

ALIMENTACIÓN DE CONEJOS CON MORERA (*Morus alba*) O CAYENA (*Hisbicus rosa-sinensis*) Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA MORFOLOGÍA DEL TRACTO REPRODUCTOR

Rabbit Feeding With Mulberry (*Morus alba*) or Rose of China (*Hisbicus rosa-sinensis*) and its Effect on the Growth and Reproductive Tract Morphology

María Eugenia Ramos-Canché¹, Edgar Aguilar-Urquiza¹, Pedro Enrique Lara y Lara¹, Miguel Ángel Magaña-Magaña¹, Marco Antonio Torres-León² y José Roberto Sanginés-García^{1*}

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Conkal. Km 16,3 Antigua Carretera Mérida-Motul, Conkal, Yucatán, México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Apdo. Postal 4-116, Itzimná C.P.97100 Mérida, Yucatán, México. *Autor de correspondencia. E-mail: roberto.sangines@itconkal.edu.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la sustitución parcial del alimento balanceado comercial por morera o cayena, sobre el crecimiento de conejos y su tracto reproductor. Se utilizaron 20 gazapos de 35 días de edad distribuidos en cinco tratamientos (n=4): alimento balanceado (AB); 60% alimento balanceado + morera (60AB+M); 60% alimento balanceado + cayena (60AB+Cay); 40% alimento balanceado + morera (40AB+M) y 40% alimento balanceado + cayena (40AB+ Cay). La alimentación se proporcionó hasta el sacrificio (7 meses de edad). La ganancia diaria de peso mostró una tendencia cúbica ($Y = 19,35 + 0,438x - 0,00787x^2 + 0,000027x^3$), se incrementó de $18,3 \pm 4,3 \text{ gd}^{-1}$ en la primera semana postdestete a $27,2 \pm 7,9 \text{ gd}^{-1}$ en la quinta semana, e inferior a los 20 gd^{-1} después de las 13 semanas de edad, y menor a 8 gd^{-1} después de las 20 semanas de edad. Los parámetros de Gompertz de la curva de crecimiento mostraron diferencias ($P < 0,05$), $a = 3633^a$; 2893^b ; 3258^{ab} ; 3148^{ab} y 2887^b ; $X_c = 65,2$; $55,6$; $64,6$; $60,4$ y $59,6$; $k = 0,0217^{bc}$; $0,0304^a$; $0,0175^c$; $0,0259^{ab}$ y $0,0284^{ab}$, para AB, 60AB+M, 60AB+Cay, 40AB+M y 40AB+Cay, respectivamente. El peso del pene, testículos y epidídimos fue similar y no se pudieron detectar diferencias ($P > 0,10$) debido a la elevada variabilidad dentro de tratamientos. La inclusión de morera y cayena en la dieta de conejos en crecimiento puede sustituir hasta un 60% el alimento balanceado comercial sin afectar la tasa de crecimiento y no produce alteraciones macroscópicas en los principales órganos reproductores de conejos machos.

Palabras clave: Morera, cayena, tracto reproductor, tasa de crecimiento.

ABSTRACT

The objective of this trial was to evaluate the effect of partial substitution of commercial concentrate mulberry and rose of china on the growth of rabbits and changes in the reproductive tract. Twenty baby rabbits were used with 35 days of age allotted to five treatments: balanced food (AB), 60% concentrate + mulberry (60AB + M), 60% concentrate + rose of china (60AB + Cay), 40% concentrate + mulberry (40AB + M), 40% concentrate + rose of china (40AB + Cay). Feeding was provided to slaughter (7 month old). The daily weight gain showed a cubic trend ($Y = 19.35 + 0.438x - 0.00787x^2 + 0.000027x^3$), increased from $18.3 \pm 4.3 \text{ gd}^{-1}$ in the first week after weaning to $27.2 \pm 7.9 \text{ gd}^{-1}$ in the fifth week, and less than 20 gd^{-1} after 13 weeks of age and less than 8 gd^{-1} after 20 weeks of age. Gompertz parameters of the growth curve showed significant differences ($P < 0.05$), $a = 3633^a$, 2893^b , 3258^{ab} , 3148^{ab} and 2887^b ; $X_c = 65.2$, 55.6 , 64.6 , 60.4 and 59.6 , $k = 0.0217^{bc}$, 0.0304^a , 0.0175^c , 0.0259^{ab} and 0.0284^{ab} , for AB, 60AB+M, 60AB+Cay, 40AB+M and 40AB+Cay, respectively. The weight of the penis, testicles and epididymis was similar ($P > 0.10$) due to the high variability within treatments. The inclusion of mulberry and rose of china in the diet of growing rabbits can replace up to 60% commercial concentrate without affecting the growth rate and does not produce gross changes in the major reproductive organs of male rabbits.

Key words: Mulberry, rose of china, reproductive tract, growth rate.

INTRODUCCIÓN

El follaje de morera (*Morus alba*) y cayena (*Hisbicus rosa-sinensis*) se ha utilizado en la alimentación animal con ex-

celentes resultados, tanto en rumiantes como en no rumiantes [1, 6, 23, 24, 30, 33], ya sea en sistemas de corte y transporte al corral o como bancos de proteína, y su aceptación por parte de los productores se debe, entre otros atributos, a sus excelentes cualidades nutricionales, adaptación climática, elevado potencial forrajero y gustosidad [22, 27, 32]. Sin embargo, estas arbóreas contienen metabolitos secundarios con efectos estrogénicos, entre los cuales se encuentran la quercitina [12] e isoquercitina [10] en la morera, además de la presencia de otros compuestos con propiedades farmacológicas. Mientras que en las hojas de cayena se han identificado los flavonoides quercetin-3-glucosido y quercetin-3,7-diglucosido [37].

