

CRECIMIENTO, NIVELES DE CALCIO, FÓSFORO Y MAGNESIO Y PERFILES SÉRICOS DE PROGESTERONA EN CORDERAS PREPÚBERES MESTIZAS WEST AFRICAN SUPLEMENTADAS CON TRES FUENTES MINERALES

Growing, Levels of Calcium, Phosphorus and Patterns of Circulating Progesterone in Prepubertal Crossbred West African Ewe Lambs Supplemented with Three Minerals Sources

Armando Quintero-Moreno¹, Silvio Miranda¹, Rafael López¹, Dervin Dean¹, Nidia Rojas¹, Angel González², Roberto Palomares³ y Julio Boscán³

¹Departamento de Producción e Industria Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

²Médico Veterinario en libre ejercicio, E-mail: armandoarturo.quintero@campus.uab.es.

³Estudiante de Postgrado en Producción Animal, Universidad del Zulia, Apartado 15252. Maracaibo 4005-A, Venezuela.

RESUMEN

Los forrajes en el trópico presentan una marcada deficiencia de minerales, los cuales son importantes para el eficaz crecimiento y buen estado de salud de los animales. Para evaluar el efecto de la suplementación mineral sobre el crecimiento, niveles minerales séricos y valores de progesterona sérica se utilizaron 23 corderas mestizas West African a las cuales se suplementaron diariamente con cuatro raciones experimentales (T0): heno de *Brachiaria humidicola* a voluntad + 135 g/animal de suplemento con 80,4% de harina de maíz, 17,6% de harina de soja y 2,0% de urea; (T1): heno a voluntad + 125 g/animal de suplemento con 80% de yacija y 20% de melaza; (T2): T0 + 5 g/animal de fosfato dicálcico y (T3): T0 + 7 g/animal de mezcla mineral comercial completa. Se observó su efecto sobre el peso final (PF), ganancia diaria de peso vivo (GDP), concentración sérica de calcio (CSCA), fósforo (CSF), magnesio (CSMG) y progesterona. El ensayo fue realizado en el Centro Experimental de Producción Animal de la Universidad del Zulia, el cual está enmarcado dentro de un bosque muy seco tropical venezolano. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza-covarianza del paquete estadístico SAS. Los valores de PF y GDP reportan diferencias significativas ($P < 0,05$) a favor de las corderas del T3 (PF = 15,53 kg, GDP = 42,14 g) en comparación con T0 (PF = 13,77 kg, GDP = 21,33 g) y T1 (PF = 14,38 kg, GDP = 28,57 g), no encontrando diferencias

con T2 (PF = 14,89 kg, GDP = 34,52 g). La CSCA (T0 = 8,73; T1 = 12,55; T2 = 15,23 y T3 = 14,80 mg/100 mL de suero) y CSMG (T0 = 0,90. T1 = 1,77. T2 = 2,32 y T3 = 3,30 mg/100 mL de suero) fueron superiores en los corderas suplementados con mineral, encontrándose diferencias significativas ($P < 0,05$) entre todos los tratamientos para la CSMG y sólo mostró desventajas el T0 para la CSCA, mientras que en las CSF (T0 = 4,34; T1 = 5,71; T2 = 7,21 y T3 = 6,37 mg/100 mL de suero) no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$). Ninguna de las hembras evaluadas presentó ciclicidad ovárica durante el ensayo y no excedían de 240 días de edad y 16 kg de peso vivo. En el trópico, es necesario suplementar con una mezcla mineral completa a las corderas prepúberes con el fin de obtener tasas de crecimiento eficiente y valores adecuados de calcio, fósforo y magnesio en sangre que ayuden a regular las funciones orgánicas, mantener la homeostasis corporal y disminuir la edad a la pubertad.

Palabras clave: Suplementación mineral, mineral sérico, progesterona circulante, corderas West African.

