

## **Harinas de planta entera de frijol (*Vigna unguiculata*) y de mazorca de maíz (*Zea mays*) como suplemento para becerros antes del destete**

Carlos Canelones y Manuel Castejon\*

### **RESUMEN**

En los sistemas de producción de doble-propósito, el amamantamiento restringido mejora el ingreso por leche vendible, pero es negativo para el crecimiento de los becerros. Sin embargo, un arreglo de alimentación agropastoril la suplementación con cultivos podría mejorar el suministro de nutrientes. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el consumo de harinas de frijol y de mazorca de maíz, el consumo de leche y el crecimiento de becerros pre-destete. El ensayo tuvo una duración de 217 días y se usaron 30 becerros hijos de vacas mestizas de Brahmán x Holstein x Simmental. Se colocaron cinco becerros en tres tratamientos ubicados en dos bloques al azar. Los tratamientos fueron: harina de frijol (F), harina de maíz (M) y harina de frijol + harina de maíz (FM) todos a voluntad. Los becerros entraron al experimento entre 30 y 45 días de nacidos y después del ordeño permanecieron 30 minutos con sus madres, para luego ser llevados a potreros de *Cynodon nlemfuensis* durante 6 horas/día. En la tarde fueron alojados en corrales individuales donde se les ofreció el suplemento. La producción de leche vendible ( $P<0,01$ ) fue 4,1 2,8 y 4,2 L/d para F, M y FM, respectivamente. Los consumos de leche ( $P>0,05$ ) fueron 2,5 2,4 y 2,54 L/d; de suplementos ( $P<0,05$ ) 0,35 0,76 y 0,52 kg MS/d y las ganancias de peso ( $P>0,05$ ) 0,41 0,48 y 0,37 para F, M y FM, respectivamente. Se concluyó que el aporte de la leche para suplir los requerimientos de energía y proteína disminuye, debido a que su consumo permanece constante mientras que los requerimientos aumentan, pero los becerros tienen la capacidad de ajustar el consumo de los componentes de la dieta, cuando encuentran restricciones debidas a cantidad ofrecida, calidad y palatabilidad.

---

\* Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apartado 4579, Maracay 2101. Aragua, Venezuela. \*Correo electrónico: castejonmarquez@yahoo.com

Palabras clave: becerros, amamantamiento restringido, suplemento, harina de frijol, maíz.

### **Flours of whole cowpea (*Vigna unguiculata*) and cob maize (*Zea mays*) as supplements for suckling calves**

#### **SUMMARY**

In the dual purpose systems, the restricted suckling increases the income due to vendible milk, but in turn it decreases the yearling calf growth if they are not properly supplemented. An agropastoral system with crops for supplementation would improve the calf feeding. This work had as aim to study milk intake, whole cowpea and whole maize cob flours intake and calves growth. The experiment lasted for 217 days and were used 30 calves, from crossbred cows (Brahman x Holstein x Simmental). There were five calves in each of the three treatments in two randomized blocks. Treatments were: cowpea flour (F), maize flour (M), and cowpea plus maize flour (FM) all of them *ad libitum*. Calves were incorporated to the trial at 30-45 days age. They stayed with their dams about 30 minutes after milking, thereafter were taken to paddocks of star grass (*Cynodon nlemfuensis*) during 6 h/d. In the afternoon were taken into individual pens where the supplements were offered. The vendible milk ( $P < 0.01$ ) were 4.1, 2.8, and 4.2 L/d; milk intake ( $P > 0.05$ ) were 25, 2.4, and 2.54 L/d; supplement intake ( $P > 0.05$ ) were 0.35, 0.76, and 0.52 kg DM/d, and liveweight gain ( $P > 0.05$ ) were 0.41, 0.48, and 0.37 for F, M, and FM treatments, respectively. It was concluded that the milk contribution to supply the requirements of energy and protein diminishes, because its consumption remains constant whereas the requirements increased, but the yearling calves have the capacity to fit the consumption of the components of the diet, when they find restrictions due to offered amount, quality and palatability.

Key words: calves, restricted suckling, supplementation, maize, mug bean, flour.

#### **INTRODUCCIÓN**

En mayoría de los sistemas de producción de leche con vacas de doble-propósito, la alimentación de los becerros antes del destete se hace mediante el método de amamantamiento natural restringido con la leche que queda en la ubre después del ordeño; adicionalmente, se les suministra

concentrados y pastorean durante parte del día (Capriles, 1982). En términos económicos este método, mejora el ingreso por leche vendible, y en términos fisiológicos incrementa la producción de leche total por vaca en 30% (Ugarte y Preston, 1972; Paredes *et al.*, 1980). Pero debido al consumo restringido de leche, el crecimiento de los becerros, es afectado negativamente, con el consecuente retardo en el desarrollo de las hembras que servirán de reemplazo (Stelwagen y Grieve, 1990). Una forma de subsanar las restricciones que acarrea este método de alimentación, puede ser mediante la suplementación tanto energética como proteica con cultivos asociados a la ganadería en un sistema agropastoril (Castejon, 1996).

