

DEGRADABILIDAD Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea mays*). RESPUESTA ANIMAL EN TÉRMINOS DE CONSUMO Y GANANCIA DE PESO.

Degradability and Digestibility of Dry Matter of Hydroponic Corn (*Zea mays*). Intake and Live Weight Gain in Animals.

Ana María Herrera Angulo^{1*}, Luis Alberto Depablos Alviárez¹, Rafael López Maduro², Miguel Antonio Benezra Sucre³ y Leyla Ríos de Álvarez³

¹ Estudiante de Postgrado en Producción Animal. Universidad Central de Venezuela, Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. ² Universidad del Zulia, Facultad de Veterinaria, Dpto. de Producción e Industria Animal.

³ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. *Cel: 0414-4924449. E-mail: anamariaherreraangulo@yahoo.com

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la degradabilidad (DEMS) y digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS) del forraje hidropónico de maíz (FHM) y su efecto sobre el consumo de materia seca (CMS) y ganancia diaria de peso (GDP) en ovinos tropicales. El estudio incluyó 3 experimentos (E1, E2 y E3); en E1 y E2 se evaluó la DEMS y DAMS, en tanto que en E3 se determinó el CMS y GDP. En el E1, se usaron bolsas de nylon en una vaca con rumen canulado consumiendo forraje *ad libitum*, siendo la DEMS a las 48 h de 42,2%. En el E2, se usaron cuatro machos ovinos (29,35 ± 2,37 kg. PV) durante 17 días (7 de acostumbramiento y 10 de recolección total de heces), siendo la DAMS de 55,9 ± 10,3%. En el E3, se usaron 10 ovinos machos en crecimiento (14,06 ± 1,87 kg. PV) asignados a 2 grupos (T₀ y T₁) de 5 animales cada uno. T₀= dieta basal *ad libitum* + 250 g de afrechillo de trigo y T₁= dieta basal *ad libitum* + 250 g de FHM. La GDP fue mayor en el T₀ que en T₁ (41,66 ± 12,68 vs. 12,16 ± 11,92 g/d; P<0,05). Asimismo, el CMS fue mayor para el T₀ que para el T₁ (218,35 vs. 108,95 ± 31,41 g/anim/d; P<0,05). Se concluyó que aunque la DEMS y DAMS resultaron aceptables, la respuesta animal en términos de CMS y GDP no es favorable para el FHM.

Palabras clave: Forraje hidropónico de maíz, degradabilidad, digestibilidad, consumo, ganancia de peso.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine degradability (DEMS) and apparent digestibility of dry matter (DAMS) from hydroponic corn (FHM) as well as its effect on dry matter intake (DMI) and live weight gain (LWG) in tropical lambs. The study comprises 3 experiments (E1, E2 y E3); The E1 and E2 evaluated DEMS and DAMS, while in E3 the CMS and GDP were determined. For E1, nylon bags and a rumen cannulated cow consuming forage *ad libitum* were used. In this experiment DEMS after 48 h was 42. 2%. For E2, four male ovines (29.35 ± 2.37 kg. LW of faeces). In this experiment, DAMS was 55.9 ± 10.3%. For E3, 10 growing male ovines (14.06 ± 1.87 kg. LW) allocated into 2 groups (T₀ y T₁) of 5 each were used. T₀= basal diet *ad libitum* + 250 g of wheat middling. T₁= basal diet *ad libitum* + 250 g de FHM. The LWG was greater in T₀ than T₁ (41.66 ± 12.68 vs. 12.16 ± 11.92 g/d; P<0.05). Likewise, DMI was greater for T₀ compared to T₁ (218.35 vs. 108.95 ± 31.41 g/anim/d; P<0.05). In conclusion, although DEMS and DAMS were acceptable, the animal response in terms of CMS y GDP was unfavourable to FHM.

Key words: Hydroponic corn, degradability, digestibility, intake, live weight gain.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en Venezuela se han desarrollado unidades de producción con ovinos en algunos Estados de la Región Central. Esta zona durante la época seca presenta li-

mitantes de oferta forrajera; además, no cuenta con grandes extensiones de tierra para el cultivo de pastos, haciéndose necesario la búsqueda de alternativas alimenticias de buena calidad, capaces de aportar parte de los nutrientes requeridos para las diferentes etapas de producción de los ovinos criados en zonas periurbanas.

