



Estudio comparativo entre conejos Chinchilla Soviético, una raza nativa local y un conejo híbrido negro, bajo condiciones agroclimáticas de la Región de Meghalaya, India

Comparative study among Soviet Chinchilla rabbits, an indigenous breed and a black hybrid rabbit under agro climatic conditions of the Meghalaya, India Region

Samir K. Das* Eduardo Tena-Betancourt**

Abstract

This work had the aim to meet the demand of local tribal people of the North eastern hills (NEH) region and to evaluate the beneficial heterotic effects of crossbreeding, developing a black-coated rabbit through the crossing of Soviet Chinchilla and indigenous local rabbits, followed by selection and line breeding to maintain the exotic blood level at 50%. Afterwards, a comparative study was done analyzing the different performance traits of Soviet Chinchilla, indigenous local rabbit and the resulting hybrid black rabbits. Data analysis revealed breed-dependent ($P < 0.01$) effect on all productive traits except on live weight at 60 days. The hybrid black rabbit developed through crossbreeding and line breeding was better than both, the indigenous local rabbit and the Soviet Chinchilla rabbits in terms of live weight at 60, 75 and 90 days of age, live weight gain and average daily gain during 45 to 60 days, 60 to 75 days and 45 to 90 days of age. Overall, mean growth during the period of 45 to 90 days of age in black, local and Soviet Chinchilla rabbits was recorded to be 18.71 ± 0.11 , 17.60 ± 0.16 and 16.23 ± 0.21 g per day, respectively. The average air temperature, maximum temperature, minimum temperature and relative humidity during the period of this experiment was 24.44°C , 27.16°C , 16.54°C and 66.16%, respectively. Finally, this research demonstrated that deliberate selection in rabbits leads to improvement in quantitative productive traits.

Key words: PRODUCTIVE PERFORMANCE, RABBIT BREEDS, HEALTH, INDIA.

Resumen

Los objetivos del presente estudio fueron satisfacer las demandas de carne de conejo de tribus de la región montañosa (NEH) de la India, y evaluar los efectos benéficos de la heterosis. Para lo cual fue necesario desarrollar un conejo de capa negra mediante mestizaje entre las razas Chinchilla Soviético y una nativa local vía selección y entrecruzamiento controlado de línea única, obteniendo un híbrido con niveles de sangre exótica del 50%. Conformada la estirpe, se analizaron comparativamente rasgos de desempeño productivo entre las razas Chinchilla Soviético, nativa local y su descendencia híbrida negra. Los resultados revelaron un impacto raza-dependiente ($P < 0.01$) sobre todos los parámetros productivos, con excepción del peso vivo a los 60 días. El híbrido desarrollado mediante mestizaje y apareamiento consanguíneo de línea única fue superior que los conejos de raza nativa local y Chinchilla Soviético en términos de peso vivo a los 60, 75 y 90 días de edad, en la ganancia de peso vivo y promedio de ganancia de peso diaria durante los periodos de 45-60, 60-75 y 45-90 días. Los promedios de crecimiento durante el periodo de 45-90 días entre los conejos raza híbrida negra, nativa local y Chinchilla Soviético registraron niveles de 18.71 ± 0.11 , 17.60 ± 0.16 y 16.23 ± 0.21 g/día, respectivamente. Los promedios de temperatura media, máxima y mínima y humedad relativa fueron de 24.44°C , 27.16°C , 16.54°C y 66.16%, respectivamente. Esta investigación demostró que la selección deliberada en conejos conduce a una mejora de los rasgos productivos cuantitativos.

Palabras clave: DESEMPEÑO PRODUCTIVO, RAZAS DE CONEJO, SALUD, INDIA.

Recibido el 29 de septiembre de 2011 y aceptado el 20 de marzo de 2012.

*Sección de Ciencia Animal, Indian Council of Agricultural Research (ICAR) Research Complex for Goa, Ela, Old Goa-403402, Goa, India.

**Departamento de Medicina y Zootecnia de Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, DF.

Responsable de correspondencia: Eduardo Tena-Betancourt, Peña Pobre 28-301, colonia Toriello Guerra, delegación Tlalpan, 14050, México, DF. Tel./fax: (55) 5665-5613, correo electrónico: etena@unam.mx

Nota: El presente estudio es producto de una investigación subvencionada por el ICAR, Research Complex for Goa de la región montañosa noreste de Meghalaya, India.

Introduction

The impact of the true domestication of the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) has been widely explained by different authors as a unique development that took place within the walls of European monasteries during the Middle Ages.¹ This fact greatly contributed to the outstanding development of this well known and adaptable species, and further explains why the rabbit was widely used for human consumption in nations such as England and others since the 17th century, creating an important and steady demand for rabbit meat among several Old-World countries.²

The recent incorporation of rabbits in the NEH region of India has become a new cost-effective alternative for meat production based on the notorious advantages of this species, such as its high reproductive potential,³ excellent mothering ability⁴ and adaptability to a wide range of climatic conditions, plus its high genetic variability and the efficient roughage utilization potential favoring low production costs, qualities that have made rabbit farming more attractive becoming a common practice in this region of India, where it has been observed analogous and successful reproductive results noted and reported in several countries in the past.⁵⁻⁸

Unfortunately, with the exception of the local native rabbit, up to date the existing breeds of rabbits have not been characterized and therefore only incomplete basic data is available.