En Venezuela, la fuente de proteína en la formulación de raciones para becerros en buena parte proviene de la soya y las tortas de oleaginosas. Pero, la soya es un producto básicamente importado de alto precio y las tortas de oleaginosas no están fácilmente disponibles para el productor. El uso de fuentes alternativas de proteína con cultivos que pueden ser producidos en la finca ganadera, coloca al frijol como una leguminosa de gran potencial tanto alimenticio como económico. Esta es una leguminosa ampliamente conocida entre productores, precoz, con una producción alrededor de 1.200 kg de MS/ha. (cosechada como planta entera) y de alta adaptabilidad a las condiciones edafo-climáticas del país. Por otra parte la suplementación energética se puede hacer con maíz, el cual tiene las mismas características para la producción que el frijol. El trabajo tuvo como objetivo estudiar una alternativa tecnológica que permitiría incorporar al frijol y al maíz como materias prima en raciones para la alimentación suplementaria de becerros con amamantamiento restringido, evaluando el consumo de harinas de planta entera de frijol y de mazorca entera de maíz y el efecto de la suplementación, sobre el consumo de leche y el crecimiento de becerros hasta el destete.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

El ensayo se llevó cabo en la Estación Experimental San Nicolás de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, el cual se ubica en la zona de San Nicolás, estado Portuguesa, Venezuela. La zona está ubicada en la latitud 08° 49' N y longitud 69° 49" O a una altitud de 133 msnm, con promedios anuales de temperatura 25,5°C, humedad relativa 78% y precipitación anual de 1.550 mm. El período lluvioso está comprendido entre el inicio de abril y mediados de noviembre, con el mayor pico a mediados de junio y otro menor en octubre.

### **Duración, diseño experimental y tratamientos**

El experimento tuvo una duración de 217 días, con una fase pre-experimental para adaptación a las dietas de 21 días. Los datos experimentales se tomaron a inicio del mes de noviembre. Se usaron 30 becerros hijos de vacas mestizas de Brahmán x Holstein x Simmental. El diseño experimental fue de bloques al azar con cinco becerros en cada uno de los tres tratamientos de dos bloques. (Cochran y Cox, 1973). El análisis estadístico se realizó con los paquetes AGSTATS (1987) y SAS (1985). Los tratamientos fueron:

F: Harina de frijol a voluntad

M: Harina de mazorca de maíz a voluntad

FM: Harina de frijol + harina de maíz a voluntad

### **Animales y manejo**

Los becerros se fueron incorporando al experimento entre los 30 y 45 días de nacidos, donde se colocaron tres hembras y dos machos en cada tratamiento. El peso vivo de los becerros al inicio del experimento estuvo entre 29-34 kg. Diariamente las vacas entraron a un ordeño mecánico a las 7:00 AM, donde se les suministró 1,5 kg de concentrado, preparado con 47% de harina de maíz, 45% harina de frijol, 5% de urea, 1% de sal y 2% de una mezcla comercial de minerales. A partir de las 10:00 AM después de amamantar a sus becerros, fueron llevadas a pastorear en potreros que tenían principalmente pasto estrella (*Cynodon nlenfuensis*) y también *Axonopus sp.*, *Cynodon sp.*, *Desmodium sp.* y *Centrosema sp.* hasta las 6:00 AM del día siguiente.

Los becerros permanecieron durante 30 min con sus madres después del ordeño, luego fueron llevados a potreros de pasto estrella durante 6 h/d. A partir de las 4:00 PM fueron traídos del potrero y alojados en corrales individuales aledaños a la sala de ordeño, donde se les ofreció el suplemento. La oferta de los suplementos fue entre 110-125% del consumo diario de MS en todos los tratamiento; lo que significa que prácticamente los animales consumieron los suplementos a voluntad. Los suplementos fueron 100% harina de planta entera de frijol, 100% harina de mazorca entera de maíz y una mezcla de con 65% de harina de planta entera de frijol, 30% de harina de mazorca entera de maíz. A todas las harinas de suplemento se les adicionó 1% de sal y 3% de una mezcla comercial de minerales. Con el fin de mejorar la aceptabilidad y disminuir la característica polvorienta de las harinas, a todos los suplementos en el momento de ofrecérselos se les roció un poco de agua con aproximadamente 1% de melaza de caña.

### **Alimentos concentrados**

Para preparar las harinas, se sembró y cosechó 6,0 ha de maíz (Himeca-92) y 3,0 ha de frijol variedad "Tuy". Para cosechar la mayor cantidad de hojas, las plantas enteras de frijol se arrancaron a los 55 días, cuando aproximadamente el 60% de las vainas estaban secas. Inmediatamente fueron secadas en patios de concreto y luego se molieron en un molino de martillo con una malla de 0,4 cm hasta lograr la harina lista para usarse. Las mazorcas enteras del maíz (grano + tusa + brácteas) también se molieron siguiendo el mismo procedimiento para obtener la harina.

