de la leche.

2.10.8. Digestibilidad

Hernández (1990), manifiesta que la digestibilidad es cuando un animal ingiere un alimento, sólo una parte de los principios nutritivos que contiene son digeridos y después absorbidos y asimilados por su organismo, el resto queda sin utilizar en su aparato digestivo y después es

eliminado con las heces. La cantidad de sustancias nutritivas que el animal aprovecha, expresada en tanto por ciento del total contenido en el alimento, recibe el nombre de coeficiente de digestibilidad.

Mc Donald (1995), señala que la digestibilidad de un alimento es eficiente cuando este no es excretado por las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbido. Por lo general esta fracción absorbida se representa con el cálculo del coeficiente de digestibilidad el mismo que expresa el porcentaje asimilable de los principios nutritivos de un alimento.

Purina (2000), afirma que la digestibilidad es una medida del valor nutricional de un alimento. A diferencia de las pruebas realizadas para determinar si los alimentos son adecuados nutricionalmente, la Asociación de Funcionarios Norteamericanos para el Control de la Alimentación (AAFCO) no ha establecido un protocolo específico para las pruebas relacionadas con la digestión. Como resultado, las compañías de alimento emplean diferentes procedimientos que varían en longitud y metodología. Esto hace que sea difícil comparar directamente los valores de digestibilidad de diferentes fabricantes. Independientemente de la metodología exacta de la prueba, las pruebas de digestión apuntan a dos factores importantes en el valor nutricional de un alimento que son:

- La cantidad de nutrientes en el producto; y.
- La disponibilidad de esos nutrientes para uso del animal

El nivel de nutrientes conjuntamente con la digestibilidad determina la cantidad real del nutriente que los animales pueden usar. Como ejemplo, un alimento que contiene 21% de proteína con 85% de digestibilidad proporcionaría casi la misma cantidad de proteína al animal que una dieta que contiene 23% de proteína con un 77,6% de digestibilidad, por cuanto:

21 g de proteína/100 g dieta x 0,85 = 17,5 g proteína

23 g de proteína/100 g dieta x 0,776 = 17,8 g proteína

Los estudios sobre la digestión comprenden un período de ajuste durante el cual se administra la dieta y los animales se acostumbran a ella. A esto sigue un período de recolección durante el cual se obtiene la siguiente información:

- Cantidad total de alimento consumido
- Determinación del alimento para detectar nutrientes específicos.
- Cantidad total de materia fecal
- Determinación de la materia fecal para detectar los mismos nutrientes medidos en el alimento.

La digestibilidad de un nutriente se calcula restando la cantidad del nutriente encontrada en la materia fecal del total de nutriente que el animal consumió. Para ilustrar, si un animal consumió 100g de proteína y se encontraron 15g en la materia fecal, la digestibilidad de la proteína del alimento sería del 85% (Purina, 2000).

2.10.9. Factores que afectan la digestibilidad

Son muchos los factores que pueden afectar la digestibilidad de una dieta o de un ingrediente: pueden ser intrínsecos del alimento o de su procesamiento; o bien relacionados con los sujetos experimentales o con particularidades propias del experimento.

Church y Pond (1990), afirman que un alimento proporcionado no siempre se digiere en la misma cantidad, interviniendo factores intrínsecos como el fin alimenticio, trastornos digestivos, frecuencia de la alimentación, procesamiento del alimento y también dependiendo de la edad y especie animal.

Cullison (1983), manifiesta que la digestibilidad depende en gran parte de la composición de nutrientes del alimento o dieta estudiada, a pesar que en esta intervienen otros factores no relacionados con la composición, por tanto concluye que tanto las materias primas como los nutrientes varían grandemente con respecto a su digestibilidad en sus valoraciones con fines alimenticios.

2.10.10. Prueba de digestibilidad in situ en vacas fistuladas

2.10.10.1. Cinética Ruminal

La digestión en el rumiante es dinámica e involucra el flujo del alimento, líquido, bacterias y residuos de alimento no digeridos en rumen a través del omaso a la porción inferior del TGI (Van Soest, 1994). Este proceso se puede describir mediante el uso de parámetros de recambio digestivo como: la tasa de flujo, tasa de recambio, tiempo medio de retención de las partículas digestivas y del líquido ruminal, etc.

La terminología en estudios de cinética puede ser complicada, sin embargo es muy usada por nutriólogos y fisiólogos (Owens y Hanson, 1992). El recambio ruminal (expresado en h) de líquidos y sólidos se refiere al tiempo requerido para el ingreso de un material dado, en una cantidad igual a la existente en el rumen. Este parámetro es la recíproca de la tasa de dilución. La tasa de recambio de la porción líquida y sólida es la cantidad de material que sale del rumen por unidad de tiempo, y la tasa de recambio fraccional o tasa constante es la fracción del total de las partículas del rumen, emergiendo del mismo por unidad de tiempo (Ellis *et al.*, 1979; Owens y Hanson, 1992).

Ferreiro (1990) menciona que el tiempo de tránsito representa el mínimo tiempo necesario para que una partícula pase a través del TGI

hasta el punto de muestreo, sin entrar en ningún compartimiento, y el tiempo medio total de retención es la suma del tiempo de tránsito más la recíproca de la tasa rápida (k_2) y lenta (k_1). El tiempo medio de retención lo estima sumando los recíprocos de las dos tasas y lo define como la mitad del tiempo en que las partículas pasan en el compartimiento.

Van Soest (1994) indica que la composición de la ración tiene importantes efectos sobre la tasa de pasaje. Generalmente, el molido de los forrajes incrementa la velocidad de pasaje. Los concentrados tienen generalmente un pasaje rápido ya que usualmente las partículas son más pequeñas y por eso, el forraje comprimido y los concentrados son consumidos frecuentemente en mayor cantidad.

La cinética ruminal es muy importante para comprender y en su caso manipular los procesos digestivos del ganado. La remoción de los residuos del rumen determina el tiempo disponible para la fermentación y por lo tanto el llenado ruminal y eficiencia en síntesis de proteína microbiana. Los fluidos pasan más rápido que las partículas pequeñas, y estos más rápidos que las partículas más grandes (Owens y Hanson, 1992). La tasa de pasaje de las partículas del rumen puede tener un efecto importante en el consumo y digestibilidad. Los forrajes picados y peletizados tienden a incrementar la tasa de pasaje, seguido por un incremento en el consumo voluntario de alimento. Al mismo tiempo es a menudo reducida por el picado y peletizado de los forrajes, pues las partículas tienen oportunidad para sufrir fermentación. Además, los cambios en la digestibilidad pueden tener efecto en la tasa de pasaje. Si el alimento es reducido a partículas más pequeñas, la tasa de pasaje puede incrementarse, y subsecuentemente, el consumo se incrementa (Galyean y May, 1995).

2.10.10.2. Importancia Biológica de los Parámetros de Cinética Ruminal

El recambio ruminal de sólidos es de interés debido a que las partículas del contenido ruminal son la fuente de energía digestible para el crecimiento microbial y el recambio de residuos de partículas indigestibles estabilizan el consumo de forrajes de baja digestibilidad (Ellis, 1979). Owens e Isaacson (1977) indican que incrementos en la tasa de dilución disminuye la producción de los ácidos grasos volátiles (AGV), así mismo, modificando la combinación de los ingredientes en la dieta; las características o nivel de alimentación puede modificar la tasa de recambio ruminal de sólidos o líquidos y con ello las condiciones ambientales del rumen, especies microbiales y los productos finales de la digestión.

La tasa de pasaje ruminal de sólidos y líquidos a través del tracto digestivo es de considerable importancia en la producción animal. Un incremento en el recambio ruminal de líquidos puede ser benéfico para el ganado. Esto es conveniente en términos de eficiencia en crecimiento microbial, mejora en la utilización de nitrógeno no proteico y la reducción en las tasa de la fermentación de alimento que puede ser digerido (Owens e Isaacson, 1977). Generalmente, a mayor tasa de dilución mayor es la eficiencia en crecimiento microbial. Walker *et al.*, (1975).

2.10.10.3. Métodos para evaluar la degradabilidad ruminal

La manipulación del grado en el que los nutrientes específicos son puestos a disposición de los microorganismos ruminales y la cantidad de estos que escapan a la fermentación ruminal, provocan una respuesta en el mejoramiento animal (Nocek, 1988). Por lo que la necesidad de calcular la degradabilidad de los nutrientes, ha logrado a través de muchas investigaciones la obtención y estandarización de algunas técnicas, como:

técnicas *in vivo*, *in vitro* e *in situ*; así como la de solubilización y enzimática (García, 1995).

2.10.10.4. Técnica *In Situ*

También es conocida como técnica de la bolsa, técnica *in sacco* y técnica de la bolsa artificial; el método involucra la suspensión de bolsas de un material indigerible, conteniendo una cantidad de muestra conocida, e incubada en el rumen de animales provistos de una cánula ruminal. Las bolsas son incubadas en el rumen a intervalos de tiempo conocidos, para luego ser retiradas y lavadas en agua. Las bolsas se secan a una temperatura aproximada de 65 °C durante 24 h y la tasa de degradabilidad se calcula a partir de la desaparición de la materia seca.

White y Ashes (1999), mencionan que la suspensión del material alimenticio en el rumen proporciona un íntimo contacto con el medio ambiente ruminal, por lo que es la mejor manera para simular el proceso del alimento en el rumen (Ørskov, 2000) aunque el alimento no está sujeto a una serie de procesos como masticación, rumiación y pasaje (García, 1995). Esta técnica ha venido utilizándose por muchos años y es la base para predecir la digestión en diferentes sistemas de alimentación (Waldo y Glenn, 1984) y demostrar que las diferentes fracciones en que se divide el alimento esta correlacionado con el consumo, digestibilidad y crecimiento (Ørskov y Ryle, 2000).

Sin embargo, a través del tiempo se ha estandarizado, utilizando bolsas de nylon y su tamaño se ha ido adaptando a diferentes especies, tal es el caso que para pequeños rumiantes se usan bolsas de 10 x 5 cm (Ramírez *et al.*, 1994) y para bovinos de 15 x 10 cm (Singh *et al.*, 1989); no obstante el incremento de su popularidad ha sido sujeta a una evaluación y crítica extensiva con respecto a los muchos factores inherentes que

influyen en la digestión; como porosidad, contaminación bacteriana, dieta del animal, entre otros (Broderick y Cochran, 2000).

Ørskov (2000), menciona que otro de los aspectos que se han estandarizado es la porosidad de la bolsa por algunas consideraciones y porque en el mercado existen bolsas de hasta 53 micras. Sin embargo el tamaño del poro es un factor importante ya que la finalidad de la porosidad es limitar la entrada del contenido ruminal no asociado con la dieta a evaluar, pero sí permitir la entrada de la población microbial para degradar el contenido de la muestra; al mismo tiempo evitar o disminuir la salida de partículas del alimento no degradable y el molido de las muestras es de 2 mm ya que de acuerdo a Nocek (1988), es conveniente considerarse un rango de 10 a 20 mg/cm² para la mayoría de los ingredientes, ya sea forrajes o concentrados.

Los períodos de incubación tienen que ser de acuerdo a la degradabilidad esperada del forraje y por lo tanto los tiempos intermedios deben variarse por ejemplo: los concentrados de 12 – 36 h y los forrajes toscos hasta 96 h (Broderick y Cochran, 2000) y se recomienda que la dieta sea igual o por lo menos lo más parecido al alimento que se esté probando (Ørskov *et al.*, 1980).

2.10.10.5. Procedimiento de la Técnica *In Situ*

La desaparición ruminal de la MS de cada una de las dietas se estima utilizando la técnica de la bolsa de nylon (Ørskov y McDonald, 1979). Para la incubación se utiliza, bolsas de nylon con esquinas redondeadas de 5 por 10 cm, tamaño de poro de 53 micras. En cada bolsa se coloca 8 g de muestra, y se sujetan a un cordón de nylon de 20 cm de longitud con un contrapeso en su extremo distal para asegurar que las muestras queden inmersas en el saco ventral del rumen.

Las bolsas se marcan para su identificación, y se introducen progresivamente en el rumen, de tal manera que las de las 72 horas van primero, las de 48 horas, dos días después, las de 24 horas tres días después, y así sucesivamente, hasta ser extraídas simultáneamente e inmersas en agua fría (4°C) para detener la actividad microbial. Posteriormente, las bolsas se lavan con agua circulante a baja presión hasta que salga cristalina. Luego, se colocan en una estufa a 60 °C durante 48 horas, finalizando este periodo, se pesan.

El porcentaje de degradabilidad de la MS de cada periodo de incubación se calcula por la diferencia entre el peso de la muestra inicial y el peso del residuo del periodo de incubación respectivo (Ash, 1990), utilizando la siguiente formula:

$$\text{Degradabilidad } in \text{ situ } (\%) = [(\text{peso inicial} - \text{peso final}) / (\text{peso inicial})] \times 100$$

2.11. Necesidades nutricionales del ganado

Según Gingins (s.f., en línea), la vaca lechera moderna, producto de la aplicación de los conocimientos de genética de poblaciones durante los últimos 50 años, es el rumiante con mayor capacidad de producción y en consecuencia, con mayores requerimientos. Una vaca de 600 kg que produce 45 kg de leche con el 3,5 % de grasa tiene requerimientos de energía iguales a los de 4 novillos de 300 kg, que aumentan 0,5 kg diario. Esta misma vaca produce durante la lactancia tanta proteína como la contenida en 7 novillos gordos. Cuanto mayor es la producción planificada, más estrictos son los requerimientos y más sensible es la vaca a los desequilibrios de la dieta.

San Miguel (2006), divide a la nutrición animal en dos grupos:

- De sostenimiento, que permiten a los animales cubrir sus necesidades mínimas para continuar viviendo, aunque sin ningún tipo de producción.
- De producción, que una vez cubiertas las necesidades de sostenimiento, permiten a los animales producir algo útil para el hombre: carne, leche, crías, trabajo, etc.

Gasque y Pozada (1998), expresan que el mantenimiento corporal significa que no hay aumento ni pérdida de peso conservándose así el bienestar o equilibrio del animal. Las funciones de mantenimiento para los cuales deben proporcionarse los nutrientes son: recuperación de tejidos corporales, control de temperatura corporal, energía para conservar los órganos vitales y equilibrio hídrico. Aproximadamente la mitad de los nutrientes que consumen los animales son destinados al mantenimiento. Las vacas lecheras de alta producción solo utilizan 20 a 25 % de los nutrientes consumidos en su mantenimiento. Los requerimientos están relacionados con el tamaño corporal, sin embargo no están relacionados directamente con el peso corporal. Los animales pequeños requieren más nutrientes por kilogramos de peso que los grandes.

Sobre los requerimientos para la producción de leche Gasque y Pozada, (1998), manifiestan que ésta demanda considerable cantidad de proteínas, energía, minerales y vitaminas. La necesidad de proteína es grande debido a que la leche contiene algo más del 3 % de éste nutriente. El calcio y el fósforo son los dos más importantes minerales requeridos para la lactación. La leche es rica en minerales; su ausencia o desequilibrio puede derivar en una lactación reducida e incluso en la muerte del animal.

Así mismo afirman que la energía es quizás el más importante requerimiento para la producción de leche. La energía requerida se basa en

el volumen de leche producida. Una vaca de alta producción necesita 3 a 4 veces la energía requerida por una vaca seca de peso equivalente. La pérdida de condición corporal en la primera fase de la lactación revela el enorme déficit de energía ingerida en relación a los requerimientos del momento. La energía faltante la toma la vaca de sus reservas corporales, perdiendo así peso.

Engormix (2004, en línea), indica que se debe suministrar a una vaca Holstein en producción de aproximadamente 600 kg, una ración con los compuestos, en la dosis correcta para garantizar su salud y producción, (Cuadro 2-12).

Lammers, Heinrichs e Ishler (2002), expresan que administrar una dieta total mezclada ayuda a la vaca lechera a dar su máximo rendimiento, esto se logra suministrando una ración nutricionalmente balanceada todo el tiempo, permitiendo a la vaca consumir lo más cercano a su requisito de energía y mantener las características físicas necesarias para la función apropiada del rumen.

2.12. Consumo de alimento

El consumo de forraje es un parámetro de suma importancia en producción animal porque permite establecer el valor nutritivo de estos, la productividad animal y la racionalidad de las prácticas de alimentación (Van Soest, 1994). Se han identificado múltiples factores que afectan el CMS. Sin embargo, a menudo ha sido difícil explicarlo, observado en los rumiantes a partir del conocimiento que se tiene sobre los mecanismos de control de este parámetro (Faverdin *et al.*, 1995). Bajo las condiciones ambientales que prevalecen en las zonas de trópico bajo, y desde el punto de vista metabólico, el CMS parece estar fuertemente limitado por los mecanismos que regulan la temperatura corporal (Parker, 1984).

Cuadro 2-12. Requerimientos de una vaca Holstein productora de leche

Compuesto	Valor
Proteína cruda (%)	15,00
Energía digestible Mcal/kg MS	3,13
Calcio (%)	0,54
Fósforo (%)	0,38
Magnesio (%)	0,20
Potasio (%)	0,80
Sal común (%)	0,46
Azufre (%)	0,20
Hierro (mg)	50,00
Cobalto (mg)	0,10
Cobre (mg)	10,00
Manganeso (mg)	40,00
Zinc (mg)	40,00
Yodo (mg)	0,50
Selenio (mg)	0,10
Vitamina A (UI)	3 200,00
Vitamina D (UI)	300,00
Vitamina E (UI)	50,00

Fuente: Engormix. 2004

2.13. Energía y Condición Corporal

La energía es un concepto abstracto, pero que se puede entender en una forma simple analizando las reservas corporales del animal a través del depósito de tejido graso en zonas anatómicas estratégicas del cuerpo, tales como la base de la cola, la zona de la pelvis o caderas, los procesos transversales de las vértebras lumbares y las costillas del animal. Estas reservas grasas se conocen como condición corporal (CC) y su estimación se ha utilizado como una herramienta estandarizada que permite evaluar la nutrición del animal, especialmente el contenido energético de la dieta. (Meléndez y Risco, sf. en línea).

La más utilizada es la escala de 1 a 5 con incrementos de $\frac{1}{4}$ de punto siendo el valor 1, un animal totalmente flaco y el valor 5, un animal extremadamente obeso. Ambos extremos son malos. Durante el ciclo productivo la vaca lechera debe alcanzar diferentes condiciones corporales. Al parto la vaca debe parir con una CC de 3,25 a 3,5. Entre los 60 y 90 días el animal debe mostrar una CC no menor a 2,5. Si el animal pierde más de una unidad entre el parto y los 100 días posparto, su fertilidad se verá afectada en forma considerable. (Meléndez y Risco, sf. en línea).

2.14. Suplementos alimenticios

Según Nolan *et al* (1986), citado por Mendoza y Ricalde (1996), la suplementación de proteína a forrajes deficientes incrementa la digestibilidad al elevar los niveles de amoníaco en el líquido ruminal y como consecuencia se puede incrementar el consumo voluntario. Así mismo, Pisulewski *et al* (1981) citado por el mismo autor, dicen que se provee una mayor cantidad de proteína metabolizable para el animal en el intestino delgado, causado por el incremento en la síntesis de proteína microbiana.

Hungate (1966), citado por Mendoza y Ricalde (1996), expone que la proteína dietaria consumida por los rumiantes es degradada por los microorganismos ruminales produciendo amoníaco. El crecimiento de la población bacteriana depende del suministro de cantidades adecuadas de nitrógeno degradable en el rumen y carbohidratos. Polan (1988), citado por Mendoza y Ricalde (1996), expresa que la síntesis de proteína microbiana va a depender de la energía del forraje y del nitrógeno degradable, por lo que la contribución de proteína microbiana al animal presenta grandes variaciones de acuerdo con la dieta; sin embargo, a través de la suplementación de nitrógeno degradable y de proteína de escape, es

posible manipular la cantidad de proteína metabolizable que llega al duodeno y así optimizar el crecimiento del animal.