The foreign imported rabbits adapted and reared under subzero temperatures and severe sub-humid climatic conditions of Meghalaya, include the Soviet Chinchilla and the New Zealand White rabbits. These breeds show high susceptibility to suffer different bacterial and parasitic diseases,⁹ which contrast with the native rabbits which possess a high natural adaptability to local conditions and therefore are less prone to suffer infectious diseases, although its characteristics such as growth rate, litter size and live weight at birth are inferior to the values observed in the foreign breeds; additionally, a black-coated rabbit phenotype, which is in high demand in this geographical region but without these health deficiencies, has never been produced.

Therefore, the aim of this study was to assess the effect of heterosis contributions derived from the cross-breeding between the Soviet Chinchilla (SC) and indigenous local rabbits (IR), to be followed by selection and line breeding to maintain the foreign blood level at 50% in the new progeny, and thus meet the requirement of producing a black-coated rabbit for the tribes of the NEH region, while concomitantly improving the reproductive performance of its hybrid progeny as suggested elsewhere.¹⁰

Introducción

El impacto de la verdadera domesticación del conejo doméstico (*Oryctolagus cuniculus*) ha sido explicado ampliamente por diversos autores como un desarrollo único ocurrido en los monasterios europeos durante la Edad Media,¹ hecho que contribuyó notablemente al desarrollo de esta conocida y adaptable especie, y explica el motivo por el cual el conejo era ampliamente usado para consumo humano en Inglaterra y otros países desde el siglo XVII, lo cual originó una demanda estable de carne en varios países del Viejo Mundo.²

La reciente incorporación de conejos en la región montañosa del noroeste de la India (NEH) se ha convertido en una nueva alternativa de alto costo-beneficio para la producción cárnica, basada en esta especie de notorias ventajas, como su alto potencial reproductivo,³ excelente aptitud materna⁴ y adaptabilidad a una amplia gama de condiciones climáticas, además de su alta variabilidad genética y la eficiente utilización de forrajes con bajos costos de producción, cualidades que han hecho de la cría del conejo una actividad atractiva en esta región de la India, por los resultados productivos análogos a los registrados en el pasado en muy diversos países.⁵⁻⁸

Desafortunadamente, hasta la fecha, no se han caracterizado específicamente las razas de conejos disponibles, con excepción del conejo nativo local, por lo que sólo se cuenta con descripciones básicas.

Los conejos exóticos importados, adaptados y criados a temperaturas bajo cero en las severas condiciones de sub-humedad prevalecientes en la región de Meghalaya, India, incluyen a las razas Chinchilla Soviético y Nueva Zelanda Blanco, que muestran una alta susceptibilidad a sufrir enfermedades infecciosas y parasitarias,⁹ contrastando notablemente con la raza nativa, que posee una gran adaptabilidad natural para resistir las condiciones climáticas locales y, por ende, resulta menos proclive a sufrir enfermedades infecciosas, aunque sus características propias, como los índices de crecimiento, tamaño de camadas y peso vivo al nacimiento son menores que los valores observados en las razas no nativas importadas; paralelamente, en esta región geográfica nunca antes se había producido un fenotipo de conejo de capa negra, animal de muy alta demanda en esta zona, pero carente de dichas deficiencias de salud.

En consecuencia, el objetivo de este estudio fue determinar los efectos benéficos de la heterosis inducida vía mestizaje entre los conejos de raza Chinchilla Soviético (CS) y el nativo local (NL), seguido de la cuidadosa selección de progenitores y del entrecruzamiento consanguíneo controlado de ambas razas, con el fin de mantener una carga genética no nativa de 50% en

Given the lack of data over production traits of the hybrid rabbit, the final goal was to carry out a comparative study to determine maternal contributions for production traits and performance among the Soviet Chinchilla rabbit (SC), the indigenous rabbit (IR) and their hybrid black-coated (HB) progeny.

Material and methods

For this study, 16 adult Soviet Chinchilla rabbits (SC) (10♀ and 6♂) were used along with 32 adult local indigenous rabbits (IR) (30♀ and 2♂) donated by the Institute's farm of the ICAR Research Complex in the NEH region located in the mountainous region of Meghalaya, India. The final group encompassed 40 adult does of uniform age and body size (3.5-3.6 kg) and 8 uniform adult bucks. These rabbits were further divided into three subgroups: subgroup 1 included 10 pure-breed Soviet Chinchilla (SC) does and 2 bucks; number 2 included 10 pure-breed local does and 2 local bucks (IR), and to conform subgroup 3 crossbreeding was undertaken using 20 local does (IR) and 4 Soviet Chinchilla bucks (SC). For the purposes of this study only black-coated F¹ progeny were retained from subgroup 3. Subsequently, out of the chosen black breeding stock inbreeding was executed among the selected individuals to develop the F² (second generation) of black-coated progeny, and was continued for the next three consecutive generations. Such breeding pattern provided three generations of the new hybrid rabbits, from which their reproductive performance was studied and followed by the same trend for each third generation of Group 1 of Soviet Chinchillas (SC), and of Group 2 of pure-breed local rabbits (IR), in order to carry out a comparative study on the productive and reproductive traits among all subgroups during a three-year research.

