



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS
CAMPUS VERACRUZ**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS AGRÍCOLAS**

PROGRAMA EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**DESARROLLO SEXUAL DE CORDEROS PELIBUEY
BAJO DIFERENTES MANEJOS NUTRICIONALES
EN CLIMA CÁLIDO SUBHÚMEDO**

JOSÉ MANUEL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTOR EN CIENCIAS

MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO

2007

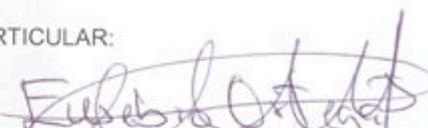
La presente tesis titulada: "**DESARROLLO SEXUAL DE CORDEROS PELIBUEY BAJO DIFERENTES MANEJOS NUTRICIONALES EN CLIMA CÁLIDO SUBHÚMEDO**", realizada por el alumno **José Manuel Martínez Hernández**, bajo la dirección del H. Consejo Particular indicado, ha sido APROBADA y ACEPTADA como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR:

CONSEJERO:



Dr. Eusebio Ortega Jiménez

ASESOR:



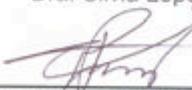
Dr. Felipe Gallardo López

ASESOR:



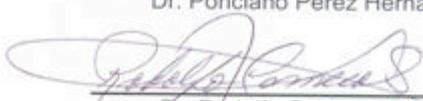
Dra. Silvia López Ortiz

ASESOR:



Dr. Ponciano Pérez Hernández

ASESOR:



Dr. Rodolfo Canseco Sedano

Veracruz, México, Diciembre de 2007

RESUMEN

DESARROLLO SEXUAL DE CORDEROS PELIBUEY BAJO DIFERENTES MANEJOS NUTRICIONALES EN CLIMA CÁLIDO SUBHÚMEDO

José Manuel Martínez Hernández, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2007.

La vida reproductiva de los carneros está influenciada por el establecimiento de la pubertad a una edad temprana y, el manejo nutricional incide de manera importante sobre su desempeño reproductivo. La calidad nutritiva de forrajes tropicales es variable y en general, no llega a cubrir los requerimientos nutricionales para tales rumiantes. Durante el período de Octubre de 2003 a Julio de 2005 en las instalaciones del módulo de producción de ovinos del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz, se realizaron dos experimentos utilizando corderos de la raza Pelibuey, con el objetivo de conocer el desarrollo prepuberal en términos fisiológicos, histológicos y morfológicos, así como la influencia del tipo de nacimiento en tales ovinos y, alimentados en los sistemas nutricionales de pastoreo rotacional intensivo sobre pasto Tanzania (*Panicum maximum*) con y sin una complementación nutricional. Se encontró que: El tipo de nacimiento no influye sobre las mediciones testiculares hasta los siete meses de edad. La dinámica nutricional del pasto Tanzania es muy fluctuante y los corderos mostraron su habilidad para seleccionar las partes vegetales más nutritivas, sin embargo, la complementación nutricional es necesaria. El estrés calórico y dietas de bajo valor nutritivo modifican los perfiles metabólicos pero no llegan a alcanzar valores patológicos. La maduración testicular es retardada por la dieta baja en proteína, no alcanzando la espermatogénesis antes de los siete meses de edad y, El desarrollo testicular depende más del peso vivo que de la edad.

Palabras clave: Ovinos de pelo, climatología tropical, pasturas.

ABSTRACT

SEXUAL DEVELOPMENT OF PELIBUEY RAM LAMBS UNDER DIFFERENT NUTRITIONAL MANAGERMENTS IN SUBHUMID WARM CLIMATE

José Manuel Martínez Hernández, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2007.

Rams reproductive time is determined by an early puberty beginning and, nutritional management is quite important on their reproductive performance. Tropical forages have unstable quality nutrition and generally do not match the ruminants' nutrition requirements. From October 2003 to July 2005, at the Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz fields, two experiments were established with Pelibuey ram lambs. The aim was to know the prepubertal development analyzing physiological, histological and morphological facts, as well as, the type of birth influence on those lambs fed into an intensive rotational grazing system with Tanzania grass (*Panicum maximum*) with or without a nutritional supplement. The results shows that type of birth do not affect the testicular values at least seven months of age. The nutritional dynamic of Tanzania grass is very fluctuating and lambs shows their ability to select the most nutritive grass fractions, nevertheless, the nutritional supplement is necessary. Heat stress and low quality diets modified metabolic profiles but, these shows values among normality. Testicular maturation is slowed by low protein diet, spermatogenesis was not initialized before eight months of age and, testicular development is more related with live weight than age.

Key words: Hair sheep, tropical climatology, pastures.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT, por otorgarme la beca con número de registro 123087 para la realización de mis estudios doctorales.

Al Colegio de Postgraduados, por darme la oportunidad de ser miembro estudiante del mismo.

A mi Consejo Particular.

Gratitud especial para (Apellidos en orden alfabético):

Aguilar H. Paolina, QC.
Alarcón G. Erika, MVZ.
Álvarez Á. María del C., Dra.
Andrade M. Adriana M., MVZ.
Bonilla T. Gabriela, IAZ.
Bustillos G. Lissette, MVZ.
Canudas L. Eduardo G., Dr.
Castañeda M. Oscar G., MC.
Cervantes Acosta Patricia, Dra.
Coronado H. María A., TQC.
De Miguel V. Nicolás A., MVZ.
Diego L. Guadalupe, MC.
Domínguez L. Gregorio, TL.
Escamilla P. Esteban, MC.
Estrella G. Andrea G., MC.
Fajersson Pernilla, Dra.
Flores M. Basilio, Sr.
García G. Carlos, MC.
González M. Melly V., MC.
Guerrero H. Jonathan L., MC.
Hahnel Ann, Dra.
Hernández B. Antonio, Dr.
Hernández C. Bertha C., MC.
Hernández C. Gloria, Sra.
Hernández C. Martha, Sra.
Jiménez M. Manuel de J., MC.
Juárez L. Francisco I., Dr.
Lagunes L. Juvencio, MVZ.

Lamothe Z. Carlos, MC.
López A. María H., MC.
López C. Daniel, MVZ.
Luna R. Mayra, QC.
Martínez E. José M., Sr.
Martínez H. José Antonio, Biol.
Martínez V. Leonides, TC.
Merino L. Scharar,
Minhas Kanwal, Dra.
Moctezuma G. Daniel,
Montero G. Francisco, IAZ.
Montero L. Maribel, MC.
Murcia Clara, MC.
Nanco O. Anastacio, MC.
Olguín P. Carlos, Dr.
Patiño E. de la Cruz, TH.
Pérez C. José F., TBI.
Reyes C. Antonio, MVZ.
Rivera G. Armando, TBI.
Rodríguez A. Ricardo, MC.
Rodríguez S. José R., Dr.
Rojas Susana, MC.
Salazar L. Sonia, Dra.
Silva P. Enrique, Dr.
Sosa T. G. Berenice, QC.
Trujillo M. Andrés, TC.
Utrera H. J. Froylan, IAZ.

CONTENIDO

RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	3
III. MARCO DE REFERENCIA.....	5
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	8
5. OBJETIVOS.....	9
5.1 General.....	9
5.2 Específicos	9
6. HIPÓTESIS.....	10
6.1 General.....	10
6.2 Específicas	10
7. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO GENERAL	11
8. CIRCUNFERENCIA ESCROTAL, VOLUMEN TESTICULAR Y PESO VIVO DE CORDEROS PELIBUEY NACIDOS DE GESTACIÓN ÚNICA O GEMELAR, PASTOREADOS EN ZACATE TANZANIA (<i>Panicum maximum</i>).....	12
8.1 INTRODUCCIÓN.....	13
8.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
8.2.1 Localización del área experimental.....	14
8.2.2 Animales experimentales	14
8.2.3 Manejo de la pradera.....	14
8.2.4 Mediciones.....	15
8.2.5 Análisis estadístico.....	15
8.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
8.3.1 Circunferencia escrotal.....	16
8.3.2 Peso vivo	17
8.3.3 Volumen testicular Total	19
8.4 CONCLUSIONES E IMPLICACIONES.....	21
8.5 LITERATURA CITADA.....	22
9. DINÁMICA DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO TANZANIA PARA CORDEROS PELIBUEY EN PASTOREO ROTACIONAL INTENSIVO.....	24
9.1 INTRODUCCIÓN.....	25
9.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
9.2.1 Localización del área experimental.....	28
9.2.2 Animales experimentales	28
9.2.3 Alimentación	28
9.2.4 Épocas climáticas.....	29
9.2.5 Manejo de la pradera.....	29
9.2.6 Muestreo y manejo de las muestras	30
9.2.7 Análisis en laboratorio	31
9.2.8 Análisis estadístico.....	32
9.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
9.3.1 PARCELA EXPERIMENTAL # 3.....	37
9.3.2 Calidad nutricional	41
9.3.3 Desempeño animal.....	44
9.3.4 Consumo voluntario.....	46
9.3.5 Balance de nutrientes.....	48
9.4 CONCLUSIONES, IMPLICACIONES Y RECOMENDACIONES.....	61

9.5 LITERATURA CITADA.....	62
10. PERFILES PROTEICO, ENERGÉTICO Y MINERAL DE CORDEROS PELIBUEY EN PASTOREO ROTACIONAL INTENSIVO DE <i>Panicum maximum</i> cv TANZANIA EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO.....	65
10.1 INTRODUCCIÓN.....	66
10.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	70
10.2.1 Localización del área experimental.....	70
10.2.2 Animales experimentales	70
10.2.3 Alimentación.....	70
10.2.4 Épocas climáticas.....	71
10.2.5 Manejo de la pradera	71
10.2.6 Muestreo y manejo de las muestras	72
10.2.7 Análisis en laboratorio.....	73
10.2.8 Análisis estadístico.....	73
10.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
10.4 CONCLUSIONES, IMPLICACIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
10.5 ANEXOS.....	82
10.6 LITERATURA CITADA.....	83
11. TESTICULAR MORPHOLOGY OF PELIBUEY LAMBS UNDER TWO DIETS IN SUB HUMID TROPICS.....	86
11.1 INTRODUCTION.....	87
11.2 MATERIALS AND METHODS.....	88
11.3 RESULTS	89
11.4 CONCLUSION.....	94
11.5 REFERENCES.....	95
12. EFECTO DE LA DIETA EN LAS INTERACCIONES DE LA EDAD, PESO VIVO Y MEDICIONES TESTICULARES DE CORDEROS PELIBUEY PREPÚBERES.....	96
12.1 INTRODUCCIÓN.....	97
12.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	101
12.2.1 Localización del área experimental.....	101
12.2.2 Animales experimentales	101
12.2.3 Alimentación.....	101
12.2.4 Épocas climáticas	102
12.2.5 Evaluaciones Morfológicas.....	102
12.2.6 Evaluaciones Histológicas.....	103
12.2.7 Evaluaciones endocrinológicas.....	103
12.2.8 Evaluaciones andrológicas.....	104
12.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	105
12.4 CONCLUSIONES E IMPLICACIONES.....	115
12.5 LITERATURA CITADA.....	116
12.6 ANEXOS.....	120
13. DISCUSIÓN GENERAL	122
13.1 Contrastación de hipótesis.....	123
14. CONCLUSIONES GENERALES	126
15. LITERATURA CITADA (CAPÍTULOS 1 AL 7 Y 13).	127

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 8.1. Circunferencia escrotal (CE) para corderos Pelibuey con gemelo hembra (H), macho (M) o sin gemelo (S), alimentados con pasto Tanzania en pastoreo entre los 108 y los 242 días de edad (D).	16
Cuadro 8.2. Peso vivo (PV) para corderos Pelibuey con gemelo hembra (H), macho (M) o sin gemelo (S), alimentados con pasto Tanzania en pastoreo entre los 108 y los 242 días de edad (D).	17
Cuadro 8.3. Volúmen testicular total (VTT) (cm ³) para corderos Pelibuey con gemelo hembra (H), macho (M) o sin gemelo (S), alimentados con pasto Tanzania en pastoreo entre los 108 y los 242 días de edad (D).	19
Cuadro 9.1. Composición bromatológica del alimento balanceado consumido por el grupo de corderos Pelibuey prepúberes con esquema nutricional de pastoreo en pasto Tanzania (<i>P. maximum</i>) más complemento.	29
Cuadro 9.2. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia verde (MV) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete	35
Cuadro 9.3. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia seca (MS) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.....	35
Cuadro 9.4. Materia seca (%MS) en la oferta (O) y rechazo (R) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.....	36
Cuadro 9.5. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia verde (MV) del pasto Tanzania del potrero 3, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.....	38
Cuadro 9.6. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia seca (MS) del pasto Tanzania del potrero 3, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.....	38
Cuadro 9.7. Porcentaje de materia seca (%MS) en la oferta (O) y rechazo (R) del pasto Tanzania del potrero 3, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.....	38
Cuadro 9.8. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia orgánica (MO) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.	40

Cuadro 9.9. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de las cenizas (CEN) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento postdestete.....	40
Cuadro 9.10. Proteína cruda (PC) de la materia seca del pasto Tanzania (<i>P. maximum</i>) a la entrada (E), salida (S) y de la fracción aprovechable (FA) utilizado por corderos Pelibuey.	42
Cuadro 9.11. Fibra detergente neutra (FDN) del pasto Tanzania (<i>P. maximum</i>) a la entrada (E), salida (S) del pastoreo realizado por corderos Pelibuey, así como de la fracción aprovechable (FA) del forraje.	42
Cuadro 9.12. Lignina (LIG) del pasto Tanzania (<i>P. maximum</i>) a la entrada (E), salida (S) del pastoreo realizado por corderos Pelibuey, así como de la fracción aprovechable (FA) del forraje.	43
Cuadro 9.13. Predicciones para ingesta de materia seca (IMS), relación de materia seca (MS) y porcentaje del peso vivo (%PV), peso vivo (PV) y ganancia diaria de peso (GDP), para corderos Pelibuey Prepúberes en dos dietas.	51
Cuadro 9.14. Predicciones para ingesta de materia seca (IMS), relación de materia seca (MS) y porcentaje del peso vivo (%PV), peso vivo (PV) y ganancia diaria de peso (GDP), para corderos Pelibuey Prepúberes en dos épocas climáticas.	51
Cuadro 9.15. Predicción de la ingesta de materia seca actual (IMSA), el consumo de materia seca en la parcela experimental # 3 (CONP3) y la fracción aprovechable de pasto Tanzania (APROV4P) en las cuatro parcelas experimentales.	54
Cuadro 9.16. Predicciones para proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FND) y carbohidratos no estructurales (CNS) en materia seca (%MS) para corderos Pelibuey prepúberes en dos dietas.....	56
Cuadro 9.17. Predicciones para proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FND) y carbohidratos no estructurales (CNS) en materia seca (%MS) y peso vivo (PV) con ganancia diaria de peso (GDP) para corderos Pelibuey prepúberes en dos épocas climáticas.....	56
Cuadro 9.18. Predicciones para el porcentaje digestibilidad (%D) de la materia seca total (MST), fibra detergente neutra total (FNMT) y proteína cruda verdadera (PCV) de la ración, y balance de Nitrógeno (BN) y balance de péptidos (PEP) del rumen, para corderos Pelibuey prepúberes con dos dietas.	57
Cuadro 9.19. Predicciones para el porcentaje (%D) de digestibilidad de la materia seca total (MST), fibra detergente neutra total (FNMT) y proteína cruda verdadera (PCV) de la ración, y balance de Nitrógeno (BN) y balance de péptidos (PEP) del rumen, para corderos Pelibuey prepúberes en dos épocas climáticas.	58

Cuadro 9.20. Predicciones para ingesta de proteína cruda (IPC), ingesta de proteína metabolizable (IPM) de la proteína de la dieta, y costo de la Urea (CU) y energía metabolizable (EMRA), e ingesta de energía metabolizable (IEM) de la ración, para corderos Pelibuey prepúberes en dos dietas.....	58
Cuadro 9.21. Predicciones para ingesta de proteína cruda (IPC), ingesta de proteína metabolizable (IPM) de la proteína de la dieta, costo de la Urea (CU) y energía metabolizable (EMRA), e ingesta de energía metabolizable (IEM) de la ración, para corderos Pelibuey en dos épocas climáticas.	59
Cuadro 9.22. Requerimientos de EM para corderos Pelibuey en crecimiento (kcal/animal/d).	59
Cuadro 10.1. Concentraciones sanguíneas de Proteína total (PT), Albúmina (ALB), Globulinas (GLO), Hematocrito (HTO) y Hemoglobina (HB) en corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional (PR) consumiendo pasto Tanzania y con el mismo pastoreo mas una complementación nutricional (PRC).	74
Cuadro 10.2. Concentraciones sanguíneas de Glucosa (GLU), urea (URE), y colesterol (COL) en corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional (PR) consumiendo pasto Tanzania y con el mismo pastoreo mas una complementación nutricional (PRC).	75
Cuadro 10.3. Concentraciones sanguíneas de Calcio, Fósforo inorgánico, Sodio y Potasio en corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional (PR) consumiendo pasto Tanzania y con el mismo pastoreo mas una complementación nutricional (PRC).	77
Cuadro 10.4. Concentraciones sanguíneas de Magnesio, Cobre y Zinc en corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional (PR) consumiendo pasto Tanzania y con el mismo pastoreo mas una complementación nutricional (PRC).	77
Cuadro 10.5. Concentraciones sanguíneas en corderos Pelibuey, de Proteína total (PT), Globulinas (GLO), Glucosa (GLU), Urea (URE), Calcio y Magnesio, con dinámica asociada a los valores de ITH presentes durante la fase experimental.	80
Table 11.1. Physical parameters of pairs of age matched testes from ram lams fed pasture without protein supplement (RG) and with protein supplement (RGS). Statistical significance between pairs is indicated by letters; significance between groups is indicated by * or ** (p < 0.0001). Seminiferous tubule area (STA), lumen area (LUA), Seminiferous tubule diameter (DST).	93
Cuadro 12.1. Peso vivo (PV), circunferencia escrotal (CE), Volumen testicular (VT) y edad (D) para corderos Pelibuey mantenidos con las dietas de pastoreo rotacional (PR) en Panicum maximum cv. Tanzania, o en pastoreo rotacional con complementación nutricional (PRC) al momento de que se determinó la pubertad histológica en el PRC. Valores promedios de los animales restantes en el grupo experimental PR, durante las épocas de lluvias (LL), nortes (N) y secas (S).	105

Cuadro 12.2. Coeficientes de correlación ($r =$), probabilidad ($p =$) y número de observaciones para peso vivo (PV), volumen testicular total (VTT), circunferencia escrotal (CE) y edad (D) de corderos Pelibuey en desarrollo prepuberal manejados en pastoreo rotacional de <i>P. maximum</i> cv. Tanzania más complementación nutricional.	109
Cuadro 12.3. Coeficientes de correlación ($r =$), probabilidad ($p =$) y número de observaciones para peso vivo (PV), volumen testicular total (VTT), circunferencia escrotal (CE) y edad (D) de corderos Pelibuey en desarrollo prepuberal manejados en pastoreo rotacional de <i>P. maximum</i> cv. Tanzania.....	110
Cuadro 12.4. Concentraciones de testosterona sanguínea al momento de la pubertad en corderos de cuatro razas.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7.1. Esquematación del segundo experimento de la investigación enfocada a conocer cambios e interacciones entre corderos Pelibuey recién destetados y el Pasto Tanzania (<i>Panicum maximum</i>) en pastoreo rotacional intensivo.	11
Figura 8.1. Peso vivo y circunferencia escrotal en corderos Pelibuey durante su desarrollo prepuberal alimentados con pasto Tanzania en pastoreo ($p < 0.001$).	18
Figura 8.2. Volúmen testicular total y circunferencia escrotal en corderos Pelibuey durante su desarrollo prepuberal alimentados con pasto Tanzania en pastoreo ($p < 0.001$).	20
Figura 8.3. Peso vivo y volumen testicular total en corderos Pelibuey durante su desarrollo prepuberal alimentados con pasto Tanzania en pastoreo ($p < 0.001$).	20
Figura 9.1. Temperatura ambiental (TA, °C) y precipitación (Pr, mm) mensual desde agosto del 2004 hasta julio del 2005.	34
Figura 9.2. Humedad relativa (HR, %) mensual desde agosto del 2004 hasta julio del 2005.	34
Figura 9.3. Utilización del pasto Tanzania por corderos Pelibuey en pastoreo rotacional intensivo, durante los diferentes meses del año.	36
Figura 9.4. Contenido de materia seca (MS, %) del pasto Tanzania durante los diferentes meses del año, al momento de ser medida su oferta (O) a la entrada de los animales al potrero y al momento de medir su rechazo (R) a la salida.	37
Figura 9.5. Consumo, oferta y rechazo de la materia seca del pasto Tanzania (<i>P. maximum</i>) en la parcela experimental # 3, durante los diferentes meses del año.	39
Figura 9.6. Contenido de materia seca (MS, %) del pasto Tanzania dado en porcentaje, al momento de ser medida su oferta (O) a la entrada de los animales al potrero y al momento de medir su rechazo (R) a la salida de los mismos animales después de terminar su consumo en la parcela experimental # 3.	39
Figura 9.7. Contenido de materia orgánica (MO) y cenizas (CEN) del pasto Tanzania, al momento de ser medida su oferta (O), su rechazo (R) y su fracción aprovechable (A) después de terminar su consumo en la parcela experimental # 3.	41
Figura 9.8. Porcentaje de proteína cruda (PC) del pasto Tanzania ofertado (Ofe), consumido (Con) y rechazado (Res) por corderos Pelibuey prepúberes, durante los diferentes meses del año.	41

Figura 9.9. Porcentaje de fibra detergente neutra (FDN) del pasto Tanzania a la entrada (E) y salida (S) del pastoreo realizado por corderos Pelibuey prepúberes, así como de la fracción aprovechable del forraje (FA), durante los diferentes meses del año.....	43
Figura 9.10. Porcentaje de lignina (LIG) del pasto Tanzania a la entrada (E) y salida (S) del pastoreo realizado por corderos Pelibuey prepúberes, así como de la fracción aprovechable del forraje (FA), en los diferentes meses del año.....	44
Figura 9.11. Índice de temperatura y humedad (ITH) durante los meses de agosto del 2004 a julio del 2005 para corderos Pelibuey prepúberes.....	46
Figura 9.12. Predicción de la ingesta de materia seca actual (IMSA) individual realizado por corderos Pelibuey prepúberes alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (C), durante los diferentes meses del año.	52
Figura 9.13. Predicción de la ingesta de materia seca actual (IMSA) individual indicada como porcentaje del peso vivo y realizada por corderos Pelibuey prepúberes, alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), en los diferentes meses del año.....	52
Figura 9.14. Peso vivo individual (kg), de corderos Pelibuey prepúberes, alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), durante los diferentes meses del año.	53
Figura 9.15. Promedio de la ganancia diaria de peso (g), de corderos Pelibuey prepúberes, alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), durante los diferentes meses del año.	53
Figura 9.16. Promedio del peso vivo (PV), de corderos Pelibuey prepúberes, y la cantidad de fibra detergente neutro consumida por tales ovinos, expresada como porcentaje de su peso vivo (% PV FND), durante los diferentes meses del año....	54
Figura 17. Predicción de la ingesta de materia seca actual (IMSA), el consumo de materia seca en la parcela experimental # 3 (CONP3) y la fracción aprovechable de pasto Tanzania (APROV4P) en las cuatro parcelas experimentales, para corderos Pelibuey en crecimiento post-destete, durante los diferentes meses del año.....	54
Figura 9.18. Predicción de la ingesta de energía metabolizable individual indicada en megacalorías por día y realizada por corderos Pelibuey prepúberes alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), en los diferentes meses del año.	60

Figura 9.19. Predicción de la ingesta de proteína metabolizable individual indicada en gramos por día y realizada por corderos Pelibuey prepúberes alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), durante los diferentes meses del año.	60
Figura 10.1. Valores de H de los perfiles proteico y energético de corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional consumiendo pasto Tanzania y una complementación nutricional.	76
Figura 10.2. Valores de H de los perfiles proteico y energético de corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional consumiendo pasto Tanzania.	76
Figura 10.3. Valores de H del perfil mineral de corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional consumiendo pasto Tanzania y una complementación nutricional.	78
Figura 10.4. Valores de H del perfil mineral de corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional consumiendo pasto Tanzania.	78
Figura 10.5. Dinámica mensual del índice de temperatura y humedad (ITH) durante la etapa de campo (agosto 2004 – julio 2005) para corderos Pelibuey prepúberes.	79
Figure 11.1. Sections of testes from rams grazed without supplemental feed (C,D) (179 days old) or with protein supplemented feed (A,B) (191 days old) . A & C are stained with H&E, B & D are immunostained with anti-PGP 9.5 to detect spermatogonia.	90
Figure 11.2. Spermatogenesis was only observed in the protein supplemented group (RGS); percentage of seminiferous tubules with dividing cells (FG), round spermatids (RS), elongate spermatids (ES), spermatozoa (SZ) is given for this group.	91
Figure 11.3. Average number of germ cells per tubule cross-section that have migrated to the basal lamina (NBL) or are still centrally located (FBL) in testes of ram lambs with (RGS) and without (RG) protein supplemented feed. Statistical significance is indicated by letters or *, ** between groups. (p < 0.0001).....	92
Figura 12.1. Volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con <i>P. maximum</i> cv. Tanzania y complementación nutricional.	108
Figura 12.2. Volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con <i>P. maximum</i> cv. Tanzania.	108

Figura 12.3. Circunferencia escrotal (CE) en centímetros y peso vivo (PV) en kilogramos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con <i>P. maximum</i> cv. Tanzania y complementación nutricional.	109
Figura 12.4. Circunferencia escrotal (CE) en centímetros y peso vivo (PV) en kilogramos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con <i>P. maximum</i> cv. Tanzania.	111
Figura 12.5. Volumen circunferencia escrotal (CE) en centímetros y volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con <i>P. maximum</i> cv. Tanzania y complementación nutricional.	111
Figura 12.6. Volumen circunferencia escrotal (CE) en centímetros y volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con <i>P. maximum</i> cv. Tanzania.	112
Figura 12.7. Circunferencia escrotal (CE) en centímetros y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con <i>P. maximum</i> cv. Tanzania y complementación nutricional.	113
Figura 12.8. Circunferencia escrotal (CE) en centímetros y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con <i>P. maximum</i> cv. Tanzania.	113
Figura 12.9. Dinámica de las concentraciones plasmáticas de testosterona en corderos Pelibuey en crecimiento y manejados bajo pastoreo rotacional (PR) en <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania y pastoreo rotacional más complementación nutricional (PRC).	114

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que enfrenta la ovinocultura tropical, es la pobre planificación de las actividades que la conforman, a pesar de que las razas utilizadas como la Panza negra y Pelibuey, tienen gran adaptabilidad biológica y rusticidad. Al mismo tiempo, la falta de registros productivos y financieros complica la situación de la ovinocultura tropical, pues impide conocer el grado de independencia o autonomía de la unidad de producción y limita su competitividad (Vilaboa *et al.*, 2006).

Más aún, la gran mayoría de los esquemas de manejo reproductivo cuando existen, se enfocan al manejo de las hembras. El manejo de los machos generalmente se concentra en aspectos de tipo genético, que por consecuencia, involucran sementales que ya cuentan con los indicadores propios de un animal sexualmente maduro, siendo necesarias las evaluaciones a menor edad para elegir prospectos a futuros sementales.

Una manera de calcular dicho desempeño reproductivo, es evaluar a los animales registrando indicadores productivos como peso vivo, edad y circunferencia escrotal a edades prepuberales.

La pubertad en pequeños rumiantes se alcanza entre los 4 a 12 meses, con un peso vivo de más de 30 kg (Galaviz, 2000). El momento de inicio, de la actividad reproductiva, puede ser determinado mediante técnicas de valoración morfológica, fisiológica andrológica (Germán, 2003) e histológica (Domínguez, 1991), tanto individual como grupalmente. Con estas herramientas se puede evaluar el desarrollo sexual de corderos Pelibuey desde el destete hasta la pubertad, mantenidos en diferentes sistemas de manejo alimenticio, utilizando el pastoreo

rotacional y la complementación nutricional en un sistema de producción ovina ubicada en un clima cálido subhúmedo, con el propósito de generar estrategias de manejo acordes al óptimo desempeño de los corderos Pelibuey.

Por lo cual ésta tesis se conforma de 15 capítulos, asignándose el primero a la presente introducción, el segundo al marco teórico-conceptual, el tercero al marco de referencia, el cuarto al problema de investigación, el quinto a los objetivos de la investigación, el sexto a la hipótesis, el séptimo al planteamiento metodológico general. Del capítulo octavo al décimo segundo se incluyen los trabajos realizados para alcanzar los objetivos particulares anteriormente planteados, así entonces, en el capítulo octavo está dedicado al análisis de la influencia del nacimiento sencillo o gemelar sobre las características testiculares de corderos de la raza Pelibuey. El capítulo noveno involucra aspectos nutricionales del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) y la complementación nutricional reflejados en el desempeño animal de los corderos. En el capítulo décimo está contemplado el estudio de la dinámica de los perfiles metabólicos de los ovinos prepúberes alimentados con las dos diferentes dietas. En el capítulo décimo primero se incluye la evaluación del efecto de dos dietas sobre el desarrollo testicular de los corderos Pelibuey prepúberes y el capítulo décimo segundo está destinado a las interacciones de peso vivo y edad con la macromorfología testicular. El capítulo décimo tercero comprende la discusión general y contrastación de hipótesis, el décimo cuarto incluye las conclusiones generales y por último el capítulo décimo quinto se dedica a la literatura citada en los capítulos 1 al 7.

II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

La sustentabilidad, se refiere a un proceso de transformaciones de la sociedad con el objetivo de mejorar las condiciones y relaciones naturales en que se reproduce la humanidad; así, los mecanismos de la sustentabilidad en la agricultura parten del hecho de que los sistemas productivos se enmarcan en ecosistemas (Torres, 2001). En términos ambientales, la sustentabilidad se entiende como el mantenimiento de la productividad y el potencial de un ecosistema usado por los humanos a través del tiempo (Paoletti, 2001), constituyendo así los agroecosistemas. Tales sistemas ecológico-productivos se encuentran conformados principalmente por los subsistemas agrícola y pecuario.

Para lograr una eficiencia reproductiva óptima en el subsistema pecuario, los individuos deben observarse durante toda la vida reproductiva, para establecer actividades calendarizadas que permitan su óptimo empleo dentro de las unidades de producción. En éste sentido, la vida reproductiva de los animales domésticos comienza a planificarse desde la pubertad, debido a que a partir de este momento, y conociendo el origen genético de los animales empleados, se puede estimar el rendimiento productivo y reproductivo del pie de cría a emplear (Lasley, 1982).

Una manera de calcular el desempeño reproductivo, es evaluar a los animales registrando indicadores productivos tales como peso vivo, edad y circunferencia escrotal al momento de alcanzar la pubertad. Considerando que la pubertad es el momento en el cual, un macho joven es capaz de producir la cantidad mínima de espermatozoides viables, necesarios para fecundar a una hembra.

La capacidad reproductiva en los machos ovinos, está determinada por el conjunto complejo de factores internos y externos al animal, como son la raza, las

condiciones ambientales regionales, la disponibilidad nutricional y la calidad de la misma (Woldemeskel *et al.*, 2001), reflejada en la condición corporal y el desempeño reproductivo (Blache *et al.*, 2000) entre otros tantos condicionantes, y que pueden ser estudiados mediante perfiles metabólicos que revelen el grado de estrés, el balance iónico, el nivel nutritivo y el estado fisiológico del animal (Álvarez, 2001).

Analizar todo lo anteriormente descrito, permitirá enriquecer la plataforma científica, que proporcionará información necesaria y actualizada para diseñar estrategias de manejo nutricional y reproductivo, dentro de los sistemas de producción ovina tropical para optimizar las rentabilidades de los capitales empleados en los agroecosistemas en los que están incorporados tales rumiantes.

III. MARCO DE REFERENCIA

A pesar de que los primeros ovinos que llegaron a México fueron introducidos en la península de Yucatán en el siglo XVI, los pequeños rumiantes han sido manejados casi en su totalidad dentro de las regiones templadas del país. La ganadería ovina se caracteriza en la mayoría de las regiones por estar al cuidado y/o propiedad de productores con bajo poder económico, siendo una actividad que lejos de considerarse y motivarse como principal ingreso económico del productor, ha sido considerada una ganadería de ‘pobres’; ésta situación ha existido en el país, desde la época colonial, en la que la ganadería mayor pertenecía exclusivamente a los españoles y únicamente a los indígenas (caciques) se les permitió criar ganado menor (Romero, 1990).

Hasta mediados del siglo pasado llegaron lotes de animales ovinos de pelo a ciertas regiones costeras mexicanas del océano atlántico y mar caribe; tales borregos fueron distribuidos en los rebaños incipientes para mejorar la calidad genética en la ganadería ovina tropical, y por ende, la productividad. Sin embargo, los ovinos manejados en el traspatio de los predios agropecuarios, o a libre pastoreo no mostraron su potencial productivo.