2.14.1. Urea

Araque (s.f., en línea), manifiesta que en condiciones tropicales el ganado bovino es explotado generalmente bajo pastoreo. Por tal razón, esta situación afecta la utilidad y calidad de los forrajes, obligando al productor a buscar nuevas fuentes para mejorar la alimentación de sus rebaños.

Producción animal (2000, en línea), expresa que la urea es la fuente más barata de nitrógeno sólido. Es un polvo blanco, cristalino y soluble en agua, que se utiliza como fertilizante. La urea contiene 46 % de nitrógeno y, por consiguiente, 1 kg de urea equivale a 2,88 kg de proteína bruta ($6,25 \times 0,46$). En la mayoría de las raciones, esto equivale a un contenido de proteína bruta digestible de 200 %. Entre los NNP, la urea es la que se utiliza más ampliamente.

Araque (s.f. en línea), expone que cuando el rumiante consume urea, primeramente es hidrolizada en amoníaco y anhídrido carbónico en el rumen mediante la enzima ureasa que es producida por ciertas bacterias. Por otra parte, los carbohidratos son degradados por otros microorganismos para producir ácidos grasos volátiles y cetoácidos. El amoníaco liberado en el rumen se combina con los cetoácidos para formar aminoácidos, que a su vez se incorporan en la proteína microbiana.

Este autor, considerando la participación de fuentes energéticas, los requerimientos proteicos del animal, el peligro de intoxicación y el costo de su inclusión, la urea puede ser suministrada junto a ensilaje de gramíneas, concentrados comerciales, mezclas sólidas, mezclas semisólidas, mezclas

líquidas, bloques multinutricionales, agregada a forrajes maduros, agregada a forrajes verdes, rociado en potreros, etc.

Pedraza *et al* (2001) en un experimento donde midieron el efecto de la suplementación con follaje de *Gliricidia sepium* y urea como suplementos en la producción en vacas lecheras Holstein, manifiestan que no existe diferencia significativa entre la suplementación con urea y cualquier otra fuente en cuanto a la producción de leche y su calidad. Además expresan que hasta el final del primer período todos los animales, independientemente del tratamiento, perdieron peso; ya en el segundo período, con 73 días de lactancia, las vacas suplementadas prácticamente mantuvieron su peso, mientras que el animal que se sometía al tratamiento control disminuyó en este indicador. En el tercer período, al finalizar el experimento con 92 días de lactancia, los animales suplementados expresaron ganancias positivas.

Villanueva y San Martín (1997), en vacas Holstein, compararon tres tipos de alimentación: king grass al corte más 1 kg de concentrado sin proteína sobrepasante; king grass al corte más 1 kg de concentrado con 200 g de harina de pescado y paja de arroz tratada con 4 % de urea más 1 kg de concentrado con 200 g de harina de pescado; encontrando que en éstas últimas se presentaron ganancias diarias de peso de 0,639 kg.

2.14.2. Harina de pescado

Maza (s.f. en línea), expone que la harina de pescado es un producto obtenido a través del proceso (cocido, prensado, secado y molido) de peces o de restos de los mismos. La composición química varía de acuerdo a la materia prima y proceso de fabricación. Se caracteriza por su baja degradación ruminal, pero al mismo tiempo garantiza alta degradación intestinal y un aporte importante de aminoácidos esenciales, característica

que la apunta como una de las fuentes proteicas de valor biológico. Es una fuente proteica de bastante uso en la preparación de raciones para consumo animal, rica en aminoácidos esenciales como cisteína, metionina y cistina.

Según FIS (s.f., en línea), la harina de pescado proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos omega-3, docosahexaenoico (DHA) y omega-6 eicosapentanoico (EPA) con un 70 a 80% del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de energía es mayor que muchas otras proteínas. Además tiene un contenido relativamente alto de minerales como el fósforo, en forma disponible para el animal, vitaminas como el complejo de vitamina B incluyendo la colina, la vitamina B12, así como A y D.

Wohlt *et al* (1991), citado por Maza (s.f. en línea), suministraron raciones que contenían harina de pescado o torta de soya en vacas posparto hasta las 18 semanas, observando producciones de 36,5 kg para la torta de soya y 38,5 para la harina de pescado, mostrando incremento a favor de esta última. Sin embargo Broderick (1992), citado por Maza (s.f. en línea), suministró dos tipos de harina de pescado, una de alta y otra de baja solubilidad en el rumen; observó que la harina de baja solubilidad presentó mejor comportamiento productivo en relación con la harina de pescado de alta solubilidad.

Según Villanueva y San Martín (1997, en línea), la harina de pescado es una fuente proteica de alta calidad, que al no degradarse por completo en el rumen y pasar gran parte al abomaso y al duodeno (70%), sus aminoácidos, principalmente esenciales, son utilizados directamente por el hospedero, supliendo gran parte de los requerimientos de estos animales. Además, expresan que en un experimento utilizando la harina de

pescado como fuente proteica los resultados de ganancia de peso fueron superiores al de los otros tratamientos.

López (1994) evaluó el efecto de la harina de pescado sobre los metabolitos sanguíneos, parámetros productivos y reproductivos de novillas Holstein, alimentadas con una dieta a base de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*); no encontró diferencia en el consumo de forraje, mientras que las mejores ganancias de peso se obtuvieron con harina de pescado. Igual comportamiento se observó para la condición corporal donde los animales, en escala del 1 al 9, lograron valores de 5. No se observaron cambios en la concentración del nitrógeno amoniacal, ni de pH por efecto de los diferentes niveles de harina de pescado en la dieta. La degradabilidad de la materia seca, nitrógeno y materia orgánica del forraje, a las 48 horas, fue 69,77, 76,60 y 74,58% respectivamente, no observándose diferencias significativas entre los tratamientos.

2.14.3. Soya

Dudley (2003, en línea), sostiene que la harina de soya tiene un alto contenido en proteína (47,5 a 48,5%), Rebollar y Blas (s.f., en línea), manifiestan que la soya contiene alrededor de 36-38% de proteína considerada de alta calidad, por lo que su utilización en raciones para rumiantes puede mejorar el aporte de proteína bruta al animal. Así, de entre las fuentes de proteína vegetal utilizadas en alimentación animal, la soya tiene uno de los porcentajes más elevados (47,6%) de aminoácidos esenciales. La proteína de soya es rica en lisina, siendo la metionina, valina e isoleucina el primer, segundo y tercer aminoácido limitante, respectivamente, para la producción de leche.

2.15. Nitrógeno ureico en sangre y en leche

Reportes de los años 70 y 80 relacionan en forma directa los efectos de la concentración de proteína en la dieta sobre la concentración nitrógeno amoniacal en rumen y nitrógeno ureico en sangre (NUS), (Wallace, 1991; Owens y Zinn, 1988). Los cambios tecnológicos han permitido que estos metabolitos se monitoreen con mayor facilidad y se ha logrado asociar el NUS con la concentración de nitrógeno ureico presente en la leche (NUL). Por tal motivo, el monitoreo del NUL, se perfila como posible indicador del consumo y de la degradación de la proteína de la dieta (SAS. SAS 2002).

La medición del NUL es actualmente una herramienta de amplio uso en los hatos especializados en producción de leche, debido a que la urea es un metabolito que está afectado por factores de tipo nutricional como el porcentaje de proteína, cantidad de carbohidratos solubles y la relación proteína: energía (Hammond 1994, Leng 1992 y Rowlands 1972).

Los valores de NUL se han utilizado para realizar ajustes en las concentraciones de proteína o energía de la ración, con el objetivo de obtener un mayor aprovechamiento de los nutrientes suministrados; además, se han utilizado para reducir los costos alimenticios y suprimir los efectos negativos sobre la reproducción de los hatos, (Hojman, Kroll, Adin, Gips, Hanochi, *et al* 2004).

Estudios realizados en el Centro de investigaciones “La Libertad”, mostraron estrecha relación entre las concentraciones de amonio ruminal (AR) y las concentraciones de NUS en vacas doble propósito (Hess, Flórez, González y Ávila, 1999), pero no se determinaron las posibles relaciones que se presentan entre NUS y NUL. El objetivo de esta investigación fue determinar la relación existente entre la concentración de proteína y de energía de la dieta y la concentración de AR, NUS y NUL en vacas doble

propósito alimentadas con gramíneas de baja calidad (Peña Castellanos, 2002), (Cuadro 2-13).

Cuadro 2-13. Niveles de NUL, calificación e interpretación de resultados óptimos

Niveles de NUL (mg/dl)	Calificación	Interpretación
< 9	Deficiente	Insuficiente N en la dieta. Afecta producción
9 – 12	Bueno	Buen uso del N. Puede afectar producción
12 – 15	Excelente	Óptimo nivel para producción y reproducción
15 – 18	Bueno	Uso - sub-óptimo del N. Sin efecto adverso en reproducción
18 – 21	Regular	Desperdicio de N. Puede afectar reproducción
> 21	Deficiente	Exceso de N. Afecta reproducción

Fuente: (Peña Castellanos, 2002)

Trabajos realizados en New York y Pennsylvania han demostrado que altos niveles de NUS pueden reducir las tasas de concepción debido al balance negativo de energía, incremento en la acidez del útero y cambios en la relación de los minerales que tapizan el útero (Caroll *et al* 1988, y Ferguson *et al* 1993). Además, niveles altos de NUS han sido relacionados a problemas hepáticos y a la aparición tardía del primer estro. Varios trabajos científicos relacionan los niveles de proteína cruda de la dieta con los niveles de NUS y las tasas de concepción (cuadro 2-14). Si bien la proteína cruda no debe considerarse como un ente independiente, ya que está relacionada a su solubilidad y a los niveles de disponibilidad de energía de la dieta (Ferguson *et al* 1993).

Investigaciones en Maine demostraron que altos niveles de proteína pueden afectar la salud y el sistema inmune, especialmente en vacas con

problemas en postparto. Estos resultados concuerdan con los trabajos realizados en Pennsylvania, donde se reportaron investigaciones en las que se observó una mayor incidencia de cultivos bacteriológicos positivos a *Streptococcus agalactie* y *Staphylococcus haemoliticus* en la leche de vacas suplementadas con urea, requiriendo estas un 37% más tratamientos para mastitis, lo que estuvo correlacionado con los resultados de la prueba de California Mastitis Test CMT, (Schalm 1957) significativamente mayores ($P < 0,01$) para las vacas alimentadas con raciones con NNP. En esos estudios reportaron que la excreción de NUL fue de 38,33 mg/dl para la ración control y de 48,41 mg/dl para la ración suplementada con urea. Este factor es importante para la calidad de la leche utilizada para la producción de quesos, la cual se reduce debido a los altos niveles NNP.

Cuadro 2-14. Tasas de concepción (TC) y concentración de nitrógeno ureico en sangre (NUS) de vacas lactando, alimentadas con dietas de contenido de proteína cruda (PC) moderada y alta

Referencia	% de PC de la dieta			
	15 - 16		19 - 21	
	TC (%)	NUS (mg/dl)	TC (%)	NUS(mg/dl)
Jordán y Swanson (1979)	53	NI ¹	40	NI ¹
Folman <i>et al.</i> (1981)	56	8,8	44	15,4
Kaim <i>et al.</i> (1983)	57	9,0	43	17,0
Howard <i>et al.</i> (1987)	87	15,0	85	26,0
Carroll <i>et al.</i> (1988)	64	11,0	56	24,0
Bruckental <i>et al.</i> (1990)	65	25,0	52	32,0
Canfield <i>et al.</i> (1990)	48	12,0	31	19,0
Elrod & Butler, (1991)	83	<16,0	62	>16,0
Promedios	62	13,8	48	21,3

Fuente: Ferguson *et al* 1993

¹ no informado.

Suiza y Francia ya tienen un esquema de penalización por contenido de NUL y es probable que el Reino Unido siga esa tendencia. Altos niveles de NUS y NUL también tendrán un impacto en el medio ambiente debido a que el exceso de nitrógeno excretado en orina y heces puede llegar a afectar la calidad del agua e incrementar los malos olores ambientales (Jonker, Kohn y Erdman. 1999). Además de los factores productivos y ecológicos mencionados, desde el punto de vista económico, altos niveles de NUL indican desbalances en la dieta y pérdidas de energía con mayor costo de alimento (Jonker, Kohn y High. 2002).

2.16. Desbalances de la dieta

Jonker, Kohn y High. 2002, aconsejan que la evaluación periódica de los niveles de NUS/NUL ayudará a estimar el estado nutricional del hato y a prevenir posibles desequilibrios nutricionales. Las siguientes son algunas observaciones prácticas para seguir más de cerca los valores de NUS/NUL:

- Animales pastoreando en pasturas nuevas de rápido crecimiento, o pastoreando en cultivos anuales de rápido crecimiento.
- Animales con dietas a base de forraje conservado provenientes de pasturas perennes o anuales de rápido rebrote o crecimiento.
- Tasas de concepción por debajo de los históricos del rebaño.
- Cambios en el tamaño de la partícula del alimento, especialmente de maíz y otros granos.
- Bajos valores de proteína en leche.

Otra buena relación práctica indica que los valores de NUL representan entre el 83 y 98% de los valores del NUS. Se acepta que dividiendo NUL por 0,85 se tiene un buen valor estimativo de NUS. Se han relacionado los niveles de NUL con sus efectos fisiológicos en rumiantes, como se muestra (Ver Cuadro 2-15) (Jonker, Kohn y High. 2002).

Cuadro 2-15. Efecto fisiológico en rumiantes de acuerdo a los niveles de NUL.

NUL, mg/dl	Riesgo
> 15,4	Patológico
12,6 - 15,4	Alto riesgo
8,4 - 12,6	Normal
5,6 - 8,4	Bajo riesgo
<7,0	Baja proteína y/o bajo carbohidrato

Fuente: (Jonker, Kohn y High. 2002)

2.17. Química sanguínea y en orina de vacas lecheras

En los últimos años ha aumentado considerablemente el interés de la aplicación de los análisis clínicos veterinarios en el diagnóstico de patologías en animales. El área de química sanguínea y orina tiene gran importancia en esta aplicación porque ofrece información adicional al veterinario para realizar un diagnóstico más preciso que conducirá al tratamiento específico de enfermedades (Razz y Clavero, 2004).

2.17.1. Determinaciones bioquímicas

Las determinaciones bioquímicas se realizan utilizando suero como principal muestra, se prefiere trabajar con suero porque este se hemoliza menos probablemente que el plasma, además no contiene anticoagulantes los cuales pueden interferir en las determinaciones que se vayan hacer o pueden extraer el agua de las células sanguíneas originando la dilución de los constituyentes. Sin embargo, el plasma puede ser utilizado en las determinaciones de urea y glucosa porque no existe una diferencia muy marcada en la concentración de estos metabolitos en los hematíes y en el plasma, (Razz y Clavero, 2004).

2.17.2. Glucosa

El nivel de glucosa sanguínea refleja las condiciones nutricionales, emocionales y endocrinas del animal. Los niveles en el plasma exceden generalmente al de la sangre de 10 a 30 mg/dl en rumiantes adultos. La concentración de glucosa disminuye por el ayuno o por el ejercicio prolongado, por el exceso de insulina ya sea por un insulinoma o por dosis altas de insulina como terapia; Los resultados para esta prueba se expresan en mg/dl. Los valores normales de glucosa en bovinos adultos son de 40 – 80 mg/dl. (Razz y Clavero, 2004).

La absorción intestinal de glucosa por los rumiantes alimentados con forrajes, es muy baja lo que los convierte en animales gluconeogénicos por excelencia (Botrel y Gomide, 1981), la disponibilidad de CNE es muy baja en la dieta de los rumiantes en las zonas de trópico bajo y, debido a la fermentación rápida y completa que sufren en el rumen (Van Soest, 1994; Stokes, 1997), la disponibilidad de glucosa u otro monosacárido para su absorción en el tracto posterior es despreciable (Van Soest, 1994).

La glucosa, sin embargo, es un metabolito clave dentro del metabolismo energético de los rumiantes siendo esencial para el sistema nervioso central, eritrocitos, glándula mamaria y útero grávido (Bergman, 1983). De igual manera, la glucosa es el precursor de la lactosa la que, a su vez, establece el volumen de leche producida (Kennelly y Okine, 1994) de tal manera que una limitación en el suministro de glucosa a la glándula mamaria se constituye en un limitante para la producción de leche.

2.17.3. Urea y creatinina

De los residuos animales, la orina es la fuente más importante de eliminación de nitrógeno, por la urea que contiene (Oldham y Tamminga,

1995). Bristow y col. (1992) describieron que el nitrógeno total de la orina de vacas fue de 6,8 a 21,6 g/l. Dentro de los productos finales del metabolismo de los compuestos nitrogenados se presentaron las siguientes proporciones: 69% urea, 7,3% alantoína, 5,8% ácido hipúrico, 3,7% creatinina, 2,5% creatina, 1,3% ácido úrico, 0,5% xantina más hipoxantina, 1,3% aminoácidos libres y 2,8% amonio. La excreción urinaria de urea es afectada por la dieta y el régimen de alimentación, mientras que la de la creatinina es afectada principalmente por la masa muscular y su metabolismo (Bondi, 1988). En relación a esto, Blake y col. (1980), encontraron una correlación significativa ($r = 0,60$) entre excreción urinaria de creatinina y peso corporal.

Un factor que afecta a la digestibilidad de las proteínas y por ende al balance nitrogenado, es el consumo diario de proteínas, existiendo una relación lineal entre ingesta de nitrógeno y digestibilidad (Loosli y McDonald, 1969). Por otra parte, Gonda y Lindberg (1994) señalan que la concentración de urea en orina se incrementa con el aumento en la ingesta de proteínas. El análisis de las variables urinarias puede aportar antecedentes para determinar la representatividad que posee una muestra tomada en un momento del día para estimar la excreción diaria de nitrógeno total.

CAPÍTULO III

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS DEL EXPERIMENTO 1

3.1.1. Localización del experimento

La investigación se realizó en el Programa de Rumiología, y en el Laboratorio de Bromatología de la Finca Experimental “La María”, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (FCP-UTEQ). Localizada en el kilómetro siete de la vía Quevedo - Mocache, Provincia de Los Ríos, se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas: 01°, 06' de latitud sur y 79°, 29' de longitud oeste, a una altitud de 73 msnm.

3.1.2. Condiciones Meteorológicas

Las condiciones de la Finca “La María” de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo se presentan en el Cuadro 3-1.

Cuadro 3-1. Condiciones meteorológicas de la finca experimental “La María” FCP, UTEQ

Parámetro	Promedio anual
Temperatura, °C	24.5
Humedad relativa, %	87.2
Heliofanía, horas/mes	80.0
Pluviosidad, mm/año	2218
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical
Topografía	Ligeramente ondulada

FUENTE: Estación Experimental de INAMHI, 2008. Estación Experimental Tropical Pichilingue

3.1.3. Materiales y equipos

3.1.3.1. Materias primas para alimentos balanceados

- Pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*)
- Harina de pescado
- Torta de soya
- Urea
- Polvillo de arroz
- Afrecho de cebada
- Melaza
- Sales minerales

3.1.3.2. Equipos de laboratorio

- Refrigeradora
- Fundas de nylon de 10 x 5 cm y 56 micras de porosidad
- Estufa
- Equipo para determinar la fibra cruda
- Equipo para determinación de proteína bruta KJELDAL
- Equipo para determinar la energía
- Balanza analítica
- Crisoles
- Vasos de precipitación
- Pipetas
- Agitador
- Baño María
- Peachímetro
- Fundas de papel

3.1.4. Tratamientos y diseño experimental

En la presente investigación se evaluó la calidad nutritiva y valores de digestibilidad de tres dietas cuya base forrajera fue el pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) henificado de 50 días de edad más un concentrado cuyas materias primas permanentes fueron: polvillo de arroz, afrecho de cebada, melaza y sales minerales. Y como fuente variable de nitrógeno: harina de pescado (lenta degradabilidad), pasta de soya (mediana degradabilidad) y urea (rápida degradabilidad) medidos a través de tres vacas fistuladas en el rumen, cuyos tratamientos experimentales se señalan a continuación:

- T1: Dieta cuya fuente de nitrógeno es Harina de Pescado
- T2: Dieta cuya fuente de nitrógeno es Torta de Soya
- T3: Dieta cuya fuente de nitrógeno es Urea

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar, contándose con tres tratamientos y tres repeticiones (Cuadro 3-2).

