

EVALUACIÓN DE ALIMENTOS INTEGRALES PARA EL ENGORDE INTENSIVO DE OVINOS

Evaluation of Complete Feeds for Intensive Fattening Lambs

Germán David Mendoza Martínez¹, Fernando X. Plata Pérez¹, Mónica Ramírez Mella^{1,3},
Mario Alejandro Mejía Delgadillo², Héctor Lee Rangel³ y Ricardo Bárcena Gama³

¹Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. ²Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia.

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco km 36.5, Edo. De México. 56230. México.

E-mail: gmendoza@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Se realizó una evaluación de 4 alimentos comerciales para el engorde intensivo de ovinos en México, con diferentes composiciones de nutrientes. Se determinó la concentración de almidón y se estimaron las fracciones de proteína digestible en intestino (PDI). Se usaron 20 borregos machos criollos x Suffolk, con peso vivo inicial de $25,28 \pm 5,7$ kg en jaulas metabólicas individuales para evaluar consumo de materia seca (CMS), ganancia de peso (GDP) y conversión (CA), durante 45 días. Los alimentos (tratamientos) evaluados fueron: T1=Albapesa; T2=Purina; T3=Union Tepexpan; y T4=Hacienda. No se encontraron diferencias ($P>0,05$) en el CMS g/d (T1 1316; T2 1201; T3, 1124; T4 1093), GDP g/d (T1 260; T2 216; T3 285; T4 202), y CA (T1 5,05; T2 5,56; T3 3,94; T4 5,39). La estimación de la ganancia de peso basado en la digestibilidad *in situ* de la MS y en las ecuaciones del NRC permitieron predecir en forma adecuada el comportamiento de ovinos ($r^2=0,79$). A pesar de que no hubo diferencias en el comportamiento, los costos de alimentación y los beneficios económicos fueron diferentes.

Palabras clave: Ovinos, engorde, alimentos, concentrados.

ABSTRACT

An evaluation of 4 commercial concentrates for intensive fattening of sheep was conducted in Mexico. Starch content was determined and protein digestible in small intestine (PDI) fractions were estimated. Twenty male sheep (criollo x Suffolk) with initial weight 25.28 ± 5.7 kg were allotted in individual crates to evaluate dry matter intake (DMI), weight gain (ADG) and feed conver-

sion ratio (FC), during 45 days. Feed (treatments) evaluated were: T1=Albapesa; T2=Purina; T3=Union Tepexpan; and T4=Hacienda. No differences were found ($P>0.05$) in DMI g/d (T1 1316; T2 1201; T3, 1124; T4 1093), AGD g/d (T1 260; T2 216; T3 285; T4 202), FC (T1 5.05; T2 5.56; T3 3.94; T4 5.39). Estimation of gain based on *in situ* DM digestion and NRC equations allow the adequate prediction of sheep performance ($r^2=0.79$). Despite of the lack of difference in performance, feed costs and economic benefits were different.

Key words: Sheep, fattening, feeds, concentrates.

INTRODUCCIÓN

En México existen diversos sistemas de producción de ovinos, los cuales van desde los sistemas extensivos, basados en el pastoreo con mínimo uso de suplementos, donde no se lleva ningún tipo de control zootécnico, hasta sistemas intensivos, donde los borregos son engordados con dietas basadas en granos [22]. Durante los últimos años se ha incrementado el engorde de borregos con alimentos concentrados (concentrados integrales), con los que aumenta el riesgo de que se presenten problemas metabólicos como la acidosis subaguda [3,5] y la presencia de cálculos urinarios [17,21,25].