Rabbits were reared individually in outdoor wooden hutches (1.5 m × 0.5 m) and were cared for according to local Animal Welfare Regulations. Weaning was carried out at 6 weeks. Does were fed daily with a concentrated mash feed given to each in the amount of 100 g in the morning and supplemented with fresh green roughage supplied *ad libitum* in the afternoon; water was also available *ad libitum* and renewed manually twice daily. The composition of foodstuffs consisted of maize crust 40%, wheat bran 22%, groundnut cake 25% and fish meal 5%, molasses 5%, vitamin and mineral mixture 2.5% and common salt 0.5%. The proximate composition of feed was DM 93.04%, CP 14.08%, Ash 7.12%, EE 10.33%, CF 10.64%, NFE 57.83% and OM 92.88%, respectively.

Other managerial conditions such as cleaning and waste removal were executed similarly throughout the

la nueva población, y así satisfacer los requerimientos locales de producción del conejo de capa negra para la comunidad tribal de la región NE de la India, mejorando concomitantemente el desempeño reproductivo de la progenie híbrida, sugerida como práctica benéfica.¹⁰

Debido a que se carece de datos acerca del desempeño productivo del conejo híbrido, el objetivo terminal de este trabajo fue realizar un análisis comparativo para determinar la influencia materna sobre rasgos productivos y de desempeño corporal entre los conejos de raza Chinchilla Soviético (CS), el nativo local (NL) y su progenie híbrida de capa negra (HN).

Material y métodos

Para este estudio se emplearon 16 conejos adultos de la raza Chinchilla Soviético (SC) (10♀ y 6♂), conjuntamente con 32 conejos adultos (30♀ y 2♂) de la raza nativa local (NL) donados por la granja del Instituto del Complejo de Investigación ICAR, localizado en la región montañosa noreste de Meghalaya, India. De esta forma, el grupo final se constituyó con 40 hembras adultas de edad y peso uniforme (3.5-3.6 kg) y similarmente con 8 sementales. Con este grupo de reproductores se formaron tres subgrupos: el subgrupo 1 incluyó 10 conejas pura sangre de la raza Chinchilla Soviético (CS) y 2 sementales; el 2 se conformó con 10 conejas pura sangre de la raza NL y 2 sementales, mientras que el subgrupo 3 fue constituido para llevar a cabo el mestizaje entre ambas razas, empleando para ello 20 conejas reproductoras de la raza NL, que fueron apareadas con 4 sementales de la raza CS. Para los fines de este estudio, únicamente fueron retenidos conejos híbridos de capa negra a partir de la progenie obtenida en la generación F¹ perteneciente al subgrupo 3. Subsecuentemente, a partir de la progenie de capa negra se llevó a cabo el entrecruzamiento entre animales selectos con el fin de desarrollar la generación F² (segunda generación filial) de capa negra, y así sucesivamente por tres generaciones consecutivas. Bajo este patrón de apareamiento se produjeron tres generaciones del nuevo conejo híbrido, en el cual se estudió su desempeño reproductivo, seguido de forma análoga para cada tercer generación de los conejos de los Grupos 1 de la raza CS y del Grupo 2 de la raza NL, con el fin de estudiar comparativamente, los principales rasgos productivos y reproductivos entre todos los subgrupos, conformando así, una investigación de 3 años de duración.

Los conejos fueron criados individualmente en el exterior de la granja usando conejeras de 1.5 m x 0.5 m, y fueron alimentados y atendidos de acuerdo con Reglamentos de Bienestar Animal de carácter lo-

duration of this study. The different productive traits encountered were recorded according to the standard method devised for such purpose. This included assessment of daily meteorological conditions, which were also recorded as a standard method.¹¹ Feed quality was analyzed monthly as per the standard method described in AOAC.¹² During each stage of this research all recorded data were analyzed and tested for statistical significance by means of a central tendency study to determine the average and standard deviation (SD). Furthermore, the comparison of the means among all breeds was treated using an analysis of variance (ANOVA) by adding the values F and p to determine the significance level, using the statistical package SPSS in accordance with methods described by Snedecor and Cochran.¹³

Results

The results of this study showed that at 45 days, the initial body weight of the (CS) Soviet Chinchilla rabbit was significantly higher ($P < 0.05$) than the values observed for the indigenous rabbit (IR), and the progeny of hybrid black rabbits (HB) (Table 1). However, at 60 days of age it was found that the breed factor had a significant effect on all the productive traits under study ($P < 0.01$), with the exception of live weight, given that the initial body weight of rabbits of the IR breed was significantly higher ($P < 0.05$) than the observed weight of the hybrid rabbits (HB).