Cuadro 3-2. Esquema del experimento

Tratamiento	Código	Nº repeticiones	T.U.E.	Nº animales/ Tratamiento
T1	Harina de Pescado	3	1	1
T2	Torta de Soya	3	1	1
T3	Urea	3	1	1
Total animales				3

T.U.E.: Tamaño de la Unidad Experimental

3.1.5. Análisis estadístico

Los resultados experimentales obtenidos se sometieron a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA) para la prueba de F al nivel del 5% de probabilidad.
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de probabilidad de $P \leq 0.05$. El esquema del análisis de la varianza se presenta en el Cuadro 3-3.

Cuadro 3-3. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	
Tratamientos	$t - 1$	2
Error Experimental	$t (r - 1)$	6
Total	$tr - 1$	8

3.1.6. Variable de respuesta experimental

- Análisis bromatológicos del pasto Maralfalfa y de las Materias primas utilizadas en el experimento.
- Cinética de degradación de la MS de las dietas.
- Cinética de degradación de MO de las dietas.

3.1.7. Manejo del experimento

3.1.7.1. Preparación de las dietas experimentales

Se henificó el pasto Maralfalfa con una edad de 50 días, así mismo se tenía en stock la suficiente cantidad de harina de pescado, torta de soya, urea, afrecho de cebada, polvillo de arroz, melaza y sales minerales para la preparación de las dietas experimentales.

Una vez preparadas las dietas se tomó las muestras respectivas para ser enviadas al Laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para realizar la cinética de degradación de materia seca y la materia orgánica.

3.1.7.2. Unidades experimentales

Las dietas se prepararon y se molieron hasta alcanzar un tamaño de partícula de 1 mm. Posteriormente, se colocó en una estufa a 110°C para determinar el contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC). En la prueba de digestibilidad, se utilizó la técnica *in situ* descrita por Orskov *et al.* 1980, para lo cual, se manejaron bolsas de polyeseda (10 x 5 cm) con 56 micras de porosidad previamente pesadas y en las cuales se colocaron 10 g de cada dieta experimental. Las bolsas se incubaron en el rumen, por triplicado, para cada una de las dietas en estudio.

Los animales utilizados fueron tres vacas adultas fistuladas de 350.0±25 kg de peso vivo. Los períodos de incubación fueron de 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h de fermentación. Las bolsas se extrajeron y se lavaron con agua corriente hasta obtener agua clara, se secaron en la estufa a 60 °C por 48 h, se pesaron y se determinó la desaparición de la materia seca. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres dietas y tres repeticiones, se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS DEL EXPERIMENTO 2

3.2.1. Localización y duración del experimento

El experimento se realizó en la hacienda “San Rafael”, propiedad del Grupo NOBIS ubicada en el cantón Bucay, provincia del Guayas, a 10 km de la vía Bucay-Naranjito con una duración de 75 días. Las condiciones meteorológicas se detallan en el Cuadro 3-4.

Cuadro 3-4. Condiciones meteorológicas hacienda San Rafael

Parámetros	Promedio
Temperatura	28 °C
Humedad Relativa	75 %
Precipitación anual	1 200 mm
Altitud	120 msnm
Topografía	Regular

Fuente: Estación Meteorológica Hacienda San Rafael. 2008

3.2.2. Materiales y Equipos

3.2.2.1. Materiales

- Quince vacas Holstein con peso vivo promedio de 350 ± 25 kg PV, y con cinco y ocho años de edad.
- Seis hectáreas sembradas con pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) que se utilizó como fuente forrajera de la dieta.
- Una balanza con aproximación de 20 g.
- Una báscula con aproximación de 1000 kg.
- Fuentes de nitrógeno: Nitrógeno no proteico de rápida degradabilidad (urea), de mediana degradabilidad (soya) y de lenta degradabilidad (harina de pescado).

- Un galpón dividido en quince cubículos con comederos y bebederos bajo cubierta de sarán.
- Un salero.
- Vacunas
- Yodo
- Poder básico
- Poder ácido
- Creolina
- Antiparasitarios
- Papel toalla
- Guantes
- Catalizador para sellado
- Materiales eléctricos
- Agua

3.2.2.2. Equipos

- Dispositivos de medición de leche
- Tractor New Holland
- Cortadora y picadora de pasto New Holland
- Carretones
- Balanza capacidad 500 kg
- Balanza capacidad 20 kg
- Balanza capacidad 5 kg
- Bomba de agua
- Bomba de mochila
- Termómetro ambiental
- Selladora de pezones
- Ordeñadora mecánica

3.2.2.3. Otros

- Aretes de identificación
- Comederos
- Bebederos
- Cañas
- Carreta metálica
- Palas
- Baldes
- Sacos
- Manguera
- Libreta de campo
- Cuadro de registro
- Lápiz
- Cámara de fotos
- Computadora

3.2.3. Material biológico

Para el experimento se utilizaron 15 vacas de la raza Holstein, con peso promedio 350 ± 25 kg PV. Entre las características de esta raza están: cabeza de corte limpio, proporcional al cuerpo; hocico ancho con las ventanas de la nariz grandes y abiertas; fuerte mandíbula; ojos grandes y brillantes; frente ancha y moderadamente cóncava; puente de la nariz recto; orejas de tamaño mediano y bien alertas. El color del pelaje es blanco con negro, línea dorsal recta, ancas largas y niveladas; ubre bien balanceada y fuertemente adherida.

Vacas, procedentes de Nueva Zelanda y transportadas vía marítima hasta el puerto de Guayaquil y posteriormente llevadas a Bucay. La

producción actual promedio de estos ejemplares en la finca es 8,5 kg/día en dos ordeños, lo que representa un nivel muy bajo con el potencial productivo que tiene esta raza.

3.2.4. Tratamientos y diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos son las fuentes de nitrógeno: harina de pescado, torta de soya y urea, como lo presenta el Cuadro 3-5.

Cuadro 3-5. Tratamientos experimentales

Tratamientos *	Fuentes de nitrógeno
Tratamiento 1	Harina de pescado
Tratamiento 2	Harina de soya
Tratamiento 3	Urea.

*** Los tratamientos lo conforman la dieta base más las fuentes de nitrógeno. En el análisis estadístico aparecerán como tratamiento, las fuentes nitrogenadas.**

Los resultados experimentales fueron sometidos al análisis de la varianza utilizando el estadístico F y las medias de los tratamientos comparadas mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Cada unidad experimental estuvo conformada por un animal. Hubo cinco réplicas, es decir 15 unidades experimentales. El Gráfico 3-1 detalla la disposición de las unidades experimentales y tratamientos en la nave experimental. El Cuadro 3-6 detalla los grados de libertad del experimento.

Cuadro 3-6. Grados de libertad del experimento.

Fuentes de variación		Grados de libertad
Total	$tr-1$	14
Tratamientos	$t-1$	2
Error	$t(r-1)$	12

3.2.5. Manejo del experimento

Quince vacas Holstein fueron seleccionadas, desparasitadas y sometidas a un período de adaptación de 14 días, se inició el 18 de marzo de 2008. La toma de datos comenzó el 1 de abril y se prolongó hasta el 14 de junio del mismo año cuando concluyó el experimento, con un total de 75 días de experimentación.

3.2.5.1. Selección de animales

Para la selección de las vacas se consideró el número de días post parto, edad, peso y condición corporal. La variación fue entre 5-25 días post parto, lo que da un promedio de 90 días en leche; animales de tercera lactación con un promedio de cinco a ocho años con un peso promedio de 350 ± 25 kg PV y una condición corporal promedio de 3,2 (estructura y cubierta bien balanceada). Seleccionadas las vacas, fueron asignadas al azar dentro de los tratamientos y ubicadas en los cubículos correspondientes de acuerdo al diseño experimental.

3.2.5.2. Codificación

Para identificar los animales se codificaron, tal como lo expresa el Cuadro 3-7 y el Gráfico 3-1.

Cuadro 3-7. Codificación de los tratamientos.

Tratamiento	Código	Repeticiones
Tratamiento 1	A	A1 A2 A3 A4 A5
Tratamiento 2	B	B1 B2 B3 B4 B5
Tratamiento 3	C	C1 C2 C3 C4 C5

3.2.5.3. Alimentación

Consistió en un periodo de adaptación a las dietas de 14 días, seguido por uno experimental de 75. Las vacas fueron alimentadas según los tratamientos, es decir, con las dietas experimentales del experimento 1, donde la única diferencia fue la fuente de nitrógeno.

Se trabajó en un sistema estabulado, por lo que el pasto fue cortado, picado y transportado hasta las naves en carretones, destinados para tal efecto. El alimento fue suministrado bajo el sistema de dieta total mezclada (DTM), dividido en dos raciones diarias (08H00 y 17H00).

El concentrado fue preparado con anticipación, mezclado con el pasto maralfalfa y puesto en los comederos a disposición de los animales, junto a un aditivo mineral.

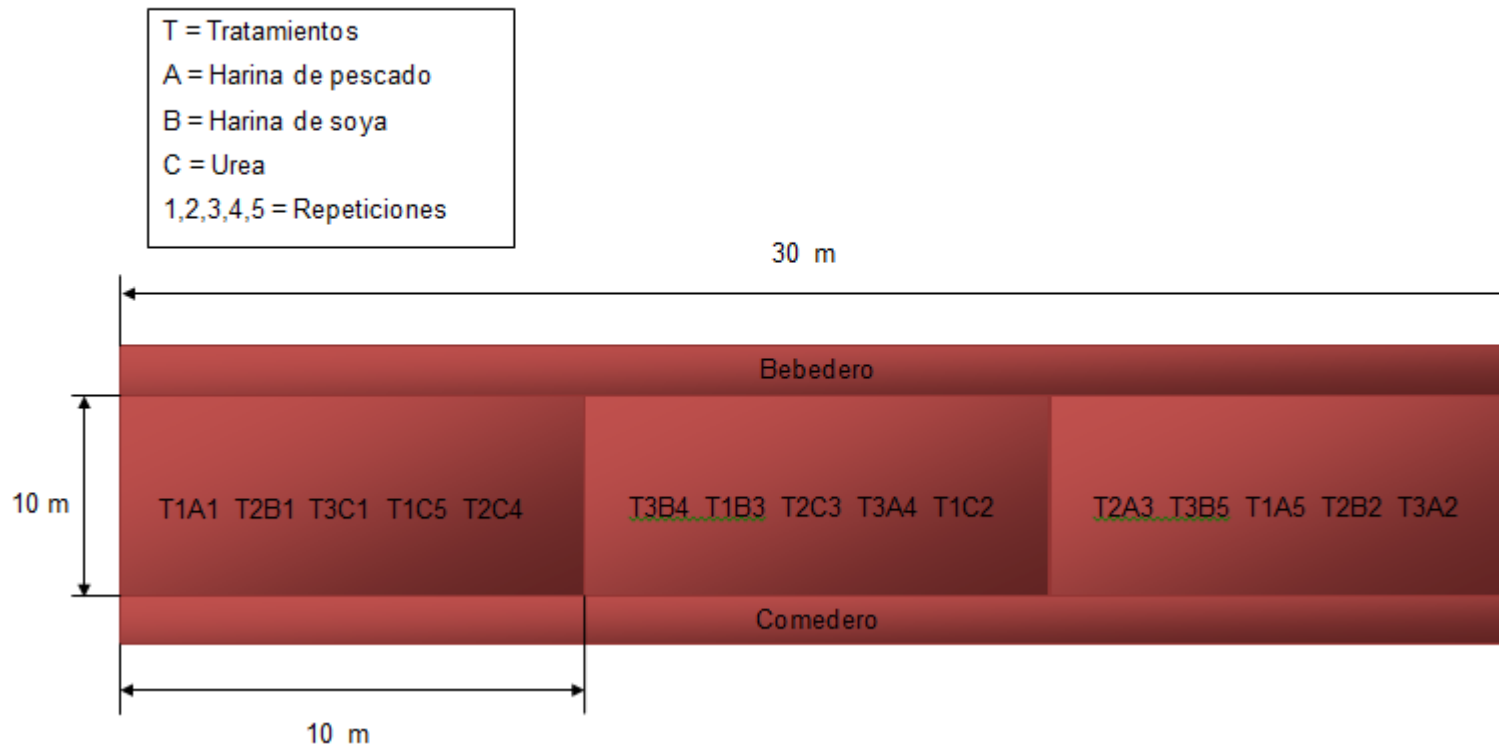


Grafico 3-1. Croquis de campo y distribución de los animales de acuerdo al diseño.

3.2.5.4. Ordeño

Se utilizó ordeño mecánico en dos jornadas diarias (7h00 y 16h00). Los animales fueron trasladados desde los cubículos hasta la sala de ordeño y ubicados en cada uno de los 15 puestos destinados para tal efecto.

El proceso de ordeño empezó con el pre sellado de los pezones utilizando yodo en una proporción de 5 cc por litro de agua y un catalizador, valliant (dióxido de cloro). Luego se procedió al despunte de los pezones. De esta manera se realizó el análisis organoléptico para determinar si la vaca estaba apta para el ordeño o si tenía mastitis clínica. Posteriormente se continuó con la limpieza de los pezones con un papel exclusivo para ello y de esta manera la vaca quedó en condiciones de ser ordeñada.

Una vez concluido el proceso de ordeño se midió la producción, se selló los pezones y los animales fueron trasladados a sus respectivos cubículos en las naves.

3.2.6. Variables experimentales

3.2.6.1. Consumo de materia seca

Se evaluó el consumo de materia seca forrajera y no forrajera, antes del suministro diario de alimento se procedió a recoger el sobrante y pesar por separado el forraje y el concentrado. Para obtener el consumo total hay que sumar tanto la materia seca forrajera como la no forrajera; variable expresada en kilogramos.

3.2.6.2. Cambio de peso vivo e índice de condición corporal

Determinado al inicio y al final del período experimental, posterior a la lactancia de la mañana. Además el experimento consideró el índice de condición corporal de los animales al inicio y al final del experimento.

3.2.6.3. Producción de leche

Medida en kg/día, sumando los datos en los dos ordeños, se calculó la producción de proteína, producción de sólidos totales y Nitrógeno ureico en leche. El análisis estadístico consideró promedios cada quince días.

3.2.6.4. Análisis de la química sanguínea

Para determinar los niveles óptimos de proteína en la dieta se realizaron análisis de Nitrógeno Ureico en Sangre (NUS), así como análisis de creatinina y glucosa.

3.2.7. Análisis económico

El análisis económico considera todos los rubros que intervienen en el proceso de producción y determinado a través de la relación beneficio costo.

3.2.8. Manejo del experimento

Se evaluó el comportamiento productivo de vacas Holstein en producción, alimentadas con dietas conformadas por tres diferentes fuentes de nitrógeno. El estudio del comportamiento productivo consistió de un período de adaptación de 14 días, seguido por un período de 75 días de colección de datos. Quince vacas Holstein en lactación temprana a media

fueron asignadas al azar para uno de los tres tratamientos. El promedio de días en leche del grupo, número de lactación, producción de leche, peso vivo e índice de condición corporal fueron similares cuatro semanas antes del estudio. Los tratamientos fueron las dietas conformadas por las mismas fuentes de nitrógeno e ingredientes evaluados en el experimento 1. El alimento fue suministrado bajo el sistema de dieta total mezclada (DTM), dividido en dos raciones diarias (08H00 y 17H00).

El peso vivo y el índice de condición corporal de cada vaca fueron determinados al inicio y al final del período experimental. El peso vivo fue medido posterior a la lactancia de la mañana. El índice de condición corporal fue determinado de acuerdo a la escala de cinco puntos. Se evaluó el consumo de materia seca forrajera, no forrajera y total.

Se midió la producción de leche y se tomó una muestra quincenal, la misma que fue preservada con dicromato de sodio, y almacenada a 5 °C hasta su posterior envío al laboratorio para los análisis respectivos. En la muestra se determinó el contenido de proteína y sólidos totales. Así mismo, se evaluó el comportamiento de las variables sanguíneas (creatinina, glucosa y urea) de vacas alimentadas con diferentes fuentes de nitrógeno. El modelo estadístico bajo el cual se analizaron las variables de respuestas fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde: Y_{ijk} = Valor de la variable respuesta del tratamiento (fuente de nitrógeno en la dieta) i en la etapa de lactación j , μ = Media general, T_i = Efecto del tratamiento i , B_j = Efecto de la etapa de lactación j , ε_{ijk} = Error experimental. Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1999) y las diferencias de medias fueron comparadas usando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.2.9. Variables de respuesta experimental.

- Consumo de materia seca forrajera, kg.
- Consumo de materia seca no forrajera, kg.
- Consumo de materia seca total, kg.
- Cambio de peso vivo, kg.
- Índice de condición corporal.
- Producción de leche, kg.
- Porcentaje de proteína.
- Producción de proteína, kg.
- Porcentaje de sólidos totales
- Producción de sólidos totales, kg.
- Nitrógeno ureico en sangre, mg/dl
- Nitrógeno ureico en leche, mg/dl
- Creatinina, mg.
- Glucosa, mg.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL EXPERIMENTO 1

4.1.1. Análisis bromatológico del pasto Maralfalfa. (50 días de edad).

En el Cuadro 4-1 se presenta el análisis bromatológico del pasto Maralfalfa cortado a 50 días de edad. El análisis se realizó en el laboratorio de bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los nutrientes obtenidos son: Humedad, Materia Seca, Grasa, Proteína Bruta, Materia Orgánica, Ceniza y Energía Bruta.

Cuadro 4-1. Análisis bromatológico del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*), 50 días de edad

Humedad %	Materia seca %	Grasa %	Proteína %	Energía Kcal	Materia orgánica %	Ceniza %
71,05	28,95	1,78	6,72	4,83	99,70	8,67

Fuente: Resultados del laboratorio de bromatología UTEQ. 2008

La materia seca del pasto a los 50 días de edad fue de 28,95% muy diferente al publicado por Carulla *et al.* (2004), el cual fue de 9.7% a los 51 días; El porcentaje de grasa obtenido fue de 1,78% diferente al valor obtenido por Correa Cardona, *et al.* (2004), el mismo que fue de 2,51 a los 56 días de edad, Osorio, (2004) y Betancourt, (2004) citados por Correa Cardona, *et al.* (2004), publican valores de 2,4 y 1,76% de grasa respectivamente sin especificar edad del pasto, coincidiendo perfectamente con los valores encontrados por Betancourt, (2004). El porcentaje de proteína que se obtuvo en este trabajo fue de 6,72% diferenciándose de valor publicado por Carulla *et al.* (2004), el cual fue de 9,8% a los 51 días de edad y muy diferente al valor publicado por Correa Cardona, *et al.* (2004), el mismo que fue de 21,8% a los 56 días de edad;

Osorio, (2004) y Betancourt, (2004) citados por Correa Cardona, *et al.* (2004), publican valores de 10,9 y 13,4% de proteína respectivamente sin especificar la edad del pasto. El porcentaje de Ceniza alcanzado en este experimento fue de 8,67% mientras que Correa Cardona, *et al.* (2004), publicó un valor de 10,4 a los 56 días de edad. Osorio, (2004) y Betancourt, (2004) citados por Correa Cardona, *et al.* (2004), publican valores de 12,0 y 12,04% de Ceniza respectivamente sin especificar edad del pasto muy diferentes a los obtenidos en este experimento. No se encontró valores referenciales de Energía y Materia Orgánica.