En México, varias empresas nacionales y transnacionales de alimentos balanceados están produciendo concentrados basados en granos para el engorde intensivo de ovinos, los cuales difieren en costos y posiblemente en el contenido y tipo de almidón (granos). Además, la información proporcionada por las compañías se restringe al análisis proximal. Por esta razón, los objetivos del presente estudio fueron analizar la composición química, fracciones de proteína con el sistema de proteína digestible en intestino [24,30] (PDI) del Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) [15] y

digestibilidad *in situ*, para estimar el comportamiento potencial de los ovinos basados en la ganancia en función de la energía [21] y realizar una comparación productiva y económica de corderos en finalización con cuatro concentrados comerciales disponibles en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la unidad experimental en jaulas metabólicas individuales equipadas con comedero y bebedero, piso de plástico, 0,83 m² por animal del Colegio de Postgraduados en Montecillo, estado de México, a una altitud de 2240 m, con clima templado subhúmedo, con lluvias en verano, época seca en invierno, con temperatura media anual de 15,2°C y 650 mm de precipitación promedio anual [12]. Se usaron 20 borregos machos criollos x Suffolk con peso vivo inicial de 25,28±5,7 kg, alojándolos en jaulas metabólicas individuales, los cuales fueron desparasitados y vitaminados (Ivermectina y vitaminas ADE, 1 mL/50 kg PV) y vacunados (bacterina triple).

Se sometió los animales a 12 días de adaptación a las dietas y el horario de alimentación fue a las 8:00 y 17:00 h. El ensayo duró 45 días, y los borregos fueron pesados cada 15 días previo ayuno de 12 horas, por 3 días consecutivos. Los tratamientos consistieron en los siguientes balanceados comerciales (concentrados): a) Alimentos Balanceados de Penjamo Guanajuato (Albapesa); b) Agribands Purina Mexico (Purina); c) Productores Agropecuarios Tepexpan (Unión Tepexpan) estado de México; d) La Hacienda (Hacienda) estado de México. Los concentrados fueron analizados en materia seca (MS), proteína cruda, extracto etéreo [1], almidón [14], fibra neutro y ácido detergente [28], proteína de sobrepeso *in situ* a las 24 horas de incubación [29] y se estimó la cantidad de almidón digestible en rumen *in situ* a las 12 horas [19]. La digestibilidad *in situ* de la MS fue determinada a las 12 horas [31].

El valor proteico para rumiantes fue estimado con el sistema proteína digestible en intestino (PDI) del INRA [15], el cual estima dos valores de proteína verdaderamente digestible en intestino (PDI): PDIN, definida como la cantidad de proteína digestible en intestino delgado asignada al alimento por la proteína que corresponde a la cantidad de proteína cuando la energía y otros nutrientes no están limitando la síntesis de proteína microbiana; y PDIE, definida como la cantidad de proteína digestible en intestino delgado asignada al alimento por la energía que representa la cantidad de proteína cuando el nitrógeno degradable en rumen y otros nutrientes no son limitantes para los microorganismos ruminales, con las siguientes ecuaciones:

$$PDIA = (PC) (1,11) (1 - Deg) (dsi)$$

$$PDIMN = [PC] (0,64) (Deg - 1)$$

$$PDIME = 0,093 (MOF - EE)$$

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

$$PDIE = PDIA + PDIME$$

donde:

PC = proteína cruda, g/kg materia seca (MS)

Deg = proteína degradable en rumen (kg/kg CP)

dsi = digestibilidad verdadera en el intestino delgado de la proteína dietaria no degradada en rumen.

PDIA = proteína dietaria no degradada en rumen, verdaderamente digestible en intestino delgado, g/kg MS.

PDIMN = Cantidad de proteína microbiana que podría ser sintetizada en el rumen del N dietario degradado en rumen, cuando energía y otros nutrientes no son limitantes, g/kg MS.

PDIME = Cantidad de proteína microbiana que podría ser sintetizada de la energía disponible en rumen, cuando el N degradable en rumen y otros nutrientes no son limitantes, g/kg MS.

MOF = contenido de material orgánica fermentable en rumen, g/kg MS

EE = extracto etéreo, g/kg DM

El Total de Nutrientes Digestibles (TND) se estimó de la digestibilidad *in situ* de la MS [10]. La energía digestible (ED) se calculó equivalente a un kg de TND por 4,4 Mcal; la energía metabolizable (EM) como el 82% de la ED; y para estimar la energía neta de mantenimiento (ENm) y ganancia (ENg), se consideraron eficiencias parciales de utilización de 0,67 y 0,45 para mantenimiento y ganancia respectivamente [21].