The live weight of rabbits at 75 days was significantly higher in the black hybrid rabbits (HB) than that observed in the Soviet Chinchilla (SC) and local rabbits (IR), with non-significant differences between the weights of both subgroups. With regard to the final live weight registered at 90 days of age, it was significantly higher in the hybrid black rabbits (HB) than that of local rabbits (IR); it was noted also that the final live weight of local rabbits (IR) was significantly higher than the weight-value of the Soviet Chinchillas (SC) (Table 1).

Live weight gains during the first 15 days (45 to 60 days of age) were significantly higher in the hybrid black rabbits (HB) than in the local (IR) and Soviet Chinchilla (SC) rabbits (Table 2). The same tendency was observed in the case of the average daily weight gain during the 45 to 60 days period, where the highest values were recorded for the hybrid black rabbits (HB) displaying 18.08 ± 0.22 g per day, followed by the local (IR) and the Soviet Chinchilla (SC) rabbits ($P < 0.05$).

With regard to the live weight gain during the 60 to 75 day period (Table 2), it was significantly higher in the hybrid black rabbits (HB) than the recorded

cal. El destete se llevó a cabo en todos los casos a las 6 semanas de edad. Las conejas reproductoras fueron alimentadas diariamente con 100 g de una masilla de alimento concentrado, que fue proporcionado individualmente por la mañana y complementada con forraje verde *ad libitum* por las tardes; de manera similar, el agua se administró manualmente *ad libitum* dos veces al día. La composición del alimento consistió en 40% de costra de maíz, 22% de salvado de trigo, 25% de pasta de cacahuete, 5% de harina de pescado, 5% de melaza, 2.5% de una mezcla de vitaminas y minerales y 0.5% de sal común. La composición proximal de la dieta consistió en 93.04 de MS, 14.08 de PC, 7.12 de CB, 10.33 de EE, 10.64 de FC, 57.83 de ELN y 92.88% de MO, respectivamente.

Otras consideraciones relativas al manejo, como limpieza y remoción de excretas, se ejecutaron diariamente a lo largo de todo este estudio. Todos los hallazgos vinculados con los parámetros productivos bajo estudio se registraron en forma estandarizada, al igual que las condiciones meteorológicas prevalecientes.¹¹ La calidad nutricional de la dieta fue analizada mensualmente mediante el método descrito en AOAC.¹² Todos los datos fueron registrados durante cada etapa del estudio, realizándose un análisis estadístico de tendencia central para los valores a tratar, para obtener la media y desviación estándar (DS). La comparación de las medias obtenidas de cada raza de conejos, se trató mediante un análisis de varianza (ANDEVA) agregando los valores F y p para determinar el nivel de significancia, utilizando el paquete estadístico SPSS, de conformidad con los métodos descritos por Snedecor y Cochran.¹³

Resultados

Los resultados de este estudio mostraron que a los 45 días, el peso vivo inicial del conejo de raza Chinchilla Soviético (CS) fue significativamente superior ($P < 0.05$), al observado en los conejos de la raza nativa local (NL) y en la descendencia híbrida de capa negra (HN) (Cuadro 1). Empero, a los 60 días de edad se encontró que el factor raza tuvo un efecto significativo sobre todos los rasgos productivos estudiados ($P < 0.01$), con excepción del peso vivo, dado que el peso vivo inicial de los conejos de la raza NL fue significativamente superior ($P < 0.05$) que el de los conejos híbridos HN.

El peso vivo registrado a los 75 días fue significativamente superior en los conejos híbridos HN, que en los conejos de raza CS y los NL, sin diferencias significativas entre los pesos de estos dos últimos subgrupos. Con respecto al peso vivo final registrado a los 90 días, fue significativamente superior en los conejos híbri-

weights of the local (IR) and Soviet Chinchilla (SC) rabbits; however, such differences were not significant among both breeds ($P > 0.05$). A similar tendency was observed in the case of the average daily weight gain during the 60 to 75 day period; here the weights were significantly higher in the hybrid black rabbits (HB) with 18.44 ± 0.33 g per day, value superior to that observed for the local (IR) and Soviet Chinchilla (SC) rabbits.

The analysis of live weight gain recorded during the 75-90 day period was significantly higher in the local (IR) and the hybrid black rabbits (HB), when compared to the levels found in the Soviet Chinchilla (SC) rabbits. No significant differences were found between the first two subgroups (Table 2).