4.1.2. Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en el experimento.

El Cuadro 4-2 presenta el análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en el experimento, se lo realizó en el laboratorio de bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los resultados determinan los porcentajes de Proteína Bruta, Humedad, Materia Seca, Fibra Bruta, Materia Orgánica, Ceniza y Energía Bruta.

Cuadro 4-2. Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en el experimento (%)

Materia prima	Proteína	Humedad	Materia seca	Fibra Bruta	Energía Mcal	M. O.	Ceniza
Afrecho de cebada	33,09	8,90	91,10	5,15	3,83	92,81	7,19
Polvillo de arroz	8,69	11,46	88,54	5,93	3,51	85,72	14,28
Torta de soya	42,20	16,79	83,21	3,8	3,82	93,50	6,50
Harina de pescado	41,56	7,00	93,00	-	3,39	94,26	-

Fuente: Resultados del laboratorio de bromatología UTEQ. 2008

Se discutieron los valores bromatológicos de la torta de soya y harina de pescado por ser las fuentes de nitrógeno que se estudiaron en este experimento.

El porcentaje de proteína de la torta de soya fue de 42,20%, coincidiendo con Abrams (1982), quien publicó valores de 42% de proteína para la soya prensada y 44% de proteína para la soya extraída, así mismo coinciden con valores publicados por Ignacio y Ledesma (2008), quienes realizaron análisis en el Laboratorio de bromatología de la Universidad de Minnesota con 41,4% para extrusado prensado de soya y 44,2% para el pellet de soya respectivamente; la fibra bruta fue de 3,8% diferente de los valores encontrados por Abrams (1982), de 5,8% para la soya prensada y 6% el de soya extraída; No existen valores referenciales para materia seca, energía, materia orgánica y ceniza.

El porcentaje de proteína de la harina de pescado fue de 41,56%, muy diferente a lo encontrado por Abrams (1982), quien publicó valores de 65,1% de proteína, Broderick (1992), publicó los parámetros de calidad de la harina de pescado y manifiesta que debe estar en un rango entre 60 y 80% de proteína, Así mismo Mejía (2008), publica parámetros de calidad para harinas de pescado a nivel internacional y menciona que debe tener mínimo 50% de proteína. La harina usada fue tipo exportación. La materia seca obtenida fue de 93%, coincidiendo con Abrams (1982), quien publica valores de 90,1%; así mismo Broderick (1992), publica parámetros de calidad entre 80 y 97%, Mejía (2008), afirma que el parámetro de calidad internacional para harinas de pescado no debe superar el 10% de humedad. La energía bruta fue de 3,39 Mcal/kg, diferente a lo publicado por Abrams (1982), quien encontró valores de 2,86 Mcal/kg. Broderick (1992), manifiesta que una harina de buena calidad debe tener entre 0,5 y 2 Mcal/kg. No hay valores referenciales de materia orgánica.

4.1.3. Dietas experimentales

Las dietas experimentales consistieron en una mezcla de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) más un concentrado compuesto de afrecho de cebada, polvillo de arroz, melaza, una premezcla mineral, más la fuente de nitrógeno a evaluar que correspondió a harina de pescado (lenta degradación), torta de soya (mediana degradación) y urea (rápida degradación). Se calcularon en base a los análisis bromatológicos de las materias primas que lo componen (Cuadros 4-3, 4-4 y 4-5).

Cuadro 4-3. Dieta experimental 1

Materia prima	Cantidad kg/animal	Porcentaje
Afrecho de cebada	2,00	5,36
Polvillo de arroz	2,00	5,36
Melaza	1,00	2,68
Harina de pescado	0,90	2,41
Sub total	5,90	15,80
Pasto picado	31,29	83,80
Aditivo pecutrín + sal en grano (50:50)	0,15	0,40
Total dieta	37,34	100,00

Cuadro 4-4. Dieta experimental 2

Materia prima	Cantidad kg/animal	Porcentaje
Afrecho de cebada	2,00	5,49
Polvillo de arroz	2,00	5,49
Melaza	1,00	2,74
Torta de soya	1,31	3,59
Sub total	6,31	17,31
Pasto picado	30,00	82,28
Aditivo pecutrín + sal en grano (50:50)	0,15	0,41
Total dieta	36,46	100,00

Cuadro 4-5. Dieta experimental 3

Materia prima	Cantidad kg/animal	Porcentaje
Afrecho de cebada	2,00	5,66
Polvillo de arroz	2,00	5,66
Melaza	1,00	2,83
Urea	0,18	0,51
Sub total	5,18	14,66
Pasto picado	30,00	84,91
Aditivo pecutrín + sal en grano (50:50)	0,15	0,42
Total dieta	35,33	100,00

La composición química resumida de las dietas, donde se incluyen todas sus materias primas, se expone en el Cuadro 4-6. Estos datos permiten apreciar la uniformidad de las raciones suministradas en el experimento.

Cuadro 4-6. Composición química de las dietas*

Tratamientos*	Proteína cruda (%)	Materia seca (%)	EM (Mcal/kg)
Dieta 1	9,90	38,00	4,61
Dieta 2	9,70	38,60	4,60
Dieta 3	9,70	37,20	4,61

* Incluye todos los componentes forrajeros y no forrajeros

4.1.4. Cinética de degradabilidad de la materia seca y materia orgánica de las dietas

Las dietas experimentales fueron introducidas en el rumen de las vacas fistuladas en tiempos definidos (3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas) para determinar la cinética de degradación de la materia seca y materia orgánica. Los resultados al ser sometidos al análisis de la varianza ($p \leq 0.05$) en la cinética de degradación de la materia seca las dietas no presentaron diferencias estadísticas significativas a excepción de la Urea a las 48 horas ($p \leq 0.05$), (Cuadro 4-7 y Gráfico 4-1). En la cinética de degradación de la materia orgánica las dietas no presentaron diferencias estadísticas significativas en los horarios establecidos a excepción de las 48 horas ($p \leq 0.05$). (Cuadro 4-8 y Gráfico 4-2).

Al observar los Cuadros 4-7 y 4-8; y los Gráficos 4-1 y 4-2 se puede ver claramente que a medida que pasa el tiempo la materia seca y orgánica se van descomponiendo hasta alcanzar valores superiores al 70 y 60% respectivamente, lo cual determina la buena degradabilidad de las dietas.

Cuadro 4-7. Cinética de degradación de la materia seca (%) de las dietas experimentales

Tratamiento	Períodos de incubación (horas)					
	3	6	12	24	48	72
T1	32,16 a	36,62 a	51,35 a	57,65 a	70,83 a	79,96 a
T2	32,27 a	36,89 a	49,07 a	58,33 a	70,19 a	71,40 a
T3	28,50 a	33,94 a	47,19 a	53,76 a	68,36 b	70,73 a
C.V. (%)	10,11	5,39	6,83	4,79	0,77	10,83

Letras iguales no difieren estadísticamente

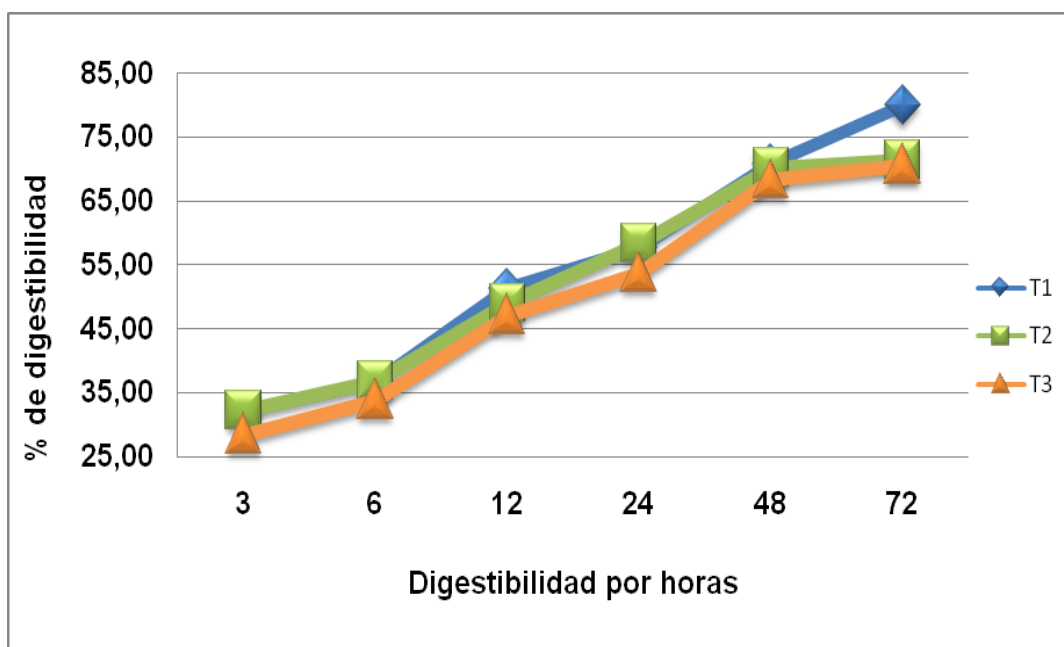


Gráfico 4-1. Degradabilidad de la materia seca de tres dietas con diferentes fuentes de proteína.

Cuadro 4-8. Cinética de degradación de la materia orgánica (%) de las dietas experimentales

Tratamiento	Períodos de incubación (horas)					
	3	6	12	24	48	72
T1	27,09 a	30,84 a	43,25 a	48,56 a	59,65 ab	67,34 a
T2	27,22 a	31,12 a	41,40 a	49,21 a	59,21 a	60,24 a
T3	23,77 a	28,30 a	39,35 a	44,83 a	57,01 b	59,98 a
C.V. (%)	10,09	5,37	6,83	4,76	0,78	10,86

Letras iguales no difieren estadísticamente

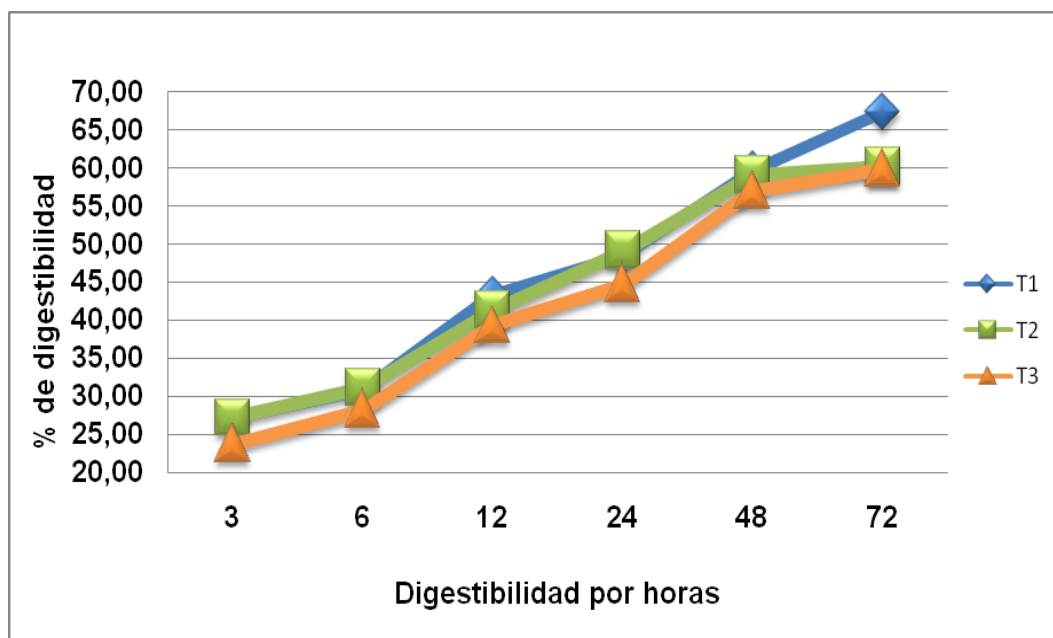


Gráfico 4-2. Degradabilidad de la materia orgánica de tres dietas con diferentes fuentes de proteína

La dieta es un importante determinante del ecosistema y del metabolismo ruminal y por lo tanto puede afectar la digestión del forraje *in situ* e *in vitro*, Martínez Ferrer *et al.* (2006), ya que inóculos provenientes de diversas dietas pueden presentar distintos potenciales fermentativos, Min *et al.* (2007). Todas las investigaciones en degradación de materia seca y orgánica describen patrones similares a medida que pasa el tiempo, se degradan dependiendo de la composición de la dieta y de la cantidad de microorganismos existentes en el rumen, Huntington & Givens (1995).

En forma general, los resultados permiten señalar que **las fuentes de Nitrógeno no influyen en la digestibilidad de las dietas, aceptándose por lo tanto la hipótesis planteada.**

4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL EXPERIMENTO 2

4.2.1. Consumo de materia seca forrajera (MSF), Kg

Los promedios quincenales del consumo de MSF son variables en cada tratamiento y a medida que pasan los días. En el cuadro 4-9 se presenta el consumo quincenal de MSF por tratamientos donde se observa claramente que en la primera quincena el T1 se diferencia estadísticamente del T2 y del T3 con promedios de 8.82, 8.20 y 8.30 kg MSF/animal/día, respectivamente. El consumo de MSF en la segunda, tercera, cuarta y quinta quincena va en aumento en el T3 mientras que T2 y T1 se mantiene estable desde el comienzo ($p \leq 0.05$). Los coeficientes de variación oscilan entre 0,71 y 0,75 %. En el Gráfico 4-3 se presentan las curvas indicadas.

Cuadro 4-9. Consumo quincenal de materia seca forrajera, kg

Tratamiento	Promedios por rangos (kg/día)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
T1	8,82 a	8,79 a	8,77 a	8,71 b	8,34 b
T2	8,20 b	8,19 c	8,24 c	8,26 c	8,29 b
T3	8,30 b	8,40 b	8,52 b	9,08 a	9,32 a
C.V. %	0,73	0,73	0,75	0,71	0,72

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

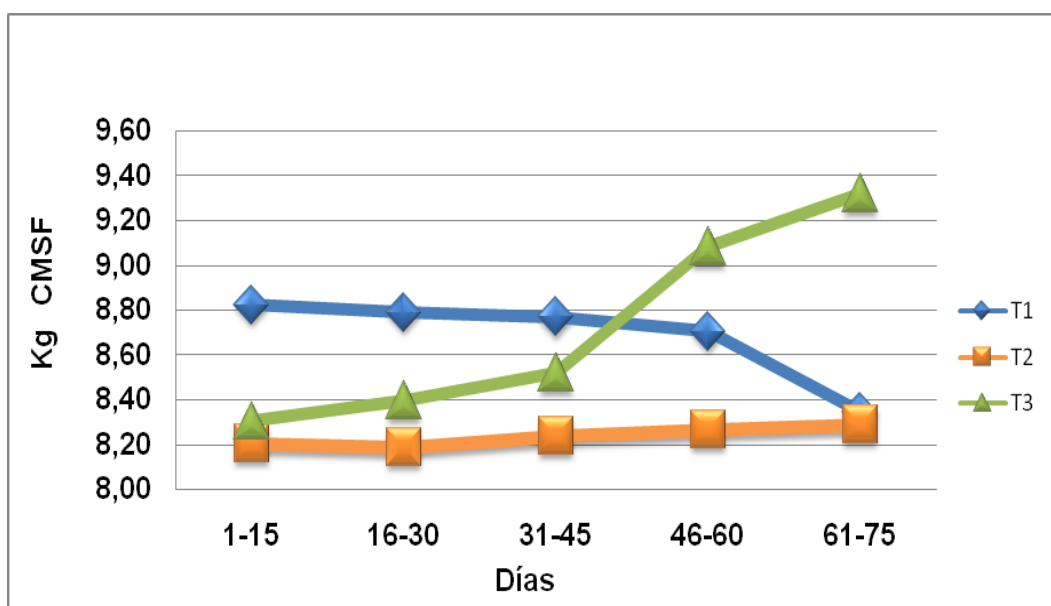


Gráfico 4-3. Consumo de materia seca forrajera, kg

4.2.2. Consumo de materia seca no forrajera (MSNF), kg.

Las pruebas estadísticas de los promedios quincenales del consumo de MSNF determinan que T2 se diferencia estadísticamente durante todo el experimento ($p \leq 0.01$), es decir los animales consumieron más este tratamiento con un promedio final de 5,35 kg MSNF/animal/día; el T3 fue el menos consumido con un promedio final de 4,07 kg MSNF/animal/día, mientras que el T1 tuvo un ligero incremento al final, con un promedio de 4,69 kg MSNF/animal/día, los coeficientes de variación oscilan entre 3,83 y 3,96 %. En el Cuadro 4-10 se presenta el consumo quincenal de MSNF y en el Gráfico 4-4 la curva del consumo de MSNF por tratamientos y por quincenas.

Cuadro 4-10. Consumo quincenal de materia seca no forrajera (MSNF) kg

Tratamiento	Promedios por rangos (kg/día)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
T1	4,24 b	4,70 b	4,91 b	4,93 b	4,67 b
T2	5,43 a	5,47 a	5,38 a	5,44 a	5,04 a
T3	4,21 b	4,20 c	4,06 c	3,97 c	3,89 c
C.V. (%)	3,96	3,84	3,83	3,84	3,89

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

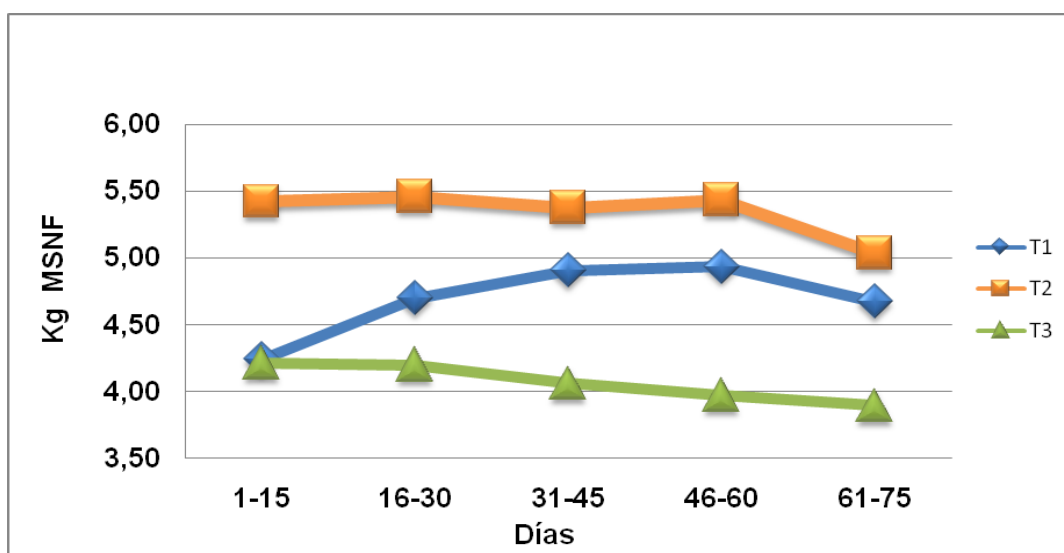


Gráfico 4-4. Consumo de materia seca no forrajera, kg

4.2.3. Consumo de materia seca total (MST), kg

Estos análisis se realizaron sumando el CMSF más el CMSNF, Las pruebas estadísticas de los promedios quincenales del consumo de MST determinan que el T2 no se diferenció estadísticamente con el T1 teniendo un promedio final de 13,59 y 13,38 kg MST/animal/día respectivamente ($p \geq 0.05$), mientras que ambos tratamientos se diferenciaron estadísticamente del T3 con un promedio final de 12,79 kg MST/animal/día ($p \leq 0.01$), los coeficientes de variación oscilan entre 1,82 y 3,96 %. En el Cuadro 4-11 se presenta el consumo quincenal de MST y en el Gráfico 4-5 la curva del consumo de MST por tratamientos y por quincenas.