ABSTRACT

The tropical forages have a mineral deficiency causing retarded growth and poor state of health of the animals. In order to evaluate the effect of the mineral supplementation on the growth, serum blood mineral levels and values of circulating progesterone, 23 crossbred West African ewe lambs were sup-

plemented daily with four experimental ration, T0: ad libitum hay of *Brachiaria humidicola* (BH) + 135 g/animal of supplement with 80.4% of corn gluten meal; 17.6% of soybean meal and 2.0% of urea. T1: ad libitum hay of BH + 125 g/animal of supplement with 80% of poultry litter and 20% of cane molasses. T2: T0 + 5 g/animal/day of dicalcium phosphate and T3: T0 + 7 g/animal/day of complete commercial mineral mixture. Theirs effects were observed on the final live weight (FLW), live weight gain (LWG), serum blood concentration of calcium (SCC), phosphorus (SPC), magnesium (SMC) and levels of circulating progesterone. The study carry out in the experimental farm on Animal Production of the University of Zulia State, Venezuela, characterized as a very dry tropical forest. The data were analyzed by means of variance-covariance procedure of statistical analysis system (SAS). The values of FLW and LWG report significant difference ($P < 0.05$) in favor of the ewe lambs of T3 (FLW=15.53 kg LWG= 42.14 g/d) in comparison with T0 (FLW= 13.77 kg LWG= 21.33 g/d) and T1 (FLW= 14.38 kg LWG= 28.57 g/d) not reporting differences with T2 (FLW= 14.89 kg LWG= 34.52 g/d). The SCC (T0=8.73; T1= 12.55; T2= 15.23 and T3= 3.30 mg/100 milliliters of serum) and SMC (T0= 0.90, T1= 1.77; T2=2.32 and T3= 3.30 mg/100 milliliters of serum) were superior in the supplemented ewe lambs with significant differences ($P < 0.05$) between all the treatment for SMC and only T0 showed disadvantages in the SCC, whereas the SPC (T0= 4.34; T1= 5.71; T2= 7.21 and T3= 6.37 mg/100 milliliters of serum) was not different between the treatments ($P > 0.05$). None from the evaluated ewe lambs showed ovarian cyclical activity during this study. In the tropic, it is necessary to supplement with a complete mineral mixture to ewe lambs with the purpose of obtaining rates of efficient growth and suitable values of calcium, phosphorus and magnesium concentration in blood serum that help to regulate the organic function and to maintain the corporal homeostasis.

Key words: Mineral supplementation, mineral serum blood, progesterone circulating, West African ewe lambs.

INTRODUCCIÓN

La especie ovina representa una importante alternativa como fuente de proteína para la alimentación humana en los trópicos, debido a su gran capacidad de digerir pastos de muy bajo valor nutritivo y alto poder de adaptación a las regiones áridas [14] y semiáridas [3]. La zona norte del estado Zulia está representada por estos tipos de ecosistemas, lo cual justifica la importancia económica de su utilidad, sobre todo en las regiones antes mencionadas, donde sólo se adaptan los pequeños rumiantes. Al mismo tiempo, se plantea la necesidad de incrementar la productividad de esta especie utilizando recursos alimenticios que complementen la baja calidad nutricional de los forrajes tropicales que están a su disposición, especialmente las deficiencias minerales [3]. Siendo estos elementos esenciales para el crecimiento, desarrollo y reproducción,

su deficiencia orgánica es considerada causa de baja productividad y de problemas reproductivos de animales en pastoreo [11]. La adecuada suplementación de minerales es vital para el buen mantenimiento de la homeostasis corporal, lo que deriva en un sistema de producción estable y rentable. Con esa base se propuso determinar el efecto de diferentes fuentes minerales sobre el peso final, ganancia diaria de peso corporal, concentraciones de calcio, fósforo y magnesio en suero sanguíneo y perfiles séricos de progesterona en corderas West African prepúberes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Agroclimatología y manejo de las unidades experimentales