A similar trend was observed in the average daily weight gain during the 75-90 day period, stage where the highest level of growth was for the local rabbit (IR) recorded at 20.17 ± 0.26 g per day, and followed by the hybrid black rabbit (HB) and the Soviet Chinchilla (SC) rabbits. However, the average live weight gain during the 45 to 90 day period was significantly ($P < 0.05$) higher in the hybrid black rabbits (HB) than that observed for the local (IR) and Soviet Chinchilla (SC) rabbits, emphasizing also that the live weight gain of the local (IR) rabbits was significantly higher than the Soviet Chinchilla (SC). Similarly, during this period the average daily weight gain was significantly higher in the hybrid black rabbit (HB) than the levels achieved by the local (IR) and Soviet Chinchilla (SC) rabbits.

In general the body growth averages recorded during the 45-90 day period showed values of 18.71 ± 0.11 g per day for the hybrid black rabbits (HB), $17.60 \pm$

dos HN que el observado en los conejos de la raza NL, observándose que el peso vivo final de la raza NL fue significativamente superior a los valores del conejo CS (Cuadro 1).

Las ganancias de peso vivo durante los primeros 15 días (45-60 días de edad) fueron significativamente superiores en la raza híbrida HN respecto a los conejos NL y los de raza CS (Cuadro 2). Esta misma tendencia se observó para los promedios diarios de ganancia de peso durante el periodo de los 45 a 60 días, en donde los valores más elevados fueron para el conejo híbrido HN, con 18.08 ± 0.22 g por día, seguido por la raza NL y los CS ($P < 0.05$).

Con respecto a la ganancia de peso vivo registrada en el periodo de los 60 a 75 días (Cuadro 2), ésta fue significativamente superior en los conejos híbridos HN, a las registradas para las razas NL y CS; sin embargo, dichas diferencias no fueron significativas entre estas dos últimas razas ($P > 0.05$). La misma tendencia se registró en los promedios diarios de ganancia de peso, durante el periodo de 60-75 días en el conejo híbrido HN, que fueron de 18.44 ± 0.33 g por día, superiores a los valores observados para los conejos de raza NL y CS.

El análisis de la ganancia de peso vivo registrada durante el periodo de los 75-90 días, fue significativamente superior en los conejos de raza NL y los híbridos HN, a los niveles encontrados en el conejo de raza CS, sin que hubiera diferencias significativas entre los dos primeros subgrupos (Cuadro 2).

Esta misma tendencia se observó en los promedios diarios de ganancia de peso corporal durante el periodo de los 75-90 días, etapa en donde el más alto nivel de crecimiento registrado fue para los conejos

CUADRO 1

Desempeño comparativo de tres razas de conejos
Comparative performance of three breeds of rabbits

Sample No.	Parameter recorded	Breeds <Mean $\pm$ SE>			F value
		SC	IR	HB (Black)	
1	Initial live weight at 45 days (g)	471.98 ^a $\pm$ 3.50 (134)	448.08 ^b $\pm$ 2.64 (185)	431.88 ^c $\pm$ 2.11 (112)	42.61 **
2	Live weight at 60 days (g)	698.25 ^a $\pm$ 3.04 (134)	694.03 ^a $\pm$ 3.69 (185)	702.95 ^a $\pm$ 2.53 (112)	1.70 ^{NS}
3	Live weight at 75 days (g)	934.25 ^b $\pm$ 5.84 (134)	938.95 ^b $\pm$ 5.01 (185)	978.57 ^a $\pm$ 3.72 (112)	19.03 **
4	Final live weight at 90 days (g)	1206.46 ^c $\pm$ 7.15 (134)	1240.35 ^b $\pm$ 6.67 (185)	1275.40 ^a $\pm$ 4.01 (112)	23.71 **

** $\Rightarrow P < 0.01$.

Figures having different superscripts in a row differ significantly ($P < 0.05$).
Parenthesis indicates number of observations.

0.16 g per day for the local rabbits (IR) and 16.23 ± 0.21 g per day for the Soviet Chinchilla (SC) rabbits (Table 2). Finally, the average air temperature, maximum and minimum temperature and humidity during the experiment was 24.44°C , 27.16°C , 16.54°C and 66.16%, respectively. The highest recorded temperature occurred in the month of June, while the maximum annual rainfall was recorded in July.

Discussion

In rabbit farming breeding, different strategies have been used for centuries to develop superior individuals and to eliminate observable undesirable traits from an animal population, leading to the early development of a vast collection of high quality meat, fur and wool rabbit breeds.¹

Following such trend research has evolved continually to reach outstanding achievements in rabbit selection that, among other aspects, have modified or influenced growth traits and breeding performance of selected breeds,¹⁴ while contributing to enhance unique characteristics in the search for superior meat quality, resulting thus in greater slaughter weights¹⁵

de raza NL con 20.17 ± 0.26 g por día, seguido por los conejos híbridos HN y el de raza CS. Sin embargo, el promedio de ganancia de peso vivo durante el periodo de 45-90 días fue significativamente superior ($P < 0.05$) en el conejo híbrido HN, que en los conejos de raza NL y CS, destacando asimismo que las ganancias de peso vivo de los conejos NL fueron significativamente superiores a los de la raza CS. De manera similar, durante este periodo la ganancia diaria de peso vivo promedio fue significativamente superior en los conejos híbridos HN, a la alcanzada por los conejos de las razas NL y CS.