En los ovinos se midieron el consumo de materia seca (CMS) diariamente pesando la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado, la ganancia diaria promedio de peso (GDP) y la conversión alimenticia [23]. También se estimó la eficiencia parcial de utilización del alimento (EPUA), la cual es la pendiente obtenida en la regresión entre el consumo de alimento y la ganancia de peso [20], y el último día del ensayo se colectó líquido ruminal con sonda esofágica y se registró el pH con un potenciómetro portátil [6]. Los resultados se analizaron por medio de un diseño completamente al azar [26] y las pendientes de la EPUA fueron comparadas por intervalos de confianza [8].

Se realizó un balance de energía con base al consumo y ganancia observada, y estimando los requerimientos de ENm y ENg para ovinos de tamaño maduro de 95 kg [21], usando las estimaciones de energía basadas en la digestibilidad:

$$Enm = 56 PV^{0,75}$$

$$Eng = 317 PV^{0,75} (GDP)$$

donde:

Enm = energía neta de mantenimiento, kcal/d

Eng = energía neta de ganancia, kcal/d

PV = peso vivo, kg

GDP = ganancia diaria de peso, kg/d

Se realizó una regresión lineal entre la ganancia de peso esperada y la observada [2] usando los valores medios de consumo y ganancia de los periodos. También se estimó la relación de ganancia observada/esperada basados en el balance de energía [32].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se presenta la composición y la digestibilidad ruminal *in situ* de los concentrados. De acuerdo al contenido de almidón, el alimento con mayor porcentaje de granos fue el de la Unión Tepexpan (84%) seguido por la Hacienda (74%), y los de menor fueron Purina (64%) y Albapesa (63%), también, cuando se considera el almidón digestible, el contenido fue mayor en el alimento de la Unión Tepexpan. Se ha reconocido como un aspecto importante en la evaluación de granos el contenido de almidón digestible, y se han reportado variaciones en el contenido de almidón digestible en el grano de sorgo de 48,8% a 70,6% [9]. A pesar de esas diferencias, el contenido estimado de energía metabolizable [EM] es similar entre alimentos (TABLA II) debido a las diferencias en la digestibilidad de la materia seca. La estimación de energía metabolizable, o la calculada neta para mantenimiento y ganancia, basada en la digestibilidad ruminal *in situ* del almidón puede estar sub o sobre estimando los valores reales, por lo que debe de modificarse y compararse con los valores obtenidos a partir de la composición de la canal y de la ganancia de peso [32].

Las recomendaciones de proteína de NRC [21] para finalización son de 14,7% PC, mientras que para borregos recién destetados de 15 a 16% PC. Sin embargo, actualmente no se puede valorar una dieta solo en términos de proteína cruda sin considerar la proteína metabolizable o su equivalente en PDI [24]. Los sistemas basados en PC son poco eficientes, por lo que el análisis de sus fracciones nitrogenadas, es

más completo con sistemas que consideren la degradación ruminal de la proteína y la síntesis de proteína microbiana como los del PDI del INRA [15, 30]. Con relación a las fracciones del sistema PDI (TABLA II), se puede apreciar que los valores de PDIN y PDIE son muy similares, lo cual indica que en la formulación de los concentrados existe un equilibrio entre los compuestos nitrogenados degradables en rumen y la energía fermentable en rumen. Los consumos estimados de PDIN de Purina (CMS 1,201 kg/d x 113,28 g/kg = 136 g/d) y la Hacienda (115 g/d) cubrían las demandas para ovinos con ganancias de 300 g/d del INRA, mientras que los de Albapesa (114 g/d) y la Unión (104 d/d) para ganancias de 200 g/d [15].

En la TABLA III se presenta el balance de energía, donde se puede observar que los cuatro alimentos permitían cubrir los requerimientos de mantenimiento y obtener ganancias superiores a los 200 g/d. Las ganancias de peso observadas indican que la limitante para un mejor comportamiento productivo pudo ser el consumo de energía y no el de proteína.