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Producción Animal (CEPA) de la Universidad del Zulia, zona clasificada como bosque muy seco tropical con temperatura promedio anual de 30°C y precipitación que oscila entre 125 y 500 mm/año. Se utilizaron 23 corderas mestizas West-African de 12 kg de peso vivo y 5 meses de edad, las cuales se desparasitaron al inicio del ensayo y cada 21 días, además se les aplicó una dosis de vitamina AD₃E y se les vacunó contra septicemia hemorrágica, carbunco sintomático y edema maligno. Este programa sanitario se implementó debido a que diferentes géneros de parásitos y enfermedades bacterianas afectan el estatus de fósforo en el animal [11]. Durante 84 días los animales fueron asignados aleatoriamente a cuatro tratamientos; T0: heno de *Brachiaria humidicola* a voluntad + 135 g/animal de suplemento (80,4% de harina de maíz, 17,6% de harina de soja y 2,0% de urea), T1: heno a voluntad + 125 g/animal de suplemento (80% de yacija + 20% de melaza), T2: T0 + 5 g/animal de fosfato dicalcico y T3: T0 + 7 g/animal de mezcla mineral comercial completa. Se utilizaron 6 corderas en T0, T1 y T2 y 5 en el T3, las cuales fueron alojadas en corrales de arena de 7 metros cuadrados provistos de agua a voluntad y diariamente eran trasladadas a un campo abierto y desprovisto de gramíneas y leguminosas por 3 horas, con el propósito de evitar el confinamiento total. El contenido mineral de T3 y el fósforo de T2 se ajustaron para cubrir los requerimientos de corderos en crecimiento con ganancias de 50 a 60 g/animal/día [10]. El contenido de nutrientes de los suplementos y del heno utilizado se muestran en la TABLA I.

Determinación de la concentraciones séricas de calcio, magnesio, fósforo y progesterona

Las concentraciones de calcio y magnesio de las muestras analizadas se realizaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica [13], modificada por Granadillo y Romero [9] y el fósforo por el método colorimétrico [7], para lo cual se tomaron muestras de sangre (20 mL) por punción yugular, se centrifugaron y se almacenó el suero extraído a 5°C, para luego procesarla por el método descrito por Fick y col. [6]. Para determi-

TABLA I
CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LOS SUPLEMENTOS Y HENO UTILIZADO

Nutriente	Tratamientos				Heno*	NRC (1985)**
	T0	T1	T2	T3		
Proteína %	22,00	24,00	21,70	21,50	3,20	-
EM (Mcal/kg)	1,80	2,00	1,70	1,70	-	-
Minerales						
Macro %						
Calcio (Ca)	0,30	1,70	1,08	1,11	0,19	0,20-0,82
Fósforo (F)	0,15	1,04	0,82	0,88	0,08	0,16-0,38
Magnesio (Mg)	0,20	0,37	0,23	0,51	0,10	0,12-0,18
Micro (ppm)						
Hierro (Fe)	105,30	378,20	216,30	318,50	40,00	30,0-50,0
Cobre (Cu)	8,95	8,28	11,50	12,92	ND	7,0-11,0
Zinc (Zn)	6,29	23,30	13,90	24,34	1,00	20,0-33,0

* Heno de *Brachiaria humidicola*. ** Requerimiento de minerales en ovinos (rango sugerido), Tomado de McDowell y col. (1993).
ND: No se detectó.

TABLA II
CRECIMIENTO DE CORDERAS WEST-AFRICAN SUPLEMENTADAS CON TRES FUENTES DE MINERALES

Parámetro	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Nº de corderas/tratamiento	6	6	6	5
Peso inicial (kg)	12,09 ± 0,05	11,99 ± 0,06	12,11 ± 0,06	12,11 ± 0,06
Peso final (kg)	13,77 ± 0,36 ^c	14,38 ± 0,36 ^{bc}	14,89 ± 0,36 ^{ab}	15,53 ± 0,39 ^a
Duración del ensayo (días)	84	84	84	84
Ganancia diaria de peso (g)	21,33 ± 4,10 ^c	28,57 ± 4,10 ^{bc}	34,52 ± 4,10 ^{ab}	42,14 ± 4,50 ^a

(a,b,c): Letras diferentes en las filas, implican diferencias significativas (P<0,05).

nar los niveles de progesterona se tomaron muestras de sangre semanales con tubos vacutainer de 7 mL sin anticoagulante para centrifugarlas a 3.000 r.p.m. por 20 min y trasvasarlas a viales plásticos y conservarla en el laboratorio de radioisótopos de las facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias a -20°C hasta su análisis. Los niveles plasmáticos de progesterona fueron medidos usando el método cuantitativo "Coat-A-Count de la "Diagnostic Products Corporation" (DPC) donado por la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA/FAO). La determinación de la actividad ovárica, se realizó midiendo los niveles de progesterona, tomando en cuenta el encontrar dos muestras consecutivas con concentraciones de progesterona >0,5 ng/ml, [4].

Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante el ensayo fueron evaluados a través de un diseño experimental completamente aleatorizado, utilizando el análisis de varianza-covarianza del Modelo Lineal General y analizado por el método de los mínimos cuadrados del paquete estadístico SAS [17]; incluyendo como variable discreta

e independiente el efecto de la suplementación mineral. Como covariable se incluyó el peso al inicio del ensayo y como variables independientes se evaluaron el PF, GDP, CSCA, CSF y CSMG y las diferencias significativas entre tratamiento se determinaron por el test "LSMeans" [18]. Los niveles plasmáticos de progesterona no fueron sometidos a ningún análisis estadístico, plasmando solamente los valores numéricos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso corporal (PF) y ganancia diaria de peso corporal (GDP)

Los valores promedios del peso final y la ganancia diaria de peso corporal, TABLA II, reportan diferencias significativas (P<0,05) a favor de las corderas suplementadas con T3 en comparación con T0 y T1, no encontrando diferencias con T2. Entre T0 y T1 y T1 y T2 no se detectaron diferencias significativas (P>0,05) y T0 produjo el menor valor numérico, como era de esperarse, debido al deficiente aporte de fósforo suministrado

por la ración. McDowell [11] detectó que cuando las concentraciones de fósforo en la ración eran inferiores a 0,17% TABLA I, el crecimiento era afectado. Tasas de crecimiento deficiente son halladas en este ensayo, ya que estos animales presentan PF que no supera los 16 kg con una edad que oscila entre los 7 y 8 meses. Quintero y col. [14] evaluando machos y hembras en una zona de vida similar a la de este ensayo, con similar mestizaje y suplementación mineral encontraron pesos que oscilan entre los 16 y 18,5 kg a los 6 meses de edad. Quintero y col. [15], en un ensayo en corderos, similar y paralelo al presente estudio, enfatiza que el crecimiento deficiente es debido a la baja calidad nutricional del heno suministrado (3,2% de proteína cruda), demostrando que las corderas estaban sometidas a un régimen alimenticio de mantenimiento, afectando el crecimiento por deficiencia de proteína, razón por la cual no se manifestó un peso corporal acorde con la etapa de vida del animal.

Concentraciones de calcio, fósforo y magnesio en suero sanguíneo

La concentración de calcio mostrada en la TABLA III fue superior (P<0,05) en los corderos sometidos a la suplementación mineral (T1, T2 y T3) con respecto a los no suplementados

**TABLA III
EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN MINERAL SOBRE LAS CONCENTRACIONES DE CALCIO, FÓSFORO Y MAGNESIO EN EL SUERO SANGUÍNEO**

Tratam.	mg/100 mL de suero		
	Calcio	Fósforo	Magnesio
T0	8,73 ± 1,11 ^b	4,34 ± 1,24	0,90 ± 0,16 ^d
T1	12,55 ± 1,11 ^a	5,71 ± 1,24	1,77 ± 0,16 ^c
T2	15,23 ± 1,11 ^a	7,21 ± 1,24	2,32 ± 0,16 ^b
T3	14,80 ± 1,22 ^a	6,37 ± 1,36	3,30 ± 0,17 ^a

(a,b,c,d): Letras diferentes en la misma columna, implican diferencias significativas (P<0,05).