### **Mediciones**

El consumo diario de los suplementos se determinó como la diferencia de MS entre el ofrecido y el dejado. Diariamente, al salir los becerros al amamantamiento, se retiró el suplemento dejado y en la tarde al regresar de los potreros de pastoreo se les colocó el suplemento nuevo.

El cambio de peso vivo y el consumo de leche de los becerros se estimó haciendo dos pesajes semanales usando la técnica del doble pesaje, antes y después del amamantamiento, utilizándose una balanza electrónica. La producción individual de leche se midió dos veces por semana.

Para determinar la composición de la leche se tomó una muestra mensual del tanque de refrigeración después del ordeño. Los valores de época de sequía corresponden al período noviembre-marzo y el de lluvias, desde inicios de abril hasta junio cuando terminó el experimento.

Cada 15 días, se tomaron tres muestras del pasto en los potreros de los becerros, utilizándose un marco de 0,25 m<sup>2</sup>, cortándose el pasto a 5 cm del suelo. Inmediatamente, las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 65°C durante 48 horas. Luego se mezclaron y se tomó una submuestra, que representó la muestra compuesta del mes, para después molerla en un molino de laboratorio con malla de 1,0 mm y guardadas en bolsas de polietileno. De cada una de las raciones bajo estudio se tomó una muestra semanal para hacer una muestra compuesta mensual.

En cada tipo de suplemento y en el pasto se hizo el análisis proximal para: materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), celulosa, hemicelulosa, cenizas y extracto libre de nitrógeno (ELN) de acuerdo a la A.O.A.C (1984); fibra ácida detergente (FAD) y fibra neutra detergente (FND), según Van Soest y Wine (1967).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición química de los alimentos.

En la composición química de los alimentos utilizados, resalta el mayor contenido de lignina, fibra detergente neutra y fibra cruda en la harina de frijol que en la harina de maíz, lo que haría al primer alimento más indigestible, especialmente en becerros con pocas semanas de vida, los cuales no tienen desarrollado el rumen (Cuadro 1). El mayor contenido de fibra en la harina de frijol se debió a su madurez, porque este se cosechó a 78% del su ciclo que dura entre 70-80 días desde la siembra hasta el secado de las vainas. Para esta edad, aproximadamente la mitad inferior del tallo esta lignificada.

Cuadro 1 Composición química de las harinas de frijol y maíz

	MS	PC	FC	EE	ELN	Ceniza	FDN	FDA	Celulosa	Lignina
	----- % -----									
H. Frijol	91,7	22,3	46,9	0,52	21,9	12,2	79,1	40,4	26,6	11,1
H. Maíz	89,9	9,1	36,8	0,42	43,6	3,7	66,2	22,1	15,4	5,4
Frijol + Maíz	91,5	14,8†	43,6†	0,49	29,0†	9,4	74,8	35,0	23,0	10,3
Pasto	91,1	9,5	34,6	0,65	44,9	7,9	85,8	45,3	36,0	8,1

† Promedio ponderado de cada par de análisis químico de muestras de harina de frijol y harina de maíz

El contenido de proteína de la harina de frijol fue el doble que el de la harina de maíz y 50% mayor que en la mezcla de ambas. El alto contenido de cenizas en la harina de frijol se debió a la tierra adherida a la raíz cuando fueron arrancadas las plantas. El descenso en el contenido de proteína del pasto durante la época seca hasta el mes de marzo (Cuadro 2) justificaría la necesidad de la suplementación proteica para los becerros. La disminución en el contenido de proteína de gramíneas tropicales durante la época seca es generalizado y reportado (Fernández *et al.*, 1991; Tejos *et al.*, 1997).

Cuadro 2 Cambios en la oferta de pasto (kg MS/ha) proteína cruda del pasto y de la leche (%)

Mes	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Oferta de pasto	3.256	3.632	3.478	2.958	1.612	1.871	2.141
Proteína cruda	9,47	9,28	9,08	8,87	7,51	11,59	10,50
	Leche vendible						
Época	PC	Sólidos totales			Grasa		
Sequía	3,7	11,8			3,6		
Lluvias	3,3	10,9			3,0		

La proteína de la leche fue similar tanto en la época seca como a inicio de las lluvias, pero tuvo una tendencia a ser mas alta durante la época seca, igualmente sucedió con los sólidos totales y la grasa (Cuadro 2). Los valores de época de lluvias corresponden al periodo desde mediados de abril hasta mediados de junio cuando terminó el experimento.

La biomasa del pasto disminuyó desde diciembre hasta abril (Cuadro 2) encontrándose valores que disminuyen el consumo tanto por la poca cantidad de pasto como por el bajo contenido de proteína necesario para la adecuada digestión de las dietas. Esto destaca la importancia del consumo de leche y el uso de suplementos de buena calidad para suplir los requerimientos de los becerros.