Cuadro 4-11. Promedios consumo de materia seca total (MST) al final del experimento, kg

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (kg/día)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
T1	13,06 b	13,49 a	13,67 a	13,64 a	13,02 a
T2	13,63 a	13,65 a	13,62 a	13,70 a	13,33 a
T3	12,51 c	12,60 b	12,58 b	13,05 b	13,21 a
C.V. (%)	3,96	1,86	1,84	1,82	1,86

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

El T1 fue el que más materia seca de origen no forrajero consumió (Gráfico 4-4), superó a los demás tratamientos. Esto se debe a la mayor digestibilidad y palatabilidad de la soya y coincide con Calsamiglia y Endres (1994, en línea), quienes expresan que la digestibilidad de la soya en el rumen puede aproximarse al 95 %, que la hace inmejorable en términos de contenido energético para la producción de leche. Así mismo, estos autores

al citar a Harris (1991), sostienen que la soya posee una palatabilidad excelente para el vacuno y esto se aprecia en el mayor consumo de materia seca en este tratamiento (Cuadro 4-5), por lo que se atribuye este resultado a la mayor palatabilidad y digestibilidad de esta fuente proteica.

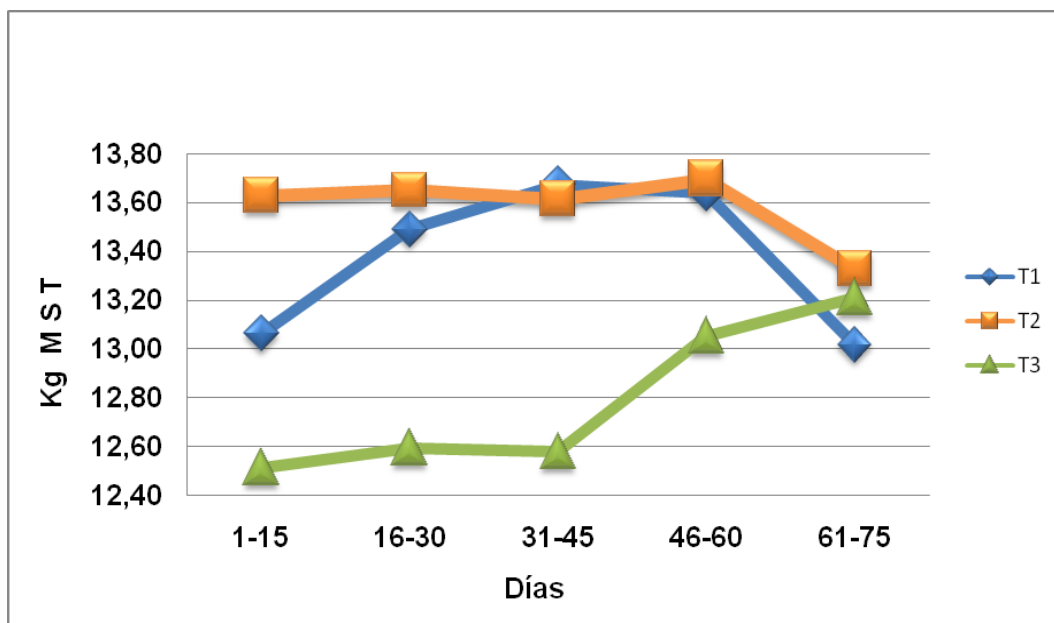


Gráfico 4-5. Consumo de materia seca total (CMST), kg

4.2.4. Cambio de peso vivo (Kg)

El cambio de peso vivo en los animales sometidos a estudio, es una variable para determinar el efecto de la dieta en la condición corporal. En ganado lechero los resultados se observan en la producción de leche; sin embargo, es importante el peso vivo para conocer si se llenaron los requerimientos nutricionales de mantenimiento corporal.

El peso vivo inicial de los animales asignados al T1 fue 498,00 kg siendo el promedio más alto y los del T3 con 484,6 kg, el más bajo. El experimento consideró no someter esta variable al análisis de la varianza.

El Cuadro 4-12 y el Gráfico 4-6 presentan los promedios de peso vivo al inicio y final del experimento, y el incremento de peso durante el estudio (75 días). El mayor incremento promedio lo posee el T3 con 10,03%, seguido del T1 con 8,07% y por último el T2 con 3,26%.

Cuadro 4-12. Cambio de peso vivo al final del experimento (Kg)

Tratamientos	Peso Inicial	Peso Final	Incremento	Porcentaje
T1	498,0	538,2	40,2	8,07
T2	485,4	501,2	15,8	3,26
T3	484,6	533,2	48,6	10,03

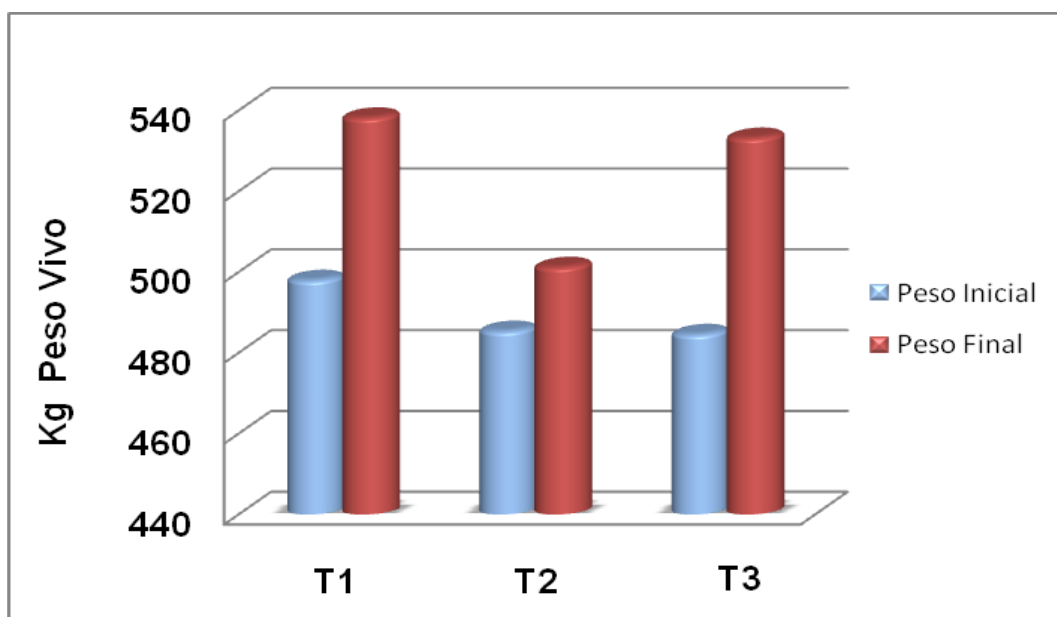


Gráfico 4-6. Cambio de peso vivo

En lo referente al cambio de peso vivo, el Cuadro 4-12 describe que el T3 obtuvo el 10,03% con 48,6 kg de incremento de peso vivo, lo que representa un promedio de 0,648 kg/día, siendo el porcentaje más alto de los tratamientos. Este resultado supera muy ligeramente a lo obtenido por Villanueva y San Martín (1997), quienes reportan que en vacas Holstein suplementadas con urea obtuvieron ganancias de 0,639 kg/día, en un experimento en la que utilizaron NNP como fuente de proteína.

4.2.5. Índice de condición corporal inicial y final.

La condición corporal inicial y final de los animales, se expresa en el Cuadro 4-13 y Gráfico 4-7. El T2 alcanzó el promedio más alto (3,3) y el T3, el más bajo (3,1). Al concluir el experimento la condición corporal de los animales presentó un mayor promedio en el T2 (3,5) y el menor en el T3 (3,2).

Cuadro 4-13. Condición corporal al inicio y final del experimento

Tratamientos	C.C. Inicial	C.C. Final	Incremento	Porcentaje
T1	3,1	3,4	0,3	8,82
T2	3,3	3,5	0,1	2,94
T3	3,1	3,2	0,1	3,13

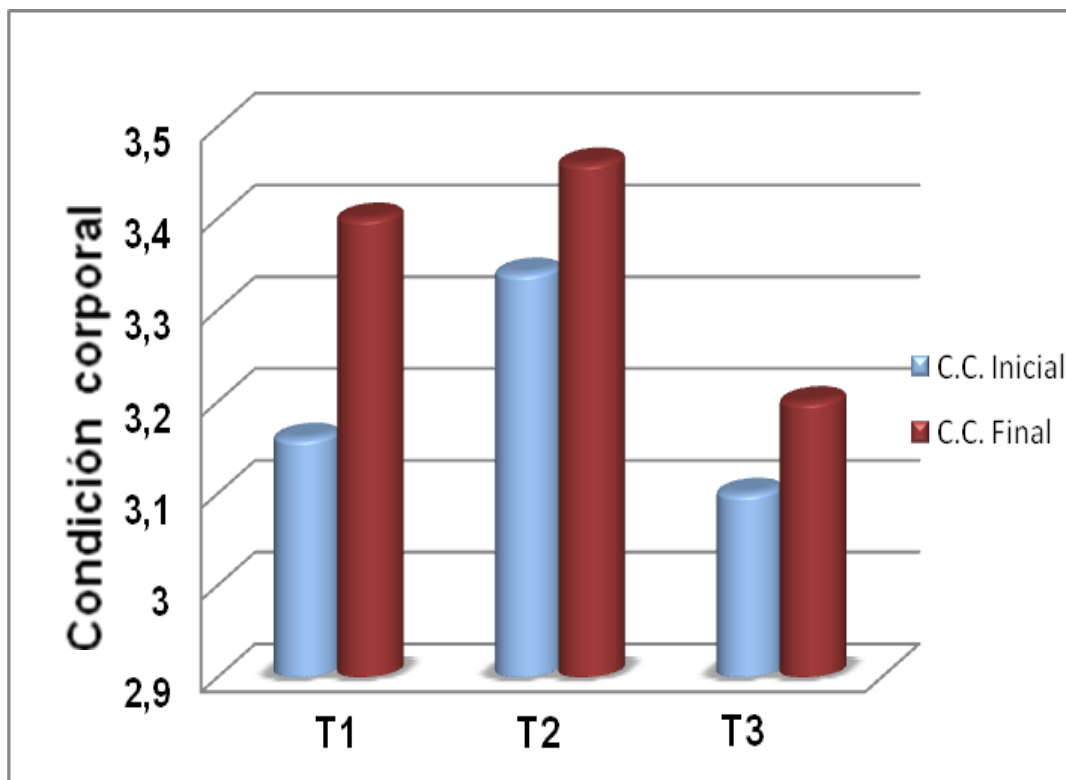


Gráfico 4-7. Condición corporal inicial y final

Los parámetros de CC de los animales demuestran valores iniciales que permiten deducir que están alimentados de una manera eficiente ya que oscilan entre 3.1 y 3.3 y finalizan con valores de 3.2 y 3.5. Meléndez y Risco (sf. en línea), manifiestan que durante el ciclo productivo la vaca lechera debe alcanzar diferentes condiciones corporales. Al parto la vaca debe parir con una CC de 3,25 a 3,5. Entre los 60 y 90 días el animal debe mostrar una CC no menor a 2,5. Si el animal pierde más de una unidad entre el parto y los 100 días posparto, su fertilidad se verá afectada en forma considerable.

4.2.6. Producción de leche, Kg

Los promedios quincenales y final de producción de leche no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los

tratamientos, ($p \geq 0.05$); sin embargo, la producción de leche del T2 y T1 presentaron un ligero descenso a partir de la cuarta quincena, bajaron la producción de 16,97 a 14,75 kg/día y de 15,60 a 13,83 kg/día, respectivamente, mientras que el T3 mantuvo una curva de producción láctica que fluctuó entre los 16,02 y 14,37 kg/día con coeficientes de variación promedio de 17,21%. En el Cuadro 4-14 se presentan los promedios quincenales de producción de leche y en el Gráfico 4-8 las curvas de producción quincenales. Estos resultados difieren con Wohlt *et al.* (1991) citados por Maza Angulo (s.f. en línea), quienes suministraron raciones que contenían harina de pescado y torta de soya en vacas posparto hasta las 18 semanas, observando en las producciones un incremento a favor de la harina de pescado. Sin embargo, coincide con Pedraza, Gálvez, Guevara y Martínez (2001), quienes manifiestan que no existe diferencia significativa entre la suplementación con urea y cualquier otra fuente en cuanto a la producción de leche y su calidad.

Lammers, Heinrichs e Ishler (2002), confirman lo anterior al sostener que administrar una dieta total mezclada ayuda a la vaca lechera a dar su máximo rendimiento ya que suministrando una ración nutricionalmente balanceada todo el tiempo, permite al animal consumir lo más cercano a sus requerimientos y mantener una función apropiada del rumen, produciendo un ambiente más estable e ideal para los microbios y una mejor utilización del NNP. Sin embargo, a pesar de un menor consumo de materia seca, en el T1 y el T3 no existieron diferencias en la producción de leche ($p \geq 0.05$), en relación al T2; es decir, que los animales T1 y T3, con menores consumos de materia seca, generaron igual producción.

Cuadro 4-14. Promedios quincenales de producción de leche, al final del experimento

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (kg/día)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	15,45 a	15,60 a	15,13 a	14,84 a	13,83 a
Torta de soya	16,49 a	16,97 a	16,39 a	15,89 a	14,75 a
Urea	15,64 a	16,02 a	15,97 a	15,43 a	14,37 a
C.V. (%)	19,71	18,14	17,66	18,58	17,21

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

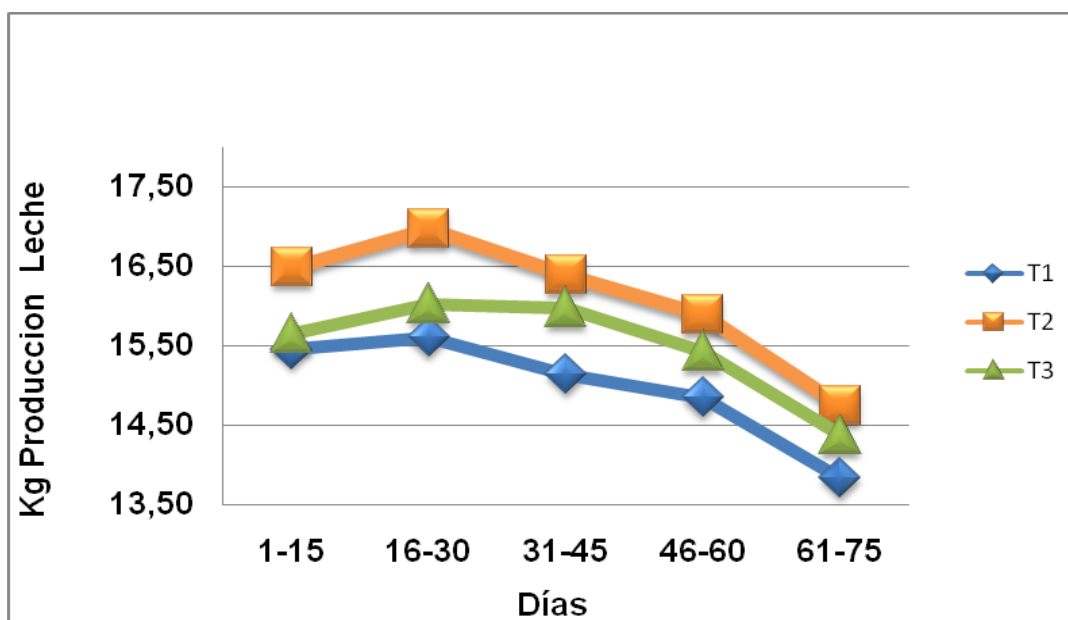


Gráfico 4-8. Producción de leche quincenal y al final del experimento, kg/día.

4.2.7. Porcentaje de proteína.

Los promedios quincenales y final del porcentaje de proteína de la leche no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos, ($p \geq 0.05$); Los porcentajes promedio para el T1, T2 y T3 fueron de 2,52%; 2,69% y de 2,67% respectivamente. En el Cuadro 4-15 se presentan los promedios quincenales del porcentaje de proteína de la leche y en el Gráfico 4-9 las curvas del porcentaje de proteína de la leche quincenales.

Todavía falta mucha información sobre los mecanismos metabólicos que regulan la transformación de las proteínas y de los aminoácidos dietarios en proteína láctea y por lo tanto, no es sencillo formular dietas que sean biológicamente eficientes a la vez que económicamente más rentables, Gallardo (2006). Se probaron dietas formuladas en base a pastura (en pastoreo) y heno de alfalfa (ambos aportaron el 45% de la MS total) y silaje de maíz (20% de la MS). Los concentrados (35% de la MS) se formularon con base grano de maíz y expeler más descarte de soja y la degradabilidad de la proteína en cada tratamiento se ajustó con harina de pescado y urea, los resultados obtenidos fueron en promedio 3.18 a 3.41% de proteína en la composición de la leche, Gallardo (2006); muy diferentes a los alcanzados en esta investigación que oscilan entre 2.05 y 2.94% para T1; 2.24 y 2.98% para T2; y, 2.27 y 2.92% para T3 respectivamente. En otra investigación utilizaron pastura (ad libitum), afrechillo de trigo (3 kg MS/v/d), heno picado (< 1.5 kg/v/d), harina de pescado y sojilla, los resultados obtenidos en la composición química de la leche (proteína %) fueron de 3.12 y 3.15%, Gallardo (2006), muy diferente al de esta investigación.

Cuadro 4-15. Contenido de proteína de la leche (%)

Tratamiento	Períodos de evaluación				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	2,86 a	2,94 a	2,48 a	2,29 a	2,05 a
Torta de soya	2,74 a	2,74 a	2,74 a	2,98 a	2,24 a
Urea	2,92 a	2,88 a	2,52 a	2,78 a	2,27 a
C.V. (%)	16,5	16,31	12,63	19,5	19,02

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

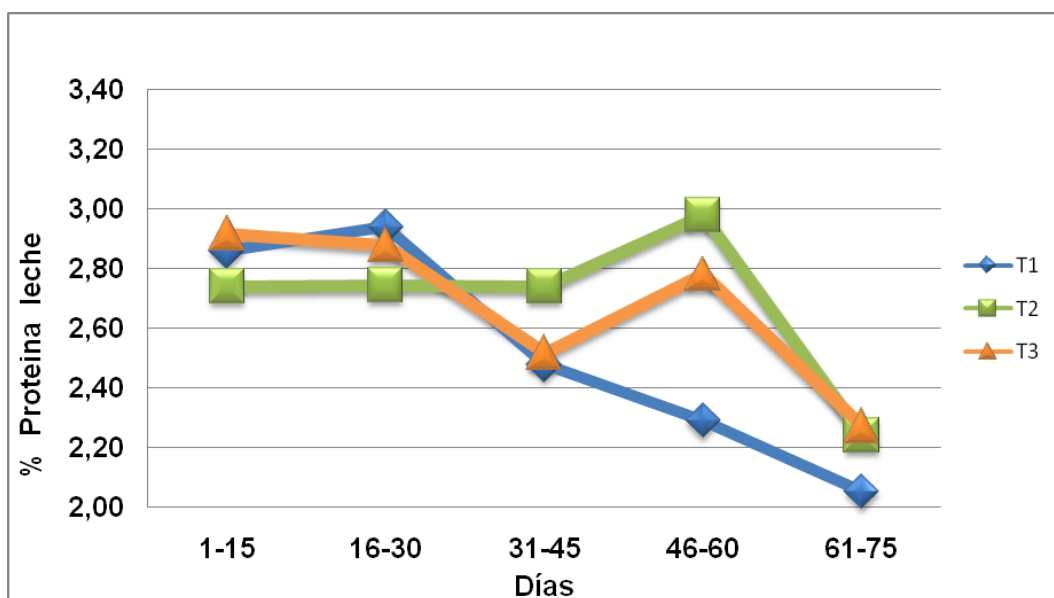


Gráfico 4-9. Porcentaje de proteína de la leche

4.2.8. Producción de proteína, Kg.

Los promedios quincenales y final de producción de proteína de la leche no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos, ($p \geq 0.05$); la producción promedio para T1 fue de 0,38; el T2 fue de 0,43 y el T3 fue de 0,42 kg proteína/día. Presentando un coeficiente de variación promedio de 23,85%. En el Cuadro 4-16 se presentan los promedios quincenales de producción de proteína de la leche y en el gráfico 4-10 las curvas de producción de proteína de la leche quincenales.