Es conocido que durante épocas (sequía y/o lluvias), y etapas fisiológicas críticas en diferentes zonas agroecológicas, las ovejas tropicales presentan algunas deficiencias en la etapa de crecimiento, trayendo como consecuencia pérdidas económicas para los productores. Una de las prácticas comúnmente aplicadas es el uso de alimentos concentrados comerciales, sin embargo, esto implica un aumento en los costos de producción. Basado en este hecho, el forraje hidropónico de maíz (FHM) ha venido considerándose por algunos productores, como una alternativa para mejorar la calidad de la dieta base a ser utilizada y podría sustituir parcialmente al concentrado, no sólo en especies ovinas, sino también en especies vacunas y equinas principalmente.

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional, obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. Su producción es muy rápida (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología del FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas para cultivo forrajero convencional tales como avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc. [16].

Dentro del contexto anterior, el FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas, caballos, conejos, aves, entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde [16]. Sin embargo, no existen en la actualidad datos reportados en Venezuela que permitan corroborar la eficiencia de su utilización como forraje o suplemento en especies de interés zootécnico.

Bajo esta premisa, la investigación está dirigida a evaluar el efecto de la suplementación con FHM, sobre variables

productivas de interés económico, tales como consumo de materia seca, degradabilidad y digestibilidad de la materia seca y ganancia de peso en ovinos en crecimiento en ovejas mestizas tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres experimentos en el Instituto de Producción Animal de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV), el cual se encuentra ubicado, a una altitud de 452 msnm, en la zona de vida denominada bosque seco tropical, con una temperatura de 25°C y precipitación promedio anual entre y 800-1200 mm [14].

La metodología y resultados de las tres experiencias se presentan por separado. Los animales fueron mantenidos en estabulación en puestos individuales techados con piso de cemento, donde tuvieron acceso a una dieta basal de pasto de corte y agua *ad libitum*, el suplemento se suministró de acuerdo con la experiencia, ya fuese afrechillo de trigo o FHM (en base húmeda).

Previo al ensayo, se evaluaron los animales seleccionados en cuanto a su estado de salud, a fin de descartar aquellos que presentasen evidencia de enfermedad.

En la TABLA I, se observan los porcentajes de las diferentes fracciones de nutrientes evaluadas en el pasto y FHM (análisis bromatológico) utilizados en las experiencias que conforman el ensayo. Así mismo se señala la composición química del afrechillo de acuerdo a Gallardo [7].

Experiencia I y II. Determinación de la degradabilidad y digestibilidad aparente del forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*)

La degradabilidad ruminal del FHM se determinó utilizando una vaca mestiza Holstein canulada en el rumen perteneciente a la Sección de Bovinos de la Facultad de Agronomía-UCV; la cual fue alimentada con pasto picado *ad libitum*. Se utilizó la metodología de la bolsa de Nylon descrita por Ørskov y col. [18], evaluando la desaparición de la MS a las 0; 3; 6; 9; 12; 24 y 48 horas.

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO, AFRECHILLO Y FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAÍZ SUMINISTRADOS
A LOS ANIMALES DEL ENSAYO / CHEMICAL COMPOSITION OF THE GRASS, WHEAT MIDDLING AND HYDROPONIC
CORN GIVEN TO THE EXPERIMENTAL ANIMALS

Alimento	MS (65°C)	% MS (100°C)								
		PC	FDA	FDN	Lig	Almi	EE	Cen	Ca	P
Pasto	26,66	6,56	75,92	50,03	49,99	—	1,21	9,88	0,42	0,28
Afrechillo*	87,34	16,80	14,01	42,80	2,64	—	4,10	5,00	0,13	0,99
FHM	15,00	16,28	63,59	43,42	43,42	25,0	2,39	7,53	0,38	0,57

MS: materia seca; PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácida; FDN: fibra detergente neutra; Lig: lignina; Almi: Almidones; EE: extracto etéreo; Ca: calcio; P: fósforo. FHM: Forraje hidropónico de maíz. * Fuente: [7].

Pedraza [19] señala, que existe muy poca o ninguna diferencia en la degradación de muestras incubadas, tanto en ovinos como en bovinos. Por el contrario, el uso de bovinos tiene la ventaja de permitir un mayor número de bolsas y/o bolsas más grandes por período [17].