(T0). Según Underwood y Suttle [19] los valores normales de calcio en suero sanguíneo varían de 7 a 8 mg/100 mL en ovinos jóvenes. De acuerdo a este rango se observa que todos los animales presentaron valores normales. En relación al fósforo, los mismos investigadores [19], señalan como nivel crítico de deficiencia de este elemento a las concentraciones sanguíneas inferiores a valores oscilantes entre 4,03 a 5,89 mg/100 mL, por lo tanto, ningún tratamiento presentó deficiencias de este elemento, además, no se detectaron diferencias significativas (P>0,05) entre los tratamientos evaluados. Entre los niveles de magnesio se encontraron diferencias significativas (P<0,05) entre todos los tratamientos, pero sólo presentó deficiencia el grupo T0 (0,90 mg/100 mL). Underwood y Suttle [19] reportaron para el magnesio valores normales en sangre entre 1,458 a 1,8225 mg/100 mL, estableciendo como nivel crítico la concentración inferior a 1,0 mg/100 mL, lo cual repercutió en el adecuado crecimiento de las unidades experimentales carentes de suplementación mineral (T0), destacando que el déficit orgánico de un elemento tan importante como este, trae consecuencias nefastas sobre el crecimiento animal. En la revisión realizada por Mc Dowel [11] se menciona que el magnesio es un "activador enzimático" y esta involucrado vitalmente en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos como un catalizador de una gran variedad de enzimas; también forma parte de la síntesis de proteína a través de su acción en la agregación ribosómica.

Perfiles de progesterona

Se pudo observar que ninguna oveja presentó ciclicidad ovárica en este ensayo, TABLAS IV, V, VI y VII. Al finalizar la evaluación las unidades experimentales no excedían de 240 días de edad y 16 kg de peso vivo. En ovejas tropicales la pubertad se presenta entre los 6 y 8 meses de edad bajo condiciones intensivas [2], pero puede ser más tardía en otras condiciones similares a las de nuestro ensayo, reportándose hasta 420 d de edad y pesos entre 13,0 y 24,0 kg [5, 6, 8]. Mousa y

**TABLA IV
NIVELES SÉRICOS DE PROGESTERONA EN LAS OVEJAS WEST-AFRICAN SIN SUPLEMENTACIÓN MINERAL (T0)**

Fecha	N° animal					
	24	50	41	51	52	53
27-05	0,09	0,11	0,17	0,08	0,10	0,07
03-06	0,02	0,05	0,06	0,09	0,11	0,05
10-06	-	0,08	0,12	0,04	0,09	0,05
17-06	0,30	0,61*	0,06	0,09	0,12	0,09
24-06	0,10	0,09	0,12	0,70*	0,13	0,10
01-07	0,15	0,10	0,14	0,28	0,67*	0,12
08-07	0,04	0,31	0,06	0,06	0,05	0,46
15-07	0,06	0,03	0,03	0,27	0,05	0,05
22-07	0,13	0,07	0,82*	0,09	0,43	0,10
29-07	0,11	0,09	0,12	0,18	0,16	0,38
05-08	0,08	0,01	0,05	0,07	0,11	0,10

*: Corresponde a valores de progesterona plasmática superior a 0,5 ng/mL.

TABLA V

NIVELES DE PROGESTERONA SÉRICA EN LAS OVEJAS WEST-AFRICAN SUPLEMENTADAS CON YACIJA + MELAZA (T1)

Fecha	N° animal					
	06	37	42	46	48	59
27-05	0,47	0,12	0,89*	0,18	0,11	0,08
03-06	0,14	0,19	0,15	0,11	0,76*	0,36
10-06	0,19	0,16	0,23	0,50*	0,06	0,06
17-06	0,15	0,57*	0,17	0,13	0,06	0,10
24-06	0,13	0,20	0,26	0,27	0,43	0,19
01-07	0,13	0,26	0,21	0,14	0,10	0,11
08-07	0,09	0,42	0,13	0,15	0,07	0,05
15-07	0,09	0,11	0,12	0,07	0,05	0,02
22-07	0,20	0,30	0,11	0,19	0,06	0,10
29-07	0,57*	0,21	0,99*	0,23	0,10	0,09
05-08	0,16	0,16	0,15	0,15	0,09	0,49

*: Corresponde a valores de progesterona plasmática superior a 0,5 ng/mL.