Los estrógenos son esenciales para el mantenimiento y la actividad normal del tracto reproductor del macho [11] y, la exposición o inhibición de estrógenos en la etapa fetal, durante el desarrollo o la madurez sexual induce cambios en la estructura y funcionamiento del tracto reproductor incluyendo infertilidad [2]. La discrepancia en cuanto a la presencia de los efectos fisiopatológicos está relacionada con la duración de la exposición a la sustancia y la dosis a la cual esté expuesto el individuo, así como la etapa de desarrollo y la especie animal [20].

Los fitoestrógenos producen efectos esteroideogénicos diferenciales sobre las células MA-10. Así, la genisteína y el resveratrol ejercen una función negativa, mientras que la quercitina tiene un efecto estimulador en la esteroideogénesis. Los efectos de la quercitina son complejos y pueden depender de un evento no mediado por los receptores de estrógenos y Ca^{2+} en las células MA-10 [9]. Estas células tienen la capacidad de responder a la hormona luteinizante y gonadotropina coriónica (LH/CG) con incremento en la esteroideogénesis [18]. Los fitoestrogenos han sido considerados por sus efectos potenciales en el desarrollo sexual y funcionamiento reproductivo [38] pudiendo afectar parámetros productivos y reproductivos en los animales [15].

Así mismo, la exposición al dietilestilbestrol (DES) o la genisteína en ratas de raza Wistar macho (*Rattus norvegicus*) puede alterar la estructura testicular con disminución tanto en el número de células de Sertoli, como en el tamaño del conducto eferente, se reduce la testosterona plasmática y la concentración espermática [13], además, se atrofian las células epiteliales, epidídimo, vesícula seminal y próstata [3]. Esta acción es dosis dependiente, ya que Oliveira y col. [29], al evaluar niveles bajos de daidzeína en machos demostraron que se reduce el tamaño de los órganos reproductivos, la concentración del esperma epididimal y en consecuencia disminuye la fertilidad. Con base a lo anterior, se planteó el objetivo del presente trabajo con la finalidad de evaluar el efecto de la sustitución parcial del alimento balanceado comercial por follaje de morera o cayena sobre la tasa de crecimiento de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) machos y, el peso y tamaño del tracto reproductivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la unidad de producción e investigación agrícola y pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, México, ubicada a 21° 05' LN y 89° 32' LO, a 8 msnm, con un clima Aw_0 [16]. Se utilizaron 20 gazapos machos, F1 Nueva Zelanda x California recién destetados con una edad de 35 días alojados en jaulas individuales de 0,28 m² tipo Extrona® españolas provistas de comederos tolva y bebederos automáticos. Los animales se distribuyeron de acuerdo con un diseño completamente al azar en cinco tratamientos ($n = 4$) en función del tipo de la alimentación ofrecida: Control (AB), alimento balanceado comercial *ad libitum*; 60% alimento balanceado comercial + follaje de morera *ad libitum* (60AB+M); 60% alimento balanceado comercial + follaje de cayena *ad libitum*, (60AB+Cay); 40% alimento balanceado comercial + follaje de morera *ad libitum* (40AB+M); 40% alimento balanceado comercial + follaje de cayena *ad libitum* (40AB+Cay). El contenido de proteína cruda (PC) del alimento balanceado, morera y cayena en base seca fue 156, 4; 224,9 y 150,01 g/kg de materia seca (MS), respectivamente. El peso inicial promedio de los conejos fue 539 ± 72 g.

El alimento balanceado comercial se ofreció una vez al día y el follaje fresco en dos horarios 7:00 y 14:00 h. El consumo de follaje se estimó por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado, determinando la concentración de la MS en una muestra semanal de lo ofrecido y la MS del rechazo. Para determinar la tasa de crecimiento, los machos fueron pesados en una báscula digital con capacidad de 20 kg y precisión de 20 g (Tororey®) una vez por semana antes de ofrecerles el primer alimento del día, sin retirarlo en la tarde del día anterior y permitiendo el acceso al agua. La alimentación se les proporcionó hasta los siete meses de edad. El sacrificio se realizó de acuerdo a lo establecido a la norma oficial mexicana [28]. Se extrajeron el pene, los testículos, epidídimos derecho e izquierdo y próstata para obtener los pesos y medidas. El análisis de varianza se realizó conforme un diseño completamente al azar utilizando el PROC GLM del paquete estadístico SAS versión 8.0 [35] y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey [36], los análisis de regresión múltiple se realizaron con el PROC GLM, utilizando como variable independiente la edad de los animales.

La relación del consumo de alimento en función del peso se determinó mediante la ecuación de Spillman-Mitscherlich [5], utilizando el procedimiento YldFert del programa Origin 8®.

$$y = a + bp^x$$

$$Y = a + b * r^x$$

Donde Y = Consumo de alimento estimado; a = corresponde al consumo total máximo que se puede alcanzar usando el peso corporal variable; x = peso corporal de los conejos;

b = es el incremento total en el consumo al que se puede llegar aumentado x ; r = es la constante positiva menor que 1 que define la razón de incrementos sucesivos del consumo de alimento.