Para determinar la digestibilidad de la MS del FHM se utilizó el método de la recolección total de heces utilizando cuatro machos ovinos tropicales de 29 kg de peso vivo promedio. Estos fueron alimentados durante una semana con pasto de corte *ad libitum* y FHM para permitir el acostumbramiento de los animales a consumir el material a evaluar. La semana antes de iniciar el ensayo, la alimentación se basó exclusivamente en FHM, para asegurar que los residuos de otros alimentos consumidos antes de la prueba fuesen eliminados del tracto digestivo evitando así alteraciones en las mediciones, además del acostumbramiento de los animales a la nueva dieta. En el período pre-ensayo se establecieron niveles constantes de consumo, para evitar fluctuaciones drásticas en la excreción. El preensayo fue seguido de un período de 10 días de mediciones de consumo y recolección total de heces. Estas se recogieron diariamente, asumiendo una tasa de consumo y excreción constante en un período de 24 horas. Se tomaron muestras individuales de las mismas para su posterior determinación de materia seca (MS). Para recoger las heces se le instaló a los animales arneses y bolsas especiales que facilitaban la operación [21].

La medición de consumo de MS se realizó diariamente por diferencia entre lo ofertado y rechazado, para ello se colectaron muestras de FHM de la oferta y rechazo que fueron llevadas al laboratorio para la determinación de MS.

Por no poseer datos relativos a la tasa de pasaje de la fase sólida del FHM, se asumió que el material consumido en un día sería excretado al día siguiente, con el fin de aplicar la ecuación de digestibilidad descrita por Schneider y Flatt [21], quienes indican que la proporción de MS que fue digestible por el animal es la diferencia entre lo consumido y excretado.

Experiencia III. Efecto de la Suplementación con forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*), sobre el consumo y ganancia de peso en ovinos mestizos

Para evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) de ovinos en crecimiento mestizos (mayormente West African), bajo efecto de la suplementación con FHM y afrechillo de trigo, se realizó un experimento en diseño completamente aleatorizado utilizando como covariable el peso inicial. Para ello, se dispuso de 10 animales mestizos, con un peso inicial promedio de 14,6 kg. Los animales se asignaron al azar en dos grupos: T₀= dieta basal + afrechillo y T₁= dieta basal + FHM; balanceados en función del peso, raza y sexo. La cantidad de suplemento suministrada en ambos casos, correspondió a ± 250 g MS/animal/día. La dieta basal consistía en pasto de corte (*Panicum maximun* e *Hyparrhenia rufa*) suministrado *ad libitum*.

La experiencia tuvo una duración de 70 días. Las variables evaluadas fueron: consumo de materia seca (dieta basal y del suplemento) y peso vivo semanal de los animales.

Para evaluar la composición de la dieta, se tomaron muestras semanales de FHM y pasto (suministro y rechazo). En el caso del afrechillo de trigo se tomó una muestra para todo el experimento. Estas fueron llevadas al laboratorio de Nutrición, del Instituto de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la UCV, para la determinación de materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo [1], fibre detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) [9], calcio [6] y fósforo [11]. Se determinaron almidones en el caso del FHM [1].

El consumo de materia seca se estimó semanalmente por diferencia entre el peso seco del material ofrecido y el peso seco del material rechazado por cada animal dentro de cada grupo.

La tasa de crecimiento de los animales se determinó pesando al inicio del experimento y luego una vez por semana. Para ello se utilizó una romana de carretilla marca Way O-crate (inglesa) modelo CM-64. Se hizo uso de la regresión lineal entre peso vivo y tiempo para determinar los cambios o ganancia diaria de peso por animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Degradabilidad ruminal y digestibilidad del FHM.

La degradabilidad ruminal acumulada de la MS del FHM a las 48 horas fue 42,2% (TABLA II), si se toma en consideración la cantidad de lignina presente en este (43,42%), solo faltaría un 14,38% de la materia seca por ser degradada, pudiendo esto ocurrir a nivel intestinal. Ello indicaría la posibilidad de una mejor calidad del FHM si se retirase la cascarilla de arroz utilizada como medio de germinación del maíz.

La lignina es un material indigestible, siendo su mayor implicación el hacer menos aprovechables a componentes como celulosa o hemicelulosa cuando está asociada a ellos. En concordancia con esto, la elevada concentración de lignina

TABLA II
DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAÍZ EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO/ DRY MATTER DEGRADABILITY OF THE HYDROPONIC CORN IN DIFFERENT INTERVALS OF TIME

Tiempo (horas)	Degradabilidad (%)
0	15,2
3	15,4
6	15,8
9	19,6
12	21,5
24	33,1
48	42,2

(43,4%) del FHM, podría estar afectando en forma negativa la degradabilidad del material y tal vez esta sea la causa del bajo valor obtenido para la determinación en cuestión.