TABLA VI

NIVELES DE PROGESTERONA SÉRICA EN LAS OVEJAS WEST-AFRICAN SUPLEMENTADAS CON FOSFATO DICÁLCICO (T2)

Fecha	N° animal					
	39	40	43	47	49	57
27-05	0,18	0,28	0,15	0,71*	0,17	0,18
03-06	0,18	0,23	0,84*	0,09	0,12	0,12
10-06	0,11	0,02	0,15	0,08	0,56*	0,04
17-06	0,22	0,15	0,23	0,62*	0,17	0,05
24-06	0,60*	0,28	0,25	0,21	0,24	0,08
01-07	0,27	0,26	0,28	0,24	0,72*	0,10
08-07	0,16	0,10	0,12	0,12	0,17	0,14
15-07	0,27	0,13	0,08	0,15	0,09	0,51*
22-07	0,13	0,14	0,19	0,08	0,13	0,12
29-07	0,19	0,15	0,21	0,12	0,08	0,11
05-08	0,07	0,94*	0,26	0,02	0,11	0,50*

*: Corresponde a valores de progesterona plasmática superior a 0,5 ng/mL.

col. [12] reportaron en ovejas puras y cruzadas criadas bajo condiciones del sub trópico egipcio una edad al primer estro de $275,3 \pm 17,2$ d y peso de $32,0 \pm 1,3$ kg y González-Stagnaro y col. [8] una media de 286,2 días de edad y 20,9 kg de peso vivo en condiciones de trópico seco venezolano. Los bajos niveles de Progesterona encontrados en las ovejas de este ensayo demuestran una carencia de un cuerpo lúteo de ciclo. Ryan y col. [16], reportaron que los bajos y uniformes niveles de esta hormona ($<0,2$ ng/ml) se encuentran antes de la primera descarga ovulatoria de las gonadotropinas. Algunas ovejas presentaron valores de Progesterona superiores a 0,5 ng/ml en una sola muestra, lo cual no demuestra la aparición de la pubertad, pero es muy probable que se inicie muy pron-

to, ya que, hallazgos de otros investigadores [1] indican que el incremento del nivel de la hormona sin ciclicidad demostrable es producido por folículos luteinizados o por un cuerpo lúteo de vida corta que precede al inicio de ciclos continuos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es necesario aumentar la cantidad de suplemento alimenticio balanceado que cubra realmente el déficit de nutrientes esenciales cuando la base de alimentación es con henos de baja calidad nutricional, así mismo se recomienda que la suplementación mineral se realice con mezclas minerales completas para así alcanzar una tasa de crecimiento más efi-

TABLA VII

NIVELES DE PROGESTERONA SÉRICA EN LAS OVEJAS WEST-AFRICAN SUPLEMENTADAS CON UNA MEZCLA MINERAL COMERCIAL COMPLETA (T3)

Fecha	N° animal				
	08	25	32	58	68
27-05	0,20	0,21	0,13	0,19	0,16
03-06	0,44	0,58*	0,17	0,30	0,19
10-06	0,12	0,16	0,40	-	0,28
17-06	0,24	0,27	0,13	0,17	0,15
24-06	0,24	0,48	0,20	0,23	0,12
01-07	0,16	0,19	0,50*	0,19	0,15
08-07	0,08	0,16	0,13	0,14	0,11
15-07	0,06	0,05	0,17	0,11	0,11
22-07	0,16	0,17	0,23	0,15	0,14
29-07	0,18	0,13	0,13	0,48	0,11
05-08	0,53*	0,22	0,16	0,16	0,17

*: Corresponde a valores de progesterona plasmática superior a 0,5 ng/mL.

ciente que pueda ayudar a disminuir la edad de aparición de la pubertad en corderas mestizas West African.

La suplementación mineral con la combinación yacija + melaza podría ser un alternativa sólo por su bajo costo, y hay que destacar su menor rendimiento cuando se compara con las mezclas minerales completas.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto fue ejecutado gracias al financiamiento del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES) y a la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BERARDINELLI, J.F.; DAILEY, R.L.; BUTCHER, R.A.; INSKEEP, E.A. Source of circulating progesterone in prepubertal ewes. **Biol. Reprod.** Vol. 22: 233-236. 1980.

[2] COMBELLAS, J.B. Parámetros productivos y reproductivos en ovejas tropicales en sistemas de producción mejorados. **Producción Animal Tropical.** 5:290-294. 1980.