El hecho de que las mayores concentraciones de energía las presenten los alimentos de Albapesa y Purina, y que la ganancia de peso sea numéricamente mayor para el de Unión Tepexpan, sugiere que debe de modificarse el método de estimación de la energía, que en este estudio solo consideró la digestión ruminal, sin considerar que la digestión de almidón en intestino delgado y grueso es una contribución energética para el animal y la digestión en el tracto gastrointestinal puede ser muy alta [19].

Para los alimentos de Albapesa y Purina, las ganancias de peso fueron menores a las esperadas. Mientras que con los otros alimentos se obtuvo una mayor ganancia a la esperada. Las desviaciones de la ganancia esperada y la observada pueden deberse a varios factores como: la limitante de estimar la energía con la digestibilidad *in situ* asociada a las diferencias reales que existen en el sitio de digestión (rumen versus intesti-

TABLA I
COMPOSICIÓN Y DIGESTIBILIDAD DE LOS CUATRO ALIMENTOS INTEGRALES PARA OVINOS UTILIZADOS
EN EL ENSAYO / CHEMICAL COMPOSITION AND DIGESTIBILITY OF THE FOUR INTEGRAL FEEDS FOR SHEEP USED IN THE ASSAY

| Fracciones | Alimentos | | | |
|--------------------------------------|-----------|--------------|----------|----------|
| | Albapesa | Purina Unión | Tepexpan | Hacienda |
| Materia seca, % | 91,08 | 93,72 | 90,93 | 91,39 |
| Materia orgánica, % | 83,39 | 82,41 | 83,37 | 83,93 |
| Proteína cruda, % | 13,30 | 17,11 | 13,91 | 15,31 |
| Proteína degradable ^a , % | 77,77 | 76,02 | 73,51 | 68,86 |
| Extracto etéreo, % | 6,39 | 3,47 | 3,98 | 2,26 |
| FDN, % | 29,27 | 38,75 | 25,63 | 32,04 |
| Almidón, % | 44,38 | 45,24 | 59,36 | 51,95 |
| Dig. MS ^b , % | 71,31 | 62,10 | 76,12 | 64,14 |
| Dig. almidón ^b , % | 31,65 | 28,09 | 45,16 | 33,32 |

^a Estimado *in situ* a las 24 horas de incubación. ^b Estimado *in situ* a las 12 horas de incubación.

TABLA II
FRACCIONES DE PDI Y CONCENTRACIÓN DE ENERGÍA ESTIMADA CON BASE A LA COMPOSICIÓN Y DIGESTIBILIDAD
IN SITU DE CUATRO ALIMENTOS INTEGRALES PARA OVINOS / PDI FRACTIONS AND ENERGY CONCENTRATION ESTIMED
ON BASIS ON COMPOSITON AND IN SITU DIGESTIBILITY OF FOUR INTEGRAL FEEDS

| Fracciones | Alimentos | | | |
|--------------|-----------|--------|----------------|----------|
| | Albapesa | Purina | Unión Tepexpan | Hacienda |
| MOF, g/kg | 778 | 763 | 741 | 701 |
| MOFc, g/kg | 714 | 728 | 706 | 678 |
| PDIA, g/kg | 29,54 | 40,99 | 36,81 | 47,63 |
| PDIMN, g/kg | 57,69 | 72,29 | 56,25 | 57,67 |
| PDIME, g/kg | 66,40 | 67,74 | 65,24 | 63,09 |
| PDIE, g/kg | 95,97 | 108,73 | 102,05 | 110,72 |
| PDIN, g/kg | 87,23 | 113,28 | 93,08 | 105,30 |
| ED, Mcal/kg | 3,422 | 3,345 | 3,234 | 3,030 |
| EM, Mcal/kg | 2,806 | 2,743 | 2,652 | 2,484 |
| ENm, Mcal/kg | 1,880 | 1,838 | 1,777 | 1,665 |
| ENg, Mcal/kg | 1,150 | 1,125 | 1,087 | 1,019 |

^a Estimado in situ alas 24 horas de incubación. ^b Estimado in situ alas 12 horas de incubación.