Se probaron dietas formuladas en base a pastura (en pastoreo) y heno de alfalfa (ambos aportaron el 45% de la MS total) y silaje de maíz (20% de la MS). Los concentrados (35% de la MS) se formularon con base grano de maíz y expeler más descarte de soja y la degradabilidad de la proteína en cada tratamiento se ajustó con harina de pescado y urea, los resultados obtenidos fueron en promedio 0.79 y 0.94 kg/animal/día de proteína, Gallardo (2006), muy diferentes a los alcanzados en esta investigación que oscilaron entre 0.27 y 0.47; 0.33 y 0.47 kg/animal/día de proteína para T1, T2 y T3 respectivamente. En otra investigación utilizaron pastura (ad libitum), afrechillo de trigo (3 kg MS /v/d), heno picado (< 1.5 kg/v/d), harina de pescado y sojilla, los resultados obtenidos en la producción de proteína de la leche (kg/animal/día) fueron de 0.849 y 0.917 kg/animal/día de proteína, Gallardo (2006), estas cantidades difieren significativamente porque las vacas eran de alta producción (27 y 29 litros/animal/día) en comparación a esta investigación que se obtuvieron producciones entre 13 y 16 litros/animal/día.

Cuadro 4-16. Producción de proteína, kg

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (kg/día)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	0,45 a	0,47 a	0,38 a	0,34 a	0,27 a
Torta de soya	0,45 a	0,47 a	0,45 a	0,46 a	0,33 a
Urea	0,46 a	0,47 a	0,40 a	0,45 a	0,33 a
C.V. (%)	30,66	29,26	23,3	42,51	26,11

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

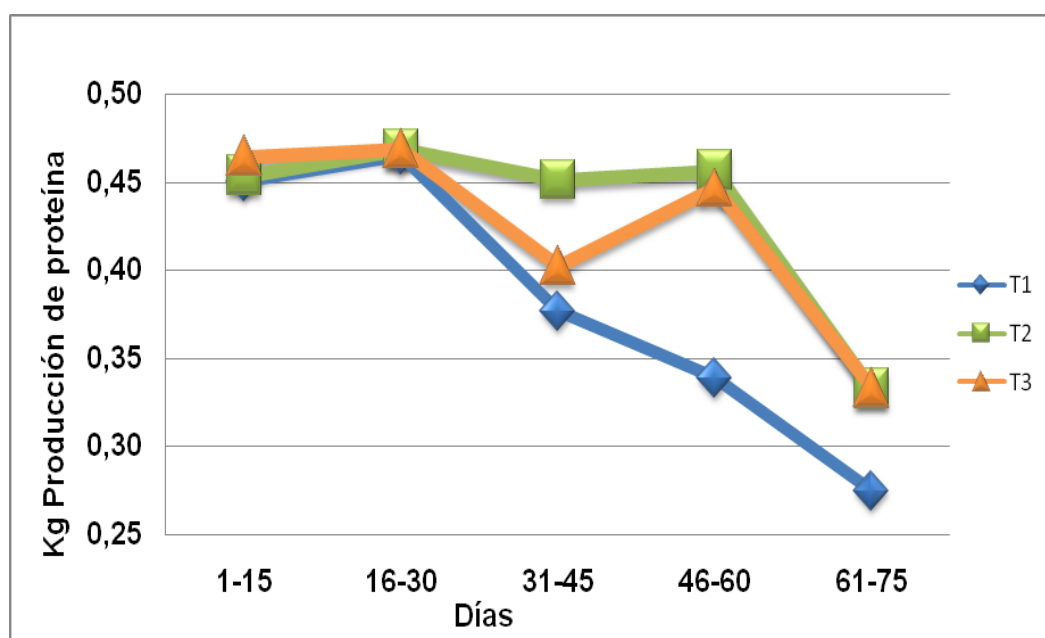


Gráfico 4-10. Producción de proteína, kg

4.2.9. Porcentaje de sólidos totales

Los promedios quincenales y final del porcentaje de sólidos totales de la leche no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos, ($p \geq 0.05$); El porcentaje promedio para el T1 fue de 9,90%; T2 de 9,82% y el T3 de 9,90%. El coeficiente de variación promedio fue de 5,08%. Estos valores difieren de los publicados por Mojica, Castro, León, Cárdenas, Pabón y Carulla (2009), que reportan valores de $11,0 \pm 0,1$ $12,1 \pm 0,2$ $11,1 \pm 0,2$ $12,1 \pm 0,2$ $10,8 \pm 0,3$ $12,1 \pm 0,4$ en vacas alimentadas con una mezcla de pasto kikuyo y ensilaje de avena en vacas Holstein. En el Cuadro 4-17 se presentan los promedios quincenales del porcentaje de sólidos totales de la leche y en el Gráfico 4-11 las curvas del porcentaje de sólidos totales de la leche quincenales.

Cuadro 4-17. Porcentaje de sólidos totales

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (%/día)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	9,93 a	9,29 a	9,99 a	10,07 a	10,24 a
Torta de soya	9,76 a	9,52 a	10,06 a	9,76 a	10,00 a
Urea	9,54 a	9,55 a	9,56 a	10,23 a	10,64 a
C.V. (%)	6,65	5,63	6,92	7,3	7,02

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

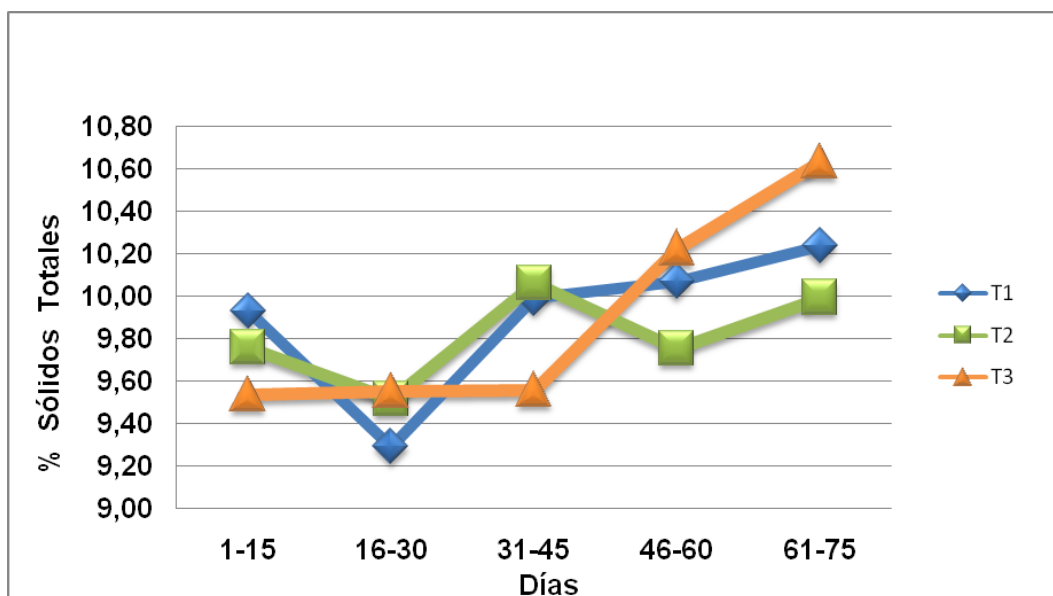


Gráfico 4-11. Porcentaje de sólidos totales, %

4.2.10. Producción de sólidos totales, Kg

Los promedios quincenales y final de producción (kg) de sólidos totales de la leche no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos, ($p \geq 0,05$); La producción promedio para el T1 fue de 1,48 kg de sólidos totales/día; T2 de 1,58 kg de sólidos totales/día y T3 fue de 1,53 kg de sólidos totales/día. Presentando un coeficiente de variación promedio de 17,34%. Coto y León (2007), en el congreso nacional lechero (Costa Rica) publicaron valores históricos de producción de sólidos totales/animal/día desde 2002 hasta 2007, siendo 2.63; 2.75; 2.68; 2.58; 2.72 y 3.19 kg/sólidos totales/animal/día respectivamente, muy distantes de los obtenidos en esta investigación esto se debe específicamente a que las producciones de sus animales eran superiores. En el Cuadro 4-18 se presentan los promedios quincenales de producción de sólidos totales de la leche y en el Gráfico 4-12 las curvas de producción.

Cuadro 4-18. Producción de sólidos totales. Kg

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (kg/día)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	1,52 a	1,45 a	1,51 a	1,49 a	1,41 a
Torta de soya	1,59 a	1,60 a	1,66 a	1,55 a	1,48 a
Urea	1,50 a	1,54 a	1,53 a	1,57 a	1,53 a
C.V. (%)	18,46	17,93	20,2	18,43	19,93

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

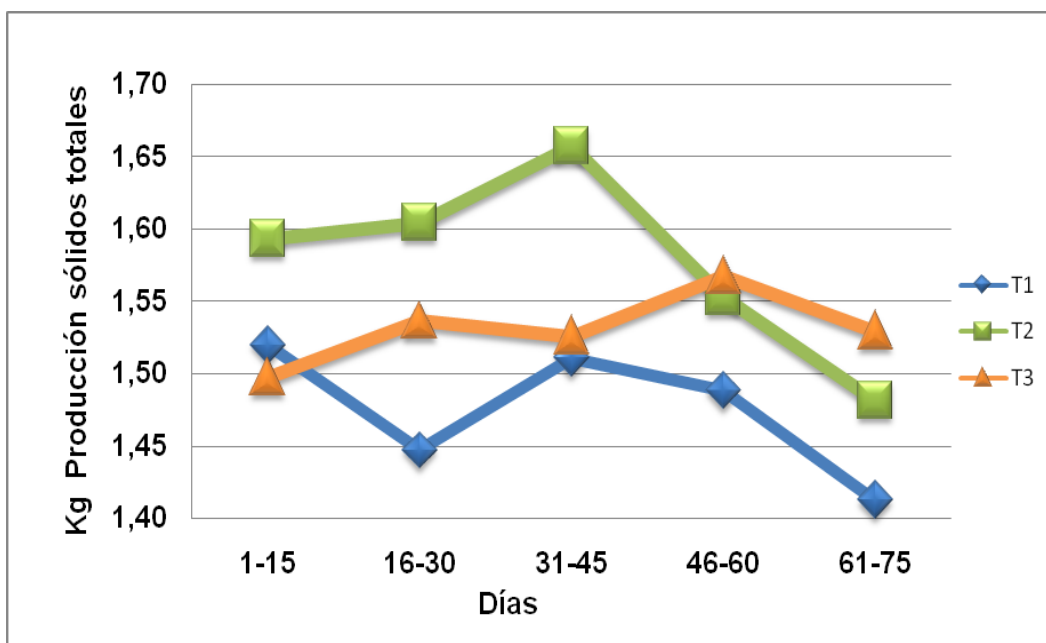


Gráfico 4-12. Producción de sólidos totales, kg

4.2.11. Nitrógeno ureico en sangre, mg/dl

Las pruebas estadísticas de los promedios quincenales del Nitrógeno Ureico en Sangre (NUS), determinan que en la primera quincena los tratamientos T1 y T2 no presentaron diferencia estadística ($p \geq 0.05$), pero ambos se diferenciaron estadísticamente del T3 con valores de 12,29; 13,51 y 7,47 mg/dl respectivamente ($p \leq 0.05$). En la segunda, tercera, cuarta y quinta quincena no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos ($p \geq 0.05$). Los promedios finales por tratamientos fueron de: 9,65 mg/dl para el T1; 10,18 mg/dl para T2; y, 9,02 mg/dl para T3. El coeficiente de variación promedio fue de 16,37 %.

Estos valores son estadísticamente iguales a los publicados por Folman *et al.* (1981), Kaim *et al.* (1983) y Carroll *et al.* (1988), los mismos que fueron de 8,8; 9,0 y 11 mg/dl respectivamente, y difieren de los valores publicados por Howard *et al.* (1987), Bruckental *et al.* (1990), Canfield *et al.* (1990); y, Elrod y Butler (1991), los mismos que fueron de 15,0; 25,0; 12,0; y , 16,0 mg/dl respectivamente, todos estos autores investigaron tazas de concepción (TC) y concentración de NUS de vacas lactando, alimentadas con dietas de contenido de proteína cruda moderada (15 a 16%). En el Cuadro 4-19 se presenta los niveles de NUS y en el Gráfico 4-13 la curva de los niveles de NUS por quincenas.

Cuadro 4-19. Nitrógeno ureico en sangre, mg/dl

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (mg/dl)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	12,29 a	9,00 a	9,08 a	8,50 a	9,39 a
Torta de soya	13,51 a	8,31 a	10,63 a	8,71 a	9,73 a
Urea	7,47 b	9,10 a	9,91 a	9,06 a	9,56 a
C.V. (%)	26,49	18,17	14,18	5,96	8,01

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

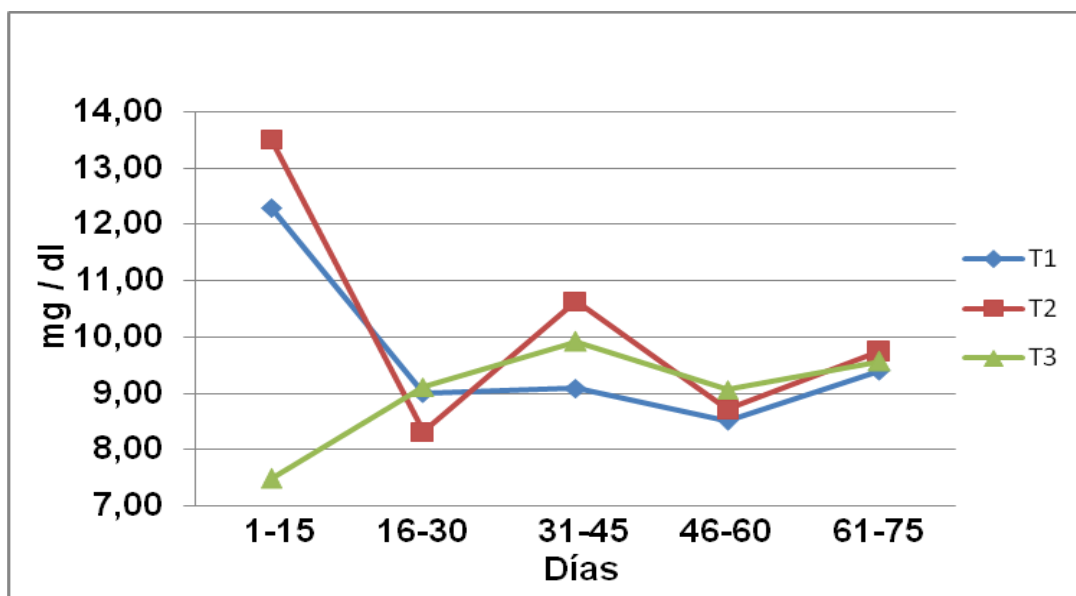


Gráfico 4-13. Nitrógeno ureico en sangre, mg/dl

4.2.12. Nitrógeno ureico en leche, mg/dl.

Las pruebas estadísticas del NUL, determinan que en la primera quincena todos los tratamientos difieren estadísticamente, siendo el T2 el más alto promedio con 17,28 mg/dl, seguido del T3 con 12,02 mg/dl y por último el T1 con 9,90 mg/dl ($p \leq 0.01$), con un coeficiente de variación del 25,28%. En la segunda, tercera y quinta quincena no hay diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$). En la cuarta quincena T2 se diferencia estadísticamente del T1 con 10,16 y 10,76 mg/dl ($p \leq 0.05$), mientras que el T3 no se diferencia de los dos con 10,36 mg/dl ($p \geq 0.05$).

Valores de NUL publicados por Hess y Flórez (1999), obtenidos en investigaciones de producción y calidad composicional de la leche bajo diferentes relaciones de oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena en vacas Holstein, difieren de los alcanzados en esta investigación, estos valores son: $18,8 \pm 1,6$; $15,6 \pm 1,2$; $15,5 \pm 0,8$; $14,4 \pm 0,8$; $15,2 \pm 0,8$ y $14,9 \pm 1,1$ mg/dl en el primer tercio de la lactancia y $18,0 \pm 1,7$; $16,7 \pm 1,8$; $15,6 \pm 1,0$; $14,3 \pm 0,9$; $16,1 \pm 0,8$ y $15,8 \pm 0,7$ mg/dl en el segundo tercio. González y Ávila (1999), afirman que valores entre 12 y 15 mg/dl de NUL son excelentes para producción y reproducción y de 9 a 12 mg/dl manifiesta un buen uso del nitrógeno pero puede afectar la producción de leche.

En el Cuadro 4-20 se presenta los niveles de NUL y en el Gráfico 4-14 la curva de los niveles de NUL por quincenas.

Cuadro 4-20. Nitrógeno ureico en leche, mg/dl

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (mg/dl)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	9,90 b	8,36 a	10,26 a	10,16 b	9,76 a
Torta de soya	17,28 a	9,46 a	11,18 a	10,76 a	10,32 a
Urea	12,02 c	9,16 a	10,36 a	10,36 ab	10,36 a
C.V. (%)	25,58	12,45	18,36	3,08	6,14

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

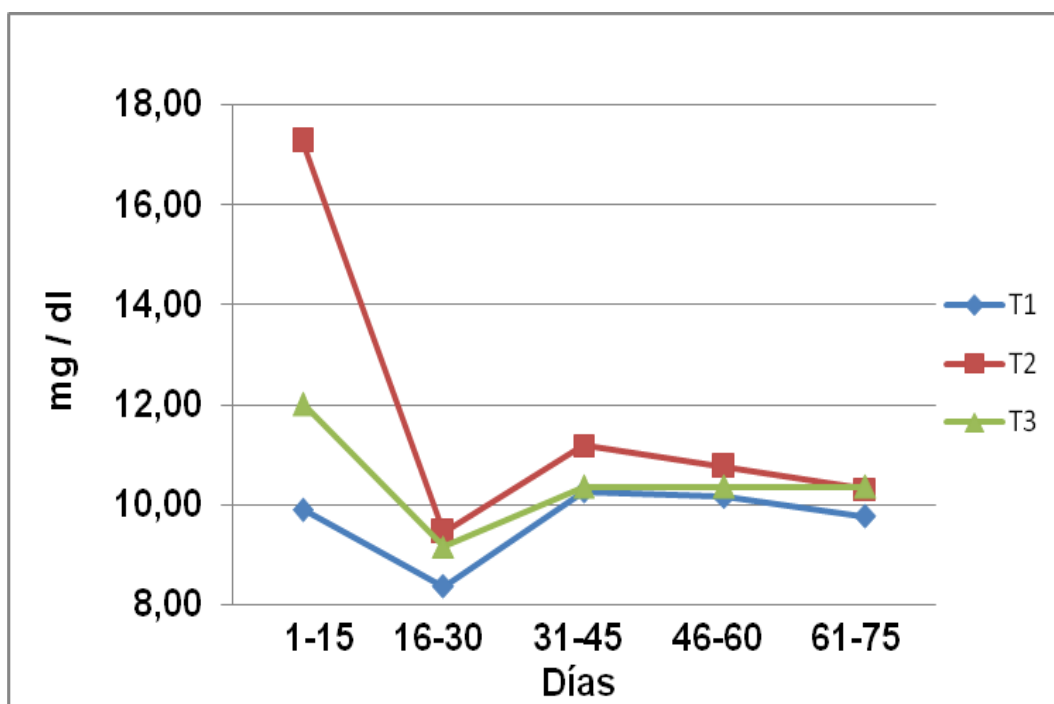


Gráfico 4-14. Nitrógeno ureico en leche, mg/dl

4.2.13. Creatinina, mg/dl

Las pruebas estadísticas de los promedios quincenales de Creatinina, determinan que en la primera, segunda, cuarta y quinta quincena, no presentaron diferencias estadísticas significativas ninguno de los tratamientos ($p \geq 0.05$), a excepción de los promedios de la tercera quincena que se diferenciaron estadísticamente con valores de 1,25 mg/dl para el T1, 1,38 mg/dl para T2 y 0,99 mg/dl para T3, ($p \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 5,86%. En el Cuadro 4-21 se presenta los niveles de Creatinina y en el Gráfico 4-15 la curva de los niveles de Creatinina por quincenas.