La producción de leche (Figura 1) disminuyó durante la época seca hasta la semana veinte cuando se incrementó debido al consumo de los rebrotes de pasto, producidos al iniciarse las lluvias (abril). Sin embargo, siete semanas más tarde, nuevamente se observó un descenso, el cual pudo ser causado por la longitud de la lactancia, puesto que había vacas de doble-propósito con 270 días en lactancia y el rango de las lactancias de estas vacas está entre 240 y 300 días.

En los tratamientos donde se suplementó a los becerros con harina de maíz (Cuadro 3), la producción de leche vendible fue menor ( $P<0,01$ ). Para verificar si existía relación funcional entre la producción de leche y consumo de leche, se hizo el análisis de regresión, lo que permitiría verificar el posible efecto causado por el consumo y la producción de leche, pero el coeficiente de correlación entre ambos parámetros fue bajo (Cuadro 3). La causa de esta diferencia en producción de leche vendible no está clara, puesto que las vacas fueron alimentadas y manejadas de igual forma.

Cuadro 3. Producción promedio de leche

	Tratamiento			DE	Sign.
	Frijol	Maíz	Frijol + Maíz		
	----- kg/d -----				
Vendible	4,1a <sup>†</sup>	2,8b	4,2a	0,211	**
Producción Total	6,7a	5,2b	6,3a	0,273	*

<sup>†</sup> Medias con letras iguales en la misma columna indican diferencias no significativas (\*  $P<0,05$ : \*\*  $P<0,01$ )

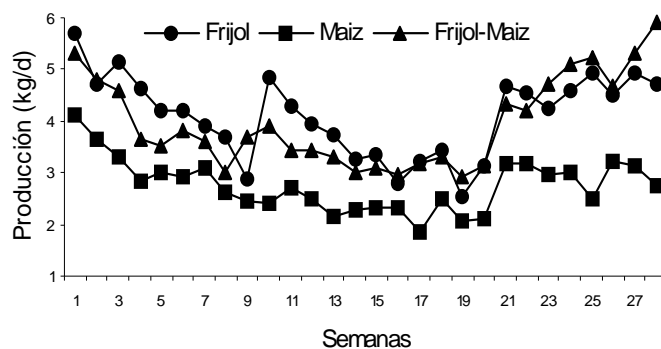


Figura 1. Producción de leche vendible en el tiempo

### Consumo de suplementos

La oferta del suplemento fibroso-proteico (frijol) y almidonoso (maíz), así como la mezcla de ambos, a temprana edad además de aumentar la suplencia de nutrientes a los becerros, debió inducir al desarrollo ruminal y al establecimiento de su microflora, lo que consecuentemente permitiría la digestión de los alimentos fibrosos (suplementos y pasto), así como también la síntesis de vitamina B y de proteína a partir de compuestos nitrogenados. Sin embargo, el consumo de los suplementos fue muy bajo (Cuadro 4). El consumo de maíz fue mayor que el de frijol y además de esto, el alto contenido de cenizas en la harina de frijol haría menor el consumo de materia orgánica con respecto a los otros alimentos.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación ( $r$ ) para producción de leche y consumo de leche y suplementos y consumo de suplementos y consumo de leche

	Tratamiento			Sign.
	F†	M	F+M	
Prod. Leche – Cons. leche	0,2233	0,1505	-0,3916	NS
Prod. Leche - Cons. Supl.	-0,6059	-0,4900	-0,4465	NS
Cons. Supl. – Cons. Leche	-0,4223	-0,5339	-0,4254	*

† F: Frijol, M: Maíz, F+M: Maíz + frijol. \* Significativo a  $P < 0,05$ , NS: no significativo.



El análisis estadístico mostró un menor consumo de MS cuando se ofreció solamente harina de frijol, encontrándose dos grupos homogéneos con diferencia significativa ( $P < 0,01$ ) entre el tratamiento donde se ofreció frijol solo y los otros dos tratamientos (Cuadro 4). El contenido de lignina en la harina de frijol pudo afectar el consumo de MS debido a que la indigestibilidad afecta negativamente el consumo o por efecto de los agentes antrinitricionales que contienen las leguminosas. El consumo promedio de los suplementos (MS) durante las 28 semanas del experimento en todos los tratamientos estuvo alrededor de 0,5 kg/d (Cuadro 4) lo cual representó el 19,8% del consumo total de MS (2,1-3,0 kg MS/d) para becerros alrededor de los 100 kg de peso vivo, establecidos (NRC, 1989; ARC, 1984). Para las ganancias de peso dadas en este ensayo los becerros a los 150 días estuvieron alrededor de los 100 kg de peso vivo.