El ajuste de la curva de crecimiento de los animales se determinó mediante la función de Gompertz [7], utilizando el programa Origin 8®.

$$y = ae^{-e^{-k(x-x_c)}}$$

$$Y_{ij} = a_i * \exp(\exp(-k_i * (x - x_{ci}))) + \varepsilon_{ij}$$

Donde Y_{ij} es el peso estimado del individuo i en el tiempo j ; a_i , x_{ci} , k_i , son los parámetros de la función de Gompertz para el i -ésimo animal, $i = 1, 2, n$, y ε_{ij} corresponde al error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el transcurso del experimento murieron dos conejos, uno correspondiente al tratamiento 60AB+Cay y otro del 40AB+M.

Crecimiento

El consumo total de alimento balanceado se presenta en la TABLA I, el cual fue menor ($P < 0,05$) en los animales a los que se les suministró follaje de morera o cayena. Los animales con morera consumieron más follaje ($P < 0,01$) que aquellos que recibieron cayena, independientemente del nivel de restricción en el consumo de alimento balanceado. El consumo total de MS fue mayor ($P < 0,05$) en los animales del tratamiento 60AB+M, por lo que su consumo de PC fue mayor ($P < 0,01$), pero su peso final fue menor ($P < 0,05$) con respecto al grupo control, probablemente por un mayor gasto metabólico en la eliminación del excedente de nitrógeno en la orina, aunque no se midió esta variable.

En la FIG. 1 se presenta la relación del peso corporal con el consumo de alimento y se observa que, cuando los conejos alcanzan su peso adulto, los incrementos en el peso cor-

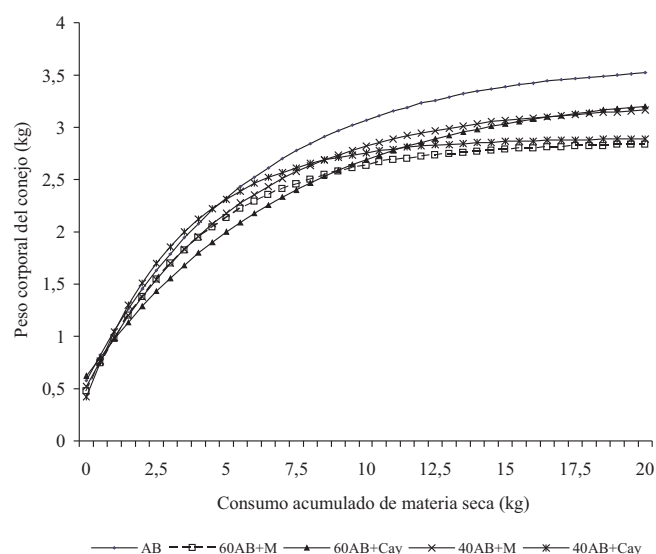


FIGURA 1. EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE ALIMENTO BALANCEADO POR MORERA O CAYENA SOBRE EL PESO CORPORAL DE CONEJOS EN FUNCIÓN DEL ALIMENTO CONSUMIDO.

poral son insignificantes, a pesar de que el animal mantiene un consumo elevado de alimento, el cual representó el $3,84 \pm 0,07\%$ a partir de los 112 días de edad. La disminución en el porcentaje del consumo total de alimento mostró una tendencia cuadrática con respecto a la edad ($Y = 7,28 - 0,034x - 0,000072x^2$).

La ganancia diaria de peso (gdp) para todos los animales mostró una tendencia cúbica ($Y = 19,35 + 0,438x - 0,00787x^2 + 0,000027x^3$), al evaluar la ganancia por tratamientos, solamente en el grupo 60AB+Cay mostró una tendencia lineal (TABLA II).

Por otra parte, la gdp se incrementó de $18,3 \pm 4,3 \text{ gd}^{-1}$ en la primera semana postdestete a $27,2 \pm 7,9 \text{ gd}^{-1}$ en la quinta semana, con un rango entre $33,6$ y $22,9 \text{ gd}^{-1}$ para los conejos del grupo control y 40AB+Cay, respectivamente; es decir, la máxima gdp se alcanzó cuando el peso promedio fue $1,41 \pm$

TABLA I
EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL POR MORERA O CAYENA SOBRE EL CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO

Tratamiento	AB	60AB+M	60AB+Cay	40AB+M	40AB+Cay	EE
Peso inicial (kg)	0,60	0,53	0,58	0,52	0,47	0,03
Peso final (kg)	3,29 ^a	2,71 ^b	2,80 ^b	2,96 ^{ab}	2,80 ^b	0,11
Consumo de alimento balanceado (kg)	14,23 ^a	7,32 ^b	6,77 ^{bc}	4,85 ^c	5,32 ^{bc}	0,49
Consumo forraje (kg)	0,00 ^c	10,01 ^a	5,91 ^b	9,51 ^a	6,35 ^b	0,38
Consumo total (kg)	14,23 ^b	17,33 ^a	12,67 ^b	14,36 ^b	11,67 ^b	0,61
Consumo total de Proteína (kg)	2,25 ^c	3,41 ^a	1,96 ^c	2,91 ^b	1,80 ^c	0,11
Proporción Forraje alimento balanceado	0,00 ^c	0,58 ^{ab}	0,47 ^b	0,66 ^a	0,67 ^a	0,04

EE= Error estándar de la media.

Literales distintas en la misma fila indican diferencias (Tukey $\alpha=0,05$).