Existen diversos factores que dificultan la toma de decisiones adecuadas en los sistemas de producción para hacer de ésta, una actividad rentable. En este contexto, bajo la visión del estudio de los agroecosistemas, los factores ecológicos, técnicos y socioeconómicos, aunados a los políticos, modifican la permanencia y éxito de los sistemas productivos, entendiéndose así, su propia sustentabilidad.

La ganadería ovina en la zona tropical de México ha cobrado un valor significativo durante la última década, debido a la importante cantidad de corderos que se demanda desde el centro del país para elaborar la barbacoa (Ramírez y Cuellar, 1995) y al mismo tiempo, por la visión de los productores dedicados a otro tipo de actividades agropecuarias por mejorar sus ingresos económicos al diversificar su producción (Piña *et al.*, 1997) o cambiar de giro productivo completamente (Feldman *et al.*, 1997).

Sin embargo, para que la ganadería sea rentable en la actualidad, debe de ser una actividad económica caracterizada por un óptimo control, y no por la sola apropiación de animales, para obtener de ellos beneficios diversos. La producción de ovinos en las zonas tropicales, se considera como una actividad secundaria, e inclusive a nivel de autoconsumo en el sur del centro del estado de Veracruz (Morales, 2003).

En la región huasteca, los ovinos se encuentran en rebaños de subsistencia de menos de veinticinco animales, mientras que para que una unidad de producción pueda ser considerada empresarial, debe de contar con por lo menos 150 vientres (Rojas *et al.*, 2006).

Sin embargo, desde hace algunos años, se ha considerado que ésta actividad pecuaria puede escalar desde la categoría de ahorro familiar, a la de ovinocultura de tipo social y hasta el nivel empresarial (Arteaga, 2003). Aunque de todas maneras, los productores del estrato socioeconómico alto, generalmente prefieren la ganadería bovina (Nuncio-Ochoa *et al.*, 2001).

Otro de los problemas que enfrenta la ovinocultura tropical, en el país, es la pobre planificación de las actividades que la conforman, a pesar de que las razas

utilizadas como la Panza negra y Pelibuey, tienen gran adaptabilidad biológica y rusticidad, los parámetros productivos, como peso al destete y edad al sacrificio, son inferiores a los encontrados en otras latitudes.

El manejo de los machos generalmente se concentra en aspectos de tipo genético, que por consecuencia, involucran sementales que ya cuentan con los indicadores propios de un animal maduro sexualmente.

A pesar de que la mayor proporción de animales que se encuentran en cualquier unidad pecuaria corresponde a hembras, no debe olvidarse que la mitad del aporte genético a la descendencia procreada proviene de los machos y en varias ocasiones solamente es un semental sobre el que recae dicha responsabilidad (Germán, 2003). Por tal razón, en un semental es deseable encontrar características altamente productivas que sean heredables, y características físicas de conformación, rusticidad e interés sexual que garanticen su máximo desempeño reproductivo (Hernández, 1982).

Aspectos reproductivos asociados al evento de la pubertad en carneros han sido estudiados, sin embargo, los trabajos se centran en razas para carne y lana (Bielli *et al.*, 2000) o leche (Belibasaki y Kouimtzis, 2000) en climas templados, o cuando estos estudios se desarrollan en ovinos de la raza Pelibuey, se encuentran relacionados a la estacionalidad reproductiva (Valencia *et al.*, 2005) o se desarrollan con animales adultos (Sosa y Perón, 2002).

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El manejo tradicional de los rebaños ovinos en la mayoría de las unidades de producción, se caracteriza por el pastoreo diurno en potreros con vegetación manejada deficientemente y la estabulación nocturna, y en algunos casos estos animales reciben una complementación nutricional generalmente no balanceada.

Bajo este sistema, tanto las hembras como los machos de todas las edades se mantienen en el mismo lote. Lo anterior conlleva a retardos en el crecimiento y desarrollo de los corderos, debido a la competencia por el alimento con los individuos de mayor tamaño y edad.

De igual manera existe un desorden en el manejo del material genético, presentándose en algunos casos, bajos índices productivos aberrantes, y/o multitud de grupos genéticos en un mismo rebaño.

En los machos, se observa como consecuencia, un retardo en la edad y peso necesarios para alcanzar la pubertad y por consiguiente una condición andrológica que manifestará valores productivos inferiores al óptimo, teniendo baja calidad y duración de la vida reproductiva de los sementales.

Por lo que se desconocen los eventos reproductivos y fisiológicos que se presenten en corderos machos Pelibuey desde el destete hasta la pubertad y la dinámica del pasto Tanzania bajo pastoreo rotacional, de igual forma las variaciones nutricionales de tal forraje durante un año, y el efecto de estos cambios en la respuesta del componente animal, y como consecuencia, no existen las bases científicas para futuros esquemas de manejo zootécnico para ovinos de pelo en pastoreo.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Conocer el desarrollo prepuberal e inicio de la pubertad en términos fisiológicos, histológicos y morfológicos; y , la influencia del tipo de nacimiento en corderos Pelibuey, en los sistemas de manejo nutricional de pastoreo rotacional intensivo en pasto Tanzania y, pastoreo rotacional intensivo en el mismo pasto, mas complementación nutricional.

5.2 Específicos

5.2.1 Determinar las influencia del tipo de nacimiento y sexo del gemelo, sobre la circunferencia escrotal, volumen testicular total y peso vivo en corderos Pelibuey prepúberes.

5.2.2 Conocer la dinámica nutricional del pasto Tanzania y el consumo voluntario de corderos Pelibuey en los sistemas de manejo nutricional de pastoreo rotacional intensivo y, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional a lo largo de un año.

5.2.3 Conocer el efecto de la dieta de pastoreo rotacional intensivo en pasto Tanzania o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional y, la interacción de los factores climáticos de temperatura ambiental y humedad relativa, sobre el desempeño fisiológico reflejado en perfiles energético, proteico y mineral, en corderos Pelibuey prepúberes.

5.2.4 Evaluar el desarrollo histológico testicular en corderos Pelibuey en los sistemas de manejo alimenticio de pastoreo rotacional intensivo y, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional.

5.2.5 Determinar las correlaciones entre edad y peso vivo con las mediciones testiculares, además de las concentraciones plasmáticas de testosterona en corderos Pelibuey prepúberes, en los sistemas de manejo alimenticio de pastoreo rotacional intensivo y, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional.

6. HIPÓTESIS

6.1 General

La edad a la pubertad en términos fisiológicos, histológicos y morfológicos en corderos Pelibuey, bajo dos sistemas nutricionales (Pasto Tanzania en pastoreo rotacional intensivo o, pasto Tanzania en pastoreo rotacional intensivo mas un complemento nutricional es diferente, y se ve influenciada por el tipo de nacimiento.

6.2 Específicas

6.2.1 La circunferencia escrotal, volumen testicular y peso vivo en corderos Pelibuey, están influenciados por el tipo de nacimiento y sexo del gemelo.

6.2.2 La dinámica nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) y el consumo voluntario en corderos Pelibuey en los sistemas de manejo de pastoreo rotacional intensivo o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional, varía a lo largo de un año.

6.2.3 El desempeño fisiológico, evaluado como perfiles energético, proteico y mineral, de corderos Pelibuey, es influenciado por las dietas obtenidas por el pastoreo rotacional intensivo de pasto Tanzania o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional y, la interacción de los factores climáticos de temperatura ambiental y humedad relativa.

6.2.4 El desarrollo histológico testicular de corderos Pelibuey en los sistemas de manejo nutricional de pastoreo rotacional intensivo de pasto Tanzania o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional, es diferente.

6.2.5 Las correlaciones de edad, peso vivo y mediciones testiculares, además de las concentraciones plasmáticas de testosterona en corderos Pelibuey en los sistemas de manejo nutricional de pastoreo rotacional intensivo de pasto Tanzania o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional, son diferentes.

7. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO GENERAL

La investigación experimental se dividió en dos estudios, ambos realizados en el módulo de producción de ovinos del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. El primero considero la medición periódica de la circunferencia escrotal, volumen testicular y peso vivo en corderos Pelibuey alimentados con pasto Tanzania desde octubre de 2003 hasta marzo de 2004 para desafiar la primer hipótesis particular. El segundo experimento se desarrollo en tres fases, a) de agosto 2004 a noviembre del mismo año, b) de diciembre 2004 a marzo 2005 y, c) de abril a julio del mencionado último año. En cada una de las fases, se realizaron una serie de mediciones descritas en la figura 7.1 para desafiar las cuatro hipótesis particulares restantes.

Edad de los animales	75	90	105	120	135	150	165	180	195
Pesaje corporal	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Morfología testicular		X	X	X	X	X	X	X	X
Muestreo histológico		X	X	X	X	X	X	X	X
Endocrinología		X	X	X	X	X	X	X	X
Perfiles metabólicos		X		X		X		X	
Evaluación seminal						X	X	X	X
Muestreo de alimento	X		X		X		X		X
Rotación de potreros	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Figura 7.1. Esquematización del segundo experimento de la investigación enfocada a conocer cambios e interacciones entre corderos Pelibuey recién destetados y el Pasto Tanzania (*Panicum maximum*) en pastoreo rotacional intensivo.

8. CIRCUNFERENCIA ESCROTAL, VOLUMEN TESTICULAR Y PESO VIVO DE CORDEROS PELIBUEY NACIDOS DE GESTACIÓN ÚNICA O GEMELAR, PASTOREADOS EN ZACATE TANZANIA (*Panicum maximum*).

José Manuel Martínez Hernández¹, Eusebio Ortega Jiménez¹, Felipe Gallardo López¹, Ponciano Pérez Hernández¹, Silvia López Ortiz¹, Rodolfo Canseco Sedano².

¹ Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz, ² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Zona Veracruz, Universidad Veracruzana.

 mahejoma@gmail.com

8.1 INTRODUCCIÓN

La alimentación es uno de los principales factores que influye en los índices reproductivos de ovinos, tanto en hembras como en machos (Woldemeskel *et al.*, 2001). En estos últimos el manejo nutricional influye en la circunferencia, peso y grasa escrotal, así como en el peso y volúmen de los testículos (Fourie *et al.*, 2004); repercutiendo directamente en la reproducción de los rebaños ya que los sementales aportan la mitad de la eficiencia reproductiva e información genética del hato (Germán, 2003). Los pequeños rumiantes se caracterizan por su alta prolificidad; en la raza ovina Pelibuey es frecuente la presentación de partos gemelares con sexos indistintos, por lo que es pertinente realizar seguimientos del desarrollo testicular utilizando la circunferencia escrotal (CE) en dichos corderos. Ésta es una variable relevante en el aspecto reproductivo del carnero (Sosa y Perón, 2002), y dado que su heredabilidad es aceptable en varias razas, su empleo ha sido sugerido como criterio en la selección de ovinos (Moraes y Oliveira, 1992). Al mismo tiempo, es necesario considerar el tipo de nacimiento al realizar la selección de los sementales para no discriminar a los corderos de partos múltiples (Matos *et al.*, 1992).

El volumen testicular (VT) y el peso vivo (PV) del animal, también pueden utilizarse en corderos, como preindicadores reproductivos para estimar su desempeño en la vida adulta y como sementales en los rebaños. El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia del tipo de nacimiento y sexo del gemelo, sobre la circunferencia escrotal, volumen testicular total y peso vivo en corderos Pelibuey prepúberes..

8.2 MATERIALES Y MÉTODOS

8.2.1 Localización del área experimental

La investigación se realizó durante el período de octubre del 2003 a marzo del 2004 en las instalaciones del módulo ovino del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz, ubicado en las coordenadas 19° 11' 45" Latitud Norte y 96° 19' 03" Longitud Oeste (GPS 12, Garmin Internacional Inc.), con un clima cálido subhúmedo (Aw_1) con lluvias en verano (García, 1988).

8.2.2 Animales experimentales

Durante 134 días se utilizó un lote de corderos Pelibuey ($n=25$) con 108 ± 6 días de edad (D) y 10.6 ± 2.2 kg de peso vivo (PV), destetados a los 80 ± 6 D, y asignados a uno de tres grupos de acuerdo al tipo de nacimiento: corderos con gemelo hembra (grupo H, $n=6$); con gemelo macho (grupo M, $n=11$) y grupo S sin gemelo ($n=8$).

8.2.3 Manejo de la pradera

Los animales se alimentaron con pasto Tanzania (*Panicum maximum*) bajo el sistema de pastoreo rotacional, con una carga animal de 0.7 UA ha^{-1} . El tiempo de descanso de la pradera se manejó con intervalos de descanso de 30 a 40 días y 5 de ocupación. A las praderas se les aplicó riego por gravedad semanalmente hasta observar capacidad de campo en el suelo y se fertilizó al inicio del experimento con 82 kg de N y 46 kg de P por hectárea en una sola aplicación. El pastoreo fue diurno durante 8 horas todos los días del experimento. Posteriormente los corderos permanecieron en un mismo corral durante la tarde y noche con libre acceso al agua de beber.

8.2.4 Mediciones

Los datos correspondientes al PV, CE y VTT se registraron durante los D 108, 123, 136, 167, 200 y 242 en promedio, en los tres grupos. El período experimental fue de 134 días.

La CE se midió con cinta métrica de polietileno flexible graduada en centímetros. El VT se calculó con base a las mediciones del eje mayor y eje menor de cada testículo, obtenidas con la ayuda de un Vernier en escala métrica decimal. Las lecturas se llevaron hasta décimas de centímetro; posteriormente, los valores finales se calcularon de acuerdo a Steger y Wrobel (1994) para cada testículo, teniendo como objetivo final, registrar VT total (VTT) proveniente de la suma de ambas gónadas.

El PV de todos los corderos, se obtuvo utilizando una báscula deslizable con piso fijo y con capacidad máxima de 250 kg. Los pesajes se realizaron a las 08:00 h de los días indicados, antes de que salieran a pastorear los corderos.

8.2.5 Análisis estadístico

A las variables de respuesta PV, VTT y CE entre los tres grupos y los seis muestreos, se les realizó análisis de la varianza en Comparación Múltiple de Medias por la prueba SNK. Para las comparaciones entre las variables dentro de cada grupo a través del tiempo, se utilizaron medias ajustadas. Regresiones no lineales fueron aplicadas entre las variables PV, VTT y CE. Todos los análisis fueron realizados con el procedimiento GLM del programa para análisis estadístico SAS (SAS, 2005).

8.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.3.1 Circunferencia escrotal

La CE analizada a lo largo del tiempo, únicamente mostró diferencias significativas hasta la última medición general con un promedio de 15.82 ± 3.77 cm en el D 242 con respecto a todas las anteriores ($p < 0.001$), que permanecieron solo con tendencias al incremento; este comportamiento se presentó dentro de cada grupo de corderos (Cuadro 8.1). Lo anterior concuerda con estudios donde se han encontrado los mayores incrementos en los índices testiculares entre los 7 y 10 meses de edad en corderos Awassi (Salhab *et al.*, 2001).

Cuadro 8.1. Circunferencia escrotal (CE) para corderos Pelibuey con gemelo hembra (H), macho (M) o sin gemelo (S), alimentados con pasto Tanzania en pastoreo entre los 108 y los 242 días de edad (D).

D	CE (cm)		
	H a	M a	S a
108	9.55 ± 1.30 a	9.57 ± 1.79 a	11.03 ± 2.63 a
123	9.80 ± 1.34 a	9.91 ± 1.54 a	10.75 ± 3.20 a
136	10.50 ± 1.76 a	10.41 ± 2.03 a	11.00 ± 3.73 a
167	10.67 ± 3.77 a	10.23 ± 2.48 a	11.50 ± 4.31 a
200	10.75 ± 2.67 a	10.09 ± 2.24 a	11.00 ± 3.54 a
242	14.92 ± 3.05 b	15.82 ± 4.05 b	16.50 ± 4.16 b

Medias ajustadas \pm Desviación Estándar.

Literales distintas entre renglones por columna, indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Literales iguales entre cabezas de columna, no indican diferencia estadística ($p > 0.05$).

La CE entre grupos, fue muy similar durante el período experimental sin diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en los períodos de muestreo. El tipo de nacimiento no afecta la longitud y ancho de los testículos a 6, 8, y 10 meses de edad en corderos de varias razas con crianza artificial y mantenidos bajo ambiente controlado (Shrestha *et al.*, 1983), y tampoco afecta el crecimiento testicular (Salhab *et al.*, 2001). Así, las diferencias testiculares entre animales procedentes de diferentes tipos de nacimiento pueden ser debidas primeramente al tipo de crianza de los corderos. Sin embargo, se ha encontrado que los corderos

Rambouillet de nacimiento múltiple, presentan menor CE que los de nacimiento sencillo desde los 90 hasta los 180 D (Matos *et al.*, 1992); sin embargo, la diferencia entre los tipos de nacimiento disminuye al incrementarse la edad. Al modelar el efecto del PV sobre CE, se ha observado (Matos *et al.*, 1992) que la mayoría de las diferencias en CE debidas al tipo de nacimiento, son mediadas mayormente por el PV. Por otro lado, algunas investigaciones (Fogarty *et al.*, 1980; Purvis, 1986) han reportado efectos significativos del tipo de nacimiento sobre mediciones testiculares en corderos.

Cuadro 8.2. Peso vivo (PV) para corderos Pelibuey con gemelo hembra (H), macho (M) o sin gemelo (S), alimentados con pasto Tanzania en pastoreo entre los 108 y los 242 días de edad (D).

D	PV (kg)		
	H a	M a	S b
108	10.17 ± 1.08 a	9.77 ± 2.14 a	12.25 ± 2.20 a
123	11.25 ± 1.12 a	11.14 ± 2.47 ab	13.13 ± 2.38 a
136	11.67 ± 0.99 a	11.36 ± 2.39 ab	13.50 ± 2.47 a
167	12.50 ± 1.14 a	12.27 ± 2.74 b	14.13 ± 2.66 a
200	12.25 ± 1.21 a	12.14 ± 2.56 b	14.00 ± 2.80 a
242	16.75 ± 1.80 b	16.09 ± 3.39 c	17.75 ± 3.59 b

Medias ajustadas ± Desviación Estándar.

Literales distintas entre renglones por columna, indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Literales iguales entre cabezas de columna, no indican diferencia estadística ($p > 0.05$).

8.3.2 Peso vivo

El PV difirió entre los tres grupos experimentales durante el tiempo de investigación, siendo el grupo S el que mantuvo siempre los valores más altos (Cuadro 8.2). El PV promedio de los tres grupos, observado en el presente estudio fue de 16.78 ± 3.13 kg en el D 242, lo cual difiere de lo encontrado por otros autores (González *et al.*, 2003) al estudiar el crecimiento de corderos Pelibuey alimentados exclusivamente por pastoreo sobre *Digitaria decumbens* o *Panicum maximum* en trópico seco. En dicho estudio, el PV de 30.0 ± 0.84 kg para machos

provenientes de parto sencillo o gemelar a los 240 D destetados entre los 3 a 4 meses de edad. La ganancia diaria de peso (GDP) fue de 45.67 g durante el período experimental (108 a 242 D), valor que es menor a los 72.55 g para GDP en corderos Pelibuey alimentados únicamente por pastoreo de zacate *Dichanthium caricosum*, a razón de seis cabezas por ha como mejor tratamiento (Ponce *et al.*, 1997).

Otros investigadores han reportado para borregos Pelibuey, una GDP de 145 ± 5 g en 112 días de experimentación (Oliva y Vidal, 1997). Los animales tenían una D con 159 ± 2 d y 23.6 ± 0.4 kg de PV al inicio del experimento, fueron mantenidos en *Cynodon plectostachyus*, complementados con un complemento de 14.5 % de PC e implantados con Zeranol. Más recientemente (Loya *et al.*, 2003), otros autores reportaron ganancias de 158.5 ± 29.9 g para GDP para la misma raza.

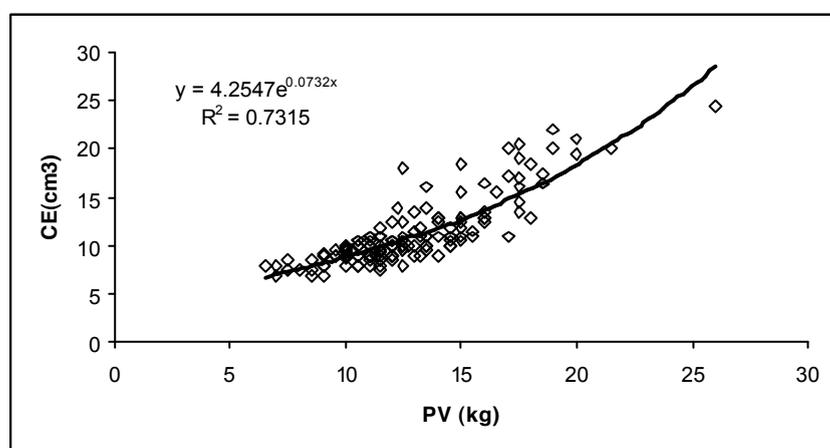


Figura 8.1. Peso vivo y circunferencia escrotal en corderos Pelibuey durante su desarrollo prepuberal alimentados con pasto Tanzania en pastoreo ($p < 0.001$).

Se encontró un alto grado de influencia ($R^2 = 0.73$, $p < 0.001$) entre las variables PV y CE (Figura 8.1), indicando que a mayor peso de los corderos la CE es mayor, tal como se ha encontrado (Morón *et al.*, 2003) en corderos Menz ($r = 0.83$ a 0.85 ;

p<0.001) y en corderos Rambouillet ($r= 0.55$; $p<0.05$) (Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992).

Al utilizar dietas balanceadas tanto en proteína como para energía (Loya *et al.*, 2003), encontraron valores para CE y PV finales de 26.51 ± 2.23 cm y 30.27 ± 4.37 kg respectivamente, para corderos de varias razas incluyendo la raza Pelibuey.

Los bajos índices productivos y reproductivos encontrados en el presente trabajo son atribuibles a la ingesta nutricional, la cual se sugiere está por debajo de los requerimientos para los animales según su estado fisiológico, tanto en cantidad como en calidad; sugiriéndose realizar ajustes en la composición de la dieta para los siguientes trabajos relacionados con el tema.

Cuadro 8.3. Volúmen testicular total (VTT) (cm^3) para corderos Pelibuey con gemelo hembra (H), macho (M) o sin gemelo (S), alimentados con pasto Tanzania en pastoreo entre los 108 y los 242 días de edad (D).

D	VTT		
	H a	M a	S a
108	6.32 ± 3.00 a	7.68 ± 4.61 a	11.68 ± 14.06 a
123	6.34 ± 5.71 a	7.59 ± 4.88 a	16.01 ± 29.52 a
136	9.76 ± 10.72 a	9.51 ± 7.76 a	17.78 ± 32.06 a
167	11.79 ± 20.54 a	9.64 ± 11.05 a	19.93 ± 43.46 a
200	9.69 ± 13.98 a	7.20 ± 6.31 a	13.84 ± 24.39 a
242	28.92 ± 28.29 a	37.71 ± 25.58 b	44.01 ± 46.34 b

Medias ajustadas \pm Desviación Estándar.

Literales distintas entre renglones por columna, indican diferencia estadística ($p<0.05$).

Literales iguales entre cabezas de columna, no indican diferencia estadística ($p>0.05$).

8.3.3 Volumen testicular Total

El VTT difirió entre los tres grupos experimentales a través del tiempo, siendo el grupo S el que mantuvo siempre los valores más altos (Cuadro 8.3). El mayor desarrollo registrado para este grupo experimental, puede atribuirse a la nula o escasa competencia de la leche por algún otro cordero, lo que conlleva a un mejor

desarrollo corporal del animal lactante, aunque siempre sujeto a la habilidad materna de la borrega.

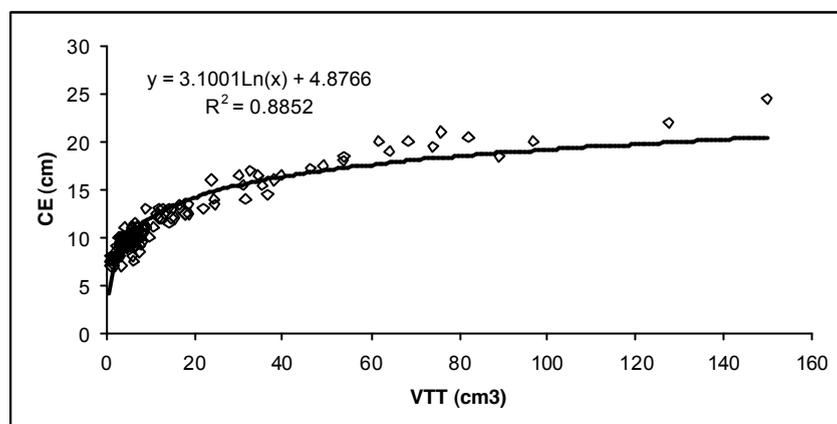


Figura 8.2. Volúmen testicular total y circunferencia escrotal en corderos Pelibuey durante su desarrollo prepuberal alimentados con pasto Tanzania en pastoreo ($p < 0.001$).

El grado de dependencia entre las variables fue mayor ($p < 0.0001$) entre VTT y CE ($R^2 = 0.88$; Figura 8.2), con respecto a VTT y PV ($R^2 = 0.62$; $p < 0.0001$; Figura 8.3).

Estos valores son similares a las reportadas en la investigación realizada en corderos Corriedale con 18 meses de edad en Uruguay, con $r = 0.94$ para peso testicular y circunferencia escrotal, y un valor de $r = 0.51$ entre peso testicular y peso vivo (Bielli *et al.*, 2000).

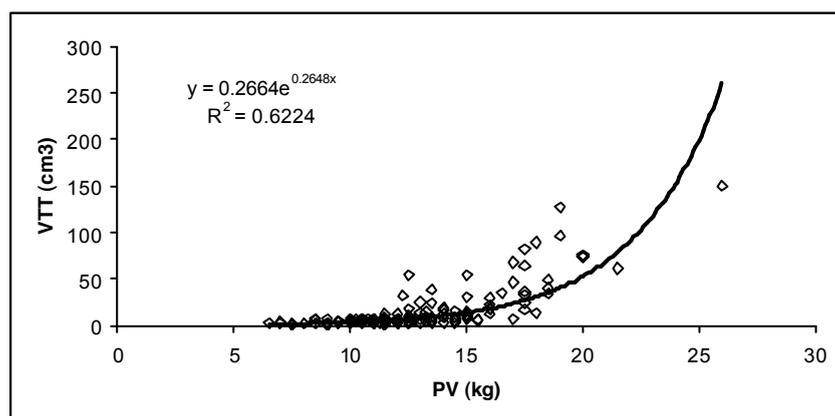


Figura 8.3. Peso vivo y volumen testicular total en corderos Pelibuey durante su desarrollo prepuberal alimentados con pasto Tanzania en pastoreo ($p < 0.001$).

8.4 CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El tipo de gestación o el sexo del gemelo de los corderos, no influenció las características testiculares en corderos Pelibuey de hasta ocho meses de edad alimentados exclusivamente con pasto Tanzania. Los cambios en el peso vivo fueron diferentes, tanto por tipo de gestación como por sexo del gemelo. La utilización de pastos tropicales para la nutrición de corderos en las zonas cálidas debe de revalorarse cuando se pretendan utilizar como ingrediente único, ya que probablemente no contribuyen con un adecuado desarrollo de las características reproductivas de aquellos animales prospectos a ser sementales. Por tanto, deben de considerarse estrategias de alimentación que ayuden a mostrar el potencial genético de tales corderos.

8.5 LITERATURA CITADA

- Bielli A, Gastel MT, Pedrana G, Moraña A, Castrillejo A, Lundeheim N, Forsberg M, Rodriguez-Martinez H.** 2000. Influence of pre- and post-pubertal grazing regimes on adult testicular morphology in extensively reared Corriedale rams. *Animal Reproduction Science* (58) 73-86.
- Fogarty NM, Lunstra DD, Young LD, Dickerson GE.** 1980. Breed effects and heritability of testis measurements in sheep [abstract]. *Journal of Animal Science*. 51(Suppl 1):1171.
- Fourie PJ, Schwalbach LM, Naser FWC, Van der Westhuizen C.** 2004. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Dorper rams managed under intensive and extensive conditions. *Small Ruminant Research* (54):53-59.
- García E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Germán ACG.** 2003. Evaluación Andrológica del Carnero. III Curso Internacional de fisiología de la Reproducción en rumiantes. Universidad de Chapingo, Depto. de Zootecnia. Pp 27-40.
- González RA, Martínez BI, Chávez FJA, Loya HFM, Lucero MFA.** 2003. Efecto del tipo de energía en la dieta sobre el comportamiento productivo en corderos de razas de pelo. XII Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO. Memoria electrónica.
- Loya HFM, Martínez BI, Chávez FJA, Vázquez AJF, Cienfuegos REG, Martínez GJC, González RA.** 2003. Efecto del tipo de energía en la dieta sobre el comportamiento productivo en corderos de razas de pelo. XII Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO. Memoria electrónica.
- Matos CAP, Thomas DL, Nash TG, Waldron DF, Stookey JM.** 1992. Genetic Analyses of Scrotal Circumference Size and Growth in Rambouillet Lambs. *Journal of Animal Science* (70):43-50.
- Moraes JCF, de Oliveira NM.** 1992. Heritability of scrotal circumference in Corriedale rams. *Small Ruminant Research* 8:(1-2) 167-170.
- Morón CFJ, Ochoa CMA, Trejo GA, Díaz GMA, Mandeville PB.** 2003. Correlación entre peso y edad a la pubertad, desarrollo testicular y características seminales en corderos Rambouillet. XII Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO. Memoria electrónica.
- Mukasa-Mugerwa E, Ezaz Z.** 1992. Relationship of testicular growth and size to age, body weight and onset of puberty in Menz ram lambs. *Theriogenology* 38 (5):979-88.

- Oliva HJ, Vidal BA.** 1997. Finalización de Borregos Pelibuey Implantados con Zeranol. XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz, Veracruz, México. p63.
- Ponce I, Sánchez T, Fonseca N, Miranda O, Aguilar J, Capote J.** 1997. Efecto de la carga y la época del año en la ganancia de peso vivo de ovinos alimentados con pasto natural *Dichanhium caricosum*. Universidad de Colima. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 6(1):41-43.
- Purvis IW.** 1986. Phenotypic and genetic variation in male morphological reproductive traits. [doctoral thesis]. Amidale, New South Wales, Australia: University of New England.
- Salhab SA, Zarkawi M, Wardeh MF, Al-Masri MR, Kassem R.** 2001. Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing Awassi ram lambs. *Small Ruminant Research* (40): 187-191.
- SAS.** 2005. SAS 9.0 User's Guide: Statistics. Cary NC, USA.
- Shrestha JNB, Fiser PS, Langford GA, Heaney DP.** 1983. Influence of breed, birth date, age and body weight on testicular measurements of growing rams maintained in a controlled environment. *Canadian Journal of Animal Science* (63):335.
- Sosa D, Perón N.** 2002. Efecto de la época del año en algunas medidas testiculares en carneros Pelibuey. XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba.
- Steger K, Wrobel KH.** Immunohistochemical demonstration of cytoskeletal proteins in the ovine testis during postnatal development. *Anatomy and Embryology*. 1994;189(6):521-530.
- Woldemeskel M, Tegegne Azage, Umunna NN, Kaitho RJ, Tamminga S.** 2001. Effects of *Leucaenna pallida* and *Sesbania sesban* Supplementation on Testicular Histology of Tropical Sheep and Goats. *Animal Reproduction Science* (67):253-265.

9. DINÁMICA DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO TANZANIA PARA CORDEROS PELIBUEY EN PASTOREO ROTACIONAL INTENSIVO.

José Manuel Martínez Hernández¹, Eusebio Ortega Jiménez¹, Francisco Indalecio Juárez Lagunes², Maribel Montero Lagunes², Carlos Olgún Palacios¹, Maria del Carmen Álvarez Ávila¹, Eduardo Guillermo Canudas Lara³.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. ²Laboratorio de Nutrición Animal, Campo Experimental “La Posta”. INIFAP–CIRCOG–SAGARPA. ³Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Zona Veracruz, Universidad Veracruzana.

 mahejoma@gmail.com

Ponencias derivadas de este capítulo:

“Dinámica de la calidad nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) para corderos Pelibuey en pastoreo rotacional intensivo”, en:

XIII CONGRESO BIENAL AMENA, Dr. José Alberto Rivera Brechu. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. 24 Octubre, 2007. World Trade Center. Boca del Río, Veracruz, México.

“Evaluación nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) para corderos Pelibuey en crecimiento utilizando el CNCPS-S”, en:

XX Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Veracruz 2007. 19 al 21 Noviembre, 2007. World Trade Center. Boca del Río, Veracruz, México.