La correlación entre consumo de suplementos y consumo de leche fue muy baja (Cuadro 5), pero se puede notar que todos los coeficientes son consistentemente negativos. Esto sugiere que los becerros ajustan la ingesta de alimentos para tratar de cubrir sus requerimientos nutricionales. En este experimento, incrementaron el consumo de los suplementos en la medida que fue bajando el consumo de leche. La baja correlación puede explicarse, considerando que el rango de consumo de leche en cada amamantamiento es estrecho, situándose entre 2,5 y 3,6 kg y con independencia del nivel de producción de leche de su madre. Por ejemplo, Ugarte y Preston (1973) reportaron un consumo de 2,56 kg/amamantamiento en becerros cuyas madres producían hasta 16,1 L leche/d. Solo cuando los becerros se amamantan durante mayor tiempo o mayor número de veces se consiguen consumos mayores. Pareciera que debido al estrecho rango del consumo en esta modalidad de amamantamiento restringido es difícil detectar su correlación con el consumo de otros alimentos.

Cuadro 5. Consumo promedio de leche, suplementos y ganancia diaria de peso (GDP) de los becerros

	Tratamiento			DE	Sign.
	F†	M	F + M		
Consumo de leche, L/d	2,5	2,4	2,4	0,148	NS
Consumo de suplemento, kg MS/d	0,35c	0,76a	0,52b	0,047	**
GDP, kg/d	0,41	0,48	0,37	0,054	NS

† F: Frijol, M: Maíz, F+M: Maíz + frijol. \*\* Significativo a  $P < 0,01$ , NS: no significativo.

El consumo de suplementos durante la época seca fue aumentando hasta la semana veinte cuando alcanzó el máximo ( $P < 0,01$ ) (Figura 2), lo cual fue exactamente lo contrario a la producción de leche y al de pastos. Alrededor de la semana citada se iniciaron las lluvias y los becerros disminuyeron el consumo de suplementos, lo que sugiere que los becerros incrementaron el consumo de pasto a expensas del consumo de los suplementos para satisfacer sus requerimientos. No se encontraron otros trabajos con suplementación de harina de planta entera de frijol. El consumo promedio en los tratamientos con frijol fue similar al obtenido por Gaya *et al.* (1978) quienes reportaron consumos diarios de 0,38 kg/d de alimentos, de los cuales la melaza-urea fue 0,23 kg/d y harina de maíz-pescado de 0,15 kg/d hasta los 90 d de edad. Así mismo, fueron similares a los que obtuvo Tesorero (1999) con promedio de 0,38 kg/d hasta los 120 d de edad; pero todos los consumos de suplemento aquí encontrados fueron inferiores a los reportados por Alfani *et al.* (1996), quienes consiguieron consumos de concentrado entre 1,0 y 3,0 kg/becerro/d.

### Consumo de leche

No hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ) en cuanto al consumo de leche (Cuadro 4). Debido a que el método de amamantamiento estuvo restringido al residual después del ordeño, (Ugarte y Preston, 1972, Combellas, 1998) el consumo de leche tuvo poca variación. Por la misma razón, tampoco hubo correlación entre producción de leche y consumo de leche. El rango de consumo estuvo entre 0,8 y 3,6 L/d y estos promedios obtenidos en este ensayo estuvieron dentro de los valores reportados por Ugarte y Preston (1972), Gaya *et al.* (1978), Álvarez (1982) y Suárez y Benezra (1995) donde becerros que pastorearon durante parte del día tuvieron consumos de leche entre 2,0 y 3,6 kg/d en un solo amamantamiento.

En los métodos de amamantamiento restringido donde se deja un cuarto de la ubre para el consumo del becerro se dan dos amamantamientos al día o se alarga el tiempo de amamantamiento podría existir correlación entre producción de leche y consumo de leche. Sin embargo, los trabajos de Ugarte y Preston (1973) y la Tesorero (1999) encuentran un consumo de 2,5 kg/d en becerros hijos de vacas que produjeron 11,4 L/d en total, sugiere que el consumo de leche tiene un rango definido para el amamantamiento restringido.

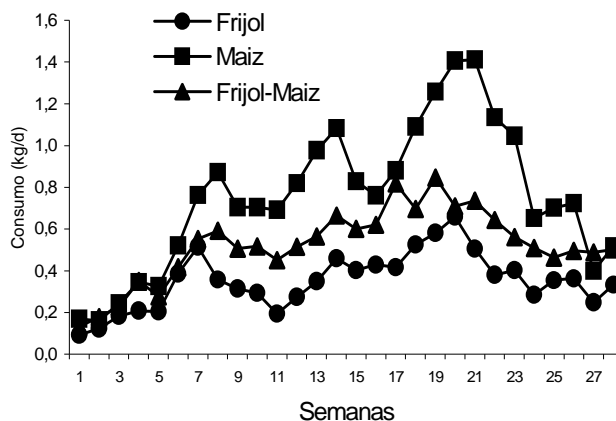


Figura 2. Consumo de suplementos en el tiempo

El consumo de leche fue consistentemente decreciente en el tiempo ( $P < 0,01$ ) (Figura 3) aun después de la semana veinte cuando comenzaron las lluvias y se había incrementado la producción de leche (Figura 1). Por lo tanto, la producción de leche difícilmente pudo tener efecto sobre su consumo, especialmente al final del experimento.