TABLA II
EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL POR MORERA O CAYENA SOBRE LA GANANCIA DIARIA DE PESO

Tratamiento	Modelo de Regresión	P > F	R ²
AB	18,46+0,478x- 0,00765 x ² +0,000025x ³	<,0001	0,526
60AB+M	22,27+0,411x- 0,00831x ² +0,000029x ³	<,0001	0,517
60AB+Cay	25,83-0,142x	<,0001	0,310
40AB+M	17,83+0,568x- 0,00954x ² +0,000033x ³	<,0001	0,605
40AB+Cay	13,96+0,857x- 0,01499x ² +0,000059x ³	<,0001	0,649

TABLA III
EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL POR MORERA O CAYENA SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LAS GANANCIAS DIARIAS DE PESO SEGÚN LA EDAD DE LOS CONEJOS

Intervalo de edades	Tratamiento					EE	P > F
	AB	60AB+M	60AB+Cay	40AB+M	40AB+Cay		
35 a 56 d	23,8	26,2	22,5	23,6	23,2	2,48	0,811
56 a 77 d	26,7 ^{ab}	26,2 ^{ab}	18,2 ^b	31,0 ^a	27,4 ^{ab}	3,03	0,100
77 a 98 d	25,5	28,8	19,5	20,1	26,7	3,13	0,163
98 a 119 d	21,2 ^a	12,7 ^b	17,8 ^{ab}	22,8 ^a	20,6 ^a	1,95	0,011
119 a 140 d	14,5	10,0	12,9	11,7	5,6	3,37	0,312
140 a 161 d	11,5 ^a	4,6 ^{ab}	11,7 ^a	7,1 ^{ab}	2,6 ^b	2,03	0,012
161 a 182 d	4,0	-1,9	3,2	-0,6	3,9	2,03	0,114
35 a 189 d	17,5 ^a	14,2 ^b	14,4 ^b	15,8 ^{ab}	15,2 ^{ab}	0,60	0,005

EE= Error estándar de la media.
Literales distintas en la misma fila indican diferencias (Tukey $\alpha=0,05$).

0,18 kg. Una vez que los conejos alcanzaron los 2 kg de peso corporal, la gdp disminuyó, al igual que la eficiencia de utilización del alimento. En la TABLA III se presenta la evolución de la ganancia diaria por etapas (cada tres semanas).

Dado que los animales se siguieron alimentando hasta que alcanzaron la madurez sexual y con la finalidad de comparar los datos de productividad con trabajos similares se consideró la información hasta el momento en que los conejos alcanzaron 2,0 ± 0,1 kg de peso corporal, el cual es el peso de mercado. Se encontró una tendencia (P<0,10), tanto en el peso inicial como en la ganancia total de peso, de modo que los animales del grupo 40AB+Cay con menor peso inicial tuvieron mayor ganancia total de peso. Sin embargo, tanto la gdp como el tiempo de engorde fueron similares en todos los tratamientos con valores promedios 24,9 ± 1,73 g d⁻¹ y 64,2 ± 4,0 días post destete (TABLA IV).

Las ganancias de peso fueron mejores a las observadas por García y col. [14] en conejas de la misma edad, en donde se sustituyó el 60% del alimento balanceado por morera o cayena con ganancias de 25,1; 23,8 y 23,6 gd⁻¹ para las alimentadas con alimento balanceado comercial, cayena y morera, respectivamente; esta diferencia pudo ser por efecto de sexo. Tales ganancias también fueron mayores que las observadas por Lara y col. [21], quienes al sustituir el 25 y 50% del alimen-

to balanceado comercial por morera en conejos machos obtuvieron ganancias de 20,9; 19,4 y de 17,8 g d⁻¹ para el grupo control y la sustitución al 25 y 50%, respectivamente. Por su parte, Nieves y col. [25], al incluir niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* en la dieta de conejos, la respuesta en la gdp fue similar entre los niveles de 0 a 30% con 18,7 a 19,1 g d⁻¹, mientras que al incrementar la leucaena a 40% la ganancia cayó a 9,9 gd⁻¹; en el presente trabajo se obtuvieron mayores ganancias con follaje de morera y cayena y con niveles mayores de sustitución. Sin embargo, las ganancias fueron inferiores a las observadas por Nieves y col. [26] en conejos alimentados con niveles crecientes de *L. leucocephala*, *Trichanthera gigantea* o *M. alba* (0 a 30%) en la dieta, en donde la gdp osciló entre 20,8 y 31,8 g d⁻¹, con las menores ganancias para *T. gigantea*, pero estas observaciones correspondieron a un periodo de tiempo muy corto (27 días).

En la TABLA V se presentan los parámetros de la función de Gompertz para evaluar la curva de crecimiento en los conejos, se observa que mientras mayor sea el valor de *a*, que representa la asíntota del crecimiento, implica que los animales son más grandes al alcanzar la edad adulta, de modo que los grupos en los que se registró el menor tamaño (P<0,05) fueron los animales de los grupos 60AB+M y 40AB+Cay, tal y como se observa en la FIG. 2, mientras que los animales de

TABLA IV
EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL POR MORERA O CAYENA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CONEJOS AL MOMENTO DE ALCANZAR EL PESO DE MERCADO