La cascarilla de arroz fue molida en criba N° 2 junto a los brotes germinados de maíz previamente secos, en virtud de que forma parte del FHM que se comercializa, este hecho posiblemente está muy implicado con la baja degradabilidad encontrada. En la FIG. 1, se observa el comportamiento del material evaluado en diferentes intervalos de tiempo entre las 0 y 48 horas.

La digestibilidad aparente promedio de la MS del FHM, fue del 55,9% (TABLA III), y se obtuvo en animales que estaban consumiendo poca cantidad de MS por día en relación a su peso vivo (1,65% PV), razón por la que se descarta exceso de ingestión como causa del valor bajo de digestibilidad.

Se estimaba una digestibilidad mayor para el FHM dada las características de material vegetativo recién germinado y succulento, sin embargo, es importante tomar en cuenta la tasa de pasaje, siendo esta desconocida, ya que puede afectar en gran manera la digestibilidad.

Maynard y col. [13] explicaron que la digestibilidad puede ser limitada por falta de tiempo para realizar la acción digestiva completa en sustancias que son de lenta digestión, o bien, por falta de absorción completa; tal efecto aumenta por el rápido tránsito de alimentos a través del tracto digestivo.

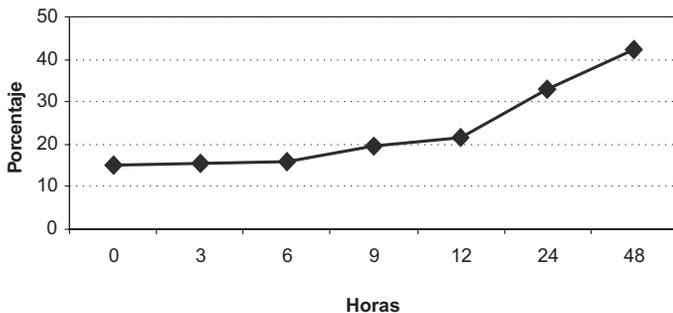


FIGURA 1. DEGRADABILIDAD RUMINAL DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAÍZ/ RUMINAL DEGRADABILITY OF THE HYDROPONIC CORN.

**TABLA III
DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL FORRAJE
HIDROPÓNICO DE MAÍZ / APPARENT DIGESTIBILITY
OF THE HYDROPONIC CORN**

Animal (N°)	Digestibilidad (%)	Consumo de MS (g)	Peso vivo (kg)	Consumo MS (% Peso vivo)
1	60,9 ± 8,2	647,9	30,4	2,1
2	51,1 ± 11,1	445,3	30,8	1,5
3	57,4 ± 11,5	496,1	30,4	1,6
4	54,2 ± 10,3	369,8	25,8	1,4
Promedio	55,9 ± 10,3	489,8	29,35	1,65

En el caso de esta experiencia, el alto contenido de humedad del material (85%) pudo haber acelerado su paso por el tracto digestivo, limitando su absorción y deprimiendo las ganancias de peso. La tendencia en estos casos es, a medida que aumenta la tasa de pasaje de un alimento, aumenta su consumo, sin embargo, la baja aceptabilidad del FHM fue condicionante del bajo consumo.

Es poco conocido como el líquido afecta el flujo de las partículas, lo que reviste especial importancia. Generalmente incrementos en el consumo de dietas, acelerarían el pasaje tanto de líquido como de partículas [23]. Si se pudiera aumentar la velocidad del recorrido, favoreciendo el consumo, sin deprimir de modo importante la digestibilidad, podría aumentarse, en análoga proporción el efecto neto sobre la productividad del animal. Sin embargo, todavía no se ha podido determinar las características específicas de algunos forrajes, que afectan a esta cadena de sucesos [20].

Como se mencionó, la cascarilla de arroz pudo ser la causa del bajo valor obtenido para la degradabilidad de la MS del FHM. Sin embargo, no se establecieron diferencias bromatológicas entre lo ofrecido y rechazado que permitieran concluir en base a este aspecto; estando posiblemente asociado a un desbalance de nutrientes de la dieta o tasa de pasaje elevada.

Consumo de las raciones alimenticias

Los animales que recibieron afrechillo como suplemento presentaron mayor consumo de MS total con diferencias altamente significativas (P<0,05) sobre sus homólogos suplementados con FHM. El consumo de MS de pasto no presentó diferencias entre tratamientos, sin embargo, se presentó una diferencia de aproximadamente 100 g/animal/día. Lo antes expuesto nos lleva a deducir que la diferencia en consumo de MS total, pudo deberse al menor consumo de FHM asociado al gran volumen de este material (TABLA IV).