MOF: contenido de material orgánico fermentable en rumen; MOFc: contenido de material orgánica fermentable en rumen corregida por las grasas dietarias; PDIA: proteína dietaria no degradada en rumen verdaderamente digestible en intestino delgado; PDIMN: cantidad de proteína microbiana que podría ser sintetizada en el rumen del N dietario degradado en rumen, cuando energía y otros nutrientes no son limitantes; PDIME: cantidad de proteína microbiana que podría ser sintetizada de la energía disponible en rumen, cuando el N degradable en rumen y otros nutrientes no son limitantes; PDIE = PDIA + PDIME; PDIN = PDIA + PDIMN.

TABLA III
BALANCE DE ENERGÍA Y GANANCIA ESPERADA CON LOS ALIMENTOS INTEGRALES /
ENERGY BALANCE AND EXPECTED GAIN WITH THE INTEGRAL FEEDS

| Parámetros | Alimento | | | |
|---------------------------------|----------|--------|----------------|----------|
| | Albapesa | Purina | Unión Tepexpan | Hacienda |
| Peso vivo, kg | 28,86 | 28,18 | 28,40 | 28,00 |
| PV ^{0.75} | 12,45 | 12,23 | 12,33 | 12,19 |
| ENm, Mcal/d | 0,697 | 0,685 | 0,690 | 0,682 |
| Consumo | | | | |
| ED, Mcal/d | 4,503 | 4,017 | 3,636 | 3,312 |
| EM, Mcal/d | 3,693 | 3,294 | 2,981 | 2,716 |
| M _{Sm} , kg/d | 0,370 | 0,372 | 0,388 | 0,410 |
| M _{Sg} , kg/d | 0,945 | 0,828 | 0,735 | 0,682 |
| ENg, kcal/d | 1,087 | 0,931 | 0,799 | 0,699 |
| GDP esperada, kg/d | 0,275 | 0,240 | 0,204 | 0,179 |
| Relación GDP Observada/Esperada | | | | |
| | 0,94 | 0,89 | 1,39 | 1,12 |

M_{Sm} = consumo de MS para mantenimiento. M_{Sg} = consumo de MS para ganancia. GDP =ganancia diaria de peso.

no delgado), a las diferencias en concentraciones de nutrientes (macro y micro), así como en los distintos aditivos usados por las industrias alimenticias. Los aditivos usados en la elaboración de concentrados pueden tener impacto en el metabolismo, digestibilidad y posiblemente en el control de acidosis subaguda, tales como cultivos de *Saccharomyces cerevisiae* [7], bicarbonato de sodio [5, 18], monensina sodica [11] o antibióticos como la virginiamicina [13]. En la FIG. 1 se puede observar la relación entre la ganancia observada y la esperada, donde hubo una relación lineal significativa ($Y = 108,04 + 0,55 X$; $r^2=0,79$, $P<0,05$).

La conversión alimenticia y la eficiencia parcial de utilización del alimento no presentan diferencias significativas (TABLA

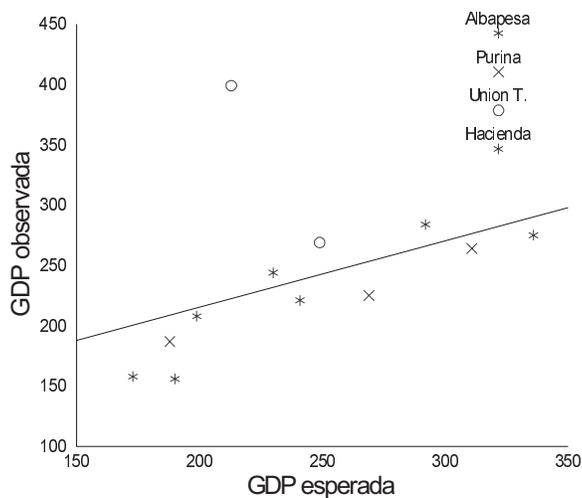


FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE LA GANANCIA DE PESO OBSERVADA Y LA ESPERADA CON BASE A LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y LA DIGESTIBILIDAD DE ALIMENTOS COMERCIALES PARA OVINOS / RELATIONSHIP BETWEEN OBSERVED AND EXPECTED GAIN BASED ON THE ENERGY REQUIREMENTS AND DIGESTIBILITY OF COMERCIAL FEEDS FOR SHEEP.