[3] DEAN, D.; MIRANDA, S.; VENTURA, M.; LÓPEZ, R.; QUINTERO, A. Efecto de la suplementación con diferentes fuentes de minerales sobre el desarrollo corporal de corderos mestizos. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 5(Supl. 1): 229-231, 1997.

[4] DELPINO, A.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C. Evaluación del comportamiento reproductivo en pequeños rumiantes tropicales utilizando los perfiles de progesterona. **Revista Científica.** FCV-LUZ/ III. (3) 231-247. 1993.

[5] DEVENDRA, C.; McLEROY, G.B. **Producción de Cabras y Ovejas en los Trópicos.** Ed. El Manual Moderno, S.A de C. V., México. 216 pp. 1986.

[6] FICK, K.R.; MILLER, S.M.; FUNK, J.D.; MCDOWELL, L.R.; HOUSER, H. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. University of Florida. Animal Science Department. **Laboratory Manual.** Gainesville, U.S.A. 86 pp. 1979.

[7] FISKE, C.H.; SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **J. Biol. Chem.** 66: 375-384. 1925.

[8] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; GOICOCHEA, J.; MADRID, N. Comportamiento reproductivo de ovinos West-African en una zona tropical. **IX Congreso Internacional de Reproducción Animal e Inseminación Artificial.** Madrid, España. Junio. IV: 161-167. 1980.

[9] GRANADILLO, A.V.; ROMERO, R. Algunas consideraciones acerca de los correctores de fondo a background. Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias L.I.A. **Manual de Laboratorio.** Maracaibo-Venezuela. 44 pp. 1988.

[10] MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.L. In: Gilchrist, F.M.C and Mackie, R.I. (Ed.) Mineral deficiencies and imbalance and their diagnosis. **Herbivore Nutrition in sub-tropics and tropics problems and prospects.** The Science press, Pretoria. South Africa. 224 pp. 1984.

[11] MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H. and HEMBRY, F.G. **Minerals for grazing ruminants in tropical regions.** 2nd. ed. University of Florida, Gainesville. USA. Animal Science Department. Center for Tropical agriculture: 53-55. 1993.

- [12] MOUSA, M.T.; ABOUL N, A.M.; EL-HOMMOSI, F.F.; EL-HAFEZ, G.A. Puberty and early mating performance in subtropical fat-tailed sheep and their crosses. **Proceeding of The 8th World Conference on Animal Production**. Seoul-Korea. Contributed paper- I: 238-239. 1998.
- [13] PERKIN-ELMER. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. **Laboratory Manual**. Norwalk, Connecticut. U.S.A. 78 pp. 1982.
- [14] QUINTERO, A.; BOSCÁN, J.; PALOMARES, R.; GONZÁLEZ, A.; BOISSIERE, J. Efecto del tipo de parto sobre el peso corporal a diferentes edades en ovejas West-African criadas en bosque muy seco tropical. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 5(Supl. 1): 428 – 429. 1997.
- [15] QUINTERO, A.; MIRANDA, S.; LOPEZ, R.; DEAN, D.; MADRID-BURY, N.; BOSCÁN, J.; GONZÁLEZ, A.; PALOMARES, R. Peso, circunferencia escrotal, desprendimiento prepucial y niveles de testosterona sérica en corderos mestizos West African suplementados con tres fuentes minerales. En: **VII Jornadas sobre Producción Animal**. Información Técnica Económica Agraria (ITEA). Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. Zaragoza, España. Vol. Extra 20 (2): 597-599. 1999.
- [16] RYAN, K.; GOODMAN, R.; KARSCH, F.; LEGAN, S.; FOSTER, D. Patterns of Circulating Gonadotropins and Ovarian Steroids during the first periovulatory period in the developing sheep, **Biol. Reprod.** 45: 471-477. 1991.
- [17] STATICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS[®] **Procedure Guide**. Version 6, Third Edition. Cary, NC: USA. 705 pp. 1990.
- [18] STEAL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and Procedures of Statistics**. A biometrial aproch. In: McGraw-Hill (Ed.), New York. 622 pp. 1 985.
- [19] UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3rd edition. Printed and bound by Biddles LTD, Guilford and King'Lynn. Caby publishing. CAB international, Walling ford Oxom Oxio. United Kindong, 614pp. 1999.