Item	Tratamiento					EE	P > F
	AB	60AB+M	60AB+Cay	40AB+M	40AB+Cay		
Peso inicial (g)	598	527	584	524	468	34,72	0,0656
Peso final (g)	2065	2104	2155	2087	2079	30,66	0,2833
gtp (g)	1,467	1,577	1,571	1,562	1,611	37,69	0,0761
gdp (g)	25,1	26,8	20,3	26,1	25,3	2,06	0,2216
Tiempo de engorda (d)	60	60	79	61	65	5,94	0,1348
Consumo de AB (kg)	4,20 ^a	2,29 ^b	2,94 ^b	1,53 ^c	1,44 ^c	0,18	<,0001
Consumo de Follaje (kg)	0,00 ^b	2,71 ^a	2,78 ^a	3,26 ^a	2,34 ^a	0,33	<,0001
Consumo de MS (kg)	4,20 ^{ab}	5,00 ^{ab}	5,72 ^a	4,79 ^{ab}	3,78 ^b	0,42	0,0337
Conversión alimento balanceado	2,86 ^a	1,46 ^{bc}	1,87 ^b	0,97 ^{cd}	0,89 ^d	0,12	<,0001
Conversión MS total	2,86 ^{ab}	3,17 ^{ab}	3,64 ^a	3,05 ^{ab}	2,34 ^b	0,25	0,0185

EE= Error estándar de la media.

Literales distintas en la misma fila indican diferencias (Tukey $\alpha=0,05$).

TABLA V
EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL POR MORERA O CAYENA SOBRE LOS PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN DE GOMPERTZ

Tratamiento	Parámetro de la función de Gompertz		
	α	x_c	k
AB	3633,4 ^a	65,22	0,0217 ^{bc}
60AB+M	2893,3 ^b	55,60	0,0304 ^a
60AB+Cay	3258,2 ^{ab}	64,58	0,0175 ^c
40AB+M	3148,4 ^{ab}	60,37	0,0259 ^{ab}
40AB+Cay	2887,3 ^b	59,60	0,0284 ^{ab}
P<F	0,0071	0,1975	0,0008
EE	148,3	3,33	0,0018

EE= Error estándar de la media.

Literales distintas en la misma columna indican diferencias (Tukey $\alpha=0,05$).

los grupos 60AB+Cay y 40AB+M mostraron un comportamiento intermedio con respecto al testigo. Por otra parte, el valor de k es negativo y corresponde al tamaño máximo que puede alcanzar el individuo con los nutrientes disponibles, fue más elevado ($P<0,05$) en los animales del grupo 60AB+M y más bajo en 60AB+Cay, mostrando un comportamiento intermedio los animales de los demás tratamientos.

Alteraciones macroscópicas del tracto reproductor

No se detectaron diferencias ($P>0,10$) en el peso del pene, testículos y epidídimos debido a la elevada variabilidad observada entre los animales del mismo tratamiento (FIG. 3). Sin embargo, se observó un ligero decremento en el peso del pene de los conejos que se alimentaron con cayena.

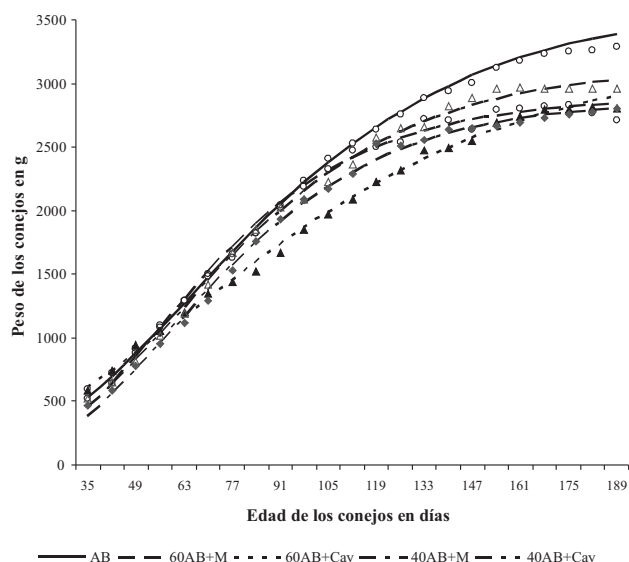


FIGURA 2. EFFECTO DEL NIVEL DE SUSTITUCIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO POR MORERA O CAYENA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS CONEJOS.

El peso de los epidídimos (FIG. 3) mostró un comportamiento similar al observado en el peso del pene, sin que existiese una correlación entre éstos. El peso de la próstata fue 50% más elevado ($P<0,10$) en los animales con mayor consumo de alimento balanceado (grupo control y restricción al 40%), pero debido a que la varianza fue muy elevada, no se detectaron diferencias estadísticas (FIG. 3).

La ausencia de diferencias ($P>0,10$) en el peso de testículos y el peso de la próstata (FIG. 3 y 4) concuerda con lo observado por diversos autores. No obstante, Casanova y col. [8], al trabajar con ratas machos alimentadas con dietas libre de soya (*Glycine max*) y alfalfa (*Medicago sativa*) y adiciona-

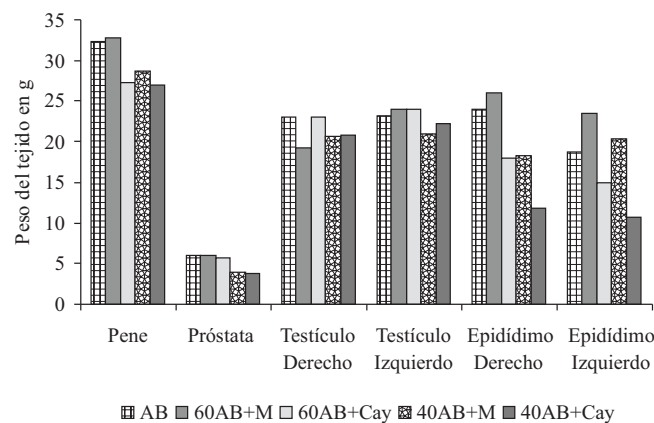


FIGURA 3. EFECTO DEL CONSUMO DE MORERA Y CAYENA SOBRE EL PESO DE PENE, PROSTATA, TESTÍCULOS Y EPIDÍDIMOS.

das con diferentes niveles de genisteína (0; 0,02 y 0,1%) no observaron diferencias en el peso de los testículos, pero sí encontraron cambios en el peso de la próstata; a mayor concentración de genisteína (GE 0,1%), el peso de la próstata fue menor.