Bristow y col. (1992), describieron que el nitrógeno total de la orina de vacas fue de 6,8 a 21,6 mg/dl. Dentro de los productos finales del metabolismo de los compuestos nitrogenados se presentaron las siguientes proporciones: 69% urea, 7,3% alantoína, 5,8% ácido hipúrico, 3,7% creatinina, 2,5% creatina, 1,3% ácido úrico, 0,5% xantina más hipoxantina, 1,3% aminoácidos libres y 2,8% amonio. La excreción urinaria de urea es afectada por la dieta y el régimen de alimentación, mientras que la de la creatinina es afectada principalmente por la masa muscular y su metabolismo, Bondi (1988). En relación a esto, Blake y col. (1980), encontraron una correlación significativa ($r = 0,60$) entre excreción urinaria de creatinina y peso corporal. Los valores encontrados en esta investigación difieren mucho y se presume que los animales por la condición corporal, aprovecharon más eficientemente el nitrógeno a nivel muscular.

Cuadro 4-21. Creatinina mg/dl

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (mg/dl)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	0,94 a	1,06 a	1,25 a	1,32 a	1,32 a
Torta de soya	0,95 a	1,13 a	1,61 b	1,38 a	1,27 a
Urea	0,97 a	1,26 a	0,99 c	1,39 a	1,35 a
C.V. (%)	16,02	15,3	5,86	3,96	7,87

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

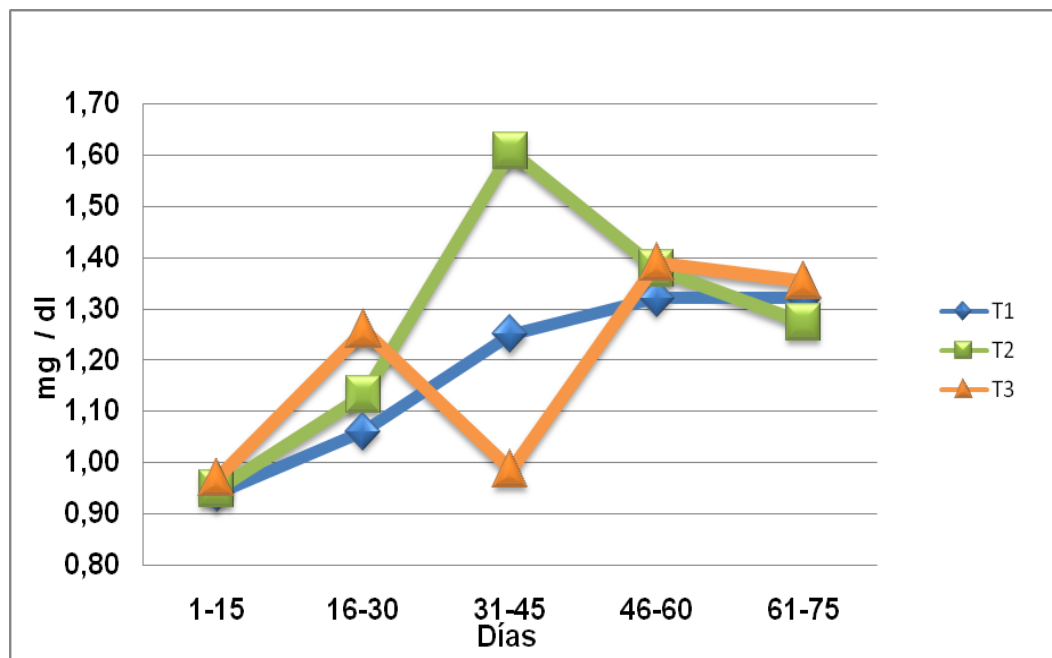


Gráfico 4-15. Creatinina, mg/dl

4.2.14. Glucosa, mg/dl.

Las pruebas estadísticas de Glucosa, determinan que en la primera, segunda y cuarta quincena no presentaron diferencias estadísticas significativas ninguno de los tratamientos ($p \geq 0.05$), a excepción de la tercera quincena en T1 y T2 se diferencian estadísticamente del T3 con valores de 51,20 mg/dl y 52,20 mg/dl respectivamente ($p \leq 0.05$) y entre ellos no hay diferencias significativas ($p \geq 0.05$). En la quinta quincena entre T1 y T3 no existen diferencias estadísticas significativas con valores de 54,20 mg/dl y 52,00 mg/dl respectivamente ($p \geq 0.05$), mientras que T2 se diferencia estadísticamente con 59,00 mg/dl ($p \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 13,18%. En el Cuadro 4-22 se presenta los niveles de glucosa y en el Gráfico 4-16 la curva de los niveles de glucosa por quincenas.

Cuadro 4-22. Glucosa, mg/dl.

Tratamiento	Promedios por rangos quincenales (mg/dl)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
Harina de Pescado	67,00 a	50,40 a	51,20 b	49,00 a	54,20 b
Torta de soya	66,40 a	53,00 a	52,20 b	47,80 a	59,00 a
Urea	62,60 a	51,20 a	69,20 a	46,00 a	52,00 b
C.V. (%)	11,49	8,57	9,86	5,86	13,19

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

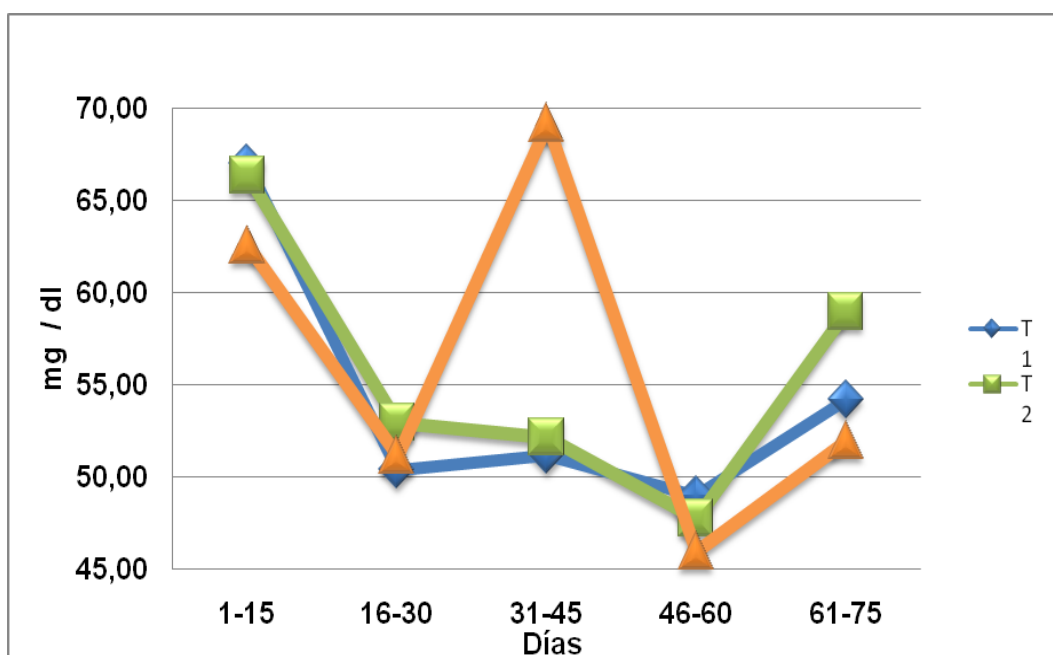


Gráfico 4-16. Glucosa, mg/dl

Razz y Clavero (2004), reportan datos obtenidos de investigaciones donde analizaban química sanguínea en Venezuela en vacas alimentadas con *Panicum máximum* y *Leucaena leucocephala* bajo pastoreo, valores promedios que oscilan entre 50,43 mg/dl y 53,33 mg/dl de glucosa respectivamente, coincidiendo plenamente con los resultados obtenidos en esta investigación, lo que demuestra que los niveles de nutrientes suministrados a los animales fue adecuado ya que los valores normales fluctúan entre 40 y 80 mg/dl.

El análisis de la varianza de producción de leche demostró que las medias poblacionales de los tratamientos en estudio son iguales, permitiendo por lo tanto **aceptar la hipótesis específica “Las fuentes de nitrógeno, no influyen en la productividad de las vacas lecheras”** y por lo tanto **la hipótesis general “La utilización de fuentes de proteína verdadera (Nitrógeno proteico) mejora el comportamiento productivo de vacas lecheras”**.

4.3. Análisis económico

El análisis económico consideró ingresos totales, costo de producción y la relación beneficio/costo, asumiendo por cada tratamiento 15 vacas en producción en sistema estabulado. La producción de carne y leche fue calculada con los resultados de los tratamientos en estudio, cuadros 4-12, 4-14 y 4-23.

Cuadro 4-23. Análisis económico del experimento

Trat	Costo de Pdn *	Ganancia de peso kg	Precio kg carne USD ***	Pdn Leche (kg)	Precio Kg leche USD **	Ingreso carne USD	Ingreso leche USD	Ingreso total USD	Relac. B/C
T1	4769,45	603,00	0,65	16875,00	0,35	391,95	5906,25	6298,20	1,32
T2	5070,30	237,00	0,65	18112,50	0,35	154,05	6339,37	6493,42	1,28
T3	4746,50	729,00	0,65	17426,25	0,35	437,85	6099,18	6573,03	1,39

* Detalle en cuadro 6A

** Calculado con un precio de USD 0,35 kg de leche

*** Calculado con un precio de USD 0,65 kg de carne

La relación beneficio – costo determina que todos los tratamientos tienen resultados positivos, sobresaliendo el T3 con 1,39, que significa que por cada dólar invertido en la ganadería se obtienen 39 centavos de utilidad; lo descrito permite **aceptar la hipótesis “Las fuentes de nitrógeno se diferencian en la rentabilidad de la ganadería de leche”**.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1. CONCLUSIONES EXPERIMENTO 1

- El análisis bromatológico del pasto Maralfalfa determina que la proteína cruda es de 6,72% y este parámetro está influenciado directamente por la calidad del suelo, manejo del cultivo y condiciones climáticas, permaneciendo en los niveles normales de las gramíneas en el Litoral ecuatoriano, que garantizan niveles bajos en proteínas y altos en Energía (4,83 Kcal/Kg).
- La cinética de degradabilidad de la materia seca (MS) y materia orgánica (MO) de las dietas obtenidas en este estudio, confirman la desaparición de nutrientes a medida que pasa el tiempo (3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas), manteniendo un nivel de desaparición similar a otros alimentos estudiados en diferentes investigaciones alcanzando valores superiores al 70% de digestibilidad, lo cual garantiza la calidad de las dietas.

5.1.2. CONCLUSIONES EXPERIMENTO 2

- Los promedios de consumo diario de Materia seca forrajera (MSF) fueron variando de tal manera que el T3 tuvo un comportamiento ascendente desde 8,30 hasta 9,32; seguido del T1 desde 8,34 hasta 8,82 y por último el T2 con 8,19 hasta 8,29 kg MSF/animal/día respectivamente.
- El tratamiento que más consumió materia seca no forrajera (MSNF) durante toda la investigación fue el T2 con un promedio de 5,35; seguido del T1 con 4,69 y el T3 con 4,07 kg MSNF/animal/día respectivamente.

- El consumo de Materia seca total (MST) que es la sumatoria de CMSF más el CMSNF permite concluir que el T2 no se diferencié estadísticamente con el T1 teniendo un promedio final de 13,59 y 13,38 kg MST/animal/día ($p < 0.05$), mientras que ambos tratamientos se diferenciaron estadísticamente del T3 con un promedio final de 12,79 kg MST/animal/día ($p < 0.05$).
- El cambio de peso vivo determinó el efecto de la dieta en la condición corporal. En ganado lechero los resultados se observan en la producción de leche; sin embargo, es importante el peso vivo para conocer si se llenaron los requerimientos nutricionales de mantenimiento. El mayor incremento promedio lo posee el T3 con 10,03%, seguido del T1 con 8,07% y por último el T2 con 3,26%, lo que permite concluir que las dietas cumplieron el objetivo de incrementar la producción y mantener el estado corporal de los animales.
- El histórico de producción láctica de la hacienda "San Rafael" en promedio era de 8,5 kg/leche/día. Al suministrar las dietas experimentales el T2 tuvo una variación entre 16,97 a 14,75 kg/día y el T1 15,60 a 13,83 kg/día, mientras que el T3 mantuvo una curva de producción láctica que fluctuó entre los 16,02 y 14,37 kg/día respectivamente, lo que permite concluir que cualquiera de las dietas que se utilicen en la finca logrará incrementar la rentabilidad en un 75 a 80% más del promedio.
- Los análisis de porcentajes de proteína de la leche oscilan en el T1 entre 2.05 y 2.94% con una producción promedio de 0,38 kg de proteína/día. T2 entre 2.24 y 2.98% con una producción promedio de 0,43 kg de proteína/día; y, T3 entre 2.27 y 2.92% con una producción promedio de 0,42 kg de proteína/día respectivamente.
- El porcentaje promedio de sólidos totales de la leche en el T1 fue de 9,90% con una producción de 1,48 kg de sólidos totales/día; el T2 fue de 9,82% con una producción 1,58 kg de sólidos totales/día y el T3 fue de 9,90% con una producción de 1,53 kg de sólidos totales/día.

- Los niveles promedios de NUS para el T1 oscilaron entre 8,50 y 12,29 mg/dl; para el T2, entre 8,71 y 13,51 mg/dl y para el T3 entre 7,47 y 9,91 mg/dl respectivamente, concluyendo que estos rangos están en los valores normales que internacionalmente oscilan entre 8,4 y 12,6 mg/dl, determinando así el normal suministro de proteína en las dietas experimentales.
- Los niveles promedios de NUL para el T1 oscilaron entre 8,36 y 10,26 mg/dl; para el T2, entre 9,46 y 17,28 mg/dl y para el T3, entre 9,16 y 12,02 mg/dl respectivamente, valores entre 12 y 15 mg/dl de NUL son excelentes para producción y reproducción y de 9 a 12 mg/dl manifiesta un buen uso del nitrógeno pero puede afectar la producción de leche.
- Los análisis de creatinina detectaron niveles que oscilan entre 0,94 y 1,32 mg/dl para el T1; 0,95 y 1,61 mg/dl para el T2; y, 0,97 y 1,39 mg/dl para el T3 respectivamente, estos valores son considerados normales ya que publicaciones internacionales en investigaciones realizadas en bovinos adultos determinan que el promedio fluctúa entre 1,2 y 1,8 mg/dl, una vez más demostrando que las dietas estudiadas son utilizadas eficientemente en los animales.
- La glucosa en sangre bovina arrojó valores que oscilaron entre 49,0 y 67,0 mg/dl para el T1; 47,0 y 66,4 mg/dl para el T2; y, 46,0 y 62,6 mg/dl para el T3 respectivamente. Los parámetros normales de glucosa en sangre bovina de animales adultos es de 40,0 a 80,0 mg/dl.
- En conclusión la determinación del perfil metabólico sanguíneo y de la leche es una herramienta importante para estimar el estado nutricional de los animales y de esta forma diseñar estrategias de alimentación que optimicen el potencial productivo y reproductivo de los animales.

5.1.3. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis químicos sanguíneos y de la leche periódicos a fin de corregir desbalances nutricionales en los hatos lecheros.
- Investigar otras fuentes de nitrógeno utilizando como testigo la Urea por su menor valor económico.
- Repetir la investigación en otros ambientes, cuya principal actividad productiva sea el ganado de leche.
- Probar otras especies forrajeras utilizando los componentes de las dietas de la presente investigación.
- Utilizar la dieta que contiene como fuente de nitrógeno urea, pues según el análisis económico tiene mejor beneficio económico.

BIBLIOGRAFÍA

Abrams, H. 1982. Composición química de algunas materias primas para preparación de alimentos balanceados. Universidad de Chile.

Araque, C. s.f. Uso de la urea en la alimentación de rumiantes. En línea. Consultado el 12 de julio del 2007. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/urea.htm>

Arden, N. 1995. Practical application of MUN analyses. California Dairy: 10-13.

Ash, A. 1990. The effect of supplementation with leaves from the leguminous trees *Sesbania grandiflora*, *Albizia chinensis* and *gliricia seprum* on the intake and digestibility of Guinea Grass Hay by Goats. Anim. Feed. Sci. and tech. 28:225-232

Bergman, E. 1983. The pools of cellular nutrients: glucose. In: P. M. Riis. Dynamic biochemistry of animal production. Elsevier Science Publishers, The Netherlands. Chapter 9: p 173 – 196.

Bernal, J. 1979. Pastos para corte y pastoreo. Editorial de la Biblioteca Universidad Pontificia Bolivariana. Medellin – Colombia.

Betancur, J. 2004. Comparación de dos procedimientos matemáticos para estimar la degradabilidad efectiva en rumen. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Blake, R.; Custodio A.; Brodrerick, G.; Landmann, W.; Young, C. 1980. Relationships among feed intake, urinary creatinine, body protein

turnover, and protein utilisation in Holstein and Jersey cows. Progress Report, Texas Agricultural Experimental Station.

Bloomfield, R.; Garner, G. and Muhrer, M. 1960. Kinetics of urea in sheep. *J. Anim. Sci.*, 1960, vol. 19 (abstr.), p. 1248

Bondi, A. 1988. Nutrición Animal. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Botrel, M. y Gomide, J. 1981. Importancia do teor dos carboidratos dos meristemas apicais para rebrote do capim Jaragua (*Hyparrhenis rufa* [Ness] Stapf). *Rev. Soc. Bras. Zootec.* 10 (3): 426.

Bristow, A.; Whitehead, D.; Cockburn, J. 1992. Nitrogenous constituents in the urine of cattle, sheep and goats. *J. Sci. Food Agric.* 59: 387-394

Broderick, G. 2006. Nutritional strategies to reduce crude protein in dairy cows. Nutritional strategies to reduce crude protein in dairy diets. Proceedings of the 21st Annual Southwest Nutrition and Management Conference, February, 2006, Tempe, Arizona. p. 1-14.

Broderick, G. y Cochran, R. 2000. In vitro and in situ methods for estimating the digestibility with reference with a protein degradability En Theodorou M.K. y J. France 2000 Feeding systems and feed evaluation models. Cab p 53.

Carroll, D.; Barton, B.; Anderson, G. y Smith, R. 1988. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:3470

Carulla, J.; Cárdenas, E.; Sánchez, N. y Riveros, C. 2004. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. en: memorias seminario nacional de lechería especializada: bases nutricionales y su impacto en la productividad.

Chalupa, W. 1968. Problems in feeding urea to ruminants. *J. Anim. Sci.* vol. 27, p. 207-219.

Correa Cardona, H. *et al.* 2004. Pasto maralfalfa: Mitos y Realidades. Dpto. de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia.

Correa, H. *et al.* 2007. Consumo de materia seca durante el periodo de transición. En: Memorias curso de educación continuada: Nutrición y alimentación de la vaca en transición. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín, 20 a 22 de junio.

Dudley, W. 2003. Calidad de la harina de soya. IV Jornadas sobre el control de calidad de la harina de soja y soja integral. En línea. Consultado el 12 de julio del 2007.

Ellis, W.; Matis, J. y Lascano, C. 1979. Quantitating ruminal turnover. *Fed. Proc.* 38:2702.