9.1 INTRODUCCIÓN

La ganancia diaria de peso por animal y la carga animal, dependen del rendimiento y de la calidad del forraje ofrecido a los animales, por lo que la producción por hectárea se favorece al implantar un mejor sistema de aprovechamiento del forraje ofrecido. Así, el pastoreo rotacional consiste en la utilización calendarizada de una pradera, generalmente establecida por eliminación de vegetación no deseada, con el consecuente incremento de la población vegetal de interés, o por la introducción y establecimiento de pastos y/o leguminosas, ya sea nativas o mejoradas. Las forrajeras denominadas tropicales o de carbono 4 (C4), también llamadas megatérmicas, se caracterizan por tener en general, crecimiento explosivo durante el ciclo húmedo, y detenerlo completamente durante el período de bajas temperaturas. Entre éstas forrajeras se encuentra el pasto Tanzania, que es un cultivar mejorado de Guinea o Privilegio (*Panicum maximum* Jacq.) (SNITT, 2006), también registrado como *Urochloa maxima* (Jacq.) R. Webster, *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs (CONABIO, 2007), cuya elevada calidad nutricional lo ubica como una de las gramíneas forrajeras tropicales más nutritivas que existen, por su abundante producción de hojas (80 % de la planta) de elevada calidad nutritiva y excelente digestibilidad con producciones de materia verde entre 70 y 80 t¹ ha⁻¹ año⁻¹, con materia seca de 20 a 25 t¹ ha⁻¹ año⁻¹ y un contenido de proteína cruda entre 12 y 15 % (SNITT, 2006). Se supone que el Guinea se introdujo en América tropical desde África (McVaugh, 1983) y en nuestro país ha sido registrado en Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís

Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (McVaugh, 1983; Villaseñor y Espinosa, 1998).

El cultivar Tanzania proviene de la región cercana a Korogwe, Tanzania, localizada en los 5.15°S, 38.48°E, con una altitud de 300 m, y con precipitación de 1,050 mm. Tiene una producción de hojas, semillas y ganancia de peso vivo/ha/año, de un 80, 40 y 37%, más alta que el Guinea común, respectivamente. Este cultivar fue liberado en Brasil en 1990 (Cook *et al.*, 2005).

Sin embargo, de manera general, uno de los factores limitantes de las gramíneas tropicales es su bajo contenido de proteína y baja digestibilidad lo cual influye negativamente en el consumo y por ende en la producción animal. La calidad del forraje está asociada con el estado de crecimiento de la planta, el tipo de planta y los factores del medio ambiente. Ninguna especie de planta mantiene todo el año los nutrientes que son requeridos por los animales en pastoreo, especialmente los requerimientos para crecimiento y reproducción (Pirela, 2005).

El manejo agronómico del pastizal puede incluir la fertilización y riegos de auxilio en épocas críticas. Éste sistema de alimentación para los rumiantes también puede ser programado de acuerdo al tipo y especie de forraje, el grado de recuperación desde el pastoreo anterior, y hasta la etapa fisiológica de los animales por alimentar.

El pastoreo rotacional tiene como objetivo, optimizar los recursos forrajeros y sus efectos se manifiestan al hacer la división de potreros y proporcionar los días de descanso adecuados para el tipo de vegetación utilizada. Estudiando este objetivo Alarcón *et al.* (1999), encontraron que con manejo rotacional intensivo las áreas de pastoreo con gramas nativas pudieron soportar casi el doble de carga animal

que las áreas con pastoreo continuo. Al realizarse pastoreo rotacional, se promueve la acumulación de material muerto cuando los períodos de descanso son muy largos con lo que respecta al equilibrio entre el forraje ofertado y el consumo realizado por los animales (Hernández-Mendo *et al.*, 2000). Por el contrario, la presión de pastoreo en sistemas rotacionales con cargas animales entre 2 y 3.2 UA ha⁻¹, llega a modificar la supervivencia del material vegetal, ya que el pisoteo incrementa notablemente la mortalidad de las plantas (Ascencio *et al.*, 2005).

Pasando al comportamiento productivo de los rumiantes alimentados dentro de este tipo de sistema de pastoreo, cuando existe una oferta de forraje que coincida o sobrepase los requerimientos nutricionales o alcance la saciedad física de los animales, su ganancia de peso no se verá modificada aún cuando las cargas de asignación sean diferentes en pastoreos rotacionales (Hernández-Mendo *et al.*, 2000). Por el contrario, cuando la oferta forrajera está compuesta por diferentes materiales vegetales tales como gramíneas, hierbas y arbustos y las cargas animales son altas, se puede inducir a los animales a modificar su selección de la dieta (Chávez *et al.*, 2000) para hacer una mejor utilización del sistema.

En la presente investigación, se tuvo como objetivo conocer la dinámica nutricional del pasto Tanzania y el consumo voluntario de corderos Pelibuey en los sistemas de manejo nutricional de pastoreo rotacional intensivo y, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional a lo largo de un año .

9.2 MATERIALES Y MÉTODOS

9.2.1 Localización del área experimental

La investigación se realizó desde el mes de Agosto del 2004 hasta Julio del 2005 en las instalaciones del módulo ovino del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz, ubicado en las coordenadas 19° 11' 45" Latitud Norte y 96° 19' 03" Longitud Oeste (GPS 12, Garmin Internacional Inc.), con un clima cálido subhúmedo (A_{w1}) con lluvias en verano (García, 1988).

9.2.2 Animales experimentales

Se utilizaron 48 corderos machos Pelibuey clínicamente sanos con 76.6 ± 3.0 días de edad y $12.7 \pm 1.9 \text{ kg}^{-1}$ de peso vivo, provenientes de parto sencillo o doble con gemelos de cualquier sexo. Estos corderos se obtuvieron del módulo de producción de ovinos del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Los corderos se asignaron al azar en uno de 6 grupos ($n=8$), de acuerdo al sistema de alimentación dentro de cada época del año estudiada. El peso vivo de los corderos fue registrado cada 15 días desde el día 75 de edad hasta el momento en que se determinó la aparición de la pubertad en los corderos de cualquier grupo con el auxilio de técnicas histológicas y/o andrológicas.

9.2.3 Alimentación

Tres de los grupos formados para cada una de las épocas climáticas del año (lluvias, nortes y sequía) estuvieron bajo pastoreo rotacional en zacate Tanzania (*Panicum maximum*) con períodos de descanso de la pradera de 21 días, sin complementación alimenticia y los otros 3 grupos, se mantuvieron bajo las mismas condiciones pero complementados con un concentrado comercial para corderos,

conteniendo un 15 % de proteína cruda como mínimo (Cuadro 9.1), y ajustándose su oferta al 1.5% del peso vivo registrado en los pesajes quincenales durante las tres épocas climáticas.

Cuadro 9.1. Composición bromatológica del alimento balanceado consumido por el grupo de corderos Pelibuey prepuberes con esquema nutricional de pastoreo en pasto Tanzania (*P. maximum*) más complemento.

%	Base seca	Base húmeda
Proteína cruda	17.41	15.31
Grasa cruda	2.15	1.89
FND	34.03	29.95
SDN	65.97	58.05
Materia orgánica	88.45	77.84
Cenizas	11.55	10.16

9.2.4 Épocas climáticas

Para el año 2004 se utilizaron los animales provenientes de los destetes realizados en los meses de Julio y Noviembre (épocas de lluvia y nortes), para el 2005 se utilizaron los corderos destetados en Marzo (época de sequía).

9.2.5 Manejo de la pradera

Los animales se alimentaron con Pasto Tanzania (*Panicum maximum*) bajo el sistema de pastoreo rotacional, con una carga animal momentánea promedio de 21.3 ± 5.0 UA ha⁻¹. El tiempo de descanso de la pradera se manejó con intervalos de descanso de 21 días y 7 de ocupación, por lo tanto, se utilizaron cuatro secciones de pradera con 225 m² cada una, conteniendo 18 surcos de 15 m lineales cada una. Al final de cada pastoreo semanal se realizó un corte de limpieza, a todo el material vegetal por arriba de los 20 cms del suelo, para homogeneizar el crecimiento destinado al siguiente ciclo (Radrizzani y Perotti, 2004). A cada sección se le fertilizó al inicio de cada período de descanso a razón

de 100 kg⁻¹ de N por hectárea por época del año, en aplicación sólida durante la temporada de lluvias. Para las temporadas de nortes y sequía, se les aplicaron riego de auxilio por aspersión a razón de 4 ± 1 veces por ciclo de pastoreo y se ferti-irrigaron con la misma dosis de N en la primera aspersión de cada ciclo. El pastoreo fue diurno y se realizó a lo largo de 8 horas durante todos los días del experimento, entre las 0700 y las 1500 hrs. En el tiempo restante, los corderos permanecieron en corrales separados dependiendo de la ausencia o presencia de la complementación nutricional, permaneciendo durante la tarde y noche con libre acceso al agua de beber.

9.2.6 Muestreo y manejo de las muestras

El material vegetal que se encontrara por arriba de los 20 cm desde la superficie del suelo, en una longitud de surco de 50 cm de fue colectado antes de la entrada de los animales en el día del inicio del pastoreo y de la misma forma a la salida de los animales en el día de finalización del pastoreo por cada ciclo dentro de cada sección de pradera. Este procedimiento se repitió semanalmente durante las tres épocas de estudio. El total del material vegetal colectado fue pesado en balanza granataria y sus valores registrados para poder estimar la producción de biomasa. Cada muestra fue depositada en bolsas de papel e identificada por fecha, número de sección y momento de entrada o salida de la ocupación. Las bolsas fueron colocadas inmediatamente en estufa de aire caliente a 60°C por 48 hrs. Seguido a esto, el material vegetal colectado fue nuevamente pesado y por la consiguiente pérdida de humedad se estimo el rendimiento de materia seca correspondiente. Todas las muestras destinadas al análisis químico, fueron desintegradas en un

molino de Wiley con criba de 1 mm y posteriormente fueron refrigeradas a 4°C hasta su procesamiento en el laboratorio.

9.2.7 Análisis en laboratorio

Las variables analizadas en este trabajo fueron inicialmente consideradas en porcentaje de composición de la materia seca proveniente de la sección tres de la pradera por considerarla como representativa de todo el sistema. Se analizaron paredes celulares por fibra neutro detergente (FDN) y fibra ácido detergente (FDA) para obtener los valores de celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice. Los contenidos celulares fueron considerados al determinar la fracción soluble detergente neutra.

Los análisis fueron complementados mediante la determinación de proteína cruda por digestiones ácida y alcalina; el extracto etéreo por arrastre con solventes; cenizas por incineración a 550°C y materia orgánica por diferencia de calcinación.

Todos los procedimientos empleados fueron realizados de acuerdo a Tejeda (1992), y realizados en las instalaciones del Laboratorio de Nutrición Animal del Campo Experimental “La Posta”, perteneciente al INIFAP de la SAGARPA; a excepción de la determinación de extracto etéreo y cenizas realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Unidad de Diagnóstico de la Posta Zootécnica “Torreón del Molino”, perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, Zona Veracruz.

9.2.8 Análisis estadístico

Las variables de respuesta se evaluaron por análisis de varianza en un arreglo factorial 2 x 4 con dos grupos alimentación (suplementados vs. No suplementados) y cuatro épocas del año (Lluvias tempranas, lluvias tardías, invierno y secas). Para las comparaciones entre las variables dentro de cada grupo y época, se utilizaron medias ajustadas. Los contrastes entre las medias se compararon con la prueba de SNK de rango múltiple asignando una $p=0.05$ para detectar diferencias significativas. Los análisis antes mencionados, se encuentran dentro del procedimiento GLM del programa para análisis estadístico SAS 9.0 (2005).

9.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura ambiental y la humedad relativa, asociadas con la precipitación pluvial sirvieron de criterio para clasificar las épocas del año. De esta manera los meses de Junio, Julio, Agosto (Lluvias tempranas) representan la estación con alta temperatura, alta precipitación, y alta humedad. Los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre (Lluvias tardías) representa la época de mediana temperatura, mediana precipitación, y mediana humedad. Diciembre, Enero y Febrero (secas temprana) reflejan baja temperatura, baja precipitación, y alta humedad. Marzo, Abril y Mayo (secas tardía) son críticos con alta temperatura, baja precipitación, y baja humedad. La combinación de estos factores (Figuras 9.1 y 9.2) definieron en gran medida la oferta y la calidad del forraje a lo largo del año, así como también influyeron sobre los requerimientos de energía para mantenimiento de los ovinos.

Los procesos bioquímicos y fisiológicos básicos relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en las plantas están influenciados por la temperatura. No todas las especies de pastos tienen el mismo valor óptimo de temperatura para el cumplimiento de estas funciones. Cuando este valor óptimo es superado, los pastos utilizan mecanismos estructurales para reducir los efectos de estrés por altas temperaturas, como es el aumento del contenido de la pared celular, en especial de la lignina, la cual reduce de forma muy marcada la digestibilidad y la calidad de los pastos (Pirela, 2005).

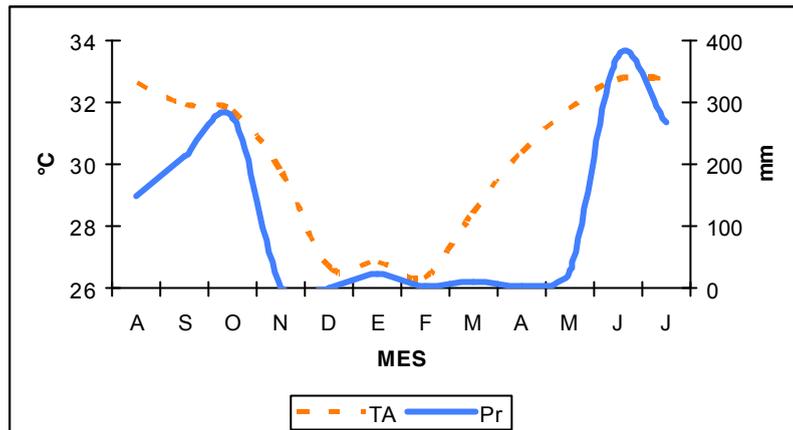


Figura 9.1. Temperatura ambiental (TA, °C) y precipitación (Pr, mm) mensual desde agosto del 2004 hasta julio del 2005.

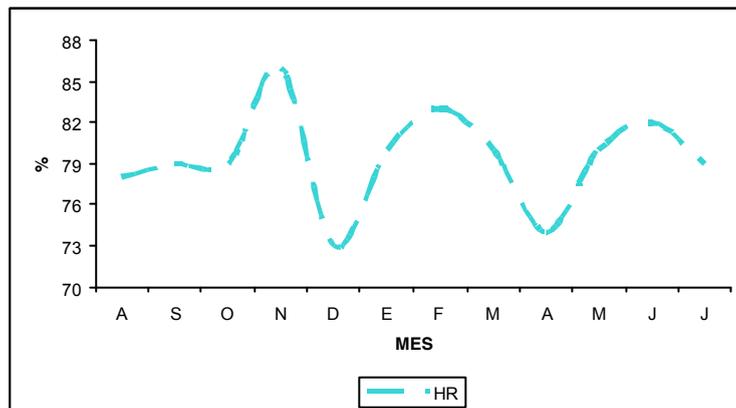


Figura 9.2. Humedad relativa (HR, %) mensual desde agosto del 2004 hasta julio del 2005.

Por lo tanto, al observar los rendimientos de forraje verde del pasto Tanzania en las cuatro parcelas experimentales, resalta el hecho de que aunque la oferta de forraje fue mayor en las dos épocas de lluvias, la parte aprovechable siempre fue la misma. Es decir, el rechazo de forraje aumenta cuando hay mayor disponibilidad (Cuadro 9.2). Esta observación se refuerza con la Figura 9.3, en la que se aprecia paralelismo en las tendencias del forraje ofertado y rechazado y una constancia en el forraje aprovechado por los ovinos. Es probable que los ovinos hayan tenido oportunidad de seleccionar el forraje más succulento durante

las épocas de lluvia, y que durante las épocas de secas no tuvieron oportunidad de seleccionar nada ya que el forraje rechazado fue mínimo. Estos hallazgos, contrastan con lo reportado por Camargo *et al.* (1997), quienes observaron que el consumo del forraje aumenta por la calidad nutricional y suficiente oferta.

Cuadro 9.2. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia verde (MV) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.

	OMV	RMV	AMV
Lluvias tempranas	7.6 (0.99) a	4.3 (1.1) a	5.2 (0.61) a
Lluvias tardías	6.5 (1.05) ab	4.3 (1.36) a	2.9 (0.53) b
Secas tempranas	3.5 (1.05) b	1.4 (-----) a	3.0 (0.53) b
Secas tardías	4.0 (0.99) b	1.3 (1.5) a	2.9 (0.50) b

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados en $t^{-1}ha^{-1}$.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

El Cuadro 9.3 presenta la misma información pero en base seca. Aunque los contenidos de materia seca del Tanzania ofrecido al pastoreo cada 21 días (Cuadro 9.4) no cambian con la época, el valor de MS en las épocas secas es inferior a los valores de lluvias pero únicamente con diferencia estadística en los meses de secas tempranas, correspondiendo a forraje cuya composición probable fuera integrada por rebrotes muy tiernos, ya que el forraje de mayor edad ya había sido consumido casi en su totalidad.

Cuadro 9.3. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia seca (MS) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.

	OMS	RMS	AMS
Lluvias tempranas	1.7 (0.20) a	1.0 (0.23) a	1.2 (0.13) a
Lluvias tardías	1.4 (0.22) ab	0.9 (0.17) a	0.7 (0.11) b
Secas tempranas	0.8 (0.22) b	0.4 (-----) a	0.7 (0.11) b
Secas tardías	0.8 (0.20) b	0.3 (0.32) a	0.6 (0.11) b

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados en $t^{-1}ha^{-1}$.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Cuadro 9.4. Materia seca (%MS) en la oferta (O) y rechazo (R) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.

	%MSO	%MSR
Lluvias tempranas	23.2 (1.13) a	22.6 (1.01) a
Lluvias tardías	22.3 (1.20) a	17.0 (1.19) a
Secas tempranas	22.9 (1.20) a	8.9 (----) b
Secas tardías	21.7 (1.12) a	12.8 (1.43) a

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados en porcentaje.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

La oferta de materia seca fluctuó entre el 19.4 % de la biomasa en el mes de octubre y el 26.1 % para el mes de noviembre en los muestreos de entrada al pastoreo. El promedio para todo el experimento fue de 22.6 ± 1.9 %.

Para los muestreos de salida, el valor más bajo se registró en el mes de marzo con 17.7% y el mes de diciembre coincidió con el más alto de 27.3%. El promedio para todo el experimento fue de 22.6 ± 2.9 % (Figura 9.4).

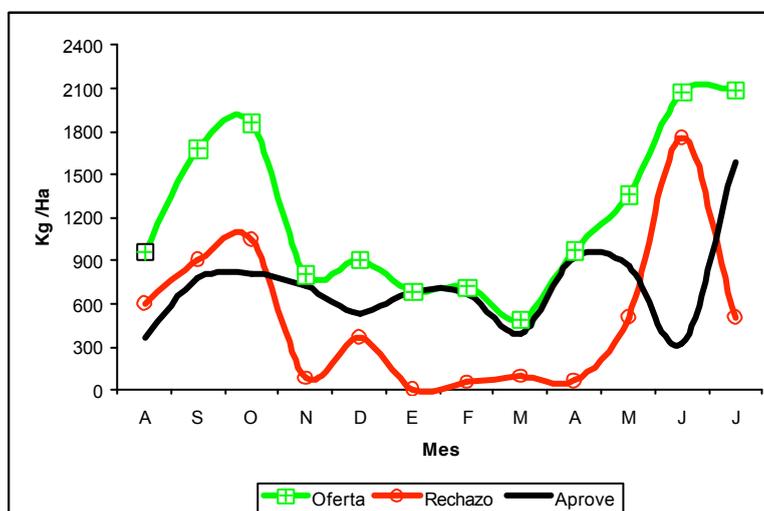


Figura 9.3. Utilización del pasto Tanzania por corderos Pelibuey en pastoreo rotacional intensivo, durante los diferentes meses del año.

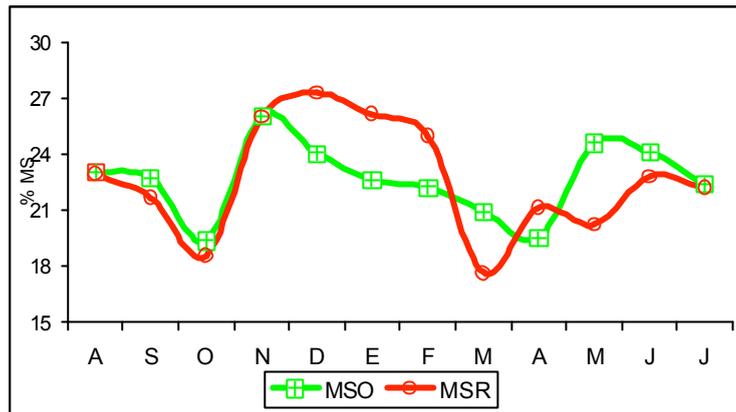


Figura 9.4. Contenido de materia seca (MS,%) del pasto Tanzania durante los diferentes meses del año, al momento de ser medida su oferta (O) a la entrada de los animales al potrero y al momento de medir su rechazo (R) a la salida.

9.3.1 PARCELA EXPERIMENTAL # 3

Los Cuadros 9.5 y 9.6 muestran con detalle el comportamiento en la oferta y aprovechamiento del forraje en la parcela experimental que se utilizó para monitorear las variables nutricionales y productivas del pasto Tanzania. La época de lluvias tempranas es la única en la que se aprovecha mejor la oferta de forraje, siendo del doble con relación a las otras épocas. Se sugiere que en las otras épocas hubo al menos un factor de restricción para consumir lo requerido. En la época de lluvias tardía, la calidad del forraje pudo haber moderado el consumo ya que, el rechazo fue el mismo que en la de lluvias temprana. En la época de secas temprana se sugiere que la disponibilidad de forraje determinó el consumo ya que, la oferta apenas es la equivalente a la aprovechable en las lluvias y secas tardías. En la época de secas tardía la alta temperatura ambiente asociada a una baja humedad pudo haber limitado la actividad de pastoreo por los ovinos.

Cuadro 9.5. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia verde (MV) del pasto Tanzania del potrero 3, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.

	OMV	RMV	AMV
Lluvias tempranas	9.9 a	3.7 a	6.2 a
Lluvias tardías	7.8 a	4.2 a	3.5 ab
Secas tempranas	2.5 a	0.6 a	2.1 b
Secas tardías	4.1 a	1.6 a	2.5 b

EEM: OMV=2.43, RMV=1.644, AMV=0.97.

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados en $t^{-1}ha^{-1}$.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p<0.05$).

Cuadro 9.6. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia seca (MS) del pasto Tanzania del potrero 3, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.

	OMS	RMS	AMS
Lluvias tempranas	2.2 a	0.8 a	1.4 a
Lluvias tardías	1.5 ab	0.8 a	0.6 b
Secas tempranas	0.7 b	0.2 a	0.5 b
Secas tardías	1.0 ab	0.3 a	0.7 b

EEM: OMS=0.47, RMS=0.34, AMS=0.18.

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados en $t^{-1}ha^{-1}$.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p<0.05$).

El incremento del porcentaje de MS con respecto al forraje ofertado hacia el restante después del pastoreo, se mantuvo en todas las épocas analizadas, a excepción de las secas tardías donde los valores a la salida fueron inferiores a los de la entrada, tal vez, como consecuencia de que el único material vegetal existente en ese momento eran casi exclusivamente rebrotes (Cuadro 9.7).

Cuadro 9.7. Porcentaje de materia seca (%MS) en la oferta (O) y rechazo (R) del pasto Tanzania del potrero 3, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.

	%MSO	%MSR
Lluvias tempranas	23.0 a	24.5 a
Lluvias tardías	21.7 a	21.3 a
Secas tempranas	26.6 a	30.4 a
Secas tardías	25.7 a	20.5 a

EEM: %MSO=2.16, %MSR=5.71.

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados en porcentaje.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p<0.05$).

La Figura 9.5 muestra el aprovechamiento del forraje a lo largo del año. Cuando existe oferta de forraje el animal selecciona las hojas verdes mientras que, cuando escasea, consume los tallos.

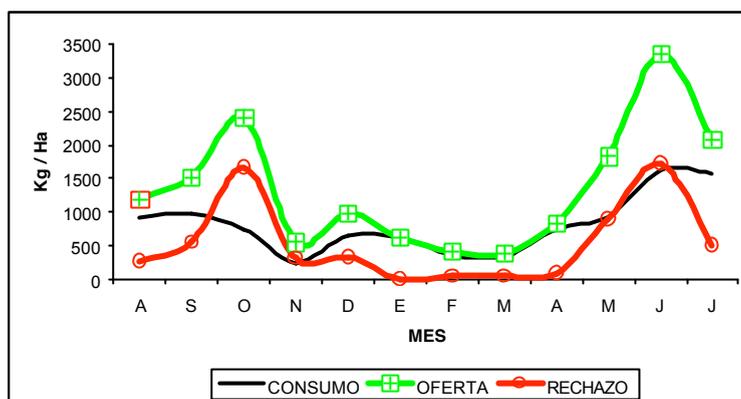


Figura 9.5. Consumo, oferta y rechazo de la materia seca del pasto Tanzania (*P. maximum*) en la parcela experimental # 3, durante los diferentes meses del año.

La oferta de MS fluctuó entre el 17.6 % de la biomasa en el mes de octubre y el 30.4 % para el mes de diciembre en los muestreos de entrada al pastoreo. El promedio para todo el experimento fue de 24.3 ± 3.6 %.

Para los muestreos de salida, el valor más bajo se registró en el mes de marzo con 15.4% y el mes de diciembre coincidió con el más alto de 35.9%. El promedio para todo el experimento fue de 24.1 ± 5.4 % (Figura 9.6).

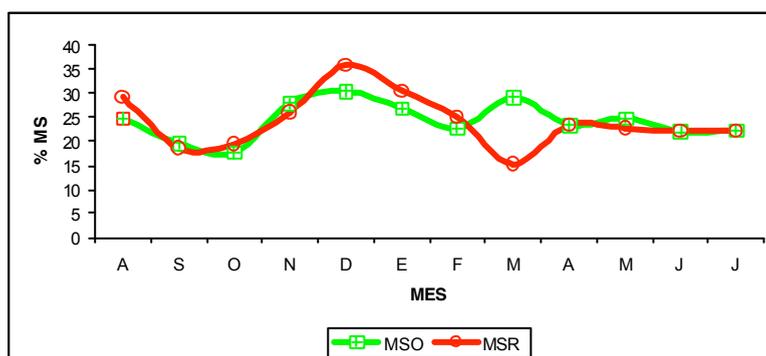


Figura 9.6. Contenido de materia seca (MS, %) del pasto Tanzania dado en porcentaje, al momento de ser medida su oferta (O) a la entrada de los animales al potrero y al momento de medir su rechazo (R) a la salida de los mismos animales después de terminar su consumo en la parcela experimental # 3.

La materia orgánica, presentó una dinámica similar que la MS (Cuadro 9.8; Figura 9.7), observándose que la mayor cantidad de materia orgánica en la fracción aprovechable del forraje se encontró en las épocas de lluvias; lo que se reflejó en la tendencia del mayor aporte de energía en la ración durante la mencionada temporada (Cuadro 9.21).

Al mismo tiempo, las cenizas como un componente nutricional sin aporte energético, únicamente mostró diferencias ($p < 0.05$) en la fracción aprovechable para la misma época climática (Cuadro 9.9).

Cuadro 9.8. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de la materia orgánica (MO) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.

	OMO	RMO	AMO
Lluvias tempranas	1.9 a	0.7 a	1.2 a
Lluvias tardías	1.3 ab	0.7 a	0.6 b
Secas tempranas	0.6 b	0.2 a	0.4 b
Secas tardías	0.9 ab	0.3 a	0.6 b

EEM: OMO=406.3, RMO=291.4, AMO=161.1.

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados en $t^{-1} ha^{-1}$.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Cuadro 9.9. Oferta (O), rechazo (R) y fracción aprovechable (A) de las cenizas (CEN) del pasto Tanzania, utilizado para el pastoreo de corderos Pelibuey en crecimiento post-destete.

	OCEN	RCEN	ACEN
Lluvias tempranas	0.3 a	0.1 a	0.2 a
Lluvias tardías	0.2 a	0.1 a	0.09 b
Secas tempranas	0.1 a	0.03 a	0.1 b
Secas tardías	0.1 a	0.04 a	0.09 b

EEM: OCEN=0.07, RCEN=0.05, ACEN=0.02.

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados en $t^{-1} ha^{-1}$.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

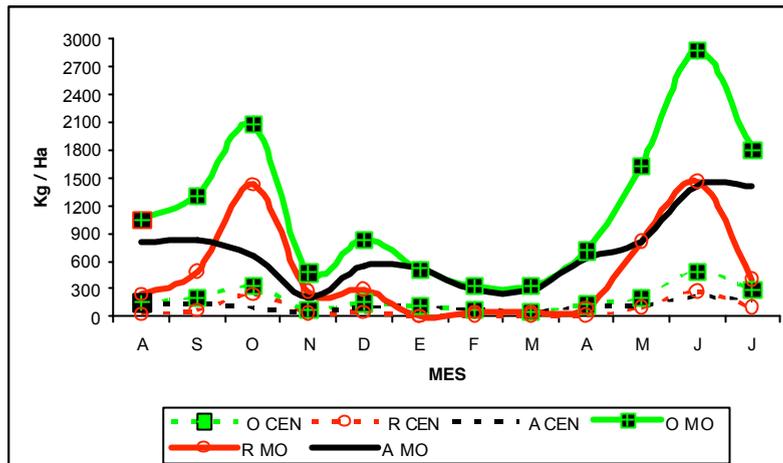


Figura 9.7. Contenido de materia orgánica (MO) y cenizas (CEN) del pasto Tanzania, al momento de ser medida su oferta (O), su rechazo (R) y su fracción aprovechable (A) después de terminar su consumo en la parcela experimental # 3.

9.3.2 Calidad nutricional

En la figura 9.8 y Cuadro 9.10 se presenta la dinámica del porcentaje de PC en el pasto Tanzania en los diferentes meses del año. La PC del forraje ofertado es mayor al rechazado, a excepción de Marzo y Abril en donde el cordero no tuvo oportunidad de seleccionar el forraje. En los meses de Mayo a Diciembre, la mayor disponibilidad de forraje le permitió al cordero seleccionar la parte de la planta con mayor contenido de PC; éste fenómeno se manifestó mejor en la época de lluvias tardías.

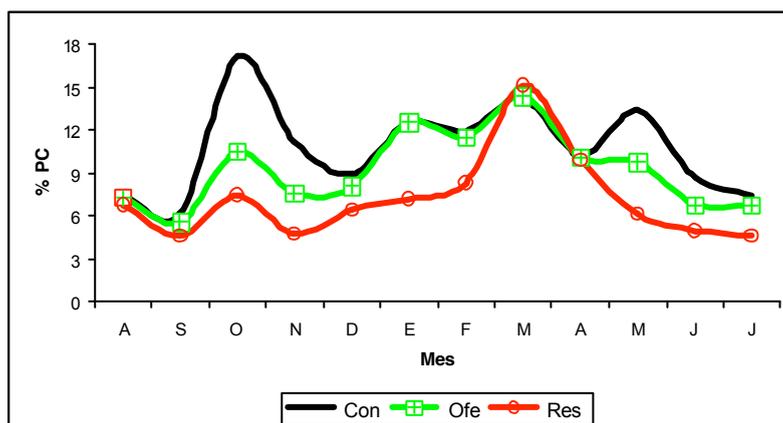


Figura 9.8 Porcentaje de proteína cruda (PC) del pasto Tanzania ofertado (Ofe), consumido (Con) y rechazado (Res) por corderos Pelibuey prepúberes, durante los diferentes meses del año.

Cuadro 9.10. Proteína cruda (PC) de la materia seca del pasto Tanzania (*P. maximum*) a la entrada (E), salida (S) y de la fracción aprovechable (FA) utilizado por corderos Pelibuey.

	PC %			PC kg/ha		
	E	S	FA	E	S	FA
Lluvias tempranas	7.0 b	5.4 b	7.9 a	152.3 a	42.7 a	109.7 a
Lluvias tardías	7.9 ab	5.6 b	11.5 a	126.0 a	54.6 a	71.2 a
Secas tempranas	10.7 ab	7.3 ab	11.1 a	68.1 a	12.8 a	59.6 a
Secas tardías	11.4 a	10.4 a	12.6 a	106.2 a	23.9 a	82.3 a
Error estándar	1.22	1.44	1.80	42.59	23.56	21.98

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

El otro componente químico nutricional que impacta significativamente el comportamiento productivo de los corderos es la FDN. La fracción ofertada, rechazada y consumida por los corderos durante el año, es variable pero con la constancia de que siempre el material rechazado tuvo más FDN que el material ofertado (Cuadro 9.11 y Figura 9.9). Se observa que durante la época de escasez de forraje (secas) los corderos consumen forraje con más FDN que durante la época de lluvias, debido a la menor disponibilidad de forraje para seleccionar las partes menos fibrosas. En virtud de que el cordero es muy selectivo, aunque exista suficiente forraje y el cordero todavía tiene capacidad para consumir más FDN, simplemente no consume más.