Observaciones similares realizaron Weber y col. [38] en el peso de la próstata al utilizar una dieta rica en fitoestrógenos en ratas el cual fue $561,5 \pm 13$ vs. $605,8 \pm 14,1$ mg para la dieta libre de fitoestrógenos. Mientras que Atanassova y col. [4], al exponer ratas con dosis de 0,01; 0,1; 1 y 10 mg de DES en aceite de maíz (*Zea mays*) y un grupo control observó una reducción en el peso testicular con las dosis de DES 0,1; 1 y el menor peso para la dosis más elevada DES (10 mg), éste mismo grupo al evaluar una dieta libre de soya y una que contenía soya encontró un menor peso de los testículos para los animales que consumieron la dieta libre de soya, demostrando que dosis elevadas de DES es inhibitorio del desarrollo testicular.

El peso (FIG. 3) y la longitud (FIG. 4A) del pene fue similar ($P>0,1$) en todos los tratamientos, lo que coincide con las observaciones de Pan y col. [31], en ratas con diferentes dosis de daidzeína (2; 20 y 100 mg kg^{-1}), y DES (0,1 mg) con respecto a la longitud, diámetro y peso del pene, por lo que se cree que los fitoestrógenos en dosis elevadas tienen un impacto negativo respecto a la función eréctil sin afectar la morfología del pene [19], aunque esto último no fue evaluado en el presente trabajo.

En el epidídimo no se encontraron diferencias significativas para el peso (FIG. 3) y longitud (FIG. 4B). Jung y col. [20] encontraron un efecto similar con genisteína al $2,5\text{mg kg}^{-1}$, 17β -estradiol ($7,5\text{ mg kg}^{-1}$) y un grupo control. De la misma manera Glover y Assinder [17] obtuvieron el mismo resultado, tanto para peso, longitud y diámetro del epidídimo al comparar una dieta rica en fitoestrogenos y otra baja en fitoestrógenos.

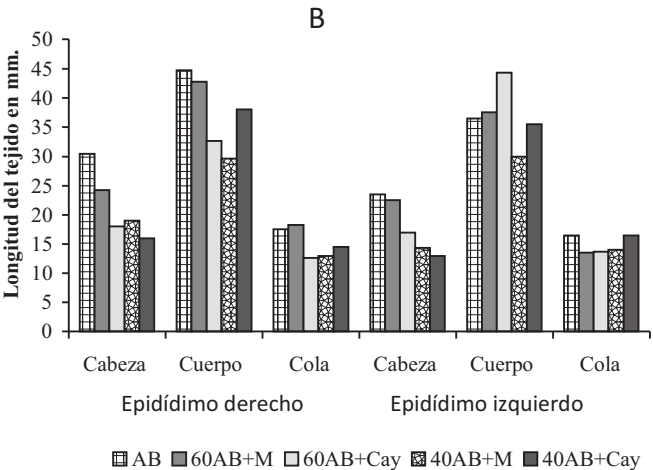
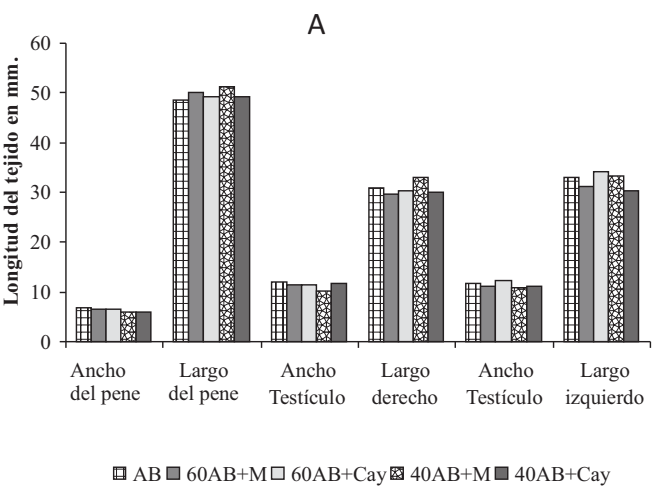


FIGURA 4. EFECTO DEL CONSUMO DE MORERA O CAYENA SOBRE EL TAMAÑO DEL PENE, TESTÍCULOS Y EPIDÍDIMOS DE CONEJOS.

Atanassova y col. [4] y Yamashita [39] no detectaron $\text{ER}\alpha$ en ninguna región del epidídimo de ratas adultas, mientras que Sar y Welsch [34] detectaron $\text{ER}\alpha$ únicamente en el segmento inicial de éste.