IV) a pesar de que las diferencias numéricas tienen repercusiones importantes en términos económicos. Hubo una gran variación en la conversión lo cual podría ser un indicativo de acidosis subaguda, sin embargo, los valores son similares a los observados en otros experimentos con ovinos donde al menos tenían 8% de forraje y dietas basadas en granos [4, 16,25].

La eficiencia parcial de la utilización del alimento fue similar entre alimentos, y es similar a la indicada en dietas basadas en grano de sorgo con enzimas amilolíticas [25]. Esta variable estima la eficiencia para ganancia de peso sobre mantenimiento, y es una medida de mayor significado biológico que la conversión alimenticia, particularmente cuando hay animales perdiendo peso [20].

Los costos por kg de alimento (US dólares) fueron de: 0,27 Albapesa; 0,30 Purina; 0,22 Unión Tepexpan; y 0,28 Hacienda. Considerando un precio de kg de borrego de 2,11 dólares, hubo diferencias en la utilidad por concepto de costos de alimentación siendo por animal (US dólares) de: 0,19 Albapesa; 0,09 Purina; 0,35 Unión Tepexpan; y 0,12 Hacienda. La mayor utilidad del alimento de Unión Tepexpan es debido a su menor costo y al mejor comportamiento numérico en GDP y en la conversión alimenticia, y se podría explicar por el mayor contenido de grano y almidón digestible. A pesar de que había diferencias en el contenido de proteína cruda, la evaluación en fracciones del sistema de proteína digestible en intestino delgado (PDI), permite identificar que la contribución en términos equivalentes de proteína metabolizable era similar.

CONCLUSIONES

El comportamiento de ovinos alimentados con dietas integrales basadas en granos fue similar, sin embargo existen diferencias que pueden ser considerables en las utilidades que pueden dar al productor. Se considera que el análisis de la composición química, la digestibilidad de materia seca y almidón, así como la estimación de las fracciones del sistema PDI, permiten comparar alimentos comerciales para ovinos en engorda intensiva.

TABLA IV
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y pH RUMINAL EN OVINOS ALIMENTADOS CON ALIMENTOS BALANCEADOS (CONCENTRADOS INTEGRALES) / PRODUCTIVE PERFORMANCE AND RUMINAL pH IN SHEEP FED WITH BALANCED DIETS (INTEGRAL CONCENTRATES)

| Parámetros | Albapesa | Purina | Unión Tepexpan | Hacienda | Alimento C.V. (%) |
|------------|----------|---------|----------------|----------|-------------------|
| CMS, g/d | 1316,17 | 1201,38 | 1124,69 | 1093,66 | 23,33 |
| GDP, g/d | 260,40 | 216,20 | 285,41 | 202,83 | 47,34 |
| Conversión | 5,05 | 5,56 | 3,94 | 5,39 | 67,31 |
| EPUA | 0,106 | 0,228 | 0,375 | 0,347 | 37,8 |
| pH ruminal | 6,25 | 6,03 | 6,10 | 6,61 | 9,20 |