En general, los promedios de crecimiento corporal registrados durante el periodo de 45-90 días, mostraron valores de 18.71 ± 0.11 g por día para los conejos híbridos HN, 17.60 ± 0.16 g por día para la raza NL y 16.23 ± 0.21 g por día para el conejo raza CS (Cuadro 2). Finalmente, el promedio de temperatura del aire, de máxima y mínima temperatura, así como de humedad relativa durante todo el experimento, fue de 24.44°C , 27.16°C , 16.54°C y de 66.16%, respectivamente, encontrando que la más alta temperatura registrada fue en el mes de junio, mientras que la máxima precipitación pluvial se registró en julio.

CUADRO 2

Desempeño comparativo de tres razas de conejos
Comparative performance of three breeds of rabbits

Sample No.	Parameter recorded	Breeds <Mean $\pm$ SE>			F value
		SC	IR	HB (Black)	
1	Live weight gain during 45 - 60 days (g)	$225.52^c \pm 4.66$ (134)	$244.38^b \pm 3.71$ (185)	$271.16^a \pm 3.24$ (112)	27.71 **
2	Av daily gain during 45 - 60 days (g / day)	$15.03^c \pm 0.31$ (134)	$16.29^b \pm 0.25$ (185)	$18.08^a \pm 0.22$ (112)	27.72 **
3	Live weight gain during 60 - 75 days (g)	$238.84^b \pm 5.68$ (134)	$243.84^b \pm 4.10$ (185)	$276.52^a \pm 4.97$ (112)	15.09**
4	Av daily gain during 60 - 75 days (g / day)	$15.92^b \pm 0.38$ (134)	$16.26^b \pm 0.27$ (185)	$18.44^a \pm 0.33$ (112)	15.21 **
5	Live weight gain during 75 - 90 days (g)	$270.11^b \pm 5.89$ (134)	$302.59^a \pm 3.92$ (185)	$296.83^a \pm 2.94$ (112)	14.91 **
6	Av daily gain during 75 - 90 days (g / day)	$18.01^b \pm 0.39$ (134)	$20.17^a \pm 0.26$ (185)	$19.79^a \pm 0.20$ (112)	14.91 **
7	Total live weight gain during 45 - 90 days (g)	$733.73^c \pm 8.89$ (134)	$791.78^b \pm 7.32$ (185)	$841.83^a \pm 4.78$ (112)	43.86 **
8	Av daily gain during 45 - 90 days (g / day)	$16.23^c \pm 0.21$ (134)	$17.60^b \pm 0.16$ (185)	$18.71^a \pm 0.11$ (112)	44.99 **

** => $P < 0.01$.

Figures having different superscripts in a row differ significantly ($P < 0.05$).
Parenthesis indicates number of observations.

and superior dressing percentages of edible meat, increasing the economic outcome of today's commercial rabbitry operations, which are always looking for superior alternatives aimed at improving fat contents or new methods of management and nutrition that will benefit the organoleptic properties.¹⁶⁻¹⁹

In this study, the overall results of crossing Soviet Chinchilla bucks (SC) and an indigenous local breed (IR) resulted in clear-positive heterosis (Hp), for most of the growing parameters of the progeny derived from the selected breeds, previously considered as having just an average performance. Data describing the effect of breed on growth performances is presented in Table 1.

Practically, the variation of weight in the majority of cases was significant ($P > 0.05$) between the SC, IR and the hybrid black rabbits (HB), discrepancy that was recorded for most of the parameters being measured, with the exception of the initial body weight at 45 days of age in the black hybrid offspring.

It was also noted that groups of the foundation stock maintained non-relevant higher weights up to 60 days of age, improving significantly at 75 days in the black-coated hybrid progeny (HB). These results are consistent with the records described by Medellín and Lukefahr,²⁰ which indicated how the breed factor had a remarkable effect on body weight and daily weight gain in rabbit populations, stressing also that maternal breed influence was significant only at day 56, showing an outstanding difference in favor of maternal dams. It is estimated that this positive trend could have influenced the final live weight of the HB rabbits at 90 days estimated at 1,275.40 kg, a value greater than the observed in the SC rabbits at 1,206.46 kg, and to a lesser extent for the IR rabbits weighing 1,240.35 kg.

With regard to the individual weights recorded in growing kits during the stages of control of this study, no sex differences in relation to their performance were found. According to results, live weight gain between 45-60 days of age showed that the HB progeny steadily maintained weight superiority at levels of 20.24% and 10.96%, when compared to SC and IR rabbits, respectively; these figures turned out to be less significant when the recorded live weight gain at 60-75 days, showed lower rates: 13.68% and 11.76% analogously compared to SC and IR rabbits.