CONCLUSIONES

La inclusión de morera o cayena en la dieta de conejos en crecimiento puede sustituir hasta en un 60% del alimento balanceado comercial sin afectar la tasa de crecimiento, en donde los animales alimentados con morera resultaron tener el mejor comportamiento productivo al peso de mercado. Así mismo, esta sustitución no afecta el tamaño y peso en los principales órganos reproductores de conejos machos.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) por el apoyo financiero otorgado en la realización de este trabajo, a través del proyecto: Evaluación de extractos vegetales para el mejoramiento de la producción animal (1008.08-P).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARAQUE, H.; GONZÁLEZ, C.; POK, S.; SÁNCHEZ, R. Comportamiento productivo de cerdos en finalización alimentados con harina de hojas de morera y tricrantera. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. XV (6): 528 – 535. 2005.
- [2] ASSINDER, S.; DAVIS, R.; FENWICK, M.; GLOVER, A. Adult-only exposure of male rats to a diet of high phytoestrogen content increases apoptosis of meiotic and post-meiotic germ cells. **Reprod.** 133: 11-19. 2007.
- [3] ATANASSOVA, N.; MCKINNELL, C.; TURNER, K.J.; WALKER, M.; FISHER, J.S.; MORLEY, M.; MILLAR, M.R.; GROOME, N.P.; SHARPE, R.M. Comparative effects of neonatal exposure of male rats to potent and weak (environmental) estrogens on spermatogenesis at puberty and the relationship to adult testis size and fertility: Evidence for stimulatory effects of low estrogen levels. **Endocrinol.** 141: 3898 - 3907. 2000.
- [4] ATANASSOVA, N.; MCKINNELL, C.; WILLIAMS, K.; TURNER, K.J.; FISHER, J.S.; SAUNDERS, P.T.K.; MILLAR, M.R.; SHARPE, R.M. Age-, cell-and region-specific immunoexpression of estrogen receptor α (but not estrogen receptor β) during postnatal development of the epididymis and vas deferens of the rat and disruption of this pattern by neonatal treatment with diethylstilbestrol. **Endocrinol.** 142:874-886. 2001.
- [5] BEATTIE, B.R.; TAYLOR, C.R. Technical aspects of production: the productive functions. In: **The economics of production**. Kreiger Publishing Company, Malabar, Florida USA. Pp 64-73. 1993
- [6] BENAVIDES, J. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. CATIE, Turrialba. Costa Rica. **Agrofor. en las Amér.** 2 (7): 27-30. 1995.
- [7] BLASCO, A.; PILES, M.; VARONA, L.A. Bayesian analysis of the effect of selection for growth rate on growth curves in rabbits. **Genet. Sel. Evol.** 35: 21-41. 2003.
- [8] CASANOVA, M.; YOU, L.I.; GAIDO, K.W.; ARCHIBEQUE-ENGLE, S.; JANSZEN, D.B.; HECK H, D'A. Developmental Effects of Dietary Phytoestrogens in Sprague-Dawley Rats and Interactions of Genistein and Daidzein with Rat Estrogen Receptor α and β in Vitro. **Toxicol. Sci.** 51:236-244. 1999.
- [9] CHEN, Y.C.; NAGPAL, M.L.; STOABO, D.M.; LIN, T. Effects of genistein, resveratrol, and quercetin on steroidogenesis and proliferation of MA-10 mouse Leydig tumor cells **J. Endocrinol.** 192: 527 - 537. 2007.
- [10] DOI, K.; KOJIMA, T.; MAKINO, M.; KIMURA, Y.; FUJIMOTO, Y. Studies on the constituents of the leaves of *Morus alba* L. **Chem. Pharm. Bull.** 49 (2):151-153. 2001.
- [11] EDDY, E.M.; WASHBURN, T.F.; BUNCH, D.O.; GOULDING, E.H.; GLADEN, B.C.; LUBAHN, D.B.; KORACH, K.S. Targeted disruption of the estrogen receptor gene in male mice causes alteration of spermatogenesis and infertility **Endocrinol.** 137: 479-4805. 1996.
- [12] ENKHAMAA, B.; SHIWAKU, K.; KATSUBE, T.; KITAJIMA, K.; ANUURAD, E.; YAMASAKI, M.; YAMANE, Y. Mulberry (*Morus alba* L.) Leaves and Their Major Flavonol Quercetin 3-(6-Malonylglucoside) Attenuate Atherosclerotic Lesion Development in LDL Receptor-Deficient Mice. **J. Nutr.** 135: 729-734. 2005.
- [13] FISHER, J.S.; TURNER, K.J.; BROWN, D.; SHARPE, R.M. Effect of neonatal exposure to estrogenic compounds on development of the excurrent ducts of the rat testis through puberty to adulthood. **Environ. Health Perspect.** 107: 397-405. 1999.
- [14] GARCÍA, C.D.R.; AGUILAR, U.E.; LARA, L.P.E.; TORRES, L.M.A.; SANGINÉS, G.J.R. Alteraciones del tracto reproductor de conejas prepúberes por fitoestrógenos. **1er. Foro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica**, Tantoyuca, 16-18 de noviembre AGRO: 2-5. 2005.
- [15] GARCÍA, D.E.; LÓPEZ, O. Los fitoestrógenos: ¿Mito o amenaza para la alimentación animal en el trópico? **Past. y Forr.** 27 (4): 303-316. 2004.
- [16] GARCÍA, E. Modificaciones al grupo de climas A. En: **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen**. Ed. FOCET Larios, S.A. 4a Ed. México, D.F. Pp. 32-37. 1981.
- [17] GLOVER, A.; ASSINDER, S.J. Acute exposure of adult male rats to dietary phytoestrogens reduce fecundity and alters epididymal steroid hormone receptor expression. **Endocrinol.** 189: 565-573. 2006.
- [18] HIRAKAWA, T.; GALET, C.; ASCOLI, M. MA-10 cells transfected with the human lutropin/choriogonadotropin receptor (HLHR): a novel experimental paradigm to study the functional properties of the HLHR. **Endocrinol.** 143: 1026-1035. 2002.
- [19] HSIEH, G.C.; HOLLINGSWORTH, P.R.; MARTINO, B.; MIKUSA, J.P.; MORELAND, R.B.; BITNER, R.S. Central mechanisms regulating penile erection in conscious rats: the dopaminergic systems related to the proerectile effect of apomorphine. **J. Pharmacol. Exp. Ther.** 308: 330-338. 2004.