Es importante resaltar que la posible diferencia entre los consumos de suplemento sea un problema de aceptabilidad del FHM que no logró mejorarse a medida que avanzó el ensayo, estando siempre el consumo de FHM supeditado a la

**TABLA IV
CONSUMO TOTAL DE MATERIA SECA PARA CADA
TRATAMIENTO/ TOTAL DRY MATTER INTAKE
FOR EACH TREATMENT**

Alimento	T ₀	T ₁
Pasto (g/animal/día)	555,19 ± 119,25 ^a	454,98 ± 78,34 ^a
Suplemento (g/animal/día)	218,35 ^{a1}	108,95 ± 31,41 ^b
Pasto + Suplemento (g/animal/día)	774,54 ± 119,25 ^a	563,92 ± 60,78 ^b

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05). ¹ No se reporta desviación estándar puesto que el consumo de afrechillo fue total.

calidad del material, y a su vez ésta a la interacción existente entre su manejo y condiciones ambientales.

La aceptabilidad, la determinan la apariencia, olor, sabor, textura, y otras propiedades sensoriales del alimento, medidas al ofrecer a los animales la opción de escoger entre dos o más alimentos, de modo que expresen una preferencia. El hambre surge por una necesidad fisiológica y se puede satisfacer con calorías. El apetito tiene que ver con factores internos (fisiológicos o psicológicos), que estimulan o inhiben el hambre en el animal y se satisface mediante aceptabilidad [12].

El FHM aparentemente tiene un sabor dulce, lo cual pudo ser una de las causas de su bajo consumo. Así lo demostró Houpt [12], quien señala la poca preferencia que tienen los ovinos a diferencia de los vacunos por los sabores dulces, especialmente en altas concentraciones de glucosa y sacarosa; existiendo posible rechazo de este recurso por parte de esta especie.

Durante el ensayo fue notorio observar la presencia de hongos en el FHM, desde su arribo a la Unidad de Ovinos, el cual aumentaba su crecimiento al transcurrir los días. Adicionalmente, este hecho pudo influir en el bajo consumo, coincidiendo con Houpt [12], quien reportó baja ingestión de alimento que presente hongos, mencionando aquellos del género *Endophyte*. Sin embargo, el efecto de micotoxinas sobre el consumo de materia seca no fue evaluado en el presente ensayo.

Cabe mencionar que a pesar de existir diferencias significativas en el consumo de suplemento a favor del afrechillo, este no sustituyó la dieta base, así lo demuestra la no existencia de diferencias ($P>0,05$) para los valores de consumo de pasto en ambos tratamientos (TABLA IV), donde además, existe una ligera superioridad en el consumo de pasto para los animales suplementados con afrechillo. Esta situación plantea la posibilidad de una mejora del ambiente rumi-

nal por parte del afrechillo que induce a un mayor consumo de materia seca total.

En la TABLA V, se presenta el consumo de nutrientes expresados en gramos/animal/día para cada tipo de alimento, se totalizó de acuerdo a los tratamientos estudiados, y se comparó con el requerimiento diario reportado para ovinos en crecimiento en condiciones del trópico (15 kg de PV y 50 g de GDP) [4], encontrándose que solo el grupo de animales suplementados con afrechillo supera el requerimiento de consumo de MS. Esto posiblemente sea debido a las características intrínsecas del FHM ya que este es un material muy voluminoso, de alta humedad y con altos niveles de fibra, lo cual pudiera provocar mayor distensión ruminal, y de esta forma limitaría el consumo total de MS [12]. En el caso de proteína cruda (PC), ambos grupos experimentales están por debajo del requerimiento para esa GDP, sin embargo el grupo de animales suplementados con afrechillo se encuentran mucho más cerca de cubrir el requerimiento si se les compara con los animales suplementados con FHM.

Las dietas de los animales suplementados con afrechillo de trigo y FHM no alcanzaron a cubrir los requerimientos de calcio, cabe acotar que los cereales son pobres en este elemento. Al respecto Underwood [22] señaló que las deficiencias de calcio se caracterizan por crecimiento subnormal y ganancias de peso poco satisfactorias. El requerimiento de fósforo, elemento abundante en los cereales, solo fue cubierto en la dieta cuyo suplemento fue afrechillo de trigo. Posiblemente, si el consumo de FHM hubiese sido mayor también, se hubiese alcanzado a cubrir esta demanda.