Cuadro 9.11. Fibra detergente neutra (FDN) del pasto Tanzania (*P. maximum*) a la entrada (E), salida (S) del pastoreo realizado por corderos Pelibuey, así como de la fracción aprovechable (FA) del forraje.

	FDN %			FDN t ⁻¹ ha ⁻¹		
	E	S	FA	E	S	FA
Lluvias tempranas	77.6 a	82.0 a	74.8 a	1.7 a	0.7 a	1.0 a
Lluvias tardías	75.9 a	80.6 a	69.9 a	1.1 ab	0.7 a	0.5 b
Secas tempranas	74.0 a	84.0 a	72.3 a	0.5 b	0.2 a	0.4 b
Secas tardías	75.7 a	86.1 a	71.0 a	0.8 ab	0.3 a	0.5 b
Error estándar	1.75	1.95	3.60	0.34	0.28	0.12

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

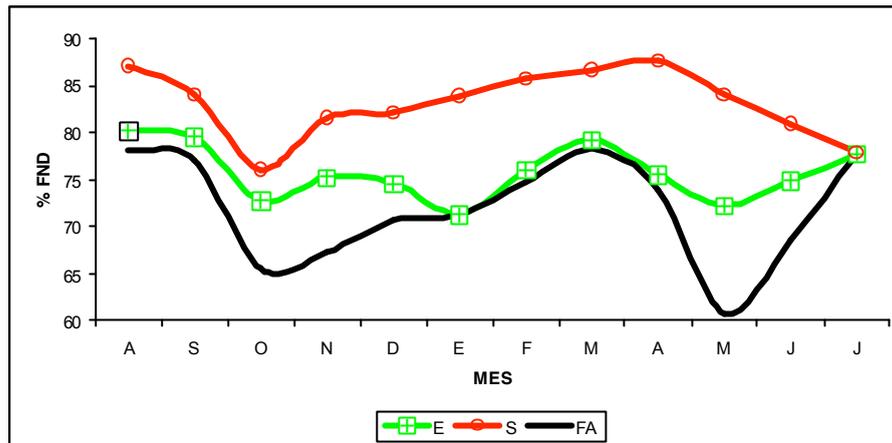


Figura 9.9. Porcentaje de fibra detergente neutra (FND) del pasto Tanzania a la entrada (E) y salida (S) del pastoreo realizado por corderos Pelibuey prepuberres, así como de la fracción aprovechable del forraje (FA), durante los diferentes meses del año.

La lignina fue más uniforme y mostró menos fluctuaciones y más constancia en la tendencia de la fracción aprovechable (Cuadro 9.12 y Figura 9.10). De acuerdo al consumo de lignina, se observó que el cordero escogió la FDN menos lignificada. Probablemente el cordero es capaz la dureza que proporciona la lignina a la FDN y/o el sabor amargo propio de los fenoles, que también proporciona la lignina a la FDN para seleccionar el pasto a consumir.

Cuadro 9.12. Lignina (LIG) del pasto Tanzania (*P. maximum*) a la entrada (E), salida (S) del pastoreo realizado por corderos Pelibuey, así como de la fracción aprovechable (FA) del forraje.

	LIG %			LIG kg ha ⁻¹		
	E	S	FA	E	S	FA
Lluvias tempranas	4.1 a	5.4 a	3.5 a	89.3 a	41.5 a	47.8 a
Lluvias tardías	3.4 ab	5.7 a	3.7 a	54.0 ab	46.6 a	35.3 ab
Secas tempranas	3.3 ab	5.2 a	2.9 a	21.3 b	9.1 a	15.2 bc
Secas tardías	2.4 b	4.5 a	1.7 b	27.0 b	16.2 a	10.7 c
Error estándar	0.43	0.66	0.36	19.00	18.05	4.42

Cuadrados mínimos y errores estándar ajustados.
 Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

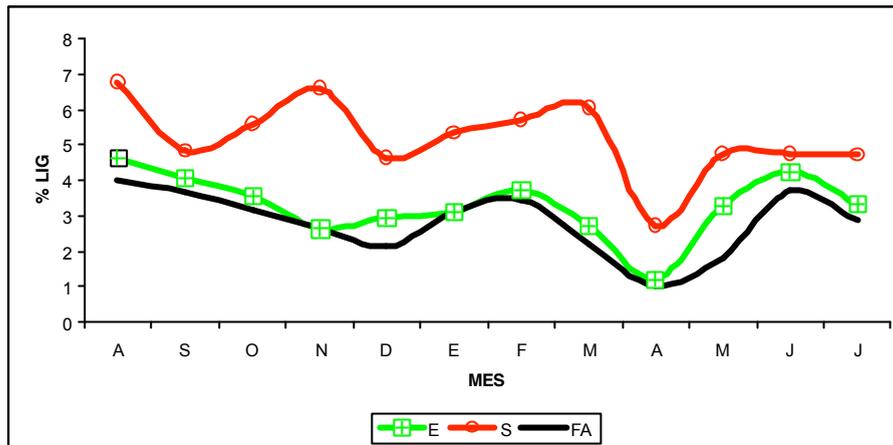


Figura 9.10. Porcentaje de lignina (LIG) del pasto Tanzania a la entrada (E) y salida (S) del pastoreo realizado por corderos Pelibuey prepuberres, así como de la fracción aprovechable del forraje (FA), en los diferentes meses del año.

Los resultados obtenidos en éste estudio, permiten criticar los métodos de muestreo para estimar el valor nutritivo de los forrajes tropicales para rumiantes en pastoreo, por ejemplo, únicamente el cortar el pasto de 15 a 20 cm del suelo, no representa lo que el animal esta consumiendo.

La simulación del pastoreo (Hand plucking) pudiera copiar mejor lo que el animal consume pero esto depende de la habilidad del muestreador para tomar la parte representativa.

Tomar muestras de forraje antes y después del pastoreo y estimar por diferencia lo consumido parece ser lo más cercano a la realidad porque considera las variaciones estacionales de disponibilidad de pasto y de contenido de nutrientes.

9.3.3 Desempeño animal

Para conocer y entender el desempeño de los corderos experimentales de este estudio, es necesario conocer y entender la interacción de los diferentes componentes ambientales con la cantidad y calidad del forraje ofrecido, así dentro

de los primeros factores podemos establecer la dinámica de la interacción de la temperatura y la humedad a través del Índice ITH (Brown-Brandl *et al.*, 2005), que nos permite determinar el grado de confort térmico o estrés calórico al que están sometidos los rumiantes en un período de tiempo determinado; en este tenor, se han establecido niveles de seguridad climática para el ganado, considerándose como valores normales aquellos de 74 ó menos, en alerta para 75 a 79, peligro para 80 a 83 y emergencia de 84 en adelante (Eigenberg *et al.*, 2005).

Como resultado a tal situación, el metabolismo animal puede verse modificado. Por ejemplo, el estrés calórico en ovinos reduce la ingesta de alimento en comparación con un ambiente termoneutral ($P < 0.01$), con valores de 20°C y 65% HR (ITH de 66) y de 35°C con 55% HR (ITH de 86), respectivamente (Abdalla *et al.*, 1993).

Los ovinos de pelo son resistentes y bien adaptados al estrés calórico. Bajo esas condiciones ambientales, son más eficientes que las razas de lana, pero quedan por debajo del desempeño de borregos de lana observados en climas templados (Romano *et al.*, 1985).

La figura 9.11 muestra que al aplicar el mencionado nivel de seguridad climática, los corderos a lo largo del año experimental, se encontraron entre el nivel de alerta (época de nortes) y los de peligro y emergencia (lluvias y secas). Es notable observar que durante los meses con mayor confort climático para los corderos, el forraje ofertado presentó los valores más bajos en producción de MS, y viceversa, en los meses de mayor estrés calórico para los animales, el forraje fue más abundante.

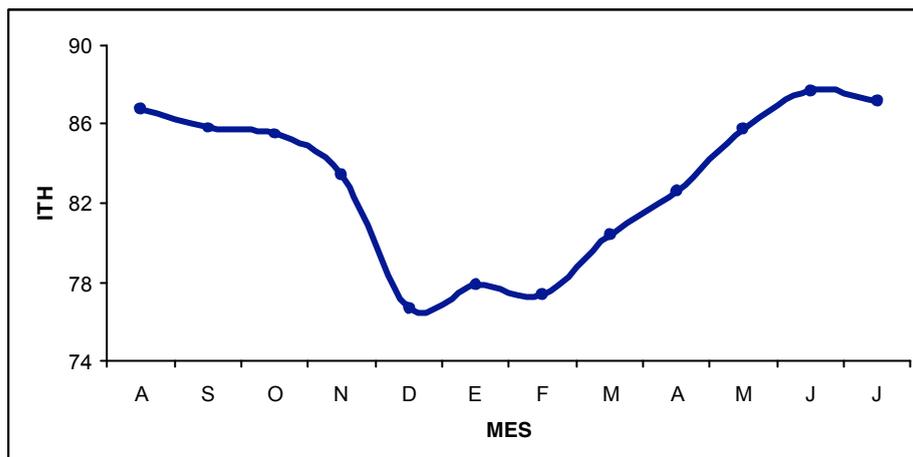


Figura 9.11. Índice de temperatura y humedad (ITH) durante los meses de agosto del 2004 a julio del 2005 para corderos Pelibuey prepúberes.

9.3.4 Consumo voluntario

Diversos estudios de alimentación se han realizado con borregos para determinar sus requerimientos y utilización de la dieta. Sin embargo, existen pocos sistemas de evaluación de dietas para borregos en comparación con bovinos, y los que existen están menos desarrollados y se basan en aproximaciones simples y biológicamente más empíricas que los sistemas de bovinos (Cannas, 2000).

El “Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Cattle”, o CNCPS-C, (Sistema de Cornell para carbohidratos y proteína neta para ganado) es un sistema de evaluación y formulación de dieta desarrollado para usarse en diversos animales, alimentos y situaciones ambientales para toda clase de ganado de carne, leche y doble propósito (Fox *et al.*, 2004).

La habilidad de la estructura del CNCPS-C para explicar diferencias en alimentos de diversas características en diferentes niveles de ingesta, con amplia variación de características animales y efectos ambientales permitieron considerar su

modificación para proveer un modelo más robusto para borregos (CNCPS-S), con la hipótesis de que este modelo tendría la misma flexibilidad como la tiene el CNCPS-C (Cannas *et al.*, 2004).

Para determinar el consumo voluntario (CV) de los corderos en éste estudio, se auxilió del software CNCPS-S, que realiza modelos matemáticos para nutrición en borregos. La utilización de estos modelos es recomendada por el NRC (2007), ya que menciona que las ecuaciones del CNCPS-S es la mejor opción para calcular el consumo nutricional por parte de los ovinos. Así mismo, en este programa, la ganancia diaria de peso predicha es contrastada contra la observada, posibilitando el ajuste de sus ecuaciones empleadas (Cannas *et al.*, 2004).

Cuando los borregos son alimentados con pastura y la ingesta es estudiada, en adición a los requerimientos de los ovinos y fibra de la dieta, otros factores se ven involucrados, tales como la biomasa, estructura de la pastura, características cualitativas y suplementos alimenticios. El CNCPS-S no tiene ecuaciones para predecir la ingesta de pastura (CNCPS-S, 2004) pero se puede hacer una aproximación tomando como sugerencia: La colecta de información para el ingreso de los alimentos, considerando la alimentación en corral y el análisis de los ingredientes. Las muestras se sugiere tomarlas por lo menos una vez al mes o cuando existan cambios en el tipo de pastura. El análisis del forraje debe incluir: PC, FDN, lignina, PS, NNP, IPFDN, IPFDA y cenizas. Además, valorar la disponibilidad de la pastura y su oferta para determinar si los animales tienen suficiente forraje de pastura para maximizar la ingesta de materia seca de las pasturas. En la práctica, las estimaciones de la desaparición de la materia seca

(pastura ofertada menos pastura residual en materia seca) pueden ser empleadas para predecir la ingesta promedio de materia seca del grupo de animales.

9.3.5 Balance de nutrientes

Se utilizaron los valores observados de características ambientales, composición química del forraje y del concentrado; edad, peso, condición corporal, y ganancia diaria de peso de los ovinos para estimar la dinámica del consumo voluntario y del balance de nutrientes a lo largo del año, utilizando el CNCPS-S (cornell net carbohydrate and protein system para pequeños rumiantes (versión 1.8). La ecuación utilizada para estimar consumo voluntario en corderos fue:

$$\text{DMI} = -0.124 + 0.0711 \times \text{FBW}^{0.75} \times 0.0015 \times \text{FBW}_c$$

En donde:

DMI = consumo de material seca, $\text{kg}^{-1} \text{d}^{-1}$

$\text{FBW}^{0.75}$ = Peso metabólico del cordero, kg^{-1}

FBW_c = Cambio de peso corporal, $\text{g}^{-1} \text{d}^{-1}$

Solo considera el peso metabólico del cordero y su ganancia diaria de peso. En condiciones de pastoreo como las de éste estudio, no toma en cuenta el efecto restrictivo que la FDN pudiera ejercer en caso de exceder la capacidad gástrica de consumo de FDN que se estima es de 1.2% del peso vivo. Aun así, el CV predicho por el CNCPS-S estuvo por abajo del estimado por el método de MSA (Figura 9.17). Esta discrepancia sugiere que el modelo sobreestima alguna fracción nutritiva del forraje, y que el animal no necesita consumir más para las GDP observadas. Si se compara la dinámica de producción de PC del forraje (Figura 9.8) corresponde muy bien con las GDP observadas y con la dinámica de CV predicha por el modelo. Por lo tanto, parece ser que la fracción proteica esta bien calibrada. Al separar la dinámica de consumo voluntario por tratamiento corderos

sin concentrado vs. Corderos con concentrado (Figura 9.12) se observó un mayor CV predicho en los corderos suplementados. Esta diferencia se debe a que los corderos sin concentrado estuvieron en balance de nitrógeno (BN) negativo y los corderos con concentrado estuvieron en BN positivo. En el caso de dietas con un balance de nitrógeno negativo en rumen, el CNCPS-S tiende a subestimar la digestibilidad de la MS, materia orgánica (MO) y FDN, y a sobreestimar la digestibilidad de la PC. Esto se debe a que las ecuaciones de Tedeschi *et al.* (2000), reducen la digestión de la FDN en dietas deficientes en N, aún cuando ya esté considerado el reciclaje de N. Con las dietas en BN positivo, el CV se acerca más al estimado por el método de MSA (Figura 9.13) y se debe a que el CNCPS-S predice con seguridad la digestibilidad aparente de la MS, y de la MO, pero subestima la digestibilidad de la FDN. De cualquier forma aunque el CNCPS-S predice con certidumbre la digestibilidad de la MO (precursor para estimar EM), existen algunas variables que no están bien calibradas que están subestimando el CV para las GDP observadas. Para el caso de los corderos en BN negativo (Cuadro 9.18), parcialmente el CV se ve favorecido por la sobreestimación en los cambios de peso corporal ya sea pérdida o ganancia diaria de peso con una diferencia de lo predicho menos lo observado de 53.4 g/d. En el estudio, se trabajó con cambios de peso observados (Figura 9.14); es decir, cuando el valor observado era una GDP de -56.9 g/d, el modelo calculaba el CV para una GDP de -3.5 g d⁻¹. Para el caso de corderos con BN negativo, la subestimación de la digestibilidad de la MO y de la FDN y la sobreestimación en la predicción de cambios de peso corporal son efectos que se cancelan uno al otro sobre el

impacto en CV. Aun así, no se explicó el porque del bajo CV en corderos con BN negativo y en menor grado los corderos con BN positivo.

En la figura 9.17 y cuadro 9.15, se presenta la dinámica de la predicción del consumo de materia seca (CMS) estimado por dos métodos: Estimando la MS aprovechable (MSA) por diferencia de lo consumido menos lo rechazado tanto en la parcela 3 (conP3) como en el promedio de las cuatro parcelas experimentales (Aprov4P); y el otro utilizando la ecuación del CNCPS-S (IMSA). La primera impresión es que la ecuación del CNCPS-S subestima el CMS a excepción de los meses de febrero y marzo en comparación con el otro método. Esta ecuación opera en función del peso metabólico y la ganancia diaria de peso (GDP) del animal. Es por esto que, en los meses de febrero y marzo, en que los animales tuvieron mayores GDP (Figura 9.15), el modelo fue sensible en predecir un mayor consumo. Las mayores GDP pudieron haber sido debidas a un mayor contenido de PC en el pasto (Figura 8). El método MSA parece no ser sensible a las GDP del animal ni al contenido de PC del pasto. Sin embargo, guarda una relación muy estrecha con el patrón de comportamiento de la FDN (Figura 9.9). Las caídas en los valores de FDN en los meses de octubre, enero y mayo, (línea verde, Figura 9.9) corresponden a las subidas en la MSA de los respectivos meses (línea amarilla, Figura 9.17).

Cuadro 9.13. Predicciones para ingesta de materia seca (IMS), relación de materia seca (MS) y porcentaje del peso vivo (%PV), peso vivo (PV) y ganancia diaria de peso (GDP), para corderos Pelibuey Prepúberes en dos dietas.

	Materia seca		Componente animal	
	IMS (kg)	MS (%PV)	PV (kg)	GDP (g)
Pastoreo	0.8 a	5.7 a	14.2 a	40.0 a
Pastoreo + Complemento	1.1 a	6.8 a	17.3 a	116.4 b

EEM: IMS=0.14, MS=1.36, PV=1.07, GDP=22.19. Promedios ajustados.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Trabajando con corderos Pelibuey, se han reportado consumos de materia seca de 921 hasta 1249 g/d⁻¹ en dietas de finalización con un 10 y 30 % de forraje, respectivamente. Ese aumento en el consumo se debió posiblemente al nivel mas bajo de energía presente en la ración con más forraje. Además, se ha reportado incremento en la tasa de pasaje por el tracto gastrointestinal (Fimbres *et al.*, 2002).

Cuadro 9.14. Predicciones para ingesta de materia seca (IMS), relación de materia seca (MS) y porcentaje del peso vivo (%PV), peso vivo (PV) y ganancia diaria de peso (GDP), para corderos Pelibuey Prepúberes en dos épocas climáticas.

	Materia seca		Componente animal	
	IMS (kg)	MS (%PV)	PV (kg)	GDP (gr)
LLuvias	0.7 a	4.2 a	16.5 a	43.8 a
Secas	1.2 b	8.3 b	15.0 a	112.1 b

EEM: IMS=0.14, MS=1.36, PV=1.07, GDP=22.19. Promedios ajustados.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Barros *et al.* (1990), reportaron que corderos de pelo Somalies recibiendo un complemento de proteína (0.5% del peso corporal) y energía (0.4–1.6% del peso corporal), no alcanzaron los requerimientos de energía y proteína para el máximo crecimiento. Entonces, se enriquece la información referente a la interacción del porcentaje de fibra y la calidad del forraje con la respuesta animal.

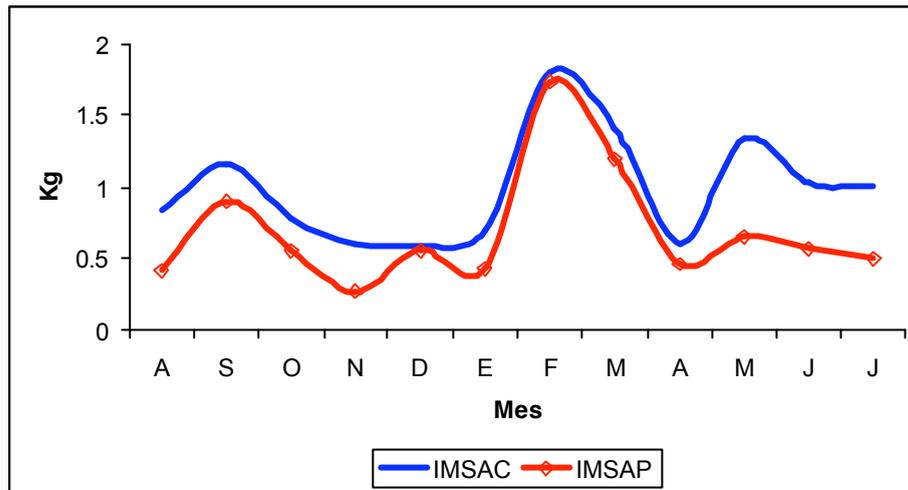


Figura 9.12. Predicción de la ingesta de materia seca actual (IMSA) individual realizado por corderos Pelibuey prepúberes alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (C), durante los diferentes meses del año.

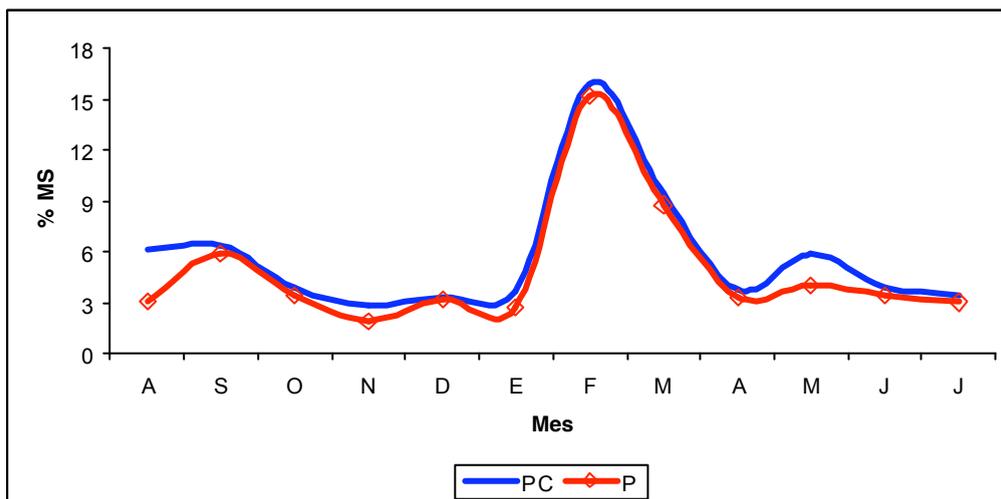


Figura 9.13. Predicción de la ingesta de materia seca actual (IMSA) individual indicada como porcentaje del peso vivo y realizada por corderos Pelibuey prepúberes, alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), en los diferentes meses del año.

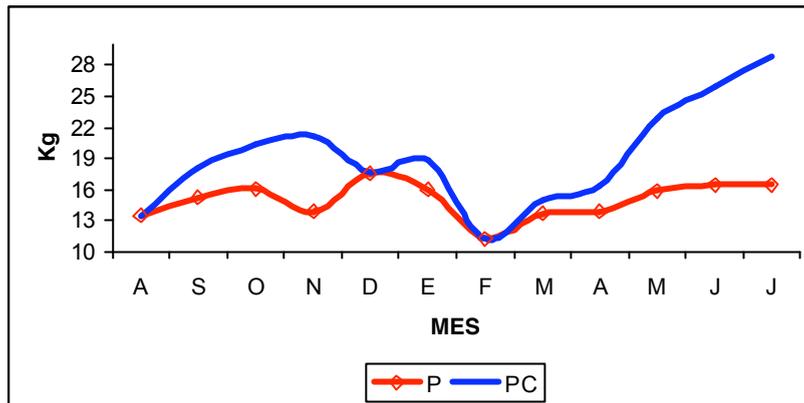


Figura 9.14. Peso vivo individual (kg), de corderos Pelibuey prepúberes, alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), durante los diferentes meses del año.

Se encontró que el pasto Tanzania pastoreado por corderos de 14 kg PV, produce GDP de 39.5 g (Cuadros 9.13, 9.14 y Figura 9.15), y que la principal restricción, en la época de lluvias, es la limitada capacidad para consumir forraje con alto contenido de FDN (=75%) y bajo contenido de PC (=8%); y en la época de secas, es la baja disponibilidad de la FDN consumible (0.6% del PV).

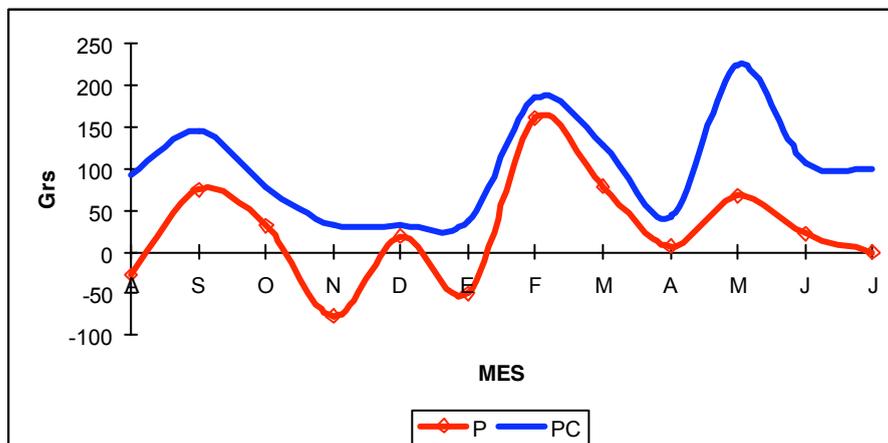


Figura 9.15. Promedio de la ganancia diaria de peso (g), de corderos Pelibuey prepúberes, alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), durante los diferentes meses del año.

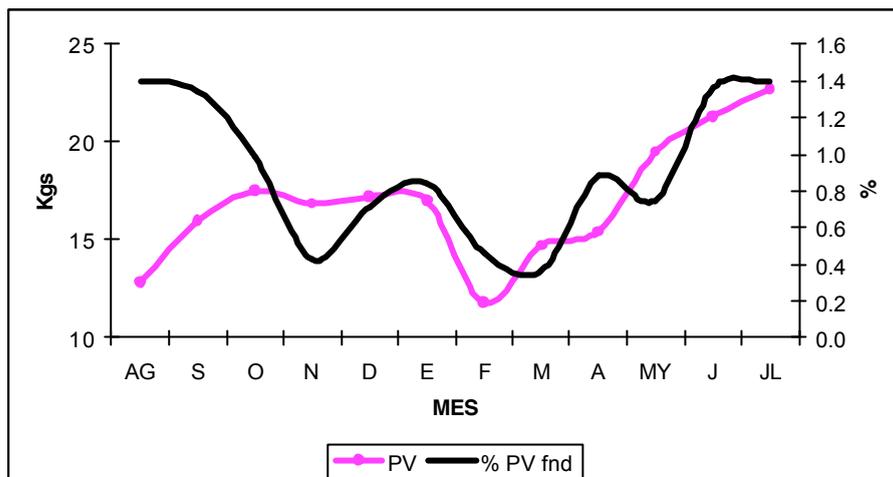


Figura 9.16. Promedio del peso vivo (PV), de corderos Pelibuey prepúberes, y la cantidad de fibra detergente neutro consumida por tales ovinos, expresada como porcentaje de su peso vivo (% PV FND), durante los diferentes meses del año.

Cuadro 9.15. Predicción de la ingesta de materia seca actual (IMSA), el consumo de materia seca en la parcela experimental # 3 (CONP3) y la fracción aprovechable de pasto Tanzania (APROV4P) en las cuatro parcelas experimentales.

	IMSA	CONP3	APROV4P
Lluvias	317.4 a	719.4 a	666.5 a
Secas	755.7 a	591.0 a	708.2 a

EEM: IMSA=158.2, CONP3=156.2, APROV4P=110.9. Promedios ajustados.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

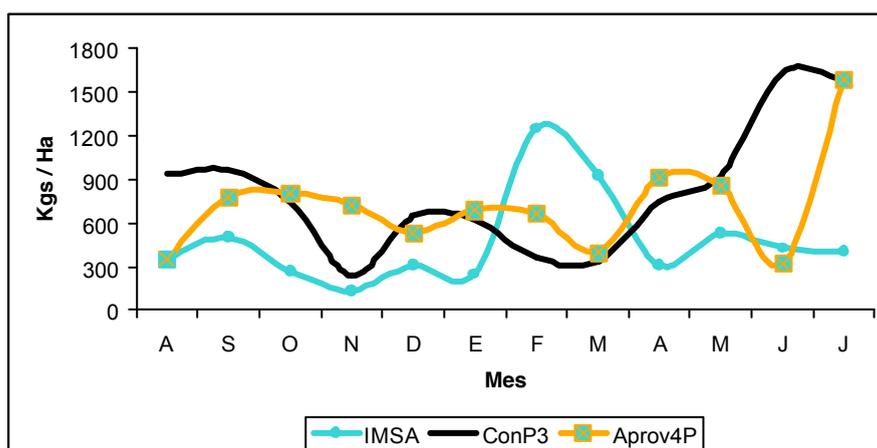


Figura 17. Predicción de la ingesta de materia seca actual (IMSA), el consumo de materia seca en la parcela experimental # 3 (CONP3) y la fracción aprovechable de pasto Tanzania (APROV4P) en las cuatro parcelas experimentales, para corderos Pelibuey en crecimiento post-destete, durante los diferentes meses del año.

Un aspecto fundamental en la predicción del valor nutritivo de un alimento, es que estén bien descritas sus fracciones nutricionales. Se determinó la PC del pasto Tanzania (Cuadros 9.16 y 9.17), pero no se determinaron las fracciones de N. Estas, se tomaron de la biblioteca del CNCPS-S. Tampoco se determinaron las tasas de digestión de las fracciones nitrogenadas ni de las fracciones de carbohidratos, las cuales también se tomaron de la biblioteca del CNCPS-S. Estas imprecisiones pudieron haber tendido a sobreestimar el valor nutritivo del pasto Tanzania que con el CV predicho por el modelo se pudieron haber cubierto los requerimientos para los cambios de peso dados. Hace falta determinar las fracciones de nitrógeno y sus tasas de degradación, así como las tasas de degradación de las fracciones de carbohidratos, y la dinámica de los cambios de los valores de estas determinaciones a lo largo del año. Aunque revisando las tasas de digestión encontradas por Juárez *et al.* (1999), quienes estudiaron pastos tropicales de la zona centro del Estado de Veracruz, corresponden muy bien con las utilizadas en la biblioteca del CNCP-S.

Los pequeños errores arriba mencionados, acumulados en el modelo conducen a una subestimación (aunque no significativa ($P=0.05$)) del CV en corderos en pastoreo de Tanzania. Hacen falta más estudios para afinar estas predicciones y utilizar esta herramienta nutricional de una manera más confiable.

Cuadro 9.16. Predicciones para proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FND) y carbohidratos no estructurales (CNS) en materia seca (%MS) para corderos Pelibuey prepúberes en dos dietas.

	Ración (%MS)		
	PC	FND	CNS
Pastoreo	11.5 a	72.0 a	4.9 a
Pastoreo + Complemento	13.0 a	62.7 b	12.9 b

EEM: PC=1.15, FND=2.77, CNS=2.19, PV=1.07, GDP=22.19. Promedios ajustados.
 Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Un factor determinante en la apreciación del CV es la capacidad de distensión que tiene el rumen cuando no se cubren los requerimientos de energía, principalmente con dietas fibrosas como son los forrajes tropicales, los cuales se caracterizan por tener un valor energético diluido por la alta concentración de fibra. Sin embargo, en el caso de los ovinos aquí estudiados, los consumos de FDN estuvieron por debajo de la máxima capacidad de consumo (1.2% del PV) debido básicamente a restricciones en la oferta de forraje consumible durante los meses de Octubre a Mayo. Solo en la época de lluvias (Junio a Septiembre) los consumos de FDN estuvieron al 1.2% del peso vivo de los corderos (Figura 9.16). Por lo tanto, no se puede sugerir que los corderos hayan optado por intentar comer forraje de más, para cubrir sus requerimientos mínimos de nutrientes durante los meses de Octubre a Mayo.

Cuadro 9.17. Predicciones para proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FND) y carbohidratos no estructurales (CNS) en materia seca (%MS) y peso vivo (PV) con ganancia diaria de peso (GDP) para corderos Pelibuey prepúberes en dos épocas climáticas.

	Ración (%MS)		
	PC	FND	CNS
Lluvias	11.43 a	66.31 a	10.68 a
Secas	12.98 a	68.31 a	7.12 a

EEM: PC=1.15, FND=2.77, CNS=2.19. Promedios ajustados.
 Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

La complementación con concentrado mejoró las GDP a 116.4 g (Cuadro 9.14 y Figura 9.15). Básicamente se añadieron carbohidratos no estructurales (granos de cereales) para diluir la FDN y aumentar la densidad energética de la ración, y proteína verdadera soluble (pasta de soya) (Cuadro 9.16). Con esta estrategia alimenticia, se cambió el BN de negativo a positivo en el rumen, y se mejoró el balance de péptidos ruminales (Cuadro 9.18). Se mejoró el CV de forraje, y el resultado fue un mayor consumo de energía metabolizable (EM) 1.33 vs 2.04 Mcal d⁻¹ (Cuadro 9.20 y Figuras 9.18 y 9.19). Sin embargo, en el efecto de la época no se encontraron diferencias para la IEM (Cuadro 9.21).