### Consumo de energía

La oferta semanal de los suplementos se hizo sobre la base del requerimiento de energía metabolizable (MJ EM/d) de los becerros y al contenido de EM en las harinas de frijón, maíz y la mezcla de ambas. Los requerimientos totales de EM (mantenimiento EMm y ganancia EMg) se estimaron basándose en el peso vivo (PV) y la ganancia (GDP) semanal, mediante las siguientes ecuaciones (MAFF, 1984):  $EMm \text{ (MJ/d)} = 8,3 + 0,091 \times PV \text{ (kg)} + EMg \text{ (MJ/d)} = GDP(6,28 + 0,018 PV) / (1 - 0,3 GDP)$ .

El contenido de EM (MJ) de las harinas fue calculado en base a la composición química de los suplementos y del pasto, utilizándose la siguiente ecuación (McDonald *et al.* 1988):  $EM_{sup} \text{ (MJ/kg MS)} = 11,78 + 0,00654 PC + 0,000665 (EE)^2 - (0,00414 EE \times FC) - 0,0118 \text{ Ceniza}$ , donde:

PC: Proteína cruda, EE: Extracto etéreo y FC: Fibra cruda. Esta ecuación fue la que produjo valores de EM más cercanos a los reportados en tablas (MAFF, 1984) para el maíz y el pasto, mientras que otras ecuaciones probadas según MAFF (1984) sobreestimaron los valores.

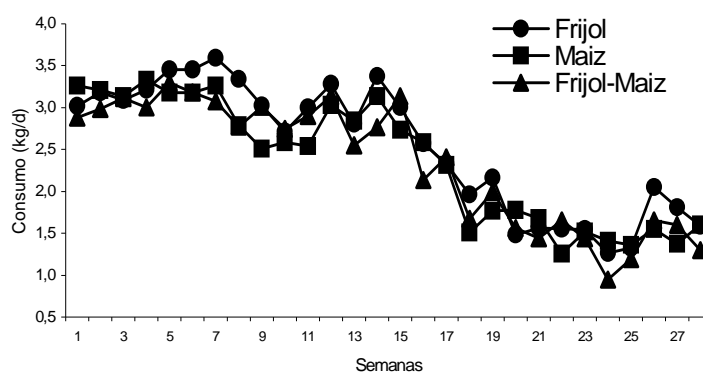


Figura 3. Consumo de leche en el tiempo

El promedio general total de consumo de EM mediante los suplementos fue 24,4% de los requerimientos totales estimados, del cual, el consumo en los tratamientos con frijol (14,9%) fue mucho menor a los otros tratamientos (31,8% maíz y 26,5% mezcla). La diferencia entre los consumos de EM mediante los suplementos (Cuadro 6) puede ser explicada en base a la composición química, en la cual se observó que el contenido de lignina en la harina de frijón fue mas del doble que en la harina de maíz, lo que habría incidido negativamente sobre la digestión y el consumo del frijol. Similarmente, Jahn y Chandler (1976) encontraron que el incremento en el contenido de fibra ácida detergente disminuyó la ganancia de peso en becerros debido a que el contenido de fibra está inversamente correlacionado con el contenido de energía metabolizable en el alimento. La leche contribuyó con 29,2; 24,9 y 28,2% de los requerimientos totales de EM en los tratamientos con frijol, maíz y la mezcla respectivamente, con un promedio general de 27,4%.

El aporte promedio total de EM mediante la dieta (leche mas suplementos) fue 51,4% de los requerimientos totales. Esto sugiere que el resto de la EM necesaria para completar los requerimientos para

mantenimiento y para la ganancia de peso tuvo que ser ingerida mediante el pasto, lo que parece poco probable. La explicación puede ser que debido a que el consumo de energía mediante la leche fue estimado considerando los valores de grasa (3,6 y 3,0%) encontrados en la leche ordeñada, pero hay evidencias de que la leche que consume el becerro tiene un mayor contenido de grasa. Mejía *et al.* (1998) encontraron que la grasa en la leche se incrementó desde 3,56% en la ordeñada hasta 4,97% en la consumida por el becerro; similarmente, Tesorero (1999) reporta un incremento desde 2,4 hasta 7,4%. Esto implica que la cantidad de energía que los becerros consumieron en esta modalidad de amamantamiento pudo ser hasta el doble que la calculada, porque se utilizó el porcentaje de grasa en la leche vendible para estimar el consumo de EM..

#### **Consumo de proteína**

El consumo de proteína mediante los suplementos fue prácticamente igual en todos los tratamientos debido a que en los tratamientos con frijol que fue el alimento con mayor contenido de proteína el consumo de MS fue menor (Cuadro 4). Se utilizaron los requerimientos de proteína cruda total según las recomendaciones del NRC (1989) que indican 0,361 kg/d para becerros de 100 kg de peso vivo ganando 0,5 kg/d.