^aEPUA= eficiencia parcial de utilización del alimento (pendiente de la regresión entre consumo y ganancia diaria de peso). C.V.= Coeficiente de variación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (A.O.A.C.). **Official Methods of Analysis**. 13th Ed., Washington, D.C. 246pp. 1980.
- [2] BLOCK, H.C.; MCKINNON, J.J.; MUSTAFA, A.F.; CHRISTENSEN, D.A. Evaluation of the 1966 NRC beef model under western Canadian environmental conditions. **J of Anim Sci**. 79:267 -275. 2001.
- [3] BRITTON, R.A.; STOCK, R.A. Acidosis, rate of starch digestion and intake. In: Agric. Esp. Sta. Oklahoma State University. **Symposium Proceedings: Feed intake by Beef Cattle**. Stillwater, Oklahoma, 20-22 November. USA. 137 pp. 1986.
- [4] BUENDIA, R.G.; MENDOZA, M.G.D.; BARCENA, G.R.; ORTEGA, C.M.E.; SOLIS, J.; LARA, B.A. Efecto de la glucoamilasa de *Aspergillus niger* en la digestibilidad *in vitro* de maíz y sorgo yen la productividad de borregos. **Agrocien** 37:317-322. 2003.
- [5] CANDANOSA, A.E.; MENDOZA, M.G.; SALCEDO, E.R.; CASTILLO, D.A. Efecto de algunos modificadores de la fermentación ruminal en la evaluación del equilibrio ácido-base y electrolítico en borregos con acidosis ruminal subclínica. **Memorias del Congreso Nacional de Buatría**. Veracruz, 11-13 Agosto. México. 230 pp. 2004.
- [6] CANDANOSA, E.; MENDOZA, M.G.D.; SALCEDO, R. Efecto de bicarbonato de sodio y glucosa sobre la fermentación ruminal, equilibrio ácido-base y química sanguínea en borregos alimentados con 60% de concentrado. **Rev Científ FCV-LUZ**. XV (1): 41-48. 2005.
- [7] CROSBY, M.M.; MENDOZA, M.G.D.; BARCENA, G.R.; GONZALEZ, M.S.; ARANDA, I.E. Influence of *Saccharomyces cerevisiae* dose on ruminal fermentation and digestion in sheep fed a corn stover diet. **J. Appl. Anim. Res.** 25:9-12. 2004.
- [8] DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 2nd Ed., John Wiley Sons. New York, US. 709 pp. 1981.
- [9] DURÁN, A.J.; CASTRO, N.S.; MENDOZA, M.G.D.; COBOS, P.M.; RICALDE, V.R.; PLATA, P.F.X. Degradabilidad ruminal *in vitro* de almidón de 20 variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con diferente genotipo de resistencia a sequía. **Intercien** 29:329-333. 2004.
- [10] FERNANDEZ-RIVERA, S.; LEWIS, M.; KLOPFENSTEIN, T.J.; THOMPSON, T. L. A simulation model of forage yield, quality and intake of growing cattle grazing cornstalks. **J. Anim Sci**. 67: 581-589. 1989.
- [11] GARCIA, C.G.; MENDOZA, M.G.D.; GONZALEZ, M.S.; COBOS, P.M.; ORTEGA, C.M.E.; RAMIREZ, R.L. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. **Anim. Feed Sci. Technol.** 83:165-170. 2000.
- [12] GARCÍA, E. **Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Koppen**. (2da Ed.), Instituto de Geografía UNAM, Mexico. 246 pp. 1973.
- [13] GODFREY, S.I.; BOYCE, J.B.; ROWE, J.B.; THORNILEY, G.R.; BOYCE, M.D.; SPEIJERS, E.J. Virginiamycin to protect sheep fed wheat, barley or oats from grain poisoning under simulated drought, feeding conditions. **Aus. J. Agric. Res.** 46:393- 401. 1995.
- [14] HERRERA, S.R.; HUBER, J.T. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. **J. Dairy Sci**. 72: 1477-1483. 1989.
- [15] INSTITUT SCIENTIFIQUE DE RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA). **Ruminant nutrition**. John Libbey Eurotext. Paris, France. 33-35 pp. 1989.
- [16] LEE, R.H.; MENDOZA, M.G.D.; PINOS, R.J.M. Efecto de enzimas amilolíticas exógenas en la fermentación ruminal, digestibilidad y desarrollo de borregos alimentados a base de grano de sorgo. **Memorias XXXII Reunión Anual Asociación Mexicana de Producción Animal**. Monterrey, 27-29 Octubre. México. 173-176 pp. 2004.
- [17] MACKIE, R.I.; GILCHRIST, F.M.C.; ROSSERTS, A.M.; HANNAH, P.E.; SCHWARTZ, H.E. Microbiological and chemical changes in the rumen during the stepwise adaptation of sheep to high concentrate diets. **J. Agric. Sci. Camb.** 90:241-254. 1978.
- [18] MATTIAUDA, M.; BARCENA, G.R.; GARCIA, B.C.; HERRERA, H.J.; MENDOZA, M.G.D. Efecto de la capacidad buffer de la dieta y del bicarbonato de sodio en la fermentación ruminal de novillos Holstein. **Rev. Arg. de Prod. Anim.** 15: 455- 458. 1995.
- [19] MENDOZA, G.D.; BRITTON, R.A.; STOCK, R.A. Ruminal fermentation and *in situ* starch digestion with high moisture corn, dry rolled grain sorghum or a mixture of these grains. **Anim. Feed Sci. Technol.** 74: 329-335. 1998.
- [20] MEYER, J.H.; GARRET, W.N. Efficiency of feed utilization. In: Techniques, Procedures in Animal Science Research. **Am Soc of Anim Sci**. 166-174 pp. 1969.
- [21] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of Sheep**. National Academy Press. Washington, D.C. 99 pp. 1985.
- [22] NUNCIO, O.G.; NAHED, J.; OIAZ, B.; ESCOBEDO, F.; SALVATIERRA, B. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. **Agrocien** 35: 469-477. 2001.
- [23] PLATA, P.F.X.; RICALDE, V.R.; MELGOZA, C.L.M.; LARA, B.A.; ARANDA, I.E.; MENDOZA, M.G.D. Un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y la monen-