It is thought that the early increase in live weight could be the result of the improvement over quantitative traits of the offspring, clearly dependant on the mothering ability of the newly developed breed. A valuable factor gradually attained through Hp toward growth traits as described by Afifi *et al.*,²¹ who reported that in rabbits most crossbreeding experiments were associated with heterotic effects on growth traits. In the results of this work, the average daily weight gain

Discusión

En la crianza del conejo, las estrategias de tipo reproductivo han sido implementadas durante siglos para desarrollar individuos superiores, y para eliminar rasgos indeseables dentro de una población animal, lo que ha conducido al desarrollo temprano de una vasta colección de razas especializadas para carne, piel y lana de alta calidad.¹

Siguiendo dicha tendencia, la investigación ha evolucionado generando logros sorprendentes basados en la selección, modificando o influyendo en ciertos rasgos de crecimiento corporal y desempeño reproductivo de razas selectas de conejos,¹⁴ y permitiendo, paralelamente, enriquecer ciertas características únicas en la búsqueda de una calidad cárnica superior que resulte en mayores pesos de las canales al sacrificio,¹⁵ y por ende, en porcentajes superiores de revestimiento muscular de carne aprovechable, elevando la rentabilidad de las operaciones cunícolas comerciales, siempre atentas a la búsqueda de alternativas novedosas que mejoren contenidos de grasa, o de nuevos métodos de manejo y nutrición que beneficien sus propiedades organolépticas.¹⁶⁻¹⁹

En este estudio, los hallazgos generales derivados de la cruce controlada entre sementales de la raza SC y la NL resultaron en una clara heterosis positiva (Hp), para la mayoría de los parámetros de crecimiento corporal de la nueva progenie derivada de ambas razas, previamente consideradas de un nivel de desempeño promedio. Los resultados que describen el efecto de la raza en el crecimiento corporal se presentan en el Cuadro 1.

Prácticamente, la variación de peso en la mayoría de los casos fue significativa ($P > 0.05$) entre los conejos de raza SC, NL y su progenie híbrida HN, discrepancia registrada para la mayoría de los parámetros medidos, con excepción del peso vivo inicial a los 45 días de edad en la descendencia híbrida negra.

Asimismo, se observó que los grupos de fundación mantuvieron pesos superiores no relevantes hasta los 60 días de edad, mejorando significativamente a los 75 días en la progenie híbrida HN, resultados concordantes con los registros mencionados por Medellín y Lukefahr,²⁰ quienes describieron cómo el factor raza tiene un efecto notable sobre el peso corporal y la ganancia de peso diaria en poblaciones de conejos, destacando además, que la influencia materna de la raza era significativa tan sólo a los 56 días de edad, mostrando diferencias importantes a favor de los vientres maternos. Se estima que esta tendencia positiva pudo influir en el peso vivo final de los conejos híbridos HN a los 90 días, estimado en 1,275.40 kg, peso superior al observado para los conejos de raza SC de 1,206.46 kg y en menor grado para los NL, que pesaron 1,240.35 kg.

recorded during identical phases of time, showed a similar pattern of growth-response, hence obtaining superior percentages during the 45-60 day period, where the HB rabbits were rated at 20.29% above the SC and 10.99% higher than the IR local rabbits. Such trend was subsequently inferior during the 60-75 day period, in which, although significant higher figures of 15.82% *versus* the SC rabbit and 13.40% for the IR rabbit, no significant differences among both breeds were recorded (Table 2).

With regard to the average daily weight gain for the 75-90 day period, a negative value of -1.98% was recorded for the HB rabbits when compared with the IR group, although this value was slightly higher than the SC, reaching a modest superiority of 9.88%. Additionally, a significant difference among the subgroups of SC and the IR rabbits was determined to be of 11.79%.

Net comparison of the average daily weight gain determined at the 45-90 day period, showed significant differences between the values of the three subgroups (Table 2), where the HB rabbit showed the higher values of 15.29% and 6.35% in comparison with the SC and IR rabbits, although a significant average daily weight gain difference of 8.45% was also noted among the parental lines, keeping a fair and continuous increase in weight gain throughout this period.

The values related to total live weight gain as well as the final live weights were consistent with the positive additive effects in the hybrid progeny (HB), for which a significant superiority was noted during the length of this study; it is also interesting to note that the hybrid progeny not only compensated its initial live weight at 45 days, but that at the same time surpassed such weight significantly (Table 1). This greater performance could be attributed, among other factors, to a strong maternal influence related to milk production, which supported a progressive improvement in growth parameters in the early stages, probably regulated by direct genetic effects, although during some transitional stages it was noted that the maternal genetic effects were lower, but improved moderately in the hybrid descendants (HB) reaching a better performance by having the SC rabbit as the sire line, hence the outstanding weight gain at 90 days. These results are consistent with the work of Orengo *et al.*,²² which described how maternal genetic effects can be related as low except for body weight at weaning.