Cuadro 9.18. Predicciones para el porcentaje digestibilidad (%D) de la materia seca total (MST), fibra detergente neutra total (FNMT) y proteína cruda verdadera (PCV) de la ración, y balance de Nitrógeno (BN) y balance de péptidos (PEP) del rumen, para corderos Pelibuey prepúberes con dos dietas.

	Digestibilidad (%D)			Rúmen (g/d)	
	MST	FNMT	PCV	BN	BPEP
Pastoreo	58.5 a	64.6 a	89.3 a	-1.0 a	3.3 a
Pastoreo + Complemento	60.4 a	59.2 a	90.9 b	2.5 b	7.6 b

EEM: MST=3.58, FNMT=4.66, PCV=0.32, BN=1.19, BPEP=1.02. Promedios ajustados.
 Literal es diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística (p<0.05).

A pesar de que ambas dietas empleadas en este estudio contenían entre un 71 y un 100% (Pastoreo más complemento y pastoreo, respectivamente) de forraje, la digestibilidad de la FDN (Cuadro 9.18), fue superior a lo encontrado en otro trabajo donde el porcentaje de la digestibilidad de la FDN disminuyó de un 58.2 a un 35 % para las mismas dietas con un 10 y 30 % de forraje, respectivamente (Fimbres *et al.*, 2002), existiendo diferencias significativas (p<0.05) entre las épocas de lluvias y secas (Cuadro 9.19) por la consecuente variación de la calidad del forraje incluido.

Otros trabajos reportan que cuando el nivel del heno en la ración se incrementa la digestibilidad de la FDN disminuye, y la ingesta de materia seca es mayor con dietas que contienen esquilmos altamente fibrosos, tales como cáscara de soya o de cacahuete (Hejazi *et al.*, 1999).

Cuadro 9.19. Predicciones para el porcentaje (%D) de digestibilidad de la materia seca total (MST), fibra detergente neutra total (FNDT) y proteína cruda verdadera (PCV) de la ración, y balance de Nitrógeno (BN) y balance de péptidos (PEP) del rumen, para corderos Pelibuey prepúberes en dos épocas climáticas.

	Digestibilidad (%D)			Rúmen (g/d)	
	MST	FNDT	PCV	BN	BPEP
Lluvias	64.3 a	69.6 a	90.8 a	0.8 a	5.0 a
Secas	54.6 a	54.2 b	89.5 b	0.7 a	5.9 a

EEM: MST=3.58, FNDT=4.66, PCV=0.32, BN=1.19, BPEP=1.02. Promedios ajustados.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

McDowell *et al.* (1974), reportaron valores de EM para borregos, de 2.10 Mcal/kg para el *Panicum maximum* en su parte aérea, con una edad entre los 15 a 28 días. Tal cantidad de energía es aun superior a lo encontrado para la ración de pastoreo más complemento del presente trabajo (Cuadro 9.20). Tal situación hace suponer que tal energía estaba sobrevalorada ya que con ese aporte energético, serían cubiertos los requerimientos de por lo menos una GDP de 50 g en corderos de 15 a 30 kg (Solís *et al.*, 1991) (Cuadro 9.22).

Cuadro 9.20. Predicciones para ingesta de proteína cruda (IPC), ingesta de proteína metabolizable (IPM) de la proteína de la dieta, y costo de la Urea (CU) y energía metabolizable (EMRA), e ingesta de energía metabolizable (IEM) de la ración, para corderos Pelibuey prepúberes en dos dietas.

	Proteína			Energía	
	IPC (g/d)	IPM (g/d)	CU (Mcal/d)	EMRA (Mcal/kg)	IEM (Mcal/d)
Pastoreo	90.3 a	74.5 a	0.05 a	1.95 a	1.33 a
Pastoreo + Complemento	136.9 a	101.5 a	0.07 a	2.03 a	2.04 b

EEM: IPC=18.05, IPM=16.02, CU=0.01, EMRA=0.14, IEM=0.18.

Promedios ajustados.

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Los porcentajes de N retenido se incrementan linealmente con la energía en la ración y está inversamente relacionado con el nivel de fibra en la ración (Fimbres *et al.*, 2002). La ingesta de material seca y los requerimientos de energía (Cuadro 9.22), obtenidos por la ecuación desarrollada por Solís *et al.* (1991), al determinar los requerimientos nutricionales de ovinos de pelo en crecimiento, son mayores en comparación con los propuestos por otros autores que han trabajado con ovejas de lana en ambientes templados. Esta diferencia la atribuyeron al hecho de que los borregos de pelo jamás han sido sometidos a un programa genético con el fin de incrementar su crecimiento y mejorar su composición corporal.

Cuadro 9.21. Predicciones para ingesta de proteína cruda (IPC), ingesta de proteína metabolizable (IPM) de la proteína de la dieta, costo de la Urea (CU) y energía metabolizable (EMRA), e ingesta de energía metabolizable (IEM) de la ración, para corderos Pelibuey en dos épocas climáticas.

	Proteína			Energía	
	IPC (g/d)	IPM (g/d)	CU (Mcal/d)	EMRA (Mcal/kg)	IEM (Mcal/d)
Lluvias	76.1 a	58.1 a	0.03 a	2.2 a	1.5 a
Secas	151.0 b	117.9 b	0.08 b	1.8 a	1.9 a

EEM: IPC=18.05, IPM=16.02, CU=0.01, EMRA=0.14, IEM=0.18. Promedios ajustados.
 Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Cuadro 9.22. Requerimientos de EM para corderos Pelibuey en crecimiento (kcal/animal/d).

Ganancia diaria de peso (g)	Peso vivo (kg)			
	15	20	25	30
50	2.03	1.97	1.95	2.04
100	2.35	2.27	2.23	2.28
150	2.63	2.54	2.48	2.53
200	- - -	2.70	2.73	2.75

Datos adaptados de Solís *et al.*, 1991.

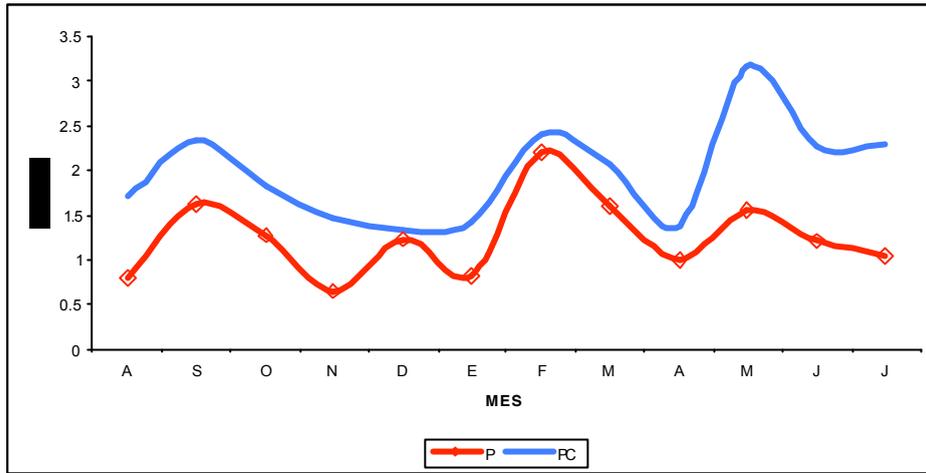


Figura 9.18. Predicción de la ingesta de energía metabolizable individual indicada en megacalorías por día y realizada por corderos Pelibuey prepúberes alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), en los diferentes meses del año.

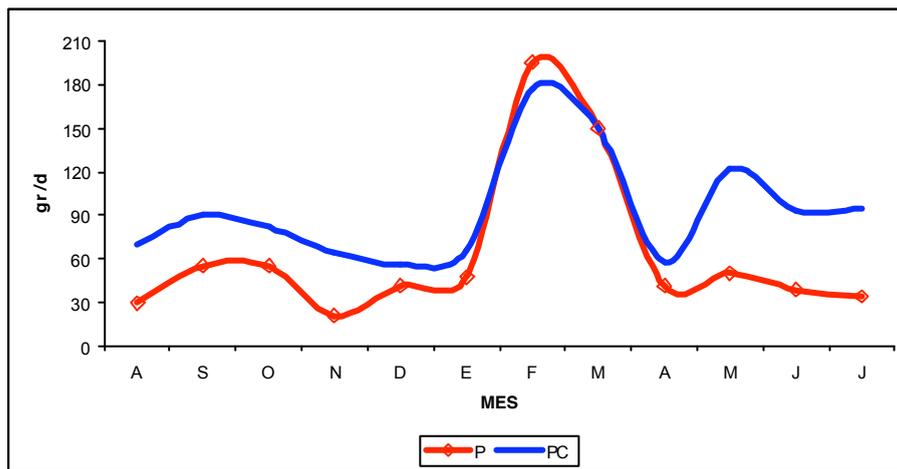


Figura 9.19. Predicción de la ingesta de proteína metabolizable individual indicada en gramos por día y realizada por corderos Pelibuey prepúberes alimentados por el pastoreo (P) en pasto Tanzania o por el pastoreo mas la complementación nutricional (PC), durante los diferentes meses del año.

9.4 CONCLUSIONES, IMPLICACIONES Y RECOMENDACIONES

El principal nutrimento deficiente en el pasto Tanzania para el crecimiento de corderos en pastoreo es la energía.

La dinámica de crecimiento y de valor nutritivo del pasto Tanzania a lo largo del año es tan cambiante que no permite generalizar recomendaciones de su uso, sino que el monitoreo cercano de condiciones ambientales, manejo de los potreros, y análisis de laboratorio, así como de las características de los animales a pastorear, permitirán modelar con mayor precisión su potencial productivo, rentabilidad y sustentabilidad.

El CNCPS-S es una herramienta nutricional que puede ser utilizada en la evaluación y elaboración de estrategias de alimentación en ovinos pero que requiere información muy precisa particularmente de la composición química de los alimentos a utilizar.

9.5 LITERATURA CITADA

- Abdalla EB, Kotby EA, Johnson HD.** 1993. Physiological responses to heat-induced hyperthermia of pregnant and lactating ewes. *Small Ruminant Research*. 11(2):125-134.
- Alarcón RF, Castillo GE, Rubio GI, Galina HC.** 1999. Efecto de dos cargas animal sobre la productividad de vacas Brahman en un sitio con clima Af(m), y suelos ultisoles [resumen]. Reunión nacional de investigación pecuaria. Mérida, Yucatán. Pp 95.
- Ascencio RL, Valles de la MB, Castillo GE, Jarillo RJ.** 2005. Dinámica de población de plantas de *Arachis pintoi* CIAT 17434, asociada a gramas nativas en pastoreo, en el trópico húmedo de México. *Técnica Pecuaria en México*. 43(2):275-286.
- Barros NN, Kawas J, Johnson WL, Shelton JM.** 1990. Energy utilization by Somali lambs fed napiergrass ad libitum and an energy supplement at incremental levels. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 25(9):1283-1291.
- Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Hahn GL.** 2005. Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. *Biosystems Engineering*. 90(4):451-462.
- Camargo M, Fariñas S, Thimann R, Peraza J.** 1997. Crecimiento de novillas cruzadas lecheras en condiciones extensivas y semintensivas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 5(Supl. 1):543-545.
- Cannas A.** 2000. Sheep and cattle nutrient requirement systems, ruminal turnover, and adaptation of the CornellNet Carbohydrate and Protein System to sheep. Ph.D. Diss., Cornell Univ., Ithaca, NY.
- Cannas A, Tedeschi OL, Fox GD, Pell NA, Van Soest PJ.** 2004. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *Journal of Animal Science*. 82:149-169.
- Chávez SAH, Pérez GA, Sánchez GE.** 2000. Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. *Técnica Pecuaria en México*. 38(1):19-34.
- CNCPS.** 2004. Quick Start. Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Sheep. En: <http://www.cvds.cals.cornell.edu/CNCPSsheep/index.htm>.
- CONABIO.** 2007. *Panicum maximum*. En: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/panicum-maximum/fichas/ficha.htm>. Ana María Hanan Alipi y Juana Mondragón

Pichardo. Última modificación: 12 de febrero de 2007. Fecha de acceso: 10 de julio de 2007.

Cook BG, Pengelly BC, Brown SD, Donnelly JL, Eagles DA, Franco MA, Hanson J, Mullen BF, Partridge IJ, Peters M, Schultze-Kraft R. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. [CD-ROM], CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia. En: http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Panicum_maximum.htm. Fecha de acceso: 10 de julio de 2007.

Eigenberg RA, Brown-Brandl TM, Nienaber JA, Hahn GL. 2005. Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 2: Predictive Relationships. *Biosystems Engineering*. 91(1):111–118.

Fimbres H, Kawas JR, Hernández-Vidal G, Picón-Rubio JF, Lu CD. 2002. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. *Small Ruminant Research*. 43: 275-281.

Fox DG, Tedeschi LO, Tylutki TP, Russell JB, Amburgh ME, Chase LE, Pell AN, Overton TR. 2004. The Cornell Net Carbohydrate and protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science Technology*. 112: 29-78.

García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.

Hejazi S, Fluharty FL, Perley JE, Loerch SC, Lowe G D. 1999. Effects of Corn Processing and Dietary Fiber Source on Feedlot Performance, Visceral Organ Weight, Diet Digestibility, and Nitrogen Metabolism in Lambs. *Journal of Animal Science*. 77:507–515.

Hernández-Mendo O, Pérez-Pérez J, Martínez-Hernández PA, Herrera-Haro JG, Mendoza-Martínez GD, Hernández-Garay A. 2000. Pastoreo de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochts.) por borregos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje. *Agrociencia* 34: 127-134.

Juarez LFI, Fox DG, Blake RW, Pell AN. 1999. Evaluation of Tropical Grasses for Milk Production by DualPurpose Cows in Tropical Mexico. *Journal of Dairy Science*. 82:2136–2145.

McDowell LR, Conrad JH, Thomas JE, Harris LE. 1974. Latin American Tables of Feed composition. University of Florida. Dept. of Animal Science. Gainesville, Florida. Pp. 319-322.

- McVaugh R.** 1983. Gramineae. En W. R. Anderson (ed.). Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico, Vol. 14. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
- NRC.** 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Animal nutrition series. National Research Council. The national academies press. Washington, DC. Pp. 362.
- Pirela FM.** 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Cap.6, Manual de Ganadería Doble Propósito. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Venezuela. Pp. 176-182.
- Radrizzani A. Perotti ME.** 2004. Producción de forraje de Pasturas Tropicales en Sitios Bajos del Sudeste de Santiago del Estero. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. GTProducción animal. Sept. Argentina.
- Romano MJL, Perez LD, Martinez RL, Shimada MA.** 1985. Efecto del medio ambiente y de la densidad energética de la dieta sobre la finalización de ovinos Pelibuey y Corriedale. (Effects of environment and energy density of the diet on finishing Pelibuey and Corriedale sheep). Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. INIFAPSARH y FMVZ-UNAM, Noviembre, México, D.F., 138 pp.
- SAS.** 2005. SAS 9.0 User's Guide: Statistics. Cary, NC, USA.
- SNITT.** 2006. Praderas con pasto Tanzania en la costa de Jalisco. EN: <http://www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologías/forrajes/archivo61.pdf>. Alejandro Yañez Muñoz. Campo Experimental "Costa de Jalisco" INIFAP-SAGAR. Fecha de acceso: 10 de julio de 2007.
- Solís RG, Castellanos RAF, Velázquez MA, Rodríguez GF.** 1991. Determination of nutritional requirements of growing hair sheep. *Small Ruminant Research*, (4)115-125.
- Tedeschi LO, Fox DG, Russell JB.** 2000. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *Journal of Animal Science*.78:1648–1658.
- Tejeda HI.** Control de calidad y análisis de alimentos para animales. 1992. SEP. Sistema de educación continua en producción animal, A.C. Pp 356.
- Villaseñor RJL y Espinosa GFJ.** 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

10. PERFILES PROTEICO, ENERGÉTICO Y MINERAL DE CORDEROS PELIBUEY EN PASTOREO ROTACIONAL INTENSIVO DE *Panicum maximum* cv TANZANIA EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO.

José Manuel Martínez Hernández¹, Eusebio Ortega Jiménez¹, Patricia Cervantes Acosta², Antonio Hernández Beltrán², Rodolfo Canseco Sedano³, Felipe Gallardo López¹, Ponciano Pérez Hernández¹, Silvia López Ortíz¹.

¹Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. ²Laboratorio de Alteraciones Funcionales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Zona Veracruz, Universidad Veracruzana. ³Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Zona Veracruz, Universidad Veracruzana.

 mahejoma@gmail.com

10.1 INTRODUCCIÓN

Los perfiles metabólicos, originalmente diseñados para hatos de bovinos lecheros (Payne *et al.*, 1970), citados por Contreras (2000), fueron posteriormente adaptados y utilizados con éxito en hatos de carne y rebaños ovinos (Contreras *et al.*, 2000). Los perfiles metabólicos ayudan a determinar el estado de equilibrio nutricional y metabólico de un rebaño y de ésta manera, dan las bases para ajustar el manejo zootécnico para evitar o corregir las llamadas enfermedades de la producción. Para estos perfiles comúnmente se utilizan muestras de tejidos o fluidos para medir las concentraciones de metabolitos específicos.

Los valores medios de cada metabolito, son comparados con las medias poblacionales de referencia y las diferencias existentes son expresadas en unidades de desviación estándar (valor de H), y se considera como variación significativa cuando el valor medio de una variable es mayor a dos veces la desviación estándar de la media poblacional de referencia (Rowlands y Pocock, 1976).

Las variaciones de la concentración sanguínea de un metabolito, pueden ser provocadas por el exceso o deficiencia de un nutriente en la alimentación, además, también existe una interacción de los nutrientes mismos que puede provocar tal variación.

La urea representa la vía metabólica proteica, una vez que depende de forma directa del aporte de proteínas degradables en la ración. El aporte energético en la ración también tiene efecto sobre la urea, ya que al modificarse el metabolismo ruminal, se modifica la concentración de proteínas en el rúmen; y por

consecuencia se aumenta la concentración de la urea sanguínea (Contreras *et al.*, 2000). Por lo tanto, éste metabolito refleja de manera indirecta el estatus energético del animal y puede incluirse dentro del correspondiente perfil. Además, la urea responde con rapidez a movilizaciones en el aporte de proteínas en la ración (Álvarez, 2001).

Otros metabolitos como la albúmina, la hemoglobina (Contreras *et al.*, 2000) y las proteínas totales, responden más lentamente, teniendo que transcurrir prologados períodos de la deficiencia en el aporte proteico, para que disminuyan sus concentraciones sanguíneas.

Del Valle *et al.* (1983), estudiaron las variaciones en la composición sanguínea de ovejas Romney Marsh, en el pre y postparto, concluyendo que los componentes sanguíneos que de mejor forma expresan las variaciones del estado nutricional fueron la hemoglobina, el hematocrito y la glucosa; los cuales disminuyen cuando los requerimientos nutricionales no son cubiertos.

La glucosa es un metabolito que representa la vía metabólica de la energía. En el organismo animal todos los tejidos requieren un mínimo de glucosa, pero para algunos, por ejemplo cerebro, eritrocitos, epitelio germinativo de las gónadas, retina y glándula mamaria, es imprescindible (Álvarez, 2001). Sin embargo, es poco sensible a las variaciones del aporte de energía en la ración, una vez que su concentración sanguínea es regulada por un eficiente mecanismo hormonal destinado a mantener constante la concentración de la glucosa sanguínea. Por eso, la deficiencia energética debe de ser muy intensa para que disminuyan los valores de la glucosa (Rowlands, 1980).

El colesterol posee una importante función metabólica por estar presente en las membranas celulares, y es precursor de hormonas sintetizadas en tejidos esteroideogénicos (gónadas, adrenales, placenta), sobretodo en el cuerpo lúteo (Borges *et al.*, 2001) y testículos (Amorim, 2004). Éste metabolito se encuentra dentro de los indicadores del funcionamiento hepático, y de alguna forma aporta detalles del estatus energético del animal por ser un componente de los indicadores lipídicos (Álvarez, 2001).

Los minerales tienen una importante función en la nutrición (Lee *et al.*, 2002), pues son necesarios para la utilización de la energía y la proteína y para la biosíntesis de los nutrientes esenciales. En el análisis de los perfiles metabólicos, es preferible medir las concentraciones sanguíneas de Cu, Pi, Mg, y Zn, entre otros elementos, ya que sus concentraciones pueden estar afectadas por la alimentación; además, de ser estos minerales, los más frecuentemente envueltos en los cuadros clínicos de alteraciones minerales (Contreras *et al.*, 2000).

Los diferentes componentes ambientales también tienen un efecto en el desempeño animal. Directamente modifican la homeostasis o equilibrio fisiológico, e indirectamente, cambian la cantidad y calidad de los pastos ofrecidos. Así, dentro de los primeros factores, la interacción temperatura y humedad a través del Índice ITH (Brown-Brandl *et al.*, 2005), es el que se consideró en éste estudio.

Mediante éste índice, se determina el grado de confort térmico o estrés calórico al que están sometidos los rumiantes en un período de tiempo determinado; se consideran como niveles de seguridad climática para el ganado, aquellos valores de 74 ó menos, en alerta para 75 a 79, peligro para 80 a 83 y emergencia de 84 en adelante (Eigenberg *et al.*, 2005). Como resultado a tal situación, el

metabolismo animal puede verse modificado. Así, climas calurosos pueden provocar una elevación de la temperatura corporal y de la frecuencia respiratoria, lo cual evita, por ejemplo, que borregas de la raza Comisana puedan mantener su balance térmico por arriba de los 35°C, manifestándose efectos adversos en el metabolismo energético y mineral. (Sevi *et al.*, 2001). Además, el estrés calórico en ovinos (35°C con 55% HR, ITH de 86) reduce la ingesta de alimento en comparación con un ambiente termoneutral (20°C y 65% HR, ITH de 66) (Abdalla *et al.*, 1993). Los ovinos de pelo son resistentes y bien adaptados al estrés calórico. Bajo esas condiciones ambientales, son más eficientes que las razas de lana, pero quedan por debajo del desempeño de borregos de lana observados en climas templados (Romano *et al.*, 1985).

En carneros, recientemente se ha descrito el Índice de Túnica Dartos (ITD), para evaluar la tolerancia al calor en condiciones subtropicales (Marai *et al.*, 2006).

En ésta investigación, se evaluó el efecto de la dieta de pastoreo rotacional intensivo en pasto Tanzania o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional y, la interacción de los factores climáticos de temperatura ambiental y humedad relativa, sobre el desempeño fisiológico reflejado en perfiles energético, proteico y mineral, en corderos Pelibuey prepúberes.

10.2 MATERIALES Y MÉTODOS

10.2.1 Localización del área experimental

La investigación se realizó desde el mes de Agosto del 2004 hasta Julio del 2005 en las instalaciones del módulo ovino del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz, ubicado en las coordenadas 19° 11' 45" Latitud Norte y 96° 19' 03" Longitud Oeste (GPS 12, Garmin Internacional Inc.), con un clima cálido subhúmedo (Aw1) con lluvias en verano (García, 1988).

10.2.2 Animales experimentales

Se utilizaron 48 corderos machos Pelibuey clínicamente sanos con 76.6 ± 3.0 días de edad y 12.7 ± 1.9 Kg de peso vivo, provenientes de parto sencillo o doble con gemelos de cualquier sexo. Estos corderos se obtuvieron del módulo de producción de ovinos del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Los corderos se asignaron al azar en uno de 6 grupos (n=8), de acuerdo al sistema de alimentación dentro de cada época del año estudiada. El peso vivo de los corderos fue registrado cada 15 días desde el día 75 de edad hasta el momento en que se determinó la aparición de la pubertad en los corderos de cualquier grupo con el auxilio de técnicas histológicas y/o andrológicas.

10.2.3 Alimentación

Tres de los grupos formados para cada una de las épocas climáticas del año (lluvias, nortes y sequía) estuvieron bajo pastoreo rotacional (PR) en zacate Tanzania (*Panicum maximum*) con períodos de descanso de la pradera de 21

días, sin complementación alimenticia y los otros 3 grupos, se mantuvieron bajo las mismas condiciones pero complementados (PRC) con un concentrado comercial para corderos, conteniendo un 15 % de proteína cruda como mínimo, y ajustándose su oferta al 1.5% del peso vivo registrado en los pesajes quincenales durante las tres épocas del año.

10.2.4 Épocas climáticas

Para el año 2004 se utilizaron los animales provenientes de los destetes realizados en los meses de Julio y Noviembre (épocas de lluvia y nortes), para el 2005 se utilizaron los corderos destetados en Marzo (época de sequía).

10.2.5 Manejo de la pradera

Los animales se alimentaron con Pasto Tanzania (*Panicum maximum*) bajo el sistema de pastoreo rotacional, con una carga animal momentánea promedio de 21.3 ± 5.0 UA ha⁻¹. El tiempo de descanso de la pradera se manejó con intervalos de descanso de 21 días y 7 de ocupación. Se utilizaron cuatro secciones de pradera con 225 m² cada una, conteniendo 18 surcos de 15 m lineales cada una. A cada sección se le fertilizó al inicio de cada período de descanso a razón de 100 kg de N por hectárea por época del año, en aplicación sólida durante la temporada de lluvias. Para las temporadas de nortes y sequía, se les aplicaron riego de auxilio por aspersion a razón de 4 ± 1 veces por ciclo de pastoreo y se ferti-irrigaron con la misma dosis de N en la primera aspersion de cada ciclo. El pastoreo fue diurno y se realizó a lo largo de 8 horas durante todos los días del

experimento, entre las 07:00 y las 15:00 horas. En el tiempo restante, los corderos permanecieron en corrales separados dependiendo de la ausencia o presencia de la complementación nutricional, permaneciendo durante la tarde y noche con libre acceso al agua de beber.

10.2.6 Muestreo y manejo de las muestras

A todos los animales utilizados en el estudio, se les tomó muestras de sangre venosa proveniente de la yugular en tubos de vidrio al vacío sin aditivos para la obtención de suero sanguíneo y otro tubo de vidrio al vacío con EDTA fue el recipiente colector de la sangre destinada al análisis de hematocrito, hemoglobina y proteínas totales. Todas las colectas sanguíneas se realizaron a intervalos mensuales a partir de los 90 días de edad hasta la detección por técnicas andrológicas y/o histológicas, del inicio de la pubertad en cualquier cordero.

Las muestras sanguíneas obtenidas fueron conservadas en refrigeración por un tiempo cercano a las dos horas y enseguida fueron procesadas para su lectura, conservación o almacenaje en laboratorio. Este procesamiento consistió en la centrifugación a 2000 G de las muestras destinadas a la obtención de suero sanguíneo. Posteriormente el suero obtenido fue depositado en tubos para microcentrífuga previamente identificados, de material plástico y con capacidad de 2 cc. Su almacenaje se realizó en bolsas de polietileno identificadas por fecha de muestreo y colocadas en congelación permanente y con una temperatura constante de -21 °C, hasta su posterior análisis de los diferentes metabolitos a estudiar. La sangre completa fue analizada inmediatamente a su llegada al

laboratorio, las variables estudiadas para este caso fueron hematocrito, hemoglobina y proteínas totales.

10.2.7 Análisis en laboratorio

El hematocrito fue determinado por centrifugación y lectura de tubos capilares. La refractometría se empleó para determinar proteínas totales y se utilizó espectrofotometría de luz visible para determinación de albúmina, hemoglobina, urea, glucosa, colesterol y fósforo inorgánico. La espectrofotometría de absorción atómica fue empleada para la determinación de los elementos Calcio, Sodio, Potasio, Magnesio, Cobre y Zinc. Todos los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Alteraciones Funcionales, localizado en la Unidad de Diagnóstico de la Posta Zootécnica “Torreón del Molino” dependiente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Los valores de referencia utilizados en éste estudio (Anexos 10.5.1 y 10.5.2) corresponden a los manejados en el laboratorio antes citado.

10.2.8 Análisis estadístico.

Todas las variables de respuesta se evaluaron por análisis de la varianza en comparación múltiple de medias por la prueba SNK. Para las comparaciones entre las variables dentro de cada grupo a través del tiempo, se utilizaron medias ajustadas. Todos los análisis fueron realizados con el procedimiento GLM del programa para análisis estadístico SAS (SAS, 2005).

10.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, todos los perfiles metabólicos se encontraron dentro de los rangos de normalidad. Los perfiles proteico y mineral, presentaron sus valores más bajos para las épocas de lluvias y secas, mientras que el energético los presentó en la de nortes (Cuadros 10.1, 10.2, 10.3 y 10.4).

Todos los metabolitos se encontraron dentro del rango de dos desviaciones estándar con respecto a la media de referencia, indicando que no existieron alteraciones fisiológicas severas para ninguno de los tratamientos, sin embargo, en los perfiles proteico y energético, se observó tendencia hacia los valores marginales (Figuras 10.1 y 10.2); en el perfil mineral, únicamente el Zn presentó tal tendencia (Figuras 10.3 y 10.4).

Las proteínas totales y las globulinas presentaron concentraciones más altas para el grupo PRC en las épocas de lluvias y nortes, reflejando la diferencia en la calidad del aporte nutricional ofrecido; estos metabolitos tienen entonces, una presentación similar a la utilización de una dieta para crianza artificial en corderos Chios, en comparación con la crianza directa de la borrega, obteniéndose mejores resultados para ésta última (Öztabak y Özpınar, 2006).

Cuadro 10.1. Concentraciones sanguíneas de Proteína total (PT), Albúmina (ALB), Globulinas (GLO), Hematocrito (HTO) y Hemoglobina (HB) en corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional (PR) consumiendo pasto Tanzania y con el mismo pastoreo mas una complementación nutricional (PRC).

		PT mg/dL	ALB mg/dL	GLO mg/dL	HTO %	HB mg/dL
Lluvias	PRC	7.9 (0.09) b	3.7 (0.07) cd	4.2 (0.10) ab	23.9 (0.82) a	8.3 (0.32) a
	PR	7.4 (0.10) c	3.6 (0.07) d	3.9 (0.11) cd	19.0 (0.86) b	6.7 (0.33) b
Nortes	PRC	8.4 (0.11) a	4.0 (0.08) ab	4.4 (0.13) a	24.3 (0.99) a	8.3 (0.39) a
	PR	7.9 (0.11) b	3.9 (0.08) abc	4.1 (0.13) bc	24.9 (0.99) a	8.2 (0.39) a
Secas	PRC	7.8 (0.10) b	4.0 (0.07) a	3.7 (0.11) d	23.8 (0.86) a	8.3 (0.33) a
	PR	7.7 (0.10) bc	3.8 (0.07) bd	3.9 (0.11) bd	22.3 (0.90) a	8.3 (0.35) a

Valores en medias de mínimos cuadrados y error estándar entre paréntesis.

Literales diferentes en columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Los valores de hemoglobina y hematocrito permanecieron muy estables en cuanto a tratamiento y época, existiendo una diferencia solamente entre el grupo PR de la época de lluvias con respecto a todos los demás ($p < 0.05$). Estos resultados coinciden en que la complementación alimenticia, no afecta la concentración de hemoglobina y hematocrito, con respecto al grupo testigo, al trabajar con borregos Awassi con bloques nutricionales (Al-Haboby *et al.*, 1999).

Las concentraciones de urea se mantuvieron cerca del límite de referencia superior en todos los tratamientos y épocas, tal vez debido a la movilización de proteína corporal para compensar las deficiencias de tales compuestos orgánicos en las dietas, lo cual coincide con lo sugerido por Ferrell *et al.* (1999), quienes concluyen que la complementación de energía en una dieta proteína limitante, estimula tal movilización en corderos castrados Texel x Dorset. A su vez, altos niveles de urea plasmática y albúmina son reportados en el mismo tipo de corderos, pero de la raza Suffolk, al ingerir dietas altas en proteína (Gentry *et al.*, 1999).

Cuadro 10.2. Concentraciones sanguíneas de Glucosa (GLU), urea (URE), y colesterol (COL) en corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional (PR) consumiendo pasto Tanzania y con el mismo pastoreo mas una complementación nutricional (PRC).

		GLU mg/dL	URE mmol/L	COL mg/dL
Lluvias	PRC	54.1 (4.19) a	9.1 (0.66) ab	170.4 (12.91) a
	PR	52.9 (4.38) ab	9.3 (0.70) ac	169.0 (13.52) a
Nortes	PRC	42.6 (5.09) ab	7.2 (0.81) bc	84.4 (15.70) b
	PR	26.6 (5.09) c	7.1 (0.81) b	69.4 (15.70) b
Secas	PRC	49.2 (4.38) ab	9.7 (0.70) a	62.7 (13.52) b
	PR	41.5 (4.61) b	8.8 (0.73) ab	80.3 (14.23) b

Valores en medias de mínimos cuadrados y error estándar entre paréntesis. Literales diferentes en columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Para el colesterol, se registraron valores altos, principalmente para la época de lluvias, lo cual puede indicar un desequilibrio nutricional en ambas dietas, contrariamente a lo reportado por Özpınar y Firat (2003), quienes concluyen que borregas de la raza Sakiz, alimentadas con dietas balanceadas y con suficientes niveles de energía y proteína, no muestran signos de toxemia relacionada con niveles altos de colesterol. Sin embargo, elevadas concentraciones plasmáticas de colesterol, sugieren un mejor aprovechamiento y mejor producción de los precursores de la síntesis lipídica, que al final pueden resultar en reservas energéticas; lo cual sugiere la posibilidad de evaluar este indicador como parámetro de resistencia en condiciones tropicales (Álvarez, 2001).