- sina sódica en el comportamiento productivo de ovinos. **Rev. Cientif FCV-LUZ**. XIV (6) 522-525. 2004.
- [24] RAMOS, J.J.; MENDOZA, G.D.; ARANDA, I.E.; GARCÍA, B.C.; BARCENA, G.R. Caracterización del nitrógeno del pasto estrella con dos sistemas: proteína metabolizable y proteína digestible. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)** 12. (2):209-220. 1995.
- [25] ROJO, R.; MENDOZA, G.D.; GONZÁLEZ, M.S.; LANDOIS, L.; BARCENA, G.R.; CROSSY, M. Effects of exogenous amylases from *Bacillus licheniformis* and *Aspergillus niger* on ruminal starch digestion and lamb performance. **Anim. Feed Sci. Technol.** 123-124:655-665. 2005.
- [26] STATISTICAL ANALYSYS SYSTEM INSTITUTE. SAS/STAT **User's Guide**. 4th Ed. Cary, NC. 846 pp. 1990.
- [27] SLYTER, L.L. Influence of acidosis on rumen function. **J. Anim. Sci.** 43:910-928. 1976.
- [28] VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.; LEWIS, B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74: 3583-3597. 1991.
- [29] VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.S.; TIGTEMEYER, E.C.; STAFFORD, S.D.; OLSON, K.C.; JOHNSON, D.E.; JEAN, G. *In vivo* and *in situ* measurements of forage protein degradation in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 74: 2773-2784. 1996.
- [30] VÉRITÉ, R.; MICHALET-DOREAU, B.; CHAPOUTOTM, P.; PEYRAUDM J.L.; PONCET, C. Revisión du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI). **Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix INRA** 70: 19-34. 1987.
- [31] YESCAS, Y.R.; BARCENA, G.R.; MENDOZA, M.G.D.; GONZÁLEZ, M.S.; COBOS, P.; ORTEGA, C.M.E. Digestibilidad *in situ* de dietas con rastrojo de maíz o paja de avena con enzimas fibrolíticas. **Agrocien** 38:23-31. 2004.
- [32] ZINN, R.A. Influence of flake density on the comparative feeding value of steam-flaked corn for feedlot cattle. **J. Anim. Sci.** 68:767-775. 1990.