- [20] JUNG, E.Y.; LEE, B.J.; YUN, Y.W.; KANG, J.K.; BAEK, I.J.; JURG, M.Y.; LEE, Y.; SOHN, H.S.; LEE, J.Y.; KIM, K.S. Effects of exposure to genistein and estradiol on reproductive development in immature male mice weaned from dams adapted to a soy-based commercial diet. **J. Vet. Med. Sci.** 66:1347 – 1354. 2004.
- [21] LARA, L.P.E.; PADILLA, O.E.J.; SANGINÉS, G.J.R. Producción de carne de conejo a base de hojas de morera (*Morus alba*). **1er. Foro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica**, Tantoyuca, Veracruz, 16-18 de noviembre. AGRO: 35-37 2005.
- [22] MARTÍN, G.; GARCÍA, F.; REYES, F.; HERNÁNDEZ, I.; GONZÁLEZ, T.; MILERA, M. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. **Past. y Forr.** 23. 323-332. 2000.
- [23] NIEVES, D.; ARAQUE, H.; TERÁN, O.; SILVA, L.; GONZÁLEZ, C.; UZCÁTEGUI, W. Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XVI (4):364-370. 2006.
- [24] NIEVES, D.; CORDERO, J.; TERÁN, O.; GONZÁLEZ, C. Aceptabilidad de dietas con niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en conejos destetados. **Zoot. Trop.** 22 (2): 183-190. 2004.
- [25] NIEVES, D.; SILVA, B.; TERÁN, O.; GONZÁLEZ, C. Niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* en dietas para conejos de engorde. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XII (2): 419 - 421. 2002.
- [26] NIEVES, D.; TERÁN, O.; VIVAS, M.; ARCINIEGAS, G.; GONZÁLEZ, C.; LY, J. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XIX (2): 173-180. 2009.
- [27] NODA, Y.; PENTÓN, G.; MARTÍN, G. Comportamiento de nueve variedades de *Morus alba* (L.) durante la fase de vivero. **Past. y Forr.** 27(2): 131-138. 2004.
- [28] SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación, México. 41 pp. 1999.
- [29] OLIVEIRA, C.A.; CARNES, K.; FRANCA, L.R.; HES, R.A. Infertility and testicular atrophy in the antiestrogen adult male rat. **Biol. Reprod.** 65: 913 - 920. 2001.
- [30] OSORTO-HERNÁNDEZ, W.A.; LARA-LARA, P.E.; MAGAÑA-MAGAÑA, M.A.; SIERRA-VÁSQUEZ, A.C.; SANGINÉS-GARCÍA, J.R. Mulberry (*Morus alba*), fresh or in the form of meal, in growing and fattening pigs. **Cub. J. Agri. Sci.** 41 (1): 49-63. 2007.
- [31] PAN, L.; XIA, X.; FENG, Y.; JIANG, C.; CUI, Y.; HUANG, Y. Exposure of juvenile rats to the phytoestrogen daidzein impairs erectile function in a dose-related manner in adulthood. **J. Androl.** 29 (1):55 - 62. 2008.
- [32] ROA, M.L.; CÉSPEDES, D.; MUÑOZ, J. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de monte llanero. **Rev. Acovez.** 24: 14 - 18. 1999.
- [33] RUIZ-SESMA, D.L.; LARA-LARA, P.E.; SIERRA-VÁSQUEZ, A.C.; AGUILAR-URQUIZO, E.; MAGAÑA-MAGAÑA, M.A.; SANGINÉS-GARCÍA, J.R. Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. **Zoot. Trop.** 24(4): 467-482. 2006.
- [34] SAR, M.; WELSH, F. Oestrogen receptor alpha and beta in rat prostate and epididymis. **Androl.** 32: 295-301. 2000.
- [35] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). Versión 8, 2000.
- [36] STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. Comparaciones múltiples. En: **Bioestadística. Principios y Procedimientos.** 2ª Ed. Ed. McGraw-Hill. México. Pp. 166-188. 1988.
- [37] SUBRAMANIAN, S.S.; NAIR, A.G.R. Flavonoids of four malvaceous plants. **Phytoche.** 11: 1518 - 1519. 1972.
- [38] WEBER, K.S.; SETCHELL, K.D.R.; STOABO, D.M.; LE-PHART, E.D. Dietary soy-phytoestrogens decrease testosterone levels and prostate weight without altering LH, prostate 5 α -reductase or testicular steroidogenic acute regulatory peptide levels in adult male Sprague-Dawley rats. **Endocrinol.** 170: 591 - 599. 2001.
- [39] YAMASHITA, S. Localization of estrogen and androgen receptors in male reproductive tissues of mice and rats. **Anat. Rec. a Discov. Mol Cell Evol. Biol.** 279(2): 768 - 778. 2004.