Ganancia diaria de peso

Existieron diferencias ($P<0,05$) en la GDP entre los tratamientos, siendo mayor en los que recibieron el suplemento de afrechillo en relación a los suplementados con FHM (TABLA VI).

TABLA V
CONSUMO DE NUTRIENTES PARCIAL Y TOTAL DE OVINOS EN CRECIMIENTO DE ACUERDO A LOS TRATAMIENTOS./
PARTIAL AND TOTAL NUTRIENTS INTAKE OF GROWING OVINES ACCORDING TO THE TREATMENTS

Nutriente (g/día)	Pasto		Suplemento		Pasto + Suplemento		Requerimiento s* (g/día)
	T ₀	T ₁	T ₀	T ₁	T ₀	T ₁	
MS	555,19	454,98	218,35	108,95	774,54	563,92	598,0
PC	36,42	29,85	36,68	17,74	73,10	47,59	90,00
FDN	277,54	227,50	93,45	47,31	370,99	274,81	—
FDA	421,50	345,42	30,59	138,85	452,09	484,27	—
EE	6,72	5,51	8,95	2,60	15,67	8,11	—
Cenizas	54,85	44,95	10,92	8,20	65,77	53,15	—
Ca	2,33	1,91	0,28	0,41	2,61	2,32	4,00
P	1,56	1,27	2,16	0,62	3,72	1,89	2,40

MS: materia seca; PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácida; FDN: fibra detergente neutra; EE: extracto etéreo; Ca: calcio; P: fósforo.
*Fuente: [5].

TABLA VI
GANANCIA DE PESO EN OVINOS PARA CADA
TRATAMIENTO / LIVEWEIGHT GAIN OF THE ANIMALS
FOR EACH TREATMENT

Observación	T ₀	T ₁
N	5	5
Días de ensayo	70	70
Ganancia de Peso (g/animal/día)	41,66 ± 12,68 ^a	12,16 ± 11,92 ^b

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

Además, se determinó una elevada correlación lineal (0,91) significativa y positiva entre el consumo de MS y GDP; indicando que a medida que el consumo de alimento se incrementa de igual manera lo hace la GDP.

El mayor consumo de MS en los animales suplementados con afrechillo, asociado positivamente a mayor GDP, pudo ser debido al mayor contenido de PC de la dieta, respecto a los animales suplementados con FHM (73,1 g vs. 47,59 g de PC en afrechillo y FHM respectivamente), ya que mayores cantidades de nitrógeno amoniacal, dentro de cierto rango, favorecen la actividad celulolítica de los microorganismos ruminales. De esta manera hubo coincidencia con Gálvez y col. [8], quienes sostuvieron que una deficiencia en los aportes de nitrógeno degradable ocasiona una importante reducción de la actividad celulolítica y consecuentemente de la digestibilidad e ingestibilidad de los forrajes de la ración.

González [10], señaló que el consumo de MS en bovinos disminuye cuando la PC se encuentra por debajo del 8%, si bien es cierto que los porcentajes de proteína para ambos tratamientos se encuentran por encima del valor mencionado, la conducta de alimentación de los ovinos es más selectiva que los vacunos, por lo tanto, este valor umbral de PC de la dieta pudiera ser más alto. Este hecho tal vez se reflejó en el ensayo porque el valor de PC dietética para animales suplementados con FHM, está una unidad porcentual inferior al valor de PC de los borregos que recibieron afrechillo como suplemento (8,44% y 9,44%, respectivamente), ocurriendo una situación similar con el consumo de MS.

Este valor bajo de proteína en la dieta y el bajo consumo de materia seca concuerda con lo señalado por Houpt [12], quien demostró que cuando el contenido de proteína es insuficiente, el consumo de alimento puede disminuir, lo cual ocurre frecuentemente en ovinos consumiendo pasturas pobres en nutrientes. Por otra parte, los contenidos de PC en ambas dietas también resultaron inferiores al contenido mínimo de 13% recomendado por Gálvez y col. [8] a fin de permitir un adecuado crecimiento de la población microbiana del rumen.

Se observa que los porcentajes de PC no difieren mucho para ambos suplementos probados, no obstante, se tiene una fracción de lignina menor en el afrechillo vs. FHM, lo que po-

dría sugerir una mayor producción de ácidos grasos volátiles en el caso de T₀, así como también una mejora del ambiente ruminal, ya que la producción de estos compuestos pudiera proporcionar la energía suficiente para la utilización del NNP presente en la dieta. Sin embargo, la diferencia en GDP presente entre tratamientos, pudiera ser atribuida al nivel de consumo de los mismos, y esto a su vez atribuido al contenido de fibra, degradabilidad y digestibilidad de los materiales empleados.