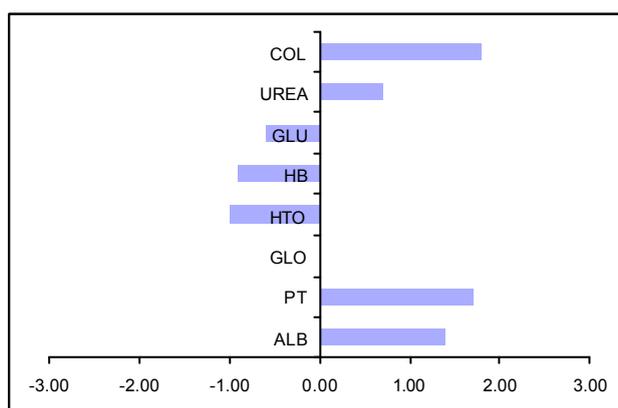


Figura 10.1. Valores de H de los perfiles proteico y energético de corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional consumiendo pasto Tanzania y una complementación nutricional.

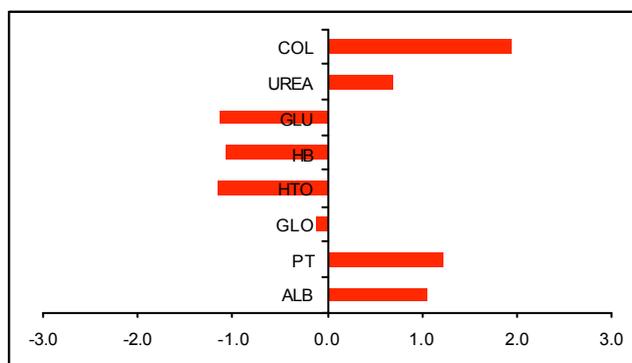


Figura 10.2. Valores de H de los perfiles proteico y energético de corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional consumiendo pasto Tanzania.

Temperaturas ambientales altas, pueden resultar en desequilibrio de minerales plasmáticos, especialmente debido a la reducción en Na, K, Ca y P, aunado a un incremento de la concentración de Cl (Kume *et al.*, 1987; Schneider *et al.*, 1988).

Los niveles más bajos de Mg se presentaron para las épocas de mayor estrés térmico, lo cual está relacionado con lo reportado por Cole (1996), quien describe que después de un momento severo de estrés, los valores de Na y Mg disminuyen en corderos cruzados.

Cuadro 10.3. Concentraciones sanguíneas de Calcio, Fósforo inorgánico, Sodio y Potasio en corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional (PR) consumiendo pasto Tanzania y con el mismo pastoreo mas una complementación nutricional (PRC).

		Ca mmol/L	P mg/dL	Na mmol/L	K mmol/L
Lluvias	PRC	2.3 (0.09) b	7.6 (0.32) a	142.6 (3.56) c	4.6 (0.17) bc
	PR	2.2 (0.09) b	6.8 (0.33) ac	138.8 (3.73) c	5.0 (0.18) ab
Nortes	PRC	2.9 (0.11) a	6.5 (0.39) bc	153.7 (4.33) ab	4.4 (0.21) c
	PR	2.8 (0.10) a	7.0 (0.39) ab	142.5 (4.32) bc	4.8 (0.21) ac
Secas	PRC	2.2 (0.09) b	6.6 (0.33) bc	154.7 (3.73) a	5.2 (0.18) a
	PR	2.3 (0.10) b	5.9 (0.35) c	156.6 (3.92) a	4.9 (0.19) ac

Valores en medias de mínimos cuadrados y error estándar entre paréntesis.
Literales diferentes en columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Cuadro 10.4. Concentraciones sanguíneas de Magnesio, Cobre y Zinc en corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional (PR) consumiendo pasto Tanzania y con el mismo pastoreo mas una complementación nutricional (PRC).

		Mg mmol/L	Cu μ mol/L	Zn μ mol/L
Lluvias	PRC	1.01 (0.04) ab	1.53 (0.10) c	10.95 (0.46) a
	PR	0.95 (0.04) b	1.64 (0.11) bc	11.17 (0.48) a
Nortes	PRC	1.11 (0.05) a	1.56 (0.13) bc	6.46 (0.56) b
	PR	1.10 (0.05) a	1.59 (0.13) bc	5.83 (0.56) b
Secas	PRC	0.96 (0.04) b	1.97 (0.11) a	6.89 (0.48) b
	PR	1.04 (0.04) ab	1.85 (0.12) ab	6.26 (0.51) b

Valores en medias de mínimos cuadrados y error estándar entre paréntesis.
Literales diferentes en columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Los valores disminuidos en la concentración sanguínea del Zn, puede explicarse a los elevados requerimientos de este mineral por parte de machos en crecimiento (Álvarez, 2001), además de considerar la calidad de la dieta ofrecida que es fundamental para mantener su concentración sanguínea normal y el permanente estrés en el que se vieron sujetos los corderos experimentales de éste trabajo, ya

sea por las condiciones climáticas o por la oferta del forraje. En situaciones de manejo estresante, (Hatfield *et al.*, 1992) demostraron los beneficios al proporcionar Zn en seis veces el nivel recomendado a corderos estabulados.

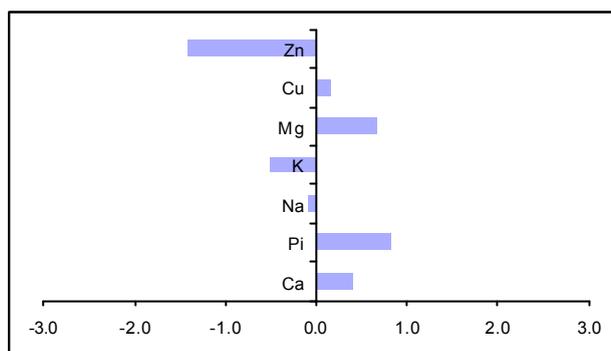


Figura 10.3. Valores de H del perfil mineral de corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional consumiendo pasto Tanzania y una complementación nutricional.

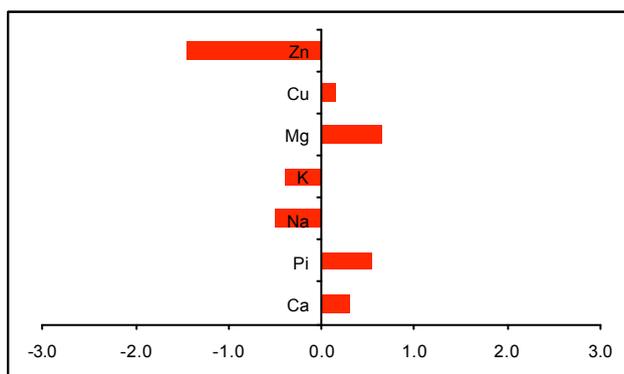


Figura 10.4. Valores de H del perfil mineral de corderos Pelibuey prepúberes, mantenidos en pastoreo rotacional consumiendo pasto Tanzania.

La Figura 10.5 muestra que al aplicar el mencionado nivel de seguridad climática, los corderos a lo largo del año experimental, se encontraron entre el nivel de alerta (época de nortes) y los de peligro y emergencia (lluvias y secas). Es notable observar que durante los meses con mayor confort climático para los corderos, el forraje ofertado presentó los valores más bajos en producción de materia seca, y

viceversa, en los meses de mayor estrés calórico para los animales, el forraje fue más abundante (Anexo 10.5.3).

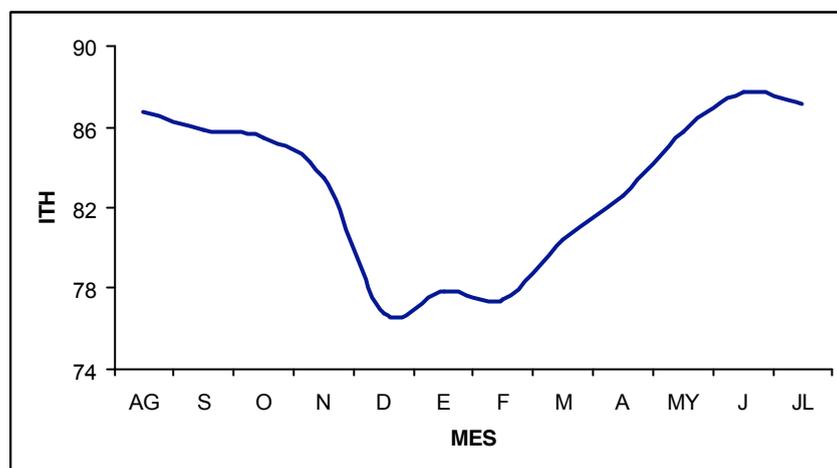


Figura 10.5. Dinámica mensual del índice de temperatura y humedad (ITH) durante la etapa de campo (agosto 2004 – julio 2005) para corderos Pelibuey prepúberes.

Las concentraciones de urea disminuyeron durante la época de nortes (Cuadro 10.5), que coincide con los meses más frescos, de manera contraria, los niveles elevados de urea durante las épocas calurosas pueden sugerir movilización de aminoácidos del tejido muscular para la gluconeogénesis (Sevi *et al.*, 2001), sobre todo porque la oferta nutricional es menor y no cubre los requerimientos nutricionales de los animales. Esto generalmente ocurre cuando el total de los nutrientes exclusivamente provienen del pastoreo directo y su cantidad y calidad varía a lo largo del año (Oliveira *et al.*, 2003).

Cuadro 10.5. Concentraciones sanguíneas en corderos Pelibuey, de Proteína total (PT), Globulinas (GLO), Glucosa (GLU), Urea (URE), Calcio y Magnesio, con dinámica asociada a los valores de ITH presentes durante la fase experimental.

		LL	EE	N	EE	S	EE
Perfil proteico	PT (mg/dL)	7.7 b	0.06	8.2 a	0.08	7.7 b	0.07
	GLO (mg/dL)	4.0 b	0.07	4.3 a	0.08	3.8 b	0.07
Perfil energético	GLU (mg/dL)	53.5 a	3.03	34.6 b	3.59	45.4 a	3.18
	URE (mmol/L)	9.2 a	0.48	7.2 b	0.57	9.2 a	0.50
Perfil mineral	Ca (mmol/L)	2.3 b	0.06	2.8 a	0.07	2.3 b	0.06
	Mg (mmol/L)	1.0 b	0.02	1.1 a	0.03	1.0 b	0.03
Valores en medias de mínimos cuadrados.							
Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($p < 0.05$).							

Las variaciones mencionadas en el cuadro 10.5, pueden ser consideradas como el resultado del efecto del ambiente en la producción de forraje y por consiguiente, en la disponibilidad de los nutrientes contenidos en el mismo pasto, modificando así al desempeño animal y retando a su capacidad compensatoria para enfrentar deficiencias nutricionales en un lapso de tiempo determinado.

10.4 CONCLUSIONES, IMPLICACIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien en este estudio no se encontraron alteraciones graves en los componentes sanguíneos evaluados, si se registraron tendencias hacia valores extremos en los perfiles energético y mineral, suponiendo como responsables de estas variaciones al estrés calórico y a las dietas incapaces de cubrir los requerimientos nutricionales de corderos Pelibuey prepúberes.

Es necesaria la evaluación constante del desempeño animal a través de la elaboración de perfiles metabólicos que permitan detectar alteraciones fisiológicas que puedan repercutir en la salud animal y por consecuente en todo el sistema productivo.

Cualquier sistema de manejo para ovinos tropicales, debe de considerar, dentro de los lineamientos básicos de su instauración, las condiciones nutricionales a utilizar, el entorno donde se desarrollará la producción y el componente genético a utilizar.

10.5 ANEXOS

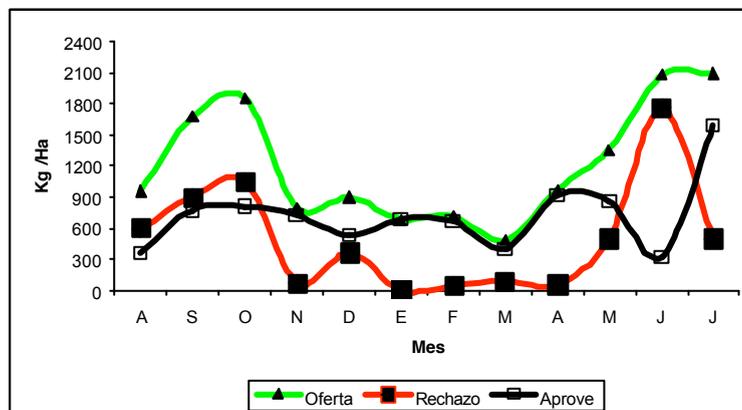
Anexo 10.1. Valores de referencia empleados en el Laboratorio de Alteraciones Funcionales de la FMVZ, Universidad Veracruzana, para algunos metabolitos de los perfiles proteico y energético en corderos de pelo.

	ALB mg/dL	PT mg/dL	GLO mg/dL	HTO %	HB mg/dL	GLU mg/dL	UREA mmol/L	COL mg/dL
Promedio	3.2	6.75	4.1	37	12	62.6	6.5	67.1
D.E	0.5	0.75	1.4	13	4	18.6	2.8	23

ALB= Albúmina, PT=Proteína total, GLO=Globulinas, HTO=Hematocrito, HB=Hemoglobina, GLU=Glucosa, COL=Colesterol.

Anexo 10.2. Valores de referencia empleados en el Laboratorio de Alteraciones Funcionales de la FMVZ, Universidad Veracruzana, para algunos metabolitos del perfil mineral en ovinos de pelo.

	Ca mmol/L	Pi mg/dL	Na mmol/L	K mmol/L	Mg mmol/L	Cu umol/L	Zn umol/L
Promedio	2.3	5.7	150.6	5.3	0.9	1.6	21.4
D.E	0.3	1.7	9	1	0.2	0.8	9.2



Anexo 10.3. Utilización del pasto Tanzania por corderos Pelibuey en pastoreo rotacional intensivo, durante los diferentes meses del año.

10.6 LITERATURA CITADA

- Abdalla EB, Kotby EA, Johnson HD.** 1993. Physiological responses to heat-induced hyperthermia of pregnant and lactating ewes. *Small Ruminant Research*. 11(2):125-134.
- Al-Haboby AH, Salman AD, Abdul Kareem TA.** 1999. Influence of protein supplementation on reproductive traits of Awassi sheep grazing cereal stubble. *Small Ruminant Research*. 34(1):33-40.
- Álvarez CJL.** 2001. Interpretación de los perfiles metabólicos: indicadores asociados al metabolismo energético del rumiante. Cap. 2. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Ed. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Pp. 201.
- Amorim, LS.** 2004. Características seminais, biometria testicular, concentrações metabólicas e hormonal e desempenho produtivo de touros da raça Nelore tratados com Somatotrofina bovina recombinante (rbST). 70f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Brasil.
- Borges AM, Torres CAA, Ruas JRM, et al.** 2001. Concentração plasmática de colesterol total e lipoproteína de alta densidade em novilhas mestiças doadoras de embriões tratadas com somatotropina bovina recombinante. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 53:605-610.
- Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Hahn GL.** 2005. Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. *Biosystems Engineering* 90 (4), 451–462.
- Cole NA.** 1996. Metabolic Changes and Nutrient Repletion in Lambs Provided with Electrolyte Solutions Before and After Feed and Water Deprivation. *Journal of Animal Science* 74:287–294.
- Contreras P.** 2000. Indicadores do metabolismo protéico utilizado nos perfis metabólicos de rebanhos. In: González, FHD, Barcellos JO, Ospina H. *et al.* (Eds). Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pp. 23-30.
- Contreras P, Wittwer F, Böhmwald H.** 2000. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: González, FHD, Barcellos JO, Ospina H. *et al.* (Eds). Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pp. 75-84.

- Del Valle J, Wittwer F, Hervé M.** 1983. Estudio de los perfiles metabólicos durante los períodos de gestación y lactancia en ovinos Romney. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 15:65-72.
- Eigenberg RA, Brown-Brandl TM, Nienaber JA, Hahn GL.** 2005. Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 2: Predictive Relationships. *Biosystems Engineering* 91(1): 111–118.
- Ferrell CL, Kreikemeier KK, Freetly HC.** 1999. The Effect of Supplemental Energy, Nitrogen, and Protein on Feed Intake, Digestibility, and Nitrogen Flux Across the Gut and Liver in Sheep Fed Low-Quality Forage. *Journal of Animal Science*. 77:3353–3364.
- García E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Gentry LR, Fernandez JM, Ward TL, White TW, Southern LL, Bidner TD, Thompson DL Jr, Horohov DW, Chapa AM, Sahlú T.** 1999. Dietary Protein and Chromium Tripicolinate in Suffolk Wether Lambs: Effects on Production Characteristics, Metabolic and Hormonal Responses, and Immune Status. *Journal of Animal Science*. 77:1284–1294.
- González, FHD, Barcellos JO, Ospina H. et al.** (Eds). 2000. Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 106p.
- Hatfield PG, Snowden GD, Glimp HA.** 1992. The effects of chelated zinc methionine on feedlot lamb performance, cost of gain, and carcass characteristics. *Sheep and Goat Reserch Journal*. 8:1-4.
- Kume S, Kurihara M, Takahashi S, Shibata M, Aii T.** 1987. Effect of hot environmental temperature on major mineral balance in lactating cows. *Japan Journal of Zootechnic Science*. 58:764–770.
- Lee J, Knowles SO, Judson GJ.** 2002. Trace-element and vitamin nutrition of grazing sheep. Page 285 in *Sheep Nutrition*. M. Freer and H. Dove, eds. *CAB International*, Oxon, U.K.
- Oliveira RLA, Díaz GFH, Conceição TR, Arnt BM, Lima LRV, Campos R.** 2003. Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. *Acta Scientiae Veterinariae*. 31(3):167-170.
- Öztabak K, Özpınar A.** 2006. Growth Performance and Metabolic Profile of Chios Lambs Prevented from Colostrum Intake and Artificially Reared on a Calf Milk Replacer. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 30:319-324.

- Özpinar A, Fırat A.** 2003. Metabolic profile of pre-pregnancy, pregnancy and early lactation in multiple lambing Sakiz ewes. 2. Changes in plasma progesterone, estradiol-17 β and cholesterol levels. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 47(3-4):139-143.
- Payne JM, Sally M, Dew M, Manston R, Faulks M.** 1970. The use of metabolic profiles test in dairy herds. *Veterinary Records*. 87:150-158.
- Romano MJL, Perez LD, Martinez RL, Shimada MA.** 1985. Efecto del medio ambiente y de la densidad energética de la dieta sobre la finalización de ovinos Pelibuey y Corriedale. (Effects of environment and energy density of the diet on finishing Pelibuey and Corriedale sheep). Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. INIFAPSARH y FMVZUNAM, Noviembre, México, D.F., 138 pp.
- Rowlands GJ, Pocock R.** 1976. Statistical basis of the Compton metabolic profile test. *Veterinary Records*. 98:333-338.
- Rowlands GJ.** 1980. A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with pathology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. *World Review of Nutrition and Dietetics*. 35:172-235.
- SAS.** 2005. SAS 9.0 User's Guide: Statistics. Cary NC, USA.
- Schneider, P. L., D. K. Beede, and C. J. Wilcox.** 1988. Nycterohemeral patterns of acid-base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments. *Journal of Animal Science*. 66:112–125.
- Sevi A, Annicchiarico G, Albenzio M, Taibi L, Muscio A, Dell'Aquila S.** 2001. Effects of Solar Radiation and Feeding Time on Behavior, Immune Response and Production of Lactating Ewes Under High Ambient Temperature. *Journal of Dairy Science*. 84:629–640.

11. TESTICULAR MORPHOLOGY OF PELIBUEY LAMBS UNDER TWO DIETS IN SUB HUMID TROPICS.

Martinez-Hernandez, JM¹; Rodriguez-Sosa, JR²; Ortega-Jimenez, E¹; Hahnel A².

¹Campus Veracruz-Colegio de Postgraduados, Mexico; ²Department of Biomedical Sciences, Ontario Veterinary College, University of Guelph. Canada.

 mahejoma@gmail.com

Poster presentado en:

33rd ANNUAL SOUTHERN ONTARIO REPRODUCTIVE BIOLOGY WORKSHOP.

Abril 29, 2005. University of Western Ontario, London, Ontario, C nada.

11.1 INTRODUCTION

Nutrition may cause low yields in animal production through short and long-term effects on reproductive function or on maturation of the reproductive system. Understanding of the relationship of nutrition to reproduction could suggest hormonal or nutrient regimes to appropriately alter energy balance (Blache, *et al.*, 2000). One way to observe the effects of nutrition on testicular development of rams is by histology (Bielli, *et al.*, 2000).

The study of testicular development in tropical rams is currently very important because ovine production has been increased in the south-east of Mexico as an alternative to cattle ranching or as a mean to supplement the income of cattle ranchers (Nuncio-Ochoa, *et al.*, 2001).

The aim of this study is to evaluate the effect of two feeding regimes on pre-pubertal testicular development in Pelibuey lambs.

11.2 MATERIALS AND METHODS

Sixteen spring born male Pelibuey lambs that were 12 Kg and 75 days old were weaned and randomly divided into two groups of eight animals each. One group (RG) was grazed on a local pasture grass (Tanzania, cultivar of *Panicum maximum*), and the other group (RGS) was grazed on pasture, but also given supplemental feed pellets containing 15% crude protein at 1.5% of body weight. All lambs were rotated onto new pasture every 7 days. Hemi-orchietomy was performed on 1 lamb from each group approximately every 15 days starting at 82 days postpartum. Testicular volume was determined according Steger and Wrobel (1994). Testicular tissue was fixed in Davidson's modified solution (Latendresse, et al., 2002), processed for paraffin sections, and the sections stained with H&E, or immunostained with anti-PGP 9.5, a spermatogonial cell marker. Total seminiferous tubule area and luminal area were measured with Optimas 6.0 software. Number of germ cells that had migrated to the basal lamina or were still centrally located were counted on PGP 9.5 immunostained sections. Number of dividing cells was counted on H&E-stained section. Cell counts and tubule measurements were performed on 3 sections from each testis (1 section from the top, 1 from the middle and 1 from bottom), and 10 tubule cross-sections were analyzed in each section. Tukey's test was used for statistical analysis. Stage of spermatogenesis was qualitatively assessed by presence of round and/or elongate spermatids and spermatozoa.

11.3 RESULTS

Average seminiferous tubule diameter increased with age in both the group without supplemental feed and in the group with protein-supplemented feed. However, the average area at each time point for the animal from the un-supplemented group was less than that for the animal from the supplemented group (Table 11.1). Lumens were first seen in the supplemented group at 142 days post partum. Lumens were not seen in the un-supplemented group, nor was spermatogenesis initiated during the course of this study in the rams on un-supplemented pasture (Figure 11.1). In the group with protein supplementation, round spermatids were first seen on day 156, elongated spermatids and spermatozoa on day 177 (Figure 11.2). The number of tubules with dividing cells was equivalent in the two groups at 127 d postpartum (45 days after initiation of the 2 feeding programs), but in the group on supplemented feed, this number increased on days 142, 156, 177 and 191; and then decreased on 192 and 212 d postpartum. In the un-supplemented group dividing cells remained constant at 0-0.5 cells/tubule cross-section. The number of centrally located germ cells in the supplemented group was between 1.2 and 1.7/tubule cross-section from day 85 to 127, and then dropped to 0.1 to 0.0 from day 142 to the end of the study. In the un-supplemented group, centrally located cells were less than 1.8/tubule cross-section until 165 d postpartum, and then rose to 3.9/cross-section on day 179, and remained at about 2.7 for the remainder of the study. The number of germ cells located near the basal lamina in the supplemented group was between 1.0 and 1.8/tubule cross-section from day 85 to 127; this number increased to between 9 and 17 for the remainder of the study. In the un-supplemented group, cells located near the basal lamina were less

than 2.7/tubule cross-section throughout the study (Figure 11.3). We noticed that the cells near the basal lamina in the supplemented group flattened on the basal lamina, whereas those in the un-supplemented group remained round.

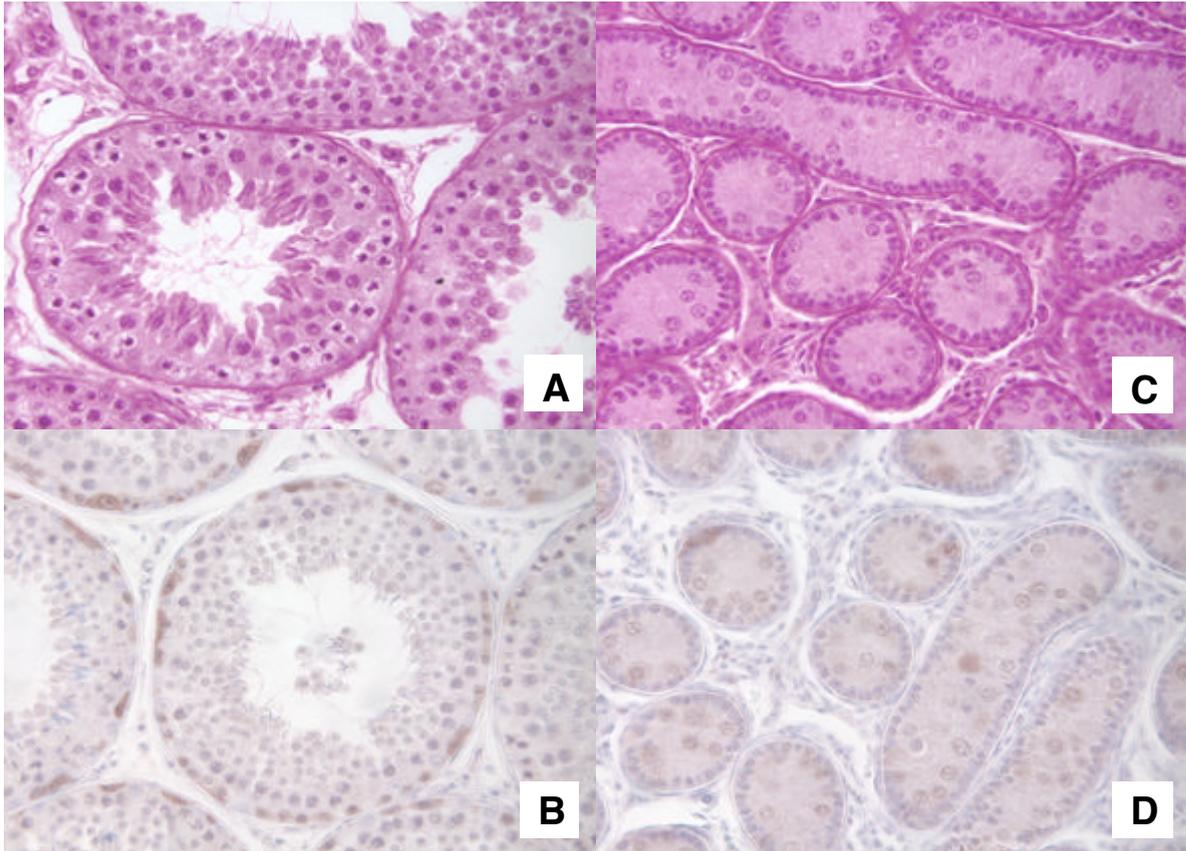


Figure 11.1. Sections of testes from rams grazed without supplemental feed (C,D) (179 days old) or with protein supplemented feed (A,B) (191 days old) . A & C are stained with H&E, B & D are immunostained with anti-PGP 9.5 to detect spermatogonia.

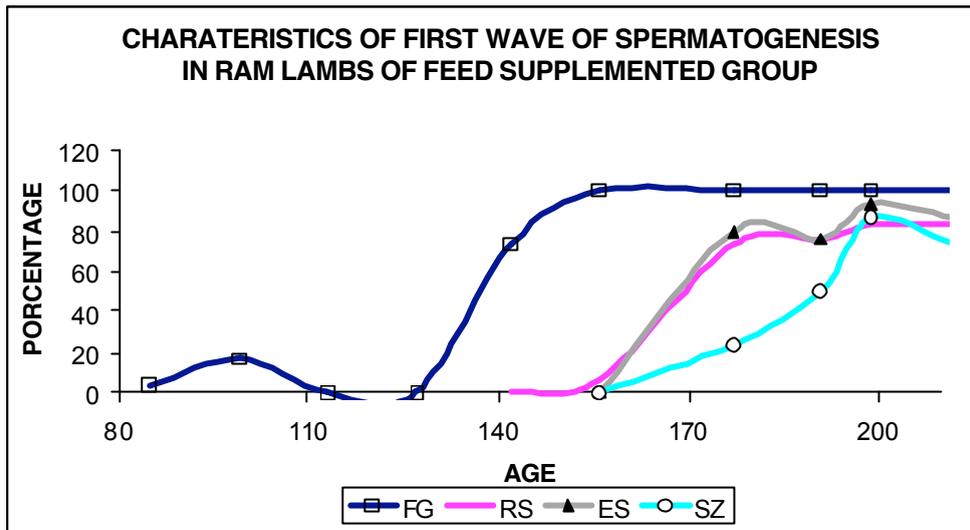


Figure 11.2. Spermatogenesis was only observed in the protein supplemented group (RGS); percentage of seminiferous tubules with dividing cells (FG), round spermatids (RS), elongate spermatids (ES), spermatozoa (SZ) is given for this group.

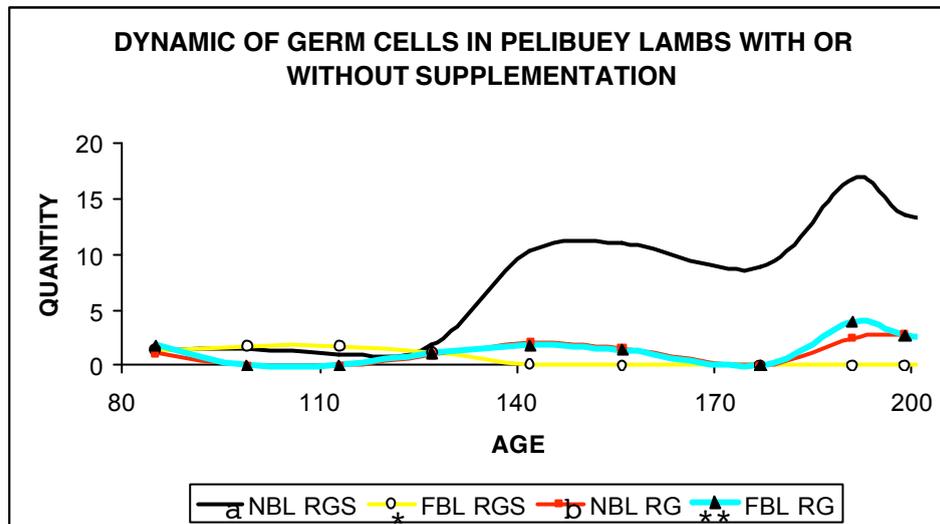


Figure 11.3. Average number of germ cells per tubule cross-section that have migrated to the basal lamina (NBL) or are still centrally located (FBL) in testes of ram lambs with (RGS) and without (RG) protein supplemented feed. Statistical significance is indicated by letters or *, ** between groups. ($p < 0.0001$).

Table 11.1. Physical parameters of pairs of age matched testes from ram lambs fed pasture without protein supplement (RG) and with protein supplement (RGS). Statistical significance between pairs is indicated by letters; significance between groups is indicated by * or ** ($p < 0.0001$). Seminiferous tubule area (STA), lumen area (LUA), Seminiferous tubule diameter (DST).

Age (Days)		LW (Kg)		TV (cm ³)		STA Micrometers ² x10 ⁴		LUA Micrometers ² x10 ⁴		DST Micrometers x10 ⁻¹	
RG	RGS	RGS	RG	RG	RGS	RG *	RGS **	RG *	RGS **	RG *	RGS **
82	85	10.0	10.0	0.60	1.38	0.1201 a	0.2637 b	0.0	0.0	39.01 a	57.52 b
96	99	13.0	11.0	1.14	2.13	0.1355 a	0.3897 b	0.0	0.0	41.39 a	70.14 b
113	113	13.5	12.5	1.08	2.23	0.0808 a	0.1424 b	0.0	0.0	31.98 a	42.51 b
127	127	14.0	12.0	1.26	4.49	0.1000 a	0.2641 b	0.0	0.0	35.64 a	57.85 b
142	142	17.5	14.5	2.67	10.73	0.2094 a	1.1549 b	0.0	0.1028	51.49 a	120.97 b
156	156	17.0	14.0	2.67	24.02	0.1967 a	1.8943 b	0.0	0.1947	49.95 a	154.52 b
165	177	22.5	17.0	2.13	61.97	0.2980 a	3.4879 b	0.0	0.6638	61.49 a	209.64 b
179	191	23.5	16.5	3.42	76.43	0.3223 a	3.9091 b	0.0	0.8030	63.94 a	222.57 b
196	192	18.0	13.5	1.38	48.92	0.1878 a	3.1189 b	0.0	0.7028	48.81 a	198.37 b
210	212	23.0	13.0	1.50	70.14	0.1820 a	3.6915 b	0.0	0.6857	47.95 a	215.92 b

11.4 CONCLUSION

In conclusion, testicular maturation of Pelibuey lambs is slowed by low protein diet. This suggests that when lambs are managed under a system of intensive grazing on Tanzania grass, the diet should be supplemented with protein if puberty is to be attained by eight months of age.