El consumo de proteína cruda total/día mediante los suplementos y la leche no cubrieron los requerimientos de los becerros. En el mayor de los casos alcanzó al 55,2% y mas deficiente sería tomando en cuenta, que la composición de la leche ordeñada es diferente a la consumida por el becerro. Mejía *et al.* (1998) reportaron que la proteína tiende a disminuir en la leche residual 3,46 y 3,33, respectivamente. Por lo tanto, el pasto debió suministrar la diferencia para cubrir los requerimientos tanto en energía como en proteína para lograr las ganancias de peso alcanzadas en este experimento. Pero como se pudo observar en el Cuadro 1 el contenido de proteína en el pasto fue decreciendo y adicionalmente a esto el consumo de leche también fue decreciendo, por lo que al final del mes de marzo el consumo total estimado de proteína estuvo en promedio alrededor de los 0,17 kg animal/d. Por esto, sería necesario suplementarlos con una fuente de proteína verdadera como la harina de pescado o subproductos ricos en proteína (Gaya *et al.* 1978).

Los suplementos contribuyeron en promedio con 23,3 17,6 y 24,1% mientras que la leche contribuyó en promedio con 28,2 y 25,5 y 27,4% de los requerimientos totales de PC en los tratamientos con frijol, maíz y la mezcla respectivamente.

### Ganancia de peso diario

Como se muestra en el Cuadro 4, el cambio de peso en los diferentes tratamientos no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) con un rango entre 0,33 y 0,50 kg/animal/d. Estas ganancias de peso son similares a las reportadas por Alfani (1996), Gaya *et al.* (1978), Tesorero (1999), Paredes *et al.* (1980) y Paredes *et al.* (2002) para sistemas de crianza del becerro basados en el amamantamiento restringido con pastoreo y suplementación. La GDP en el tratamiento con maíz tuvo tendencia a ser mayor. Los alimentos aquí estudiados en general produjeron ganancias de peso similares a las conseguidas con otros suplementos.

Comparando las ganancias de peso con la ingestión tanto de EM como de PC se puede apreciar que la mayor restricción para incrementar las ganancias de peso parece ser debida a la poca ingestión de proteína, especialmente durante la época seca cuando en el pasto disminuyó su contenido proteico. La correlación entre cambio de peso vivo y consumo de leche a través del tiempo (28 semanas) fue negativa (-0,76), lo que sugiere que si los becerros fueron incrementando el peso vivo mientras que el consumo de leche fue decreciendo, el aporte de nutrientes tuvo que incrementarse mediante el pasto. Tampoco fue significativa la correlación entre ganancia de peso diario individual y consumo de leche individual ( $r = 0,685$ ). Las ganancias diarias de peso, en promedio, fueron disminuyendo a través del tiempo. Hasta los 60 d fueron de 0,47 kg/d; entre los 60 y 115 d fue de 0,40 kg/d y desde esta última edad hasta los 175 d fue de 0,30 kg/d. A partir de los 175 d (periodo de lluvias) y hasta el final del experimento se incrementaron.

El análisis de GDP por sexo mostró que las ganancias de peso de los machos (0,420 kg/d) fueron ligeramente superiores a las de las hembras (0,409 kg/d) ( $P > 0,05$ ).

### CONCLUSIONES

Debido a que en la medida que el peso vivo se incrementa, el aporte de la leche para suplir los requerimientos tanto de EM como de proteína disminuye, debido a que su consumo permanece prácticamente constante mientras que los requerimientos aumentan. Para compensar la disminución relativa en la ingestión de nutrientes, el consumo voluntario de los suplementos se incrementó; sin embargo, las ganancias diarias de peso fueron disminuyendo en el tiempo. El rango en el consumo de los suplementos indica que efectivamente los becerros tienen la capacidad de ajustar el

consumo, cuando encuentran restricciones en los componentes de la dieta (leche, suplementos concentrados, pasto fresco) debidos a cantidad ofrecida, calidad y palatabilidad. En este experimento el consumo puede estar correlacionado con la calidad de los suplementos ofrecidos.

La harina de planta entera frijol tuvo la menor contribución para cubrir los requerimientos totales de EM, pero fue mayor que el maíz y la mezcla en el aporte de proteína cruda. La diferencia entre los requerimientos de EM y PC debió ser cubierta por el pasto, pero en el presente experimento no se hicieron estas mediciones

Siendo la proteína el nutriente mas limitante, una forma práctica de suplir los nutrientes requeridos por los becerros, sería suplementándolos con una fuente de proteína verdadera como la harina de pescado o subproductos ricos en proteína.