Faverdin, P.; Baumont, R. and Ingvarsen, K. 1995. Control and prediction of feed intake in ruminants.

Feed Into Milk (FIM). 2004. A new applied feeding system for dairy cows. Thrumpton (UK): Nottingham University Press.

Ferguson, J.; Galligan, D.; Blanchard, T. and Reeves, M. (1993). Serum urea and conception rate : The usefulness of test information. *J. Dairy Sci.* 76 :3742

Ferreiro, G. 1990. Técnicas usadas para medir la cinética ruminal de líquidos y sólidos en el tubo gastrointestinal Manual de Técnicas de Investigación en Rumiología. Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México, A. C. p. 79.

Firkins, J.; Yu, Z. y Morrison, M. 2007. Ruminant nitrogen metabolism: Perspectives for integration of microbiology and nutrition for dairy. *J. Dairy Sci.*, vol. 90 (Suppl. E), p. E1-E16.

FIS s.f. La harina de pescado en la alimentación animal. En línea. Consultado el 11 de julio del 2007. <http://fis.com/snp/harina.htm>

Galyean, M. y May, T. 1995. Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research. New Mexico State University. Department of Animal and Range Sciences.

García, C. 1995. Composición Química, perfil mineral, concentración de AGV y Degradabilidad ruminal de la Materia Seca y Proteína Cruda del forrajede 9 zacates colectados durante el invierno. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León México. Monterrey, N. L., México

Gasque, R. y Posadas, E. 1998. Manual de Suplementación didáctica para la asignatura de Alimentación. Requerimientos del ganado bovino. México D.F. 150 p

Gingins, M. s.f. Alimentación de la vaca lechera. En línea. Consultado el 4 de abril del 2008. Disponible en: <http://www.agropro.com.ar>

Gonda, H. y Linberg, J. 1994. Evaluation of Dietary Nitrogen Utilisation in Dairy Cows Based on Urea Concentrations in Blood, Urine and Milk, and on Urinary Concentration of Purine Derivatives. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 44:236 - 245.

Hajduk, W. 2004. Reseña de la Maralfalfa. En: memorias del I seminario nacional del pasto Maralfalfa. Medellín. Col.

Hammond, A. 1994. Use of Blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattle. Am Regi Prof Ani Sci ; 10:9-18.

Hanna, W.; Gaines, T.; Gonzales, B. and Monson, W. 1984. Effects of ploid on yield and quality of pearl millet x napier grass hybrids. Agron. 669-971

Dawson, J. and Hatch, S. 2002. A world wide web key to the grass genera of Texas.

Hernández, J. 1990. Efecto del nivel de proteína de escape ruminal sobre el comportamiento productivo y parámetros ruminales en bovinos de carne en etapa de crecimiento. Tesis Maestría. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.

Herrera Saldana, R. *et al.*, 1990. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. Journal of Dairy Science.73:142.

Hess, H.; Flórez, H.; González, E. y Ávila, M. 1999. Efecto del nivel de nitrógeno amoniacal en el rumen sobre el consumo voluntario y la digestibilidad *in situ* de forrajes tropicales. Pasturas Tropicales 1999; 21: 43-49.

Hof, G; Lenaers, J.; Tamminga, S. 1997. Monitoring protein: utilization by use of milk urea nitrogen (en línea). Disponible en: www.txac.org/proceeding.html.

Hojman, D.; Kroll, O.; Adin, G.; Gips, M.; Hanochi, B.; *et al.* 2004. Relationships between milk urea and production, nutrition, and fertility traits in Israeli dairy herds. J Dairy Sci 2004; 87:1001-1011.

<http://www.zoetecnocampo.com/forog/Forum3/HTML/000122.html>

[Http://vetmedicine.about.com/health/http://vetmedicine.about.com/health/vetmedicine/gi/dynamic/offsite.htm?site=http/www%2Ddas.cas.psu.edu/dcn](http://vetmedicine.about.com/health/http://vetmedicine.about.com/health/vetmedicine/gi/dynamic/offsite.htm?site=http/www%2Ddas.cas.psu.edu/dcn).

I.N.T.A. 2004. "Composición química de la leche, con especial referencia a la fracción proteica y su relación con el manejo nutricional". Informe final archivos INTA-EEA Rafaela y Dpto producción primaria de sitio argentino de producción Animal.

Ignacio, P. y Ledesma, J. 2008. Base de datos, análisis de forrajes, descripción del extrusado-prensado de soja y su utilización en alimentación de bovinos. Universidad Nacional de Medellín. Co.

Ishler, V.J; Heinrichs, G.; Varga, G. 1996. Feed and feed nutrients for dairy cattle (en línea). Disponible en: http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/dehtml/ch2/nutrition_spn_ch2.html.

Jonker, J.; Kohn, R. y Erdman, R. 1999. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. *J Dairy Sci* 82, 1261-1273.

Jonker, J.; Kohn, R. y High, J. 2002. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. *J Dairy Sci* 85,1218-1226.

Kennelly, J. and Okine, E. 1994. From fiber to starch: the evolution of the cow. <http://www.afns.ualberta.ca/dairy/dp472-5p.htm>

Lammers, B.; Heinrichs, A. e Ishler, V. 2002. Uso de ración total mezclada (TMR) para vacas lecheras. Traducido por la Memoria del Congreso Nacional Lechero Septiembre 2002, Costa Rica. 254 p.

Leng, R. 1992. Nutrition of ruminants at the pastures in the tropics: implications for selection criteria. 3rd. Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. University of Florida 1992. Vol 8 N°3 p. 298-309.

Loosli, J. y. Mc Donald, J. 1969. El Nitrógeno no proteico en la nutrición de los rumiantes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Interprint. Malta.

López, M. 1994. Efectos de la proteína sobrepasante sobre metabolitos sanguíneos, parámetros y el inicio de la actividad reproductiva en novillas Holstein. Tesis Magister Scientiarum en producción animal. Caracas, Universidad Central de Venezuela. 103 p.

Maza, L. s.f. Harinas proteicas de origen animal y su importancia en la nutrición de rumiantes. En línea. Consultado el 12 de julio del 2007. Disponible en: <http://azoosubol.galeon.com/cvita275734.html>

McDonald, L. 1995. A Revised Model for the Estimation of Protein Degradability in the Rumen. *J. Agri Sci.* 96, Instituto Colombiano Agropecuario y Banco Ganadero.

Mejía, G. 2003. Demanda y producción de harina de pescado para elaboración de alimentos balanceados. Universidad Agraria La Molina. Lima Perú.

Meléndez, P.; Donovan A.; Hernández, J.; Bartolomé, J.; Risco, C.; Staples, C. y Thatcher, W. 2003. Milk, plasma, and blood urea nitrogen concentrations, dietary protein, and fertility in dairy cattle. *JAVMA* 223: 628-634.

Mendoza, G. y Ricalde, R. 1996. Suplementación de bovinos en crecimiento en pastoreo. 1 ed. México, Universidad Autónoma Metropolitana. 124 p.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7 revised edition. Washington, D.C. National Academy Press.
National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. rev. Ed. Washington, D.C., National Academy Press. 380 p.

Nocek, J. 1988. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.*, 74:10, 3598-3629.

Nolan, J. y Dobos, R. 2005. Nitrogen transactions in ruminants. In Dijkstra, J.; Forbes, J. and France, J. (eds), Quantitative aspects of ruminal digestion and metabolism 2nd ed. Wallingford (UK): CABI Publishing, 2005 p. 177-206.

Nolan, R.; O'Callaghan, D.; Duby, R.; Lonergan, P. y Boland, M. 1986. The influence of shortterm nutrient changes on follicle growth and embryo production following superovulation in beef heifers. *Theriogenology*. 50:1263

Oldham, J. y Tamminga. R. 1995. Changes in the nutrition and Management of herbivores in the nutrition of herbivores. INRA. Paris.

Ørskov, E. 2000 *In situ* technique for the estimation of the forage degradability in ruminants En Givens D.I., E. Owen, R.F.E. Axford y H.M. Omed 2000 Forage evaluation in ruminants. Cab p 175.

Orskov, E. and McDonald, L. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage.

Osorio, F. 2004. Efecto del manejo alimentario sobre el sistema especializado de producción lechera. En: memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad.

Ramírez, G. et al 1994. Pasto Maralfalfa, un manjar para hatos ganaderos. *Rev. El colombiano*. Sta. Fe. Bogotá.

Owens, F. y Hanson, C. 1992. Extremal and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. *J. Dairy Sci.* 75:2605.

Owens, F. y Isaacson, H. 1977. Rumen microbial yields: factors influencing synthesis and bypass. *Fed. Proc.* 36:198

Owens, F; Zinn, R. 1988. Protein metabolism of ruminant animals. In: The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition. Englewood Cliffs, New Jersey. P.227-229

Parker, D. 1984. Limitantes metabólicos para la producción de leche en los trópicos. Prod. Anim. Trop. 9: 263 – 269.

Pedraza, M.; Gálvez, M.; Guevara, G. y Martínez, S. 2001. Follaje de *Gliricidia sepium* o urea como suplementos a vacas lecheras en pastoreo de gramíneas tropicales durante la época de seca. Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal (CEDEPA). Cuba, Universidad de Camagüey. p 23-26.

Peña Castellanos, P. 2002. Explotación de pastos y forrajes. Tomo I. Ministerio de Educación Superior. Instituto Superior de Ciencia Agropecuaria de la Habana (ISCAH). Departamento de Ediciones del ISCAH. La Habana-Cuba.

Poland, C. 1992. Protein and aminoacids for lactating cows, pp 236-247, In: Large Dairy Herd Management, Ed. by H.H. Van Horn and C.J. Wilcox, American Dairy Association, Champaign, IL, USA.

Producción Animal. 2000. Nitrógeno No Proteico. En línea. Consultado el 12 de julio del 2007. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/Informacion_tecnica/suplementación proteica y NNN/001](http://www.produccionbovina.com/Informacion_tecnica/suplementación_proteica_y_NNN/001)

Razz, R. y Clavero, T. 2004. Niveles de Urea, Fósforo, Glucosa e Insulina de vacas en ordeño suplementadas con concentrados en un sistema de *Panicum máximum* y *Leucaena leucocephala*. Revista científica # 004. Universidad de Zulia. Maracaibo. Venezuela.

Rebollar, P. y Blas, C. s.f. Digestión de la soja integral en rumiantes. American Soybean Association. En línea. Consultado el 12 de julio del 2007. Disponible en: http://www.asaim-europe.org/pdf/sbinrumin_s.pdf

Rojas, A. 1995. Conceptos básicos en nutrición de rumiantes. San José, C.R., Escuela de Zootecnia. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 176 p.

Rowlands, G. 1972. Changes in concentrations of serum albumin in dairy cows at calving and their possible significance in relation to milk yield and fertility during lactation. The use of blood metabolites in animal production. Proceedings of a Symposium. British Society of Animal Production Occasional Publications 1978; 1:59-70.

Russell, J.; O'Connor, J.; Fox, D.; Van Soest, P. and Sniffen, C. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.* 70:3551-3561.

San Miguel, A. 2006. Nutrición animal. España, Universidad Politécnica de Madrid. 145 p

Sánchez, D. y Pérez, J. Comunicación personal. Herbario MENDEL, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Citados por Correa *et al* 2007

Sannes, R.; Messman, M. y Vagnoni, D. 2001. Form of rumen-degradable carbohydrate and nitrogen on microbial protein synthesis and protein efficiency of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2001, vol. 85, p. 900-908.

SAS. SAS. 2002. Institute Inc., SAS/STAT; Software Version 9.00
Cary, NC, USA. Entice-Hall: Englewood Cliffs; 1988. p. 227-249.NRA.
Paris.

Singh B.; Makkar, H. y Negi, S. 1989. Rate and extend on digestion
and potentially digestible dry matter and cell wal of various trees leaves.
J.Dairy Sci. 72:3233.

Stokes, S. 1997. Balancing carbohydrates for optimal rumen function
and animal health. Texas A&M University

Van Soest, P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second
Edition. Cornell University Press, Ithaca, New York. 164, 476 p.

Villanueva, J. y San Martín, F. 1997. Alimentación de vaquillas en
crecimiento a base de residuos de cosecha tratada con urea y
suplementadas con proteína sobrepasante. En línea. <http://Alimentación de vaquillas en crecimiento a base de residuos.mht>

Waldo, D. 1984. Partition of cereal grain starch digestion in
ruminants. *J. Anim.Sci.*, 37:1062-1074

Walker, D.; Egan, A.; Nader, C.; Ulyatt, M. y Storer, G. 1975. Rumen
microbial protein synthesis and proportions of microbial and nom-microbial
nitrogen flowing to the intestines of sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 26:699.

Wallace, R. 1991. Rumen microbial metabolism and rumiant
digestion. Thesis. Swedish University of agricultural Sci. Uppsala Sweden.

Wattiaux, M. 2001. Composición y análisis de alimentos. Instituto Babcock para el Desarrollo de la Investigación Internacional de la Lechería.

White, C. y Ashes, J. 1999. A review of methods for assessing the protein value of grain fed for ruminants. *Aust. J. Agric. Res.*, 50:855.

Wohlt, J.; Chmiel, S.; Zajac, P.; Baker, L.; Blethen, D. y Evans, J. 1991. Dry matter intake, milk yield and composition, and nitrogen use in Holstein cows fed soybean, fish, or corn gluten meals. *J Dairy Sci* 74, 1609-1622.

ANEXOS

CUADRO 1A. Cuadrados medios del análisis de varianza y significación estadística para CMSF, CMSNF, CMST, Producción de leche, % Proteína de leche, Producción proteína, % Sólidos totales, Producción de sólidos totales, NUS, NUL, Creatinina y Glucosa

F de V	GL	CMSF	CMSNF	CMST	Prod Leche	%Proteína	Prod. Prot.	% ST	Prod. ST	NUS	NUL	Creatinina	Glucosa
Tratamiento	2	0,368 ^{ns}	2,055**	0,85**	1,58 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,68 ^{ns}	5,72*	0,012 ^{ns}	4,50 ^{ns}
Error Exp.	12	0,004	0,034	0,07	7,13	0,13	0,01	0,23	0,07	0,42	0,96	0,043	6,79
CV %		0,72	3,91	2,05	17,21	13,58	23,85	4,8	17,34	6,73	9,19	17,24	4,7

ns = no significativo

* significativo

** altamente significativo

CMSF= Consumo de materia seca forrajera

CMSNF= Consumo de materia seca no forrajera

CMST= Consumo de materia seca total

%ST= Porcentaje de sólidos totales

NUS= Nitrógeno ureico en sangre

NUL= Nitrógeno ureico en leche

Cuadro 2A. Peso al inicio del experimento Kg

Tratamientos	Repeticiones					Σ	Promedios
	1	2	3	4	5		
T1	447	500	528	559	456	2 490	498,00
T2	618	480	426	392	511	2 427	485,40
T3	520	417	480	559	447	2 423	484,60

Cuadro 3A. Peso al final del experimento Kg

Tratamientos	Repeticiones					Σ	Promedios
	1	2	3	4	5		
T1	496	540	560	608	487	2 691	538,2
T2	608	504	440	414	540	2 506	501,2
T3	540	476	540	530	580	2 666	533,2

Cuadro 4A. Condición corporal al inicio del experimento

Tratamiento	Repeticiones					Σ	Promedios
	1	2	3	4	5		
T1	3,0	3,2	3,2	3,2	3,2	15,8	3,2
T2	3,6	3,2	3,4	3,0	3,5	16,7	3,3
T3	3,0	2,8	2,8	3,6	3,3	15,5	3,1

Cuadro 5A. Condición corporal al final del experimento

Tratamiento	Repeticiones					Σ	Promedios
	1	2	3	4	5		
T1	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	17,0	3,4
T2	3,5	3,3	3,5	3,2	3,8	17,3	3,5
T3	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	16,0	3,2

Cuadro 6A. Costo de producción de los tratamientos, USD

Concepto	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Sueldos y salarios	607,40	607,40	607,40
Alimentación vacas en producción	873,05	1100,79	776,99
Materiales de ordeño	73,11	73,11	73,11
Medicamentos	125,00	125,00	125,00
Servicios básicos	40,00	40,00	40,00
Mantenimiento infraestructura	312,50	312,50	312,50
Depreciación infraestructura	1041,00	1041,00	1041,00
Mantenimiento planta y equipos de ordeño	208,00	208,00	208,00
Depreciación planta y equipo de ordeño	1562,50	1562,50	1562,50
Total	4769,45	5070,3	4746,50

**Cuadro 7A. Costos de mano de obra, asesoría técnica y alimentación,
USD**

Concepto	Cantidad	Unidades	Precio unitario USD	Costo Total USD
1. Sueldos y salarios				
Ordeñador	1	hora	2,00	150,00
Alimentador de ganado	1	hora	2,00	150,00
Vaqueros	1	hora	2,00	150,00
Sub total sueldos y salarios				450,00
2. Médico veterinario	2	visita	100,00	200,00
Total				650,00

Cuadro 8A. Costos de materiales de ordeño, medicamentos y otros, USD

Concepto	Cantidad	Unidades	Precio unitario USD	Costo Total USD
1. Materiales de ordeño				
Papel toalla	1	rollos	11,30	11,30
Guantes	1	cajas	5,99	5,99
Valiant catalitalys	1	gl	36,60	36,60
Valiant pre post	1	gl	16,30	16,30
Yodo	1	l	2,92	2,92
Subtotal materiales de ordeño				73,11
2. Limpieza equipo ordeño				
Poder básico	1	gl	7,10	7,10
Poder ácido	1	gl	8,94	8,94
Creolina	1	l	5,60	5,60
Subtotal limpieza equipo ordeño			0,00	21,64
3. Medicamentos y varios				
Garrapaticida	0.5	l	15,20	15,20
Lepecef	1	u	5,10	5,10
Desparasitante (400 cc)	1	frasco	105,00	105,00
Subtotal medicamentos y varios				125,30
4. Servicios básicos				
Electricidad	500	kw/h	0,08	40,00
Subtotal servicios básicos				40,00
Total				259,75

Cuadro 9A. Costo de siembra y mantenimiento 1 ha de pasto, USD

Labores e insumos agrícolas	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total/Ha
Siembra				
Semillas	Kg	150	0,25	37,50
Siembra	Jornal	2	8,00	16,00
Fertilización				
D.A.P.	Sacos	2,6	35,00	91,00
Sulfato de amonio	Sacos	7,28	25,00	182,00
Sulfato de potasio	Sacos	4,08	66,00	269,28
Aplicación de fertilizantes	Jornal	4	8,00	32,00
Control de malezas	Jornal	25	8,00	200,00
Control fitosanitarios				150,00
Cortes	Hora maq.	24	40,00	960,00
Subtotal				1 937,78
Imprevistos (5%)				96,89
Total				2 034,67

Cuadro 10A. Costo diario de las dietas experimentales, USD

Materia prima	DIETA 1		DIETA 2		DIETA 3		
	Costo kg	Cantidad	Costo total	Cantidad	Costo total	Cantidad	Costo total
Afrecho de cebada	0,10	2,00	0,20	2,00	0,20	2,00	0,20
Polvillo de arroz	0,19	2,00	0,38	2,00	0,38	2,00	0,38
Melaza	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20
Harina de pescado	0,36	0,90	0,32				
Harina de soya	0,62			1,31	0,81		
UREA	0,55					0,18	0,10
Pecutrín Sal	1,00	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Pasto picado	0,03	31,29	0,94	30,00	0,90	30,00	0,90
TOTAL DIETA			2,19		2,64		1,93

Cuadro 11A. Costo total alimentación por tratamientos, 75 días. USD

Tratamiento	Consumo promedio(kg)	Consumo total alimento (kg)	Costo kg alimento	Valor total
T1	13,38	15052,5	0,058	873,045
T2	13,59	15288,75	0,072	1100,79
T3	12,79	14388,75	0,054	776,99