Zerpa [24], encontró para ovinos en crecimiento GDP de 119 y 64,4 g/día para animales suplementados con gliciridia + minerales y minerales respectivamente. Estos resultados contrastan con los encontrados en este estudio pero confirman la importancia del nivel de proteína en la dieta para ovinos en crecimiento.

En un ensayo en borregos postdestete se evaluaron dietas compuestas por heno, nepe, afrechillo y concentrin® (subproducto de la molienda húmeda del maíz), encontrando ganancias comprendidas entre 91,5 y 106,6 g/día, siendo los mejores resultados obtenidos cuando la proporción de nepe y afrechillo se incrementaba sobre el concentrin® [2]; estas GDP son mayores a las reportadas en la presente investigación.

En adición al mayor consumo de materia seca del afrechillo, su mayor valor de digestibilidad de la materia seca (72%) [15], comparado con el valor experimental para el FHM (55,9%), explicaría aún más las diferencias en ganancias de peso entre tratamientos, ya que no solo basta la cantidad de nutrientes ingeridos, sino también su nivel de utilización.

Las GDP obtenidas en este ensayo, en general son bajas si se comparan con numerosos resultados obtenidos en corderos de peso y grupo racial similar a los de este experimento, con diferentes dietas, y en diferentes zonas del país [2, 3, 5]. Esto puede ser debido a que se requieren dietas con mayores valores de PC y energía para lograr crecimientos satisfactorios. Por lo tanto, no se puede considerar al afrechillo de trigo y al FHM en la forma como fueron suministrados en este ensayo, como materias primas únicas para la elaboración de suplementos de ovinos en crecimiento, si se compara con otros ingredientes de mayor valor nutritivo.

CONCLUSIONES

La digestibilidad del forraje hidropónico de maíz (FHM) determinada experimentalmente resultó ser menor que la reportada para el afrechillo de trigo posiblemente por desbalance de nutrientes, asimismo, su baja degradabilidad puede ser debida a la presencia de una alta fracción de lignina contenida en la cama de germinación que se usa para el cultivo del mismo.

Existen diferencias significativas en el consumo de MS seca total y del suplemento a favor de los animales que recibieron afrechillo vs. los suplementados con FHM. En el caso de los suplementados con FHM, el consumo pudo estar limita-

do por sus características tanto físicas (volumen), químicas (contenido de fibra detergente ácida y lignina) como de aceptabilidad.

El forraje hidropónico de maíz bajo las condiciones del ensayo, no mostró ser una alternativa en la suplementación de ovinos en crecimiento; ya que no mejora las ganancias de peso en esta etapa fisiológica al ser comparado con el afrechillo de trigo.

RECOMENDACIONES

La presencia de hongos en el FHM pudo limitar el consumo de materia seca, por lo que se recomienda evaluar este aspecto en futuros trabajos con dicho material.

El empleo del FHM u otros forrajes hidropónicos como suplemento o complemento de la dieta base, debe ser evaluado desde el punto de vista de factibilidad productiva y económica.

Desde el punto de vista metodológico se sugiere utilizar para la evaluación de degradabilidad ruminal *in sacco* como mínimo tres animales para una estimación más precisa.