11.5 REFERENCES

Bielli, A; Gastel, MT; Pedrana, G; Moraña, A; Castrillejo, A; Lundeheim, N; Forsberg, M; Rodriguez-Martinez, H. (2000). Influence of pre- and post-pubertal grazing regimes on adult testicular morphology in extensively reared Corriedale rams. *Animal Reproduction Science* 58:73-86.

Blache, D; Chagas, LM; Blackberry, MA; Vercoe, PE; Martin, GM. (2000). Review. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *Journal of Reproduction and Fertility* 120:1-11.

Latendresse, JR; Warbritton, AR; Jonassen, H; Creasy, DM. (2002). Fixation of Testes and Eyes Using a Modified Davidson's Fluid: Comparison with Bouin's Fluid and Conventional Davidson's Fluid. *Toxicologic Pathology* 30:524-533.

Nuncio-Ochoa, G; Nahed-Toral, J; Diaz-Hernandez, B; Escobedo-Amezcuca; Salvatierra-Izaba, B. (2001). Characterization of Sheep Production Systems in the State of Tabasco. *Agrociencia* 35:469-477.

Steger, K; Wrobel, KH. (1994). Immunohistochemical demonstration of cytoskeletal proteins in the ovine testis during postnatal development. *Anatomy and Embryology* 189:521-530.

12. EFECTO DE LA DIETA EN LAS INTERACCIONES DE LA EDAD, PESO VIVO Y MEDICIONES TESTICULARES DE CORDEROS PELIBUEY PREPÚBERES.

José Manuel Martínez Hernández¹, Eusebio Ortega Jiménez¹, Rodolfo Canseco Sedano², Felipe Gallardo López¹, Ponciano Pérez Hernández¹, Silvia López Ortiz¹.

¹ Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. ² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Zona Veracruz, Universidad Veracruzana.

 mahejoma@gmail.com

12.1 INTRODUCCIÓN

En los ovinos, como en cualquier otra especie doméstica, el desempeño reproductivo es considerado como el más importante en términos del relativo valor económico (Bilgin *et al.*, 2004). Tal desempeño está determinado por cuatro factores: el mérito genético, el ambiente físico, la nutrición y el manejo. Se ha sugerido que los factores nutricionales son tal vez los más cruciales en términos de sus efectos directos en el fenómeno reproductivo, mientras que los otros factores se consideran de influencia eventual o moderada.

Una adecuada nutrición puede estimular a tipos biológicos mediocres para alcanzar su potencial genético, disminuir el efecto negativo de un ambiente físico hostil y minimizar los efectos de técnicas de manejo deficientes (Kheradmand *et al.*, 2006).

Por lo tanto, un apropiado manejo nutricional, es decisivo para el éxito reproductivo de los rebaños (Fernández *et al.*, 2004); de hecho, las deficiencias energéticas causadas por una baja ingesta o una excesiva utilización, disminuyen la secreción de la gonadotropinas en ambos sexos de muchas especies, incluyendo a los humanos, y el restablecimiento a patrones normales de alimentación revierte el déficit de tales hormonas (Brown, 1994; Blache *et al.*, 2000; Bielli *et al.*, 2002).

La talla testicular y la producción espermática pueden ser afectadas por cambios en la ingesta de proteína, incluso cuando estos cambios toman lugar por arriba de los requerimientos de mantenimiento. Además, este efecto parece no estar relacionado con los cambios en la secreción de testosterona, lo que refuerza la

hipótesis de que la relación entre ingesta de proteína y reproducción está basada en un efecto independiente de GnRH (Hötzel *et al.*, 1998; Fernández *et al.*, 2004).

Al mismo tiempo, se ha establecido que la regulación del crecimiento testicular debido a la nutrición incluye también a la ruta GnRH-dependiente (Blache *et al.*, 2000).

Un buen número de estudios (Blache *et al.*, 2000, Kheradmand *et al.*, 2006) han demostrado que la espermatogénesis en los carneros es sensitiva a los incrementos en la ingesta de proteína. Éste efecto ha estado relacionado a un incremento en el tamaño testicular, como un reflejo del incremento en el volumen del epitelio seminífero y en el diámetro de los túmulos seminíferos (Saab *et al.*, 1997; Hötzel *et al.*, 1998). Así, la talla testicular se relaciona directamente con el potencial de producción espermática (Foote, 1978).

Para el caso de los carneros, los cambios en el peso corporal están directamente correlacionados con el crecimiento y regresión testicular (Murray *et al.*, 1990).

El tamaño testicular está considerado como el criterio más adecuado, desde la perspectiva fisiológica, genética y práctica para mejorar el desempeño reproductivo de la descendencia femenina. Éste criterio indirecto de selección es dependiente de la heredabilidad y la correlación genética entre la talla testicular y los rasgos reproductivos femeninos (Matos *et al.*, 1992). Así, machos con testículos más grandes tienden a procrear hijas que alcanzan la pubertad en una edad más temprana y liberan más óvulos durante cada período estral (Land, 1973; Söderquist y Hultén, 2006).

Sin embargo, Johnson *et al.* (1994), en estudios realizados en cerdos, durante diez generaciones, reportaron que la selección por predicción de peso testicular,

no fue efectiva en la disminución de la edad a la pubertad o incremento en la tasa de ovulación de las hijas de tales animales.

En lo que respecta a la nutrición de corderos en crecimiento, se ha reportado que las funciones reproductivas en los animales jóvenes, parecen ser más susceptibles a las restricciones de energía y proteína que en los adultos; además, restricciones severas en la nutrición pueden resultar en daños permanentes al tejido gonadal y neural (Brown, 1994).

Recientemente, se ha reportado que desde la etapa uterina, una deficiente nutrición durante la gestación en la oveja, puede reducir el desarrollo testicular en el cordero recién nacido (Bielli *et al.*, 2002); y a pesar de que la desnutrición y la ingesta de sustancias tóxicas pueden tener un mayor efecto en el desarrollo testicular y la espermatogénesis, el sistema reproductivo tiene una considerable capacidad regenerativa a menos que las deficiencias dietarias sean severas y prolongadas (Foote, 1978).

El manejo nutricional post-destete tiene una influencia fuerte en la ganancia de peso de los corderos, lo cual se relaciona alternadamente con el crecimiento testicular y el inicio de la pubertad en corderos Menz (Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992). Además, la medición de la circunferencia escrotal es una parte esencial de la evaluación andrológica, tomando en cuenta que el tamaño testicular varía con la raza (Notter *et al.*, 1985), edad y época del año (Sosa y Perón, 2002; Söderquist y Hultén, 2006).

Por lo tanto, la medición de la talla escrotal como un criterio de selección temprana en pequeños rumiantes (Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992; De Sousa *et al.*, 1997)

permite medir el desempeño de estos corderos manejados dentro de diferentes planes nutricionales y por ende, evaluar tales dietas como inductoras de precocidad.

El objetivo de este estudio fue determinar las correlaciones entre edad y peso vivo con las mediciones testiculares, además de las concentraciones plasmáticas de testosterona en corderos Pelibuey prepúberes, en los sistemas de manejo alimenticio de pastoreo rotacional intensivo y, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional.

12.2 MATERIALES Y MÉTODOS

12.2.1 Localización del área experimental

La investigación se realizó desde el mes de Agosto del 2004 hasta Julio del 2005 en las instalaciones del módulo ovino del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz, ubicado en las coordenadas 19° 11' 45" Latitud Norte y 96° 19' 03" Longitud Oeste (GPS 12, Garmin Internacional Inc.), con un clima cálido subhúmedo (Aw1) con lluvias en verano (García, 1988).

12.2.2 Animales experimentales

Se utilizaron 48 corderos machos Pelibuey clínicamente sanos con 76.6 ± 3.0 días de edad y 12.7 ± 1.9 Kg de peso vivo, provenientes de parto sencillo o doble con gemelos de cualquier sexo. Estos corderos se obtuvieron del módulo de producción de ovinos del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Los corderos se asignaron al azar en uno de 6 grupos (n=8), de acuerdo al sistema de alimentación dentro de cada época del año estudiada. El peso vivo de los corderos fue registrado cada 15 días desde el día 75 de edad hasta el momento en que se determinó la aparición de la pubertad en los corderos de cualquier grupo con el auxilio de técnicas histológicas y/o andrológicas.

12.2.3 Alimentación

Tres de los grupos formados para cada una de las épocas climáticas del año (lluvias, nortes y sequía) estuvieron bajo pastoreo rotacional (PR) en zacate Tanzania (*Panicum maximum*) con períodos de descanso de la pradera de 21

días, sin complementación alimenticia y los otros 3 grupos, se mantuvieron bajo las mismas condiciones pero complementados (PRC) con un concentrado comercial para corderos, conteniendo un 15 % de proteína cruda como mínimo, y ajustándose su oferta al 1.5% del peso vivo registrado en los pesajes quincenales durante las tres épocas del año.

12.2.4 Épocas climáticas

Para el año 2004 se utilizaron los animales provenientes de los destetes realizados en los meses de Julio y Noviembre (épocas de lluvia y nortes), para el 2005 se utilizaron los corderos destetados en Marzo (época de sequía).

12.2.5 Evaluaciones Morfológicas

La circunferencia escrotal se obtuvo al forzar a ambos testículos a descender plenamente dentro del escroto (Matos *et al.*, 1992), y con una cinta métrica flexible que se colocó en el mayor diámetro transversal encontrado de la bolsa escrotal (Bielli *et al.*, 2000).

El volumen testicular se calculó a partir de mediciones realizadas a los ejes mayores y menores de cada testículo con la ayuda de un vernier con escala en milímetros y se aplicó la siguiente fórmula matemática: $VT = \frac{1}{6} \times \pi (3.1416) \times a^2$ (ancho) x b (largo) x 0.945 (Steger y Wrobel, 1994).

Todas las mediciones se realizaron a intervalo de 15 días entre los 90 días de edad, en todos los animales de ambos grupos de alimentación y épocas del año.

12.2.6 Evaluaciones Histológicas

Para la obtención de las muestras testiculares, se realizó castración unilateral a intervalo de 15 días desde los 90 días de edad. Para éstas evaluaciones, se empleó únicamente un animal de cada sistema de alimentación y época del año.

Después de la castración, se obtuvo una muestra de forma cuboidal con 8-10 mm³ de tejido proveniente de cada uno de los tres sectores transversales al eje mayor del testículo. Las muestras se fijaron en solución modificada de Davidson (Latendresse, *et al.*, 2002) durante 48 horas, posteriormente, se lavaron en alcohol etílico al 70% durante dos horas en dos ocasiones y en ésta última solución, se procedió a su procesamiento para la obtención de cortes histológicos con 5 µm de espesor y su posterior tinción con hematoxilina y eosina (Woldemeskel *et al.*, 2001). Después de obtener las laminillas teñidas se procedió a realizar la búsqueda microscópica del desarrollo celular y estructuras, tales como el lumen, espermatoцитos primarios y secundarios, espermátides o espermatozoides (Michel y Schwarze, 1984) libres en su caso para considerar el inicio de la pubertad histológica, como el inicio de la liberación de espermatozoides desde el epitelio seminífero.

12.2.7 Evaluaciones endocrinológicas

Se colectó sangre venosa proveniente de la yugular en tubos con anticoagulante EDTA, a intervalo de 15 días entre los 90 y 210 días de edad utilizando todos los animales de cada grupo de la época de lluvias.

Las muestras se centrifugaron a 2000 *g* durante 10 minutos, se recuperó el plasma sobrenadante y se congeló a -20°C.

La determinación de la concentración de testosterona se realizó en el Laboratorio de Endocrinología del Departamento de Reproducción Animal de la FMVZ-UNAM, por la técnica de radioinmunoanálisis en fase sólida con fijación de anticuerpos marcados con I125 (DPC[®], 2003) y la lectura se realizó en contador gamma Aokfield[®], modelo 1996 (Ramírez y Faccio, 2000).

12.2.8 Evaluaciones andrológicas

Al determinar histológicamente el inicio de la pubertad con la presencia luminal de espermatozoides libres, se procedió durante los 15 días posteriores, a colectar eyaculados de por lo menos dos corderos del grupo detectado, con la utilización de una vagina artificial, utilizando una hembra en estro como estímulo femenino para la eyaculación (Fernández *et al.*, 2004).

Las muestras seminales se observaron al microscopio óptico en 10x y 40x para determinación de motilidad masal (Fitzpatrick *et al.*, 2002).

Andrológicamente, la pubertad fue definida como la edad a la primera colección de un eyaculado con 50×10^6 espermatozoides y un 10% de motilidad (Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992).

12.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró que la calidad de la dieta es determinante para el desarrollo corporal y por consiguiente para el testicular, existiendo similitud a lo reportado por Kheradmand *et al.* (2006), para carneros Bakhtiary, en los cuales una dieta mejorada, con mayor complementación de energía y proteína, puede mejorar el desempeño reproductivo. Anteriormente, trabajando con carneros adultos de la raza Assaf, se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre las dietas con diferente aporte proteico para el tamaño testicular y producción espermática, registrándose valores para CE y VT menores para los ovinos que consumieron paja de cebada y un suplemento nutricional con 13.6 % de PC en comparación con aquellos que fueron suplementados con un concentrado al 16.4 y 20.5 % de PC (Fernández *et al.*, 2004).

Bielli *et al.* (1999), no encontraron efectos significativos en las dimensiones testiculares al mejorar el forraje o incrementar la proteína en la dieta para carneros Corriedale. Sin embargo, el crecimiento testicular en carneros Merinos, responde más a la ingesta de energía digestible, que a la disponibilidad de proteína cruda en la dieta que solamente tiene una influencia marginal (Murray *et al.*, 1990).

Cuadro 12.1. Peso vivo (PV), circunferencia escrotal (CE), Volumen testicular (VT) y edad (D) para corderos Pelibuey mantenidos con las dietas de pastoreo rotacional (PR) en *Panicum maximum* cv. Tanzania, o en pastoreo rotacional con complementación nutricional (PRC) al momento de que se determinó la pubertad histológica en el PRC. Valores promedios de los animales restantes en el grupo experimental PR, durante las épocas de lluvias (LL), nortes (N) y secas (S).

	PV (kg)			CE (cm)			VT (cc ³)			D (d)		
	LL	N	S	LL	N	S	LL	N	S	LL	N	S
PRC	22.5	23	22	23	22	21	62.0	61.1	58.4	177	156	166
PR	15.5	16.3	16.4	9.4	13.1	14.2	1.9	12.2	22.6	167	145	164

La pubertad histológica, como resultado de tal crecimiento gonadal, se presentó primeramente en el grupo PRC para todas las épocas climáticas, con valores para D entre los 156 y 177 d, para PV se registraron entre 22 y 23 kg. Se ha descrito que corderos de las razas Chios, Serres y Karaguniki y nacidos en el mes de octubre, presentan su primera aparición de espermatozoides en el eyaculado alrededor de los 142 días, con un peso promedio alrededor de los 35 kg (Alexopoulos, *et al.*, 1991); por arriba de los 28 kg de PV, se han encontrado espermatozoides en el lumen de los túbulos seminíferos en carneros Merino (Watson *et al.*, 1956). La pubertad en corderos, considerada como la primera monta con eyaculación, está mas asociada con el PV que con la edad cronológica (Belibasaki y Kouimtzis, 2000).

Los eyaculados para evaluar las características seminales, solamente se obtuvieron de dos corderos destetados en la época de lluvias y uno para cada una de las épocas restantes. En todos los casos la concentración fue de más de mil millones de espermatozoides por ml y la motilidad por arriba del 80 %.

Así, el efecto de la mayor complementación proteica en la presente investigación, coincide con los estudios en los que, utilizando dietas con el 18 y 12% de PC en cabritos de la raza Baladi, se registraron edades a la pubertad de 22 vs 31 semanas (Saab *et al.*, 1997), o la CE fue significativamente menor ($p < 0.05$) en corderos alimentados con un complemento nutricional con bajo contenido de proteína, en comparación con aquellos manejados con una complementación alta que mejora el desempeño animal a través del período de cruzamientos y acelera el crecimiento testicular (Fernández *et al.*, 2005).

Para el grupo PR, existieron diferencias entre las épocas del año para las mediciones testiculares (Cuadro 12.1), posiblemente atribuibles a las fluctuaciones de la calidad del forraje durante las fases experimentales de campo. Mukasa-Mugerwa y Ezaz (1992), también encontraron variaciones reproductivas ($p < 0.01$ a 0.001), debido a la época de nacimiento, nivel de nutrición y peso al destete.

Para esta investigación, la CE en el inicio de la pubertad, para todas las épocas del grupo PRC, promedió los 22 cm. La CE a la pubertad, fue de 23.8, 22.9, 20.8 y 23 cm ($p < 0.05$), para las razas Romney Marsh, Mora Colombiana, Criolla y Hampshire, respectivamente (Avellaneda *et al.*, 2006).

El VT fue de 60.5 cm^3 , la D 166 y el PV 22.5 (Cuadro 12.1), valores similares se encontraron evaluando las características testiculares de corderos Ile de France x Akkaraman, con mediciones promedio de CE con 23.8 ± 0.55 cm y VT con 51.7 ± 2.76 y 57.8 ± 3.76 para la gónada izquierda y derecha respectivamente (Dellal *et al.*, 2002).

Aunque, tales valores quedan por debajo de lo descrito por Reynoso *et al.* (2005), quien trabajando en corderos Blackbelly con edades de 24 a 172 d, reportó una CE a edad madura con 33.5 cm, y para corderos de la raza Gotlandic la media general para CE fue de 28.9 ± 1.9 cm con una D promedio de 170 ± 9 d y un PV de 53.5 ± 7.0 kg (Söderquist y Hultén, 2006). El VT para corderos Merino a los 73 y 143 días, se reportó con 7.18 y 149.13 cm^3 (Steger y Wrobel, 1994).

En los corderos de éste ensayo, existió una marcada diferencia para el volumen testicular total al comparar su desarrollo entre las dos dietas pero con las mismas edades, así, para el grupo PRC se obtuvo un coeficiente de regresión de $R^2 = 0.63$ y de $R^2 = 0.01$ para el grupo PR (Figuras 12.1 y 12.2).

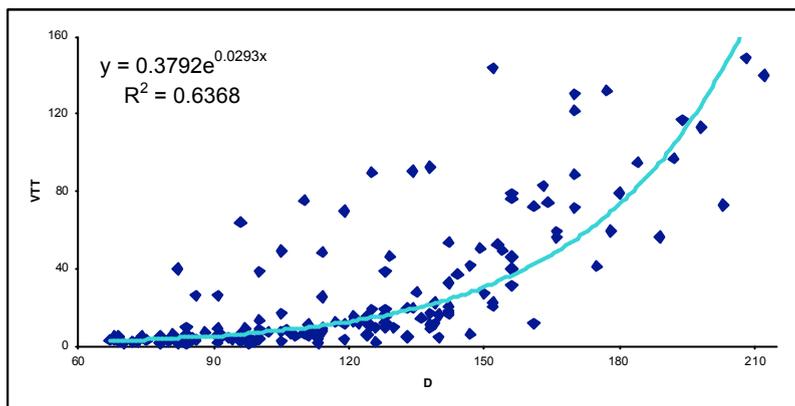


Figura 12.1. Volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania y complementación nutricional.

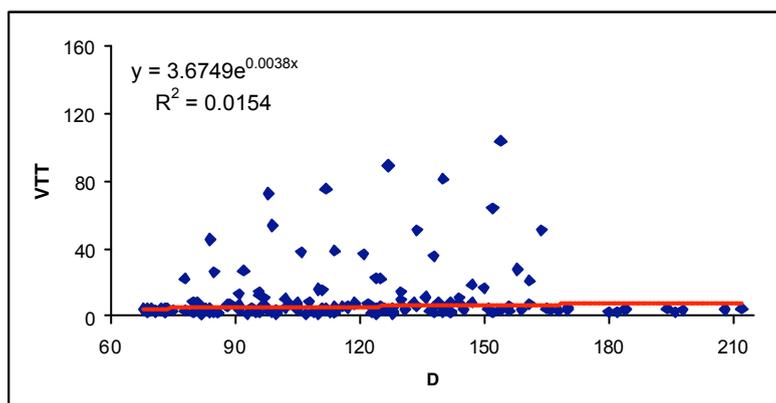


Figura 12.2. Volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania.

En corderos Menz, la D y el PV al momento de la pubertad fueron de 288 ± 6 d y 19.3 ± 0.4 kg y la CE promedió 21.5 ± 0.3 cm (Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992), mientras que el PV ($p < 0.05$) al momento de presentarse la pubertad, fue de 31.2, 29.0, 26.9 y 29 kg, y la D ($p > 0.05$) con 235, 214, 231 y 196 d, para las razas Romney Marsh, Mora Colombiana, Criolla y Hamshire, respectivamente (Avellaneda *et al.*, 2006).

Cuadro 12.2. Coeficientes de correlación ($r =$), probabilidad ($p =$) y número de observaciones para peso vivo (PV), volumen testicular total (VTT), circunferencia escrotal (CE) y edad (D) de corderos Pelibuey en desarrollo prepuberal manejados en pastoreo rotacional de *P. maximum* cv. Tanzania más complementación nutricional.

	VTT (cm ³)	CE (cm)	D (días)
PV (kg)	0.7860 (0.0001) 164	0.8709 (0.0001) 164	0.7692 (0.0001) 174
VTT (cm ³)		0.9279 (0.0001) 164	0.7494 (0.0001) 164
CE (cm)			0.8151 (0.0001) 164

La pubertad en corderos Pelibuey, se alcanzó a los 144.07 ± 8.43 d, con un PV de 32.6 ± 3.94 kg y una CE de 25.86 ± 2.24 cm empleando una dieta con 2.85 Mcal de EM/kg en un clima semifrío-semihúmedo en México (Valencia *et al.*, 2005), y utilizando el punto de inflexión en la curva de crecimiento para CE, se determinó una D a la pubertad con 140 y 152 d para las razas ovinas Redkaraman y Awassi (Emsen, 2005), mientras que para corderos de la razas ovinas lecheras Friesland, Karagouniki, Chios y Serres ($p < 0.05$) la pubertad se determinó a los 179, 187, 189 y 209 d (Belibasaki y Kouimtzis, 2000).

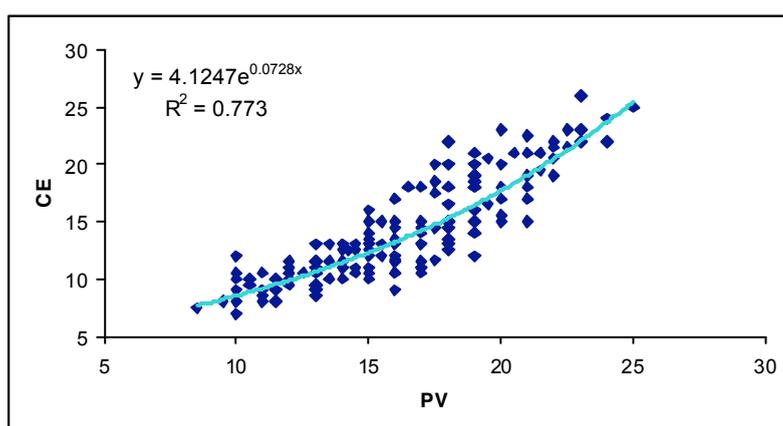


Figura 12.3. Circunferencia escrotal (CE) en centímetros y peso vivo (PV) en kilogramos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania y complementación nutricional.

En el presente trabajo, el grado de asociación ($p < 0.0001$) entre PV y CE fue de $r = 0.87$ (Cuadro 12.2) para PRC, coincidiendo con el valor de correlación de $r = 0.86$ reportado para el crecimiento testicular y el cambio en el PV de corderos Merino (Murray *et al.*, 1990) y de 0.85 para corderos Menz (Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992). Debido a la alta relación entre el PV y el CE ($r = 0.80$) es necesario evaluar la pubertad más por el desarrollo corporal y gonadal, que por la misma edad ($r = 0.78$), ya que la circunferencia escrotal es un indicador directo de la calidad espermática (Avellaneda *et al.*, 2006). En corderos Rambouillet, a mayor PV la CE es mayor ($r = 0.56$, $p < 0.05$) (Morón *et al.*, 2003).

Cuadro 12.3. Coeficientes de correlación ($r =$), probabilidad ($p =$) y número de observaciones para peso vivo (PV), volumen testicular total (VTT), circunferencia escrotal (CE) y edad (D) de corderos Pelibuey en desarrollo prepuberal manejados en pastoreo rotacional de *P. maximum* cv. Tanzania.

	VTT (cm ³)	CE (cm)	D (días)
PV (kg)	0.6458 (0.0001) 153	0.6728 (0.0001) 153	0.2705 (0.0005) 164
VTT (cm ³)		0.8727 (0.0001) 153	0.1081 (0.1834) 153
CE (cm)			0.2181 (0.0067) 153

La correlación ($p < 0.0001$) en éste estudio, para PR entre PV y CE fue de $r = 0.67$ (Cuadro 12.3). Estudiando clínicamente a borregos Pelibuey, se reportan correlaciones con menor coeficiente, con valores entre PV y CE del orden de $r = 0.32$ y $r = 0.44$ (Barba y Fuentes, 1984), mientras que analizando factores que pudieran modificar la aparición de la pubertad en corderos de la misma raza, la correlación fue de $r = 0.50$ (Fuentes *et al.*, 1990). Los coeficientes de determinación registraron valores de $R^2 = 0.77$ y 0.50 para PRC y PR (Figuras 12.3 y 12.4) respectivamente, lo que reafirma que las mediciones testiculares se incrementan

progresivamente y están más correlacionadas ($p < 0.01$) con el PV que con la D (Salhab *et al.*, 2001).

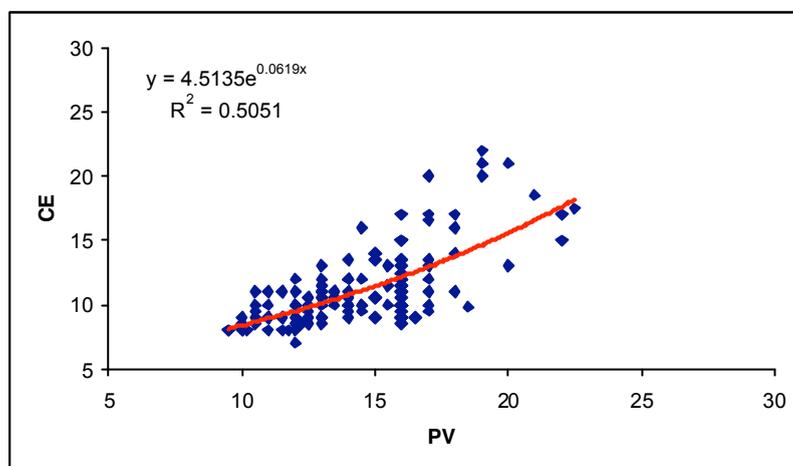


Figura 12.4. Circunferencia escrotal (CE) en centímetros y peso vivo (PV) en kilogramos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania.

El valor de correlación ($p < 0.0001$) para CE y VT fue de $r = 0.87$ y 0.92 para PR y PRC. ($p < 0.01$) en corderos de cruce Ile de France x Akkaraman, la asociación para CE y VT izquierdo y VT derecho fue de 0.84 y 0.90 (Dellal *et al.*, 2002). En éste estudio para estas variables reproductivas, se encontró una dependencia de $R^2 = 0.92$ y 0.84 para PRC y PR (Figuras 12.5 y 12.6), respectivamente.

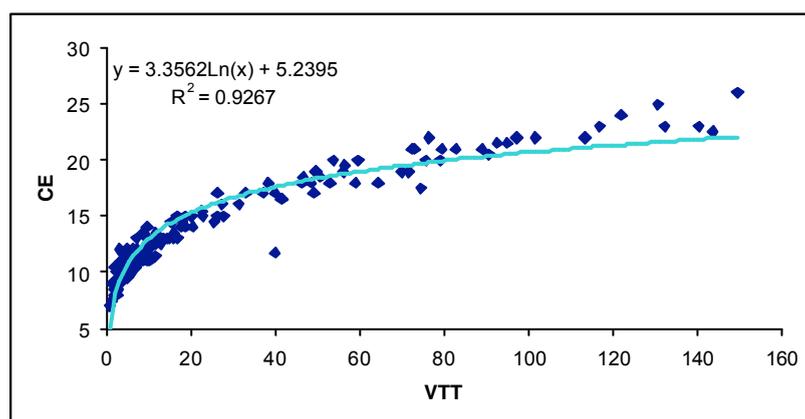


Figura 12.5. Volumen circunferencia escrotal (CE) en centímetros y volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania y complementación nutricional.

Para las variables CE y D, los valores de correlación fueron $r = 0.21$ y $r = 0.81$ para PR y PRC, respectivamente. En corderos Menz, la CE estuvo fuertemente correlacionada con la D ($r = 0.83$, $p < 0.001$), aunque también fue influenciada por el nivel de nutrición (Mukasa-Mugerwa y Ezaz, 1992).

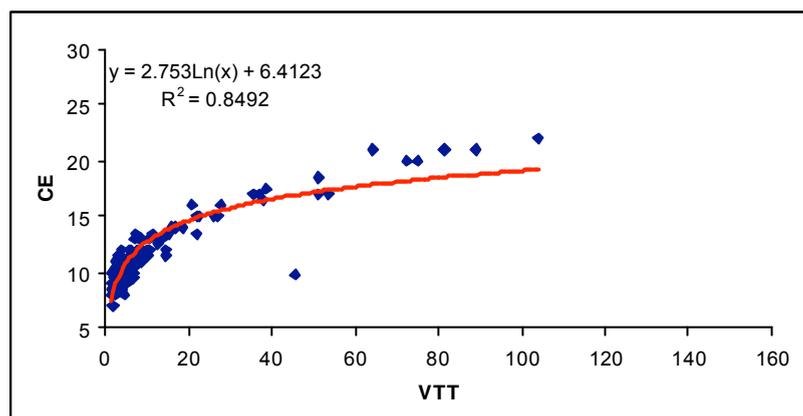


Figura 12.6. Volumen circunferencia escrotal (CE) en centímetros y volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania.

Los resultados obtenidos confirman que cuando se incrementa la ingesta de proteína, por arriba de las necesidades para mantenimiento y crecimiento, la pubertad y la fertilidad pueden ser alcanzadas a una edad más temprana en los pequeños rumiantes (Saab *et al.*, 1997). En un trabajo que incluye a la raza Pelibuey, la CE y la D a la pubertad, presentaron una correlación de 0.59 con una $p = 0.027$ (Valencia *et al.*, 2005). En éste estudio para estas variables reproductivas se encontró una dependencia de $R^2 = 0.65$ y 0.04 para PRC y PR (Figuras 12.7 y 12.8).

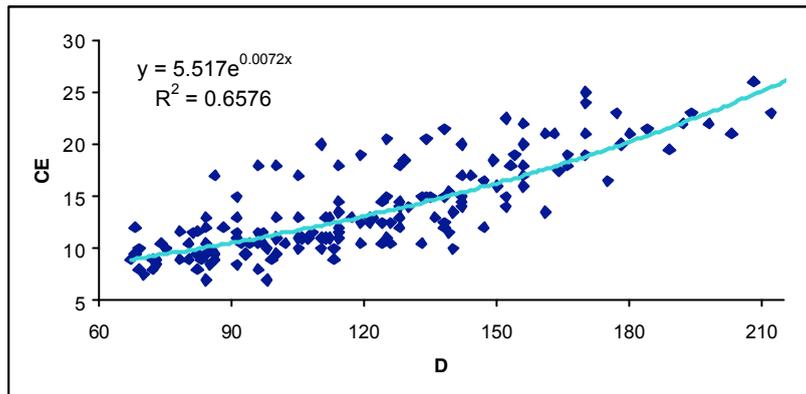


Figura 12.7. Circunferencia escrotal (CE) en centímetros y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania y complementación nutricional.