#### LITERATURA CITADA

- AGSTATS. 1987. Agriculture Statistics Analysis. Clewer A. (Ed.) Wye College. London University. Wye, Kent. UK.
- Alfani A., M. Ventura, D. Esparza, D. Dean y A. Villar. 1996. Evaluación de diferentes sistemas de alimentación en becerros mestizos lecheros. Rev. Fac. Agron. LUZ, 13: 115-134
- Álvarez F y G. Saucedo. 1982. Sistemas de doble-propósito para los trópicos húmedos. En Pearson de Vaccaro L. (Ed) Sistemas de Producción con Bovinos en el Trópico Americano. Fac. Agronomía, UCV. Maracay, Venezuela. pp 113-136
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 5<sup>ta</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists . Washington, D.C.
- ARC. 1984. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. CAB. Farham Royal, Sowgh, England.
- Capriles M. 1982. Sistemas de producción de leche para los llanos occidentales venezolanos. Informe anual IPA. Facultad de Agronomía, Univ. Central Ven. Maracay, Venezuela.

- Castejon M. 1996. Formación de sistemas agropastoriles. En Tejos R., C. Zambrano, M. Camargo y L. Mancilla (Eds.) II Seminario sobre Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. Barinas. pp 49-56.
- Cochran W. G. y G. M. Cox. 1965. Diseños Experimentales. Editorial Trillas, México..
- Combellas J. 1998. Alimentación de la vaca de doble propósito y sus crías. Fundación INLACA. Maracay, Venezuela.
- Fernández R. J., M. de Chávez, D. R. Virgüez y M. Garcia de Hernández. 1991. Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la unidad agroecologica 3E144 del Valle de Aroa. Zootecnia Trop., 9(2) 165-179.
- Gaya H., B. Hulman y T. R. Preston. 1978. Efecto de dos métodos de amamantamiento restringido sobre comportamiento de las vacas y tasa de crecimiento de becerros. Prod. Anim. Trop., 3(2):120-126.
- Jahn E. y P. T. Chandler. 1976. Performance and nutrient requirements of calves fed varying percentages of protein and fiber. J. Anim. Sci., 42(3): 724-735.
- MAFF. 1984. Energy allowances and feeding systems for ruminants. Reference Book 433. HMSO. London, U.K.
- McDonald P., R. A. Edwards, J.F. Greenhalgh y C.A. Morgan. 1988. Animal Nutrition. 4<sup>ta</sup> ed. Longman Scientific, Harlow, Essex, England.
- Mejia C. E., T. R. Preston y P. Fajersson. 1998. Effects of restricted suckling versus artificial rearing on milk production, reproduction and growth of Mpwapwa cattle in Tanzania. Livestock Res. Rural Dev., 10 (1): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/1/trac101.htm>.
- NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6<sup>ta</sup> ed. National Academic Press, Washington, DC.
- Paredes L., M. Capriles, R. Parra y N. Márquez. 1980. Comportamiento de becerros criados en amamantamiento restringido con vacas de alto



potencial genético. Informe anual IPA. Fac. Agronomía. Univ. Central Ven. Maracay, Venezuela.

Paredes L., V. Hidalgo, M. Capriles y T. Vargas. 2002. Variabilidad en la crianza de becerros en la ganadería de doble propósito en Sabaneta de Barinas, estado Barinas. *Zootecnia Trop.*, 20(1): 69-82.

SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc. Cary, USA.

Stelwagen K. y D. G. Grieve. 1990. Effect of plane of nutrition on growth and mammary gland development in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, 73: 2333-2341.

Suárez R. y M. Benezra. 1994. Uso de los sustitutos lácteos y el amamantamiento restringido en la cría de becerros doble-propósito. VII Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. San Juan de los Morros, Guárico, Venezuela. pp I001.

Suárez R. y M. Benezra. 1995. Evaluación de tres modalidades de cría de becerros doble-propósito. XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 15(2): 419-420.

Tejos R., C. Rodríguez, N. Pérez y L. Rivero, L. 1997. Rendimiento y composición química de nuevas gramíneas en el llano bajo venezolano. *Rev. Unellez Ciencia y Tecnología*, 15(1): 36-56.

Tesorero M. 1999. Influencia del apoyo del becerro sobre la respuesta productiva de la vaca y el becerro doble propósito. Tesis de grado Fac. Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela.

Ugarte J. y T. R. Preston. 1972. Amamantamiento restringido. I. Efecto del amamantamiento una o dos veces al día sobre la producción de leche y el desarrollo del ternero. *Rev. Cubana Cien. Agr.*, 6(2): 185-194.

Ugarte J. y T. R. Preston. 1973. Amamantamiento restringido. III. Efecto de disminuir a una vez diaria el amamantamiento, después de la cuarta semana, sobre la producción de leche y el desarrollo del ternero. *Rev. Cubana Cien. Agr.*, 7(2): 151-158.

Van Soest P. J. y R. H. Wine. 1967. Use of detergents in the análisis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall. J. Assoc. Official Anal. Chem., 50. 50-55.