AGRADECIMIENTO

Especial agradecimiento se desea expresar a la Sección de Ovinos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, laboratorio de Nutrición Animal de la misma Institución y a la Empresa PROMAT, por proveer el material hidropónico necesario para realizar las experiencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (A.O.A.C.). Official Methods of the Analysis Association. Official Agricultural Chemistry. 9th Ed. Editorial Board. Washington, D.C., USA. 957 pp. 1965.
- [2] BAUTISTA, C. Efecto de la forma de presentación del alimento y de la sustitución parcial en la ración de dos materias primas por un subproducto de la molienda húmeda del maíz sobre el crecimiento de borregos post-destete. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Trabajo de Grado. 48 pp. 2000.
- [3] DE COMBELLAS, J. Evaluación de la leucaena y de la gliricidia como bancos de proteína para suplementar ovinos. **III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos**. Del 24 al 26 de Octubre, Maracay, Venezuela. 166 pp. 2001.
- [4] DÍAZ, J. Evaluación de normas prácticas para la alimentación de ovinos en el trópico. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Trabajo de Grado. 98 pp. 1988.
- [5] ESPINOZA, F.; ARAQUE, C.; PERDOMO, E.; QUINTANA, H.; LEÓN, L. Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon lemfluensis*) en pastoreo con ovinos. **III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos**. Del 24 al 26 de Octubre Maracay, Venezuela. 170 pp. 2001.
- [6] FICK, K.; MCDOWELL, L.; MILES, P.; WILKINSON, N.; CONRAD, J.; VALDIVIA, R. En: Métodos de análisis de espectrofotometría de absorción atómica. **Método de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales**. 2^{da} Ed. Latin American Research Programme. University of Florida. 701-702 pp. 1979.
- [7] GALLARDO, M. Utilización eficiente del afrechillo de trigo para la alimentación de vacas lecheras. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). **Rev. Producir**. Volumen 21(128). En línea: <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/pxx10602.htm>. Argentina. 2002.
- [8] GÁLVEZ, J.; GONZÁLEZ, J.; GUILLERMO, G. Degradabilidad ruminal de la proteína bruta de los alimentos. **I^{er} Congreso Nacional de Ovinos y Caprinos**. Universidad Centro-occidental Lisandro Alvarado, Decanato de Ciencias Veterinarias. Del 25 al 28 de Octubre, Barquisimeto, Venezuela. 113-143 pp. 1995.
- [9] GOERING, H.; VAN SOEST, P. Forage fibres analysis. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture. 30 pp. 1970.
- [10] GONZÁLEZ, B. Ganadería mestiza a base de pastos en condiciones húmedas y subhúmedas de la cuenca del Lago de Maracaibo. En: **Ganadería Mestiza de Doble Propósito**. González-Stagnaro, C. (Ed). 369 pp. 1992.
- [11] HARRIS, W.; POPAT, P. Determination of phosphorus content of lipids. **Amer. Oil. Chem. Soc. J.** 31(4):124-127. 1954.
- [12] HOUP, K. Domestic Animal Behaviour for Veterinarians and Animal. Scientist. Chapter 8. Ingestive behavior 3rd Ed. Press, Ames. Iowa State. 501 pp. 1998.
- [13] MAYNARD, L.; LOOSLI, J.; HINTZ, H.; WARNER, R. Procesos digestivos en diferentes especies animales. **Nutrición Animal**. Capítulo 3. Mc Graw-Hill. 4^{ta} Ed. México. 34 pp. 1989.
- [14] MENDEZ, G.; RÍOS, L.; DE COMBELLAS, J.; COLMENARES, O.; ÁLVAREZ, R. Efecto del nivel de gallinaza sobre el consumo de dietas completas para ovinos estabulados en etapa de crecimiento. **Zoot. Trop.** 22(1): 1-13. 2004.
- [15] MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD. Aportes energéticos y sistemas de alimentación en los rumiantes. Traducido por Díaz, Gonzalo. Editorial Acribia. Zaragoza, España. **Technical Bulletin**. Nº 33. 128-129 pp. 1975.

- [16] ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN. Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Manual Técnico. Primera Parte. 68 pp. 2001.
- [17] ØRSKOV, E. Dynamics of nitrogen in the rumen. **Protein Nutrition in Ruminants**. Chapter 3. 1st Ed. Academic Press. 40-84pp. 1982.
- [18] ØRSKOV, E.; HOWELL, F.; MOULD, F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de alimentos. **Prod. Anim. Trop.** 5: 213-233. 1980.
- [19] PEDRAZA, R. Estimación del valor nutritivo de los alimentos para rumiantes con énfasis en las técnicas *in sacco* y de producción de gas *in vitro*. Artículo reseña. **Rev. Prod. Anim.** 13(1): 45-51. 2001.
- [20] REID, J. La calidad del heno. Capítulo 49. Parte IV: Utilización de los forrajes. En: **Forrajes**. Hugues, H.; Heath, M. y Metcalfe, D. (Eds.). México. 547-562 pp. 1976.
- [21] SCHNEIDER, B.; FLATT, W. The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia Press, Athens. 423 pp. 1975.
- [22] UNDERWOOD, E. Calcio y fósforo. **Los minerales en la nutrición del ganado**. Capítulo 3. 2^{da} Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 35-56 pp. 1981.
- [23] VAN SOEST, P. Digestive flow. Nutritional ecology of the ruminant. Chapter 23. 2^{da} Ed. Cornell University Press. 371-384 pp. 1994.
- [24] ZERPA, A. Inclusión de la gliricidia en la alimentación de ovinos en crecimiento en una finca comercial. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Trabajo de Grado. 71 pp. 2000.