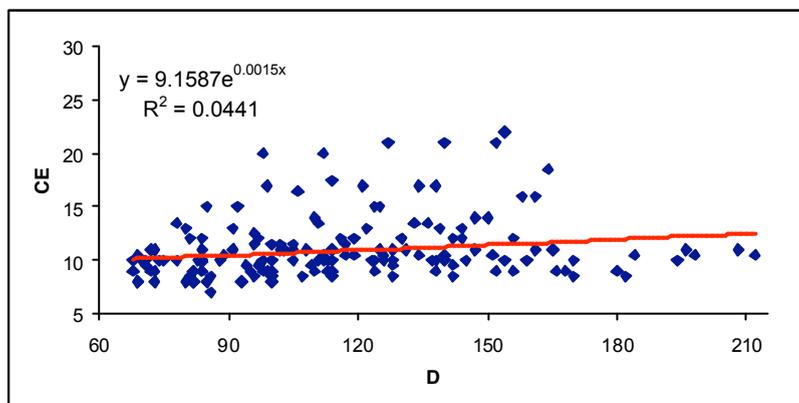


Figura 12.8. Circunferencia escrotal (CE) en centímetros y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania.

En lo referente a la actividad hormonal, los valores de testosterona para el grupo PRC durante la época de lluvias alcanzaron su máximo valor a los 177 días (Figura 12.9) con 2.44 ng/ml, coincidiendo con la aparición de la pubertad histológica.

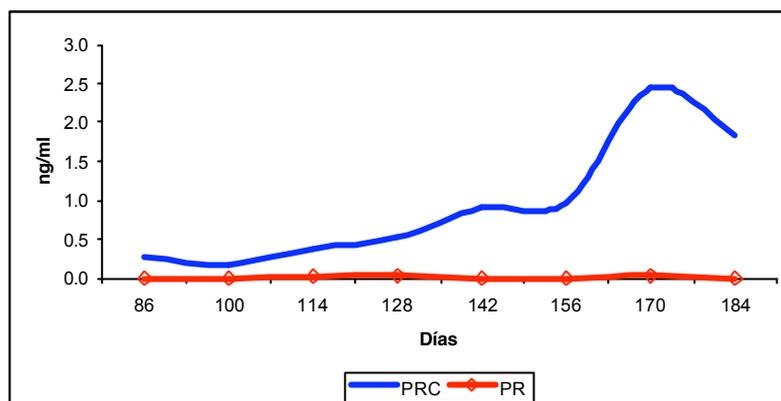


Figura 12.9. Dinámica de las concentraciones plasmáticas de testosterona en corderos Pelibuey en crecimiento y manejados bajo pastoreo rotacional (PR) en *Panicum maximum* cv. Tanzania y pastoreo rotacional más complementación nutricional (PRC).

Ésta sincronización es comparable al encontrar una elevación de testosterona a las 32 semanas con 0.78 ng/ml que coincide con la pubertad (Avellaneda *et al.*, 2006) de diferentes razas ovinas (Cuadro 12.4). Ambos hallazgos confirman lo estipulado por Yue (1996), quien afirma que los valores de testosterona pueden ser usados como un posible indicador de pubertad en el macho ovino.

Cuadro 12.4. Concentraciones de testosterona sanguínea al momento de la pubertad en corderos de cuatro razas.

Raza	Edad (semanas)	Testosterona (ng/ml)
Mora Colombiana	30.5 ^a	0.4112 ^b
Romney	33.5 ^a	0.5527 ^b
Criolla	33.0 ^a	0.4630 ^b
Hampshire	28.0 ^a	1.6944 ^a
Total	31.25	0.7803

Valores de columna con diferente letra indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre razas. Adaptado de Avellaneda *et al.*, 2006.

12.4 CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El desarrollo testicular depende más del peso vivo que de la edad, lo cual es principalmente, el reflejo del manejo nutricional en el que se desarrollaron los corderos.

Las mediciones testiculares pueden ser una herramienta para detectar a los animales que han sido manejados con dietas pobres nutricionalmente, aunque existe un buen margen del plano genético que hay que considerar al realizar tales selecciones.

12.5 LITERATURA CITADA

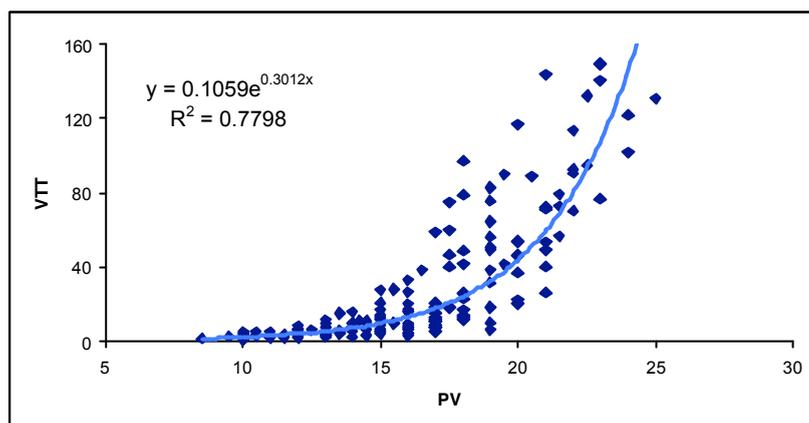
- Alexopoulos K, Karagiannidis A, Tsakalof P.** 1991. Development of macroscopic and microscopic characteristics of ejaculates from Chios, Serres and Karaguniki breed lambs. *Theriogenology*. 36(4):667-80.
- Avellaneda Y, Rodríguez F, Grajales H, Martínez R, Vasquez R.** 2006. Determinación de la pubertad en corderos en el trópico alto colombiano por características corporales, calidad del eyaculado y valoración de testosterona. *Livestock Research for Rural Development*. 18(10).
- Barba F, Fuentes JL.** 1984. Análisis clínico de los órganos genitales de los ovejoes Pelibuey en Cuba. Reporte preliminar. *Revista Cubana de Reproducción Animal*. 10(1):43.
- Belibasaki S, Kouimtzis S.** 2000. Sexual activity and body and testis growth in prepubertal ram lambs of Friesland, Chios, Karagouniki and Serres dairy sheep in Greece. *Small Rumin Res*. 37(1-2):109-113.
- Bielli A, Pedrana G, Gastel A, Castrillejo A, Morana A, Lundeheim N, Forsberg M, Rodriguez-Martinez H.** 1999. Influence of grazing management on the seasonal changes in testicular morphology in Corriedale rams. *Animal Reproduction Science*. 56, 93-105.
- Bielli A, Gastel MT, Pedrana G, Moraña A, Castrillejo A, Lundeheim N, Forsberg M, Rodriguez-Martinez H.** 2000. Influence of pre- and post-pubertal grazing regimes on adult testicular morphology in extensively reared Corriedale rams. *Animal Reproduction Science*. 58:73-86.
- Bielli A, Pérez R, Pedrana G, Milton JTB, Lopez A, Blackberry MA, Duncombe G, Rodriguez-Martinez H and Martin GB.** 2002. Low maternal nutrition during pregnancy reduces the number of Sertoli cells in the newborn lamb. *Reproduction, Fertility and Development* 14(6) 333 - 337.
- Blache D, Chagas LM, Blackberry MA, Vercoe PE, Martin GM.** 2000. Review. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*. 120:1-11.
- Bilgin OC, Emsen E, Davis ME.** 2004. Comparison of non-linear models for describing the growth of scrotal circumference in Awassi male lambs. *Small Ruminant Research*. 52 (1-2):155-160.
- Brown BW.** 1994. A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. *Reprod Nutr Dev*. 34(2):89-114.

- Dellal G.** 2002. Ile de France (IF) x Akkaraman (AK) (G1) Erkek Kuuzularda Testis Özellikleri. *Turk J Vet Anim Sci.* 26:1297-1302.
- De Sousa WH, CR. Quirino, CIM Gonzales.** 1997. Uso de funciones no lineales para describir el crecimiento de los testículos en caprinos mestizos en Brasil. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(Supl. 1): 476-478.
- DPC. Diagnostic Products Corporation.** 2003. Manual para el análisis de testosterone por radioinmunoensayo en fase sólida. p. 48.
- Emsen E.** 2005. Testicular development and body weight gain from birth to 1 year of age of Awassi and Redkaraman sheep and their reciprocal crosses. *Small Rumin. Res.* 59 (1): 79-82.
- Fernández M, Giráldez FJ, Frutos P, Lavín P, Mantecón AR.** 2004. Effect of undegradable protein supply on testicular size, spermiogram parameters and sexual behavior of mature Assaf rams. *Theriogenology.* 62(1-2): 299-310.
- Fernández M, Giráldez FJ, Frutos P, Hervás G, Mantecón AR.** 2005. Effect of undegradable protein concentration in the post-weaning diet on body growth and reproductive development of Assaf rams. *Theriogenology.* 63 (8): 2206-2218.
- Foote RH.** 1978. Factors influencing the quantity and quality of semen harvested from bulls, rams, boars and stallions. *J Anim Sci.* 47 Suppl 2:1-11.
- Fuentes JL, Verdura T, Perón N.** 1990. Efecto del tipo de parto, edad al destete y mes de nacimiento sobre la aparición de la pubertad en corderos Pelibuey. *Revista Cubana de Reproducción Animal.* 16(1):15.
- García E.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.1988.
- Hötzel MJ, Markey CM, Walkden-Brown SW, Blackberry MA, Martin GB.** 1998. Morphometric and endocrine analyses of the effects of nutrition on the testis of mature Merino rams. *Journal of Reproduction and Fertility* . 113: 217-230.
- Johnson RK, Gregg R. Eckardt, Thomas A. Rathje, Denise K. Drudik.** 1994. Ten Generations of Selection for Predicted Weight of Testes in Swine: Direct Response and Correlated Response in Body Weight, Backfat, Age at Puberty, and Ovulation Rate. *J. Anim . Sci.* 72:1978-1988.
- Kheradmand A, Babaei H, Batavani RA.** 2006. Effect of improved diet on semen quality and scrotal circumference in the ram. *Veterinarski Arhiv* 76(4), 333-341.
- Land RB.** 1973. The expression of female sex-limited characters in the male. *Nature.* 241, 208-209.

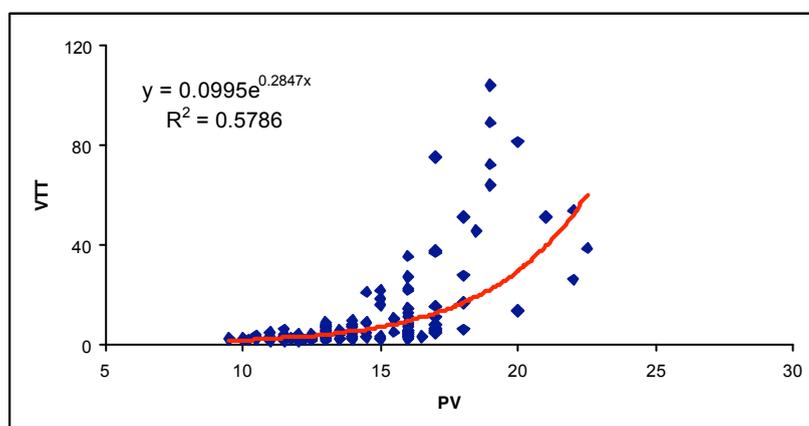
- Latendresse JR, Warbrittion AR, Jonassen H, Creasy DM.** 2002. Fixation of Testes and Eyes Using a Modified Davidson's Fluid: Comparison with Bouin's Fluid and Conventional Davidson's Fluid. *Toxicologic Pathology* 30:524-533.
- Matos C.A.P., Thomas D. L., Nash T. G., Waldron D. F, Stookey J. M.** 1992. Genetic Analyses of Scrotal Circumference Size and Growth in Rambouillet Lambs. *J. Anim. Sci.* 70:43-50.
- Michel G, Schwarze E.** 1984. Embriología. Tomo VI. Compendio de Anatomía Veterinaria. Ed. Acribia. España. pp. 15-25.
- Morón CFJ, Ochoa CMA, Trejo GA, Díaz GMA, Mandeville PB.** 2003. Correlación entre peso y edad a la pubertad, desarrollo testicular y características seminales en corderos Rambouillet. XII Congreso Nacional de Producción Ovina. *AMTEO*. Memoria electrónica.
- Mukasa-Mugerwa E, Ezaz Z.** 1992. Relationship of testicular growth and size to age, body weight and onset of puberty in Menz ram lambs. *Theriogenology*. 38 (5):979-88.
- Murray PJ, JB Rowe, DW Pethick and NR Adams.** 1990. The effect of nutrition on testicular growth in the Merino ram. *Australian Journal of Agricultural Research*. 41(1) 185 – 195.
- Nuncio-Ochoa, G; Nahed-Toral, J; Diaz-Hernandez, B; Escobedo-Amezcuca; Salvatierra-Izaba, B.** 2001. Characterization of Sheep Production Systems in the State of Tabasco. *Agrociencia*. 35:469-477.
- Notter DR, Lucas JR, McClaugherty FS, Copenhaver JS.** 1985. Breed group differences in testicular growth patterns in spring-born ram lambs. *Journal Animal Science*. 60:622-631.
- Ramírez I, Faccio G.** 2000. Determinación directa de testosterona en suero sanguíneo de machos bovinos. *Revista de Agronomía*. 7:255-263.
- Reynoso DL, Román PSI, Robledo MVM, Jiménez-Severiano H.** 2005. Evaluación de diferentes modelos matemáticos para describir el crecimiento testicular en ovinos Blackbelly. XLI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Morelos, México.
- Saab SA, Sleima FT, Nassar KH, Chemaly I, El-Skaff R.** 1997. Implications of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing male goat kids. *Small Rumin. Res.* 25:17-22.

- Salhab SA, Zarkawi M, Wardeh MF, Al-Masri MR, Kassem R.** 2001. Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing Awassi ram lambs. *Small Rumin Res.* 40:187-191.
- Sosa D, Perón N.** 2002. Efecto de la época del año en algunas medidas testiculares en carneros Pelibuey. *XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias.* La Habana, Cuba.
- Söderquist L and Hultén F.** 2006. Normal Values for the Scrotal Circumference in Rams of Gotlandic Breedm. *Reproduction in Domestic Animals.* 41(1):61–62.
- Steger, K; Wrobel, KH.** 1994. Immunohistochemical demonstration of cytoskeletal proteins in the ovine testis during postnatal development. *Anatomy and Embryology.* 189:521-530.
- Valencia MJ, Trujillo QMJ, Espinosa MMA, Arroyo LJ, Berruecos VJM.** Pubertad en corderos Pelibuey nacidos de ovejas con reproducción estacional o continua. *Revista Científica, FCV-LUZ.* XV(5):437-442.
- Watson RH, Sapsford CS, McCance I.** 1956. The development of testis, epididymis, and penis in the young Merino ram. *Australian Journal of Agricultural Research.* 7(6):574-590.
- Yue GH.** 1996. Reproductive characteristics of Chinese Hu sheep. *Animal Reproduction Science.* 44: 222-230.

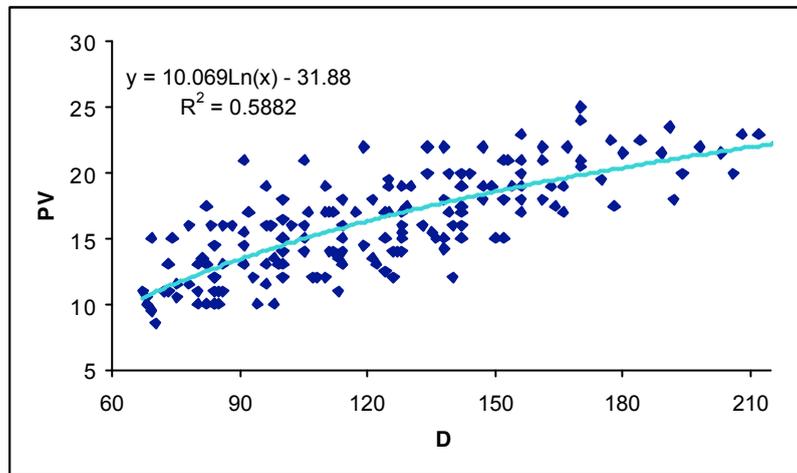
12.6 ANEXOS



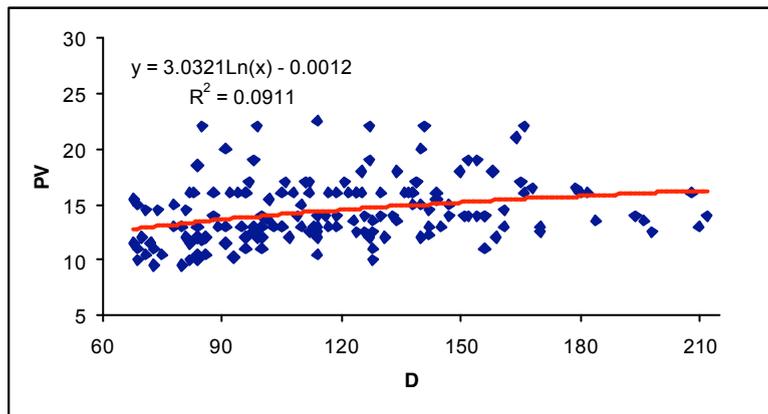
Anexo 12.10. Volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos y peso vivo (PV) en kilogramos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania y complementación nutricional.



Anexo 12.11. Volumen testicular total (VTT) en centímetros cúbicos y peso vivo (PV) en kilogramos para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania.



Anexo 12.12. Volumen peso vivo (PV) en kilogramos y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania y complementación nutricional.



Anexo 12.13. Volumen peso vivo (PV) en kilogramos y edad (D) en días para corderos Pelibuey prepúberes alimentados con *P. maximum* cv. Tanzania y complementación nutricional.

13. DISCUSIÓN GENERAL

En una unidad de producción ovina en el trópico para la obtención de pie de cría o ganado comercial, es imprescindible conocer y cubrir en cada una de las etapas zootécnicas, los requerimientos nutricionales de los animales para expresar óptimamente su potencial genético y obtener rentabilidades acordes a ello. Los aspectos sanitarios y administrativos también deben de ser considerados.

En el estudio de la interacción de la nutrición con la reproducción, ha sido ampliamente analizada la influencia de los componentes nutricionales sobre el desempeño reproductivo de diversas especies de mamíferos (Stanley *et al.*, 2000), desde los procesos de unión gametocítica en la fertilización (Benoff, 1997), hasta el desarrollo exitoso de la espermatogénesis (Woldemeskel *et al.*, 2001), pasando por los efectos recibidos en el ambiente uterino (Rae *et al.*, 2002).

En el caso de la pubertad en corderos, se han estudiado los procesos para su activación (Adam y Robinson, 1994; Fernández *et al.*, 2004), y al mismo tiempo se involucran una diversidad de modificadores con efectos a corto y largo plazo (Blache *et al.*, 2000), que para los ovinos manejados en pastoreo, son determinantes para su desarrollo, ya que tales efectos dependen de las variaciones en la oferta de calidad y cantidad de la dieta (Bielli *et al.*, 2000).

Lo anterior fue corroborado con los ovinos utilizados en éste estudio, en los cuales, claramente se observó la diferencia en su desempeño, al comparar los mejores resultados tras el empleo de la dieta enriquecida, contra el exclusivo pastoreo. Cabe mencionar que en algunos momentos, ninguna de las dietas empleadas cubrió los requerimientos de crecimiento para los corderos de la raza

Pelibuey, y tal oferta nutricional estuvo dependiendo de la oferta del pasto Tanzania sujeto a ciertas condiciones climáticas que se estima, fueron la pauta para su propio desarrollo.

El ambiente climático, no sólo influye en el desarrollo del componente forrajero, sino que al mismo tiempo ejerce un efecto directo sobre los borregos (Abdalla *et al.*, 1993; Sevi *et al.*, 2001), el cual, parece fue compensado por la idiosincrasia fisiológica de estos ovinos de pelo, al encontrarse únicamente ligeras diferencias entre los perfiles metabólicos realizados para los grupos experimentales, pero confirmando el déficit energético, proteico y mineral en estos animales.

Aunque los corderos manejados con la dieta enriquecida, presentaron el inicio de la pubertad (166 d), antes que el grupo alimentado exclusivamente con pasto, la edad es mayor que la reportada para otros ovinos de pelo (Emsen, 2005; Valencia *et al.*, 2005), pero menor que para algunas razas lecheras (Belibasaki y Kouimtzis, 2000), siendo éstas últimas de mayor peso en el estado adulto.

Con ésta tesis se concluye y confirma que el desarrollo testicular prepuberal, en ovinos Pelibuey, depende primordialmente del desarrollo corporal, entendiéndose como peso vivo dependiente del sistema de manejo nutricional, más que de la edad.

13.1 Contrastación de hipótesis

El propósito de éste subcapítulo es contrastar las hipótesis establecidas, considerando los resultados obtenidos en la presente investigación.

El tipo de nacimiento no influye sobre las mediciones testiculares hasta los siete meses de edad. Por lo tanto, la primera hipótesis particular que estipula que “La

circunferencia escrotal, volumen testicular y peso vivo en corderos Pelibuey, están influenciados por el tipo de nacimiento y sexo del gemelo”, se rechaza.

La dinámica nutricional del pasto Tanzania es muy fluctuante y los corderos mostraron su habilidad para seleccionar las partes vegetales más nutritivas, sin embargo, la complementación nutricional es necesaria. Por lo tanto, la segunda hipótesis particular que estipula que “La dinámica nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) y el consumo voluntario en corderos Pelibuey en los sistemas de manejo de pastoreo rotacional intensivo o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional, varía a lo largo de un año”, no se rechaza.

El estrés calórico y dietas de bajo valor nutritivo modifican los perfiles metabólicos pero no llegan a alcanzar valores patológicos. Por lo tanto, la tercera hipótesis particular que estipula que “El desempeño fisiológico, evaluado como perfiles energético, proteico y mineral, de corderos Pelibuey, es influenciado por las dietas obtenidas por el pastoreo rotacional intensivo de pasto Tanzania o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional y, la interacción de los factores climáticos de temperatura ambiental y humedad relativa”, se rechaza parcialmente.

La maduración testicular es retardada por la dieta baja en proteína, no alcanzando la espermatogénesis antes de los siete meses de edad. Por lo tanto, la tercera hipótesis particular que estipula que “El desarrollo histológico testicular de corderos Pelibuey en los sistemas de manejo nutricional de pastoreo rotacional intensivo de pasto Tanzania o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional, es diferente”, no se rechaza.

El desarrollo testicular depende más del peso vivo que de la edad. Por lo tanto, la tercera hipótesis particular que estipula que “Las correlaciones de edad, peso vivo y mediciones testiculares, además de las concentraciones plasmáticas de testosterona en corderos Pelibuey en los sistemas de manejo nutricional de pastoreo rotacional intensivo de pasto Tanzania o, pastoreo rotacional intensivo mas complementación nutricional, son diferentes”, no se rechaza.

En base a los resultados integrados a las cinco contrastaciones anteriormente señaladas, la hipótesis general que estipula que “La edad a la pubertad en términos fisiológicos, histológicos y morfológicos en corderos Pelibuey, bajo dos sistemas nutricionales (Pasto Tanzania en pastoreo rotacional intensivo o, pasto Tanzania en pastoreo rotacional intensivo mas un complemento nutricional es diferente, y se ve influenciada por el tipo de nacimiento”, se rechaza parcialmente.

14. CONCLUSIONES GENERALES

El tipo de parto o el sexo del gemelo de los corderos, no influenció las mediciones testiculares en corderos Pelibuey, al menos hasta alrededor de los siete meses de edad. Los cambios en el peso vivo si mostraron diferencias, tanto por el tipo de gestación como por el sexo del gemelo.

La energía es el principal nutrimento deficiente en el pasto Tanzania para el crecimiento de corderos Pelibuey prepúberes en pastoreo. La dinámica de crecimiento y de valor nutritivo del pasto Tanzania a lo largo del año es cambiante. Por lo que la complementación nutricional es necesaria para disminuir las pérdidas de peso en momentos críticos dentro del sistema productivo, por ejemplo, destetes recientes o cambios de época climática.

A pesar de que no se encontraron alteraciones graves en los componentes sanguíneos evaluados, si se registraron tendencias hacia valores extremos en los perfiles energético y mineral, suponiendo como responsables de estas variaciones al estrés calórico y a las dietas incapaces de cubrir los requerimientos nutricionales de corderos Pelibuey prepúberes.

La maduración testicular en corderos Pelibuey es retardada por una dieta baja en proteína. Esto sugiere que cuando los corderos son manejados bajo un sistema de pastoreo intensivo en pasto Tanzania, la dieta debe de ser complementada con proteína si la pubertad será alcanzada alrededor de los ocho meses de edad.

El desarrollo testicular depende más del peso vivo que de la edad, lo cual es principalmente, el reflejo del manejo nutricional en el que se desarrollaron los corderos.

15. LITERATURA CITADA (CAPÍTULOS 1 AL 7 Y 13).

- Abdalla EB, Kotby EA, Johnson HD.** 1993. Physiological responses to heat-induced hyperthermia of pregnant and lactating ewes. *Small Ruminant Research*. 11(2):125-134.
- Adam CL, Robinson JJ.** 1994. The role of nutrition and photoperiod in the timing of puberty. *Proceedings of the Nutrition Society*. 53:89-102.
- Álvarez CJL.** 2001. Interpretación de los perfiles metabólicos: indicadores asociados al metabolismo energético del rumiante. Cap. 2. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Ed. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Pp. 201.
- Arteaga CJD.** 2003. La industria ovina en México. Primer Simposium Internacional de Ovinos de Carne. "Desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos esquemas de mercado abierto". Memorias. Pachuca de Soto, Hidalgo. México. 17-19 Noviembre. Pp. 1-7.
- Benoff S.** 1997. Carbohydrates and fertilization: an overview. *Molecular Human Reproduction*. 3(7):599-637.
- Belibasaki S, Kouimtzis S.** 2000. Sexual activity and body and testis growth in prepubertal ram lambs of Friesland, Chios, Karagouniki and Serres dairy sheep in Greece. *Small Rumin Res*. 37(1-2):109-113.
- Bielli, A; Gastel, MT; Pedrana, G; Moraña, A; Castrillejo, A; Lundeheim, N; Forsberg, M; Rodriguez-Martinez, H.** 2000. Influence of pre- and post-pubertal grazing regimes on adult testicular morphology in extensively reared Corriedale rams. *Animal Reproduction Science*. 58:73-86.
- Blache D, Chagas LM, Blackberry MA, Vercoe PE, Martin GM.** 2000. Review. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*. 120:1-11.
- Domínguez MMA.** 1991. Infertilidad en toros nacidos en gestación gemelar. XVI Congreso Nacional de Buiatría. Memorias. Veracruz. Agosto. pp. 26-30.
- Emsen E.** 2005. Testicular development and body weight gain from birth to 1 year of age of Awassi and Redkaraman sheep and their reciprocal crosses. *Small Rumin. Res*. 59 (1): 79-82.
- Fernández M, Giráldez FJ, Frutos P, Lavín P, Mantecón AR.** 2004. Effect of undegradable protein supply on testicular size, spermogram parameters and sexual behavior of mature Assaf rams. *Theriogenology*. 62(1-2): 299-310.

- Fitzpatrick LA, Fordyce G, McGowan MR, Bertram JD, Doogan VJ, De Faveri J, Miller RG, Holroyd RG.** 2002. Bull selection and use in northern Australia. Part 2. Semen traits. *Anim Reprod Sci.* May 15;71(1-2):39-49.
- Feldman KJ, Rubio LMS, Mendez MRD, Perez CL, Iturbe C.** 1997. Utilización del ovino en desarrollo de nuevos productos. XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz, México. p.201.
- Galaviz RJR.** 2000. Guía tecnológica para la producción de carne en borrego en Tlaxcala. Folleto Técnico No. 24. Fundación Produce Tlaxcala. Junio p. 11.
- Germán ACG.** 2003. Evaluación andrológica del carnero. III Curso Internacional de fisiología de la Reproducción en rumiantes. Universidad de Chapingo, Depto. de Zootecnia. 23-26 Septiembre pp. 27-40.
- Gouletsoul PG, Amiridis GS, Cripps PJ, Lainas T, Deligiannis K, Saratsis P, Fthenakis GC.** 2003. Ultrasonographic appearance of clinically healthy testicles and epididymides of rams. *Theriogenology*;59:1959-72.
- Hernández CH.** 1982. Factores no patológicos que afectan la fertilidad en el carnero. Tesis Profesional, FES- Cuautitlán UNAM. México.
- Lasley JF.** Genética del Mejoramiento del Ganado. Cap. 3 y 15. Edi. Uthea. México. 1982.
- Michel G, Schwarze E.** Embriología. Tomo VI. Compendio de Anatomía Veterinaria. Editorial Acribia. España. 1984. pp. 15-25.
- Morales, M.** 2003. Estudio del potencial para la producción ovina en el ejido Río de Cañas Mpio. de Angel R. Cabada, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Tepetates, Ver. México.
- Nuncio-Ochoa G, Nahet-Toral J, Díaz-Hernández B, Escobedo-Amezcuca F, Salvatierra-Izaba B.** 2001. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el Estado de Tabasco. *Agrociencia.* 35:469-477.
- Owens FN, Dubeski P, Hanson CF.** 1993. Factors that Alter the Growth and Development of Ruminants. *Journal of Animal Science.* 71:3138-3150.
- Paoletti MG.** 2001. Biodiversity in agroecosystems and bioindicators of environmental health. In: Shiyomi, M. and Koizumi, H. Eds. Structure and function in agroecosystem design and management. CRC Press. London. Pp. 11-44.

- Piña CB, Sandoval HR, Castillo PG, Aguas RT, Bocanegra GJ.** 1997. Diagnóstico Integral de Ganadería Ovina Asociada a Plantaciones de Café, en la Región Central de Veracruz, México. XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz, México. p. 227.
- Perón MN.** 1985. Algunas características de la producción ovina en Cuba. *In: Curso de Actualización. Producción de Ovinos en Zonas Tropicales.* Alvarez LJ y Aluja AS (Comps) Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 22-36.
- Rae MT, Kyle CE, Miller DW, Hammond AJ, Brooks AN, Rhind SM.** 2002. The effects of undernutrition, in utero, on reproductive function in adult male and female sheep. *Animal Reproduction Science.*72:63–71.
- Ramírez BO, Cuellar A.** 1995. La producción ovina en la región Oriente del Estado de Tabasco. México. *In: Memoria del VIII Congreso Nacional de Producción Ovina.* Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp. 181-185.
- Rojas RO, Bores QR, Urrutia MJ, Murguía OM, Beltrán LS.** 2006. Prácticas de manejo de ovinos de pelo en la huasteca. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. Folleto técnico No. 27. San Luis Potosí, S.L.P. México. 98 p.
- Romero FMA.** 1990. La agricultura en la época colonial. Capítulo II. En: La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días. Ed. Grijalvo. Teresa Rojas. Pp. 139-215.
- Sevi A, Annicchiarico G, Albenzio M, Taibi L, Muscio A, Dell'Aquila S.** 2001. Effects of Solar Radiation and Feeding Time on Behavior, Immune Response and Production of Lactating Ewes Under High Ambient Temperature. *J. Dairy Sci.* 84:629–640.
- Sosa D, Perón N.** 2002. Efecto de la época del año en algunas medidas testiculares en carneros Pelibuey. *XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias.* La Habana, Cuba.
- Stanley MH, Pierroz DD, Flier JS.** 2000. Leptin, Nutrition, and Reproduction: Timing Is Everything. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* 85(2):804-807.
- Steger K, Wrobel KH.** 1994. Immunohistochemical demonstration of cytoskeletal proteins in the ovine testis during postnatal development. *Anat Embryol (Berl),* June 1; 189(6): 521-30.
- Tejada, I., Carrasco, B.** 1996. La toma de muestra, su conservación y envío al laboratorio. Capítulo I. Pastoreo Intensivo Tecnificado en Zonas Tropicales. Boletín Informativo. FIRA. Segunda Edición. Núm. 287. Vol. XXIX. 31 de octubre.
- Torres CG.** Introducción a la economía política ecológica. Universidad Autónoma de Chapingo. Ed. Plaza y Valdés. 2001. México. Pp. 256.

- Valencia MJ, Trujillo QMJ, Espinosa MMA, Arroyo LJ, Berruecos VJM.** Pubertad en corderos Pelibuey nacidos de ovejas con reproducción estacional o continua. *Revista Científica, FCV-LUZ.* XV(5):437-442.
- Valero EG.** 1998. Cap. 5. Aparato Reproductor, en *Patología Sistémica Veterinaria.* Trigo TFJ. Tercera edición. McGraw-Hill Interamericana. p. 188.
- Vilaboa AJ, Díaz RP, Platas RDE, Ortega JE, Rodríguez CMA.** 2006. Productividad y autonomía en sistemas de producción ovina: Dos propiedades emergentes de los agroecosistemas. *Interciencia.* 31:1. Pp. 37-44.
- Woldemeskel M, Tegegne Azage, Umunna NN, Kaitho RJ, Tamminga S.** 2001. Effects of *Leucaena pallida* and *Sesbania sesban* supplementation on testicular histology of tropical sheep and goats. *Animal Reproduction Science.* 67:253-265.