In addition it is estimated that the modest improvement over quantitative traits may be associated with the mothering aptitude of the newly developed breed, a capacity gradually attained through positive heterosis linked to the growth character. This argument is validated by authors as Afifi *et al.*²¹ Khalil *et al.*,²³ that reported that most crossbreeding experiments were related to heterotic effects on growth, highlighting that

Con respecto a los pesos individuales registrados en los gazapos durante las etapas de control consideradas, no se encontraron diferencias en cuanto a sexo en relación con el desempeño de los críos. De acuerdo con los resultados, las ganancias de peso vivo entre los 45-60 días de edad, mostraron que la progenie híbrida negra (HN) mantuvo una superioridad en los niveles de peso, de 20.24% y 10.96% al ser comparados con los conejos SC y NL respectivamente; asimismo, dichos valores resultaron ser menos significativos al registrar las ganancias de peso vivo entre los 60 y 75 días de edad, donde se encontraron tasas menores: 13.68% y 11.76%, comparadas análogamente con los conejos SC y NL.

Se ha estimado que los incrementos tempranos de peso vivo podrían ser resultado de una mejora cuantitativa sobre el carácter de desarrollo en la descendencia, claramente dependiente de la aptitud materna de la nueva estirpe desarrollada, como un factor gradualmente alcanzado a través de Hp sobre los rasgos de crecimiento, tal y como ha sido descrito por Afifi *et al.*,²¹ quienes informaron que en conejos la mayoría de los experimentos de cruza externa vía mestizaje, estaban asociados con los efectos de la heterosis materna sobre la tasa de crecimiento corporal. En los resultados del presente trabajo, la tasa promedio de ganancia de peso diario registrada durante fases idénticas de tiempo, mostró un nivel de respuesta de crecimiento similar, al obtener porcentajes superiores durante el periodo de 45-60 días, en donde los conejos híbridos HN fueron tasados en 20.29% por encima del SC, y 10.99% superior a los NL. Dicha tendencia fue subsecuentemente inferior en el periodo de 60-75 días, en el cual aunque se registraron figuras significativamente superiores de 15.82% *versus* el conejo de raza SC y de 13.40% para el NL, no se detectaron diferencias significativas entre los valores de peso registrados entre ambas razas (Cuadro 2).

Respecto a la ganancia diaria promedio de peso correspondiente al periodo de 75-90 días, se registró un valor de crecimiento negativo de -1.98% para el conejo híbrido HN, al ser comparado con el subgrupo NL, aun cuando dicho valor fue ligeramente superior al SC, alcanzando un modesto 9.88%. Adicionalmente, se registró una diferencia significativa de 11.79% entre los subgrupos de conejos de las razas SC y NL.

La comparación neta de la ganancia diaria promedio de peso, determinada para el periodo de los 45-90 días, mostró diferencias significativas entre los valores de los tres subgrupos (Cuadro 2), donde el conejo híbrido HN ostentó valores superiores de 15.29% y 6.35%, en comparación con lo alcanzado por las razas SC y NL, independientemente de que existió una ganancia significativa diaria sobre el promedio de peso de 8.45%, determinada entre las líneas paternas, que a

crossbred does produce more milk to nurse and provide for their kits than purebreds, thus ensuring a better growth of their litters superior to purebred does.²⁴

It has been estimated also that the final live weight parameter, recorded as significant at 90 days for the SC and IR rabbits, but registered higher in hybrid descendants (HB) than in the parental groups themselves, may be an effect of the indirect consequence of a strong natural selection via genetic variation (Figure 1). The latter could be linked to the resistance in hosts to most parasites and bacteria, a well-known attribute between and within animal breeds usually referred to as of multifactorial in nature.²⁵ Even though the majority of farm animals are usually classified as susceptible or resistant to disease, in this study the breeding stock was selected by its innate-high resistance to the most common diseases of rabbits.^{9,26}

In this research, the kind of deliberate selection put into practice led to a health outcome consistent with Nicholas,²⁵ who more broadly explained that the effectiveness of artificial selection should be deemed limited unless humoral defenses could be measured continuously by DNA markers, in order to determine specific resistance, approach viewed as a desirable methodology capable of detecting specific genes contributing to genetic variation in resistance. This current technique is observed also by many researchers as highly desirable toward long term studies.

In relation to seasonal effects, this study showed no differences in contrast with what has been published by other authors. For example, Chineke²⁷ reported that this influence may be a source of variation especially during the summer and particularly affecting the average weight of the litters and their weight at birth.

Conclusion

This comparative study revealed that the black-coated hybrid rabbits (HB), developed through crossbreeding and line breeding, proved to be superior than the local indigenous and the foreign Soviet Chinchilla rabbits on the basis of live weight at 60, 75 and 90 days of age, live weight gain and also over the average daily weight gain during the 45-60, 60-75 and 45-90 day periods, fulfilling one of the most important goals of deliberate selection aimed at improving reproductive traits of the newly developed genetic line of rabbits.

Acknowledgements

Special thanks to the director of the Indian Council for Research in Agriculture (ICAR - RCNEHR), and the Chief of the Division of Animal Production for providing all necessary support and facilities to carry out

su vez mantuvieron una tasa de crecimiento razonable y continua a través de todo el periodo.

Los valores relativos a la ganancia total de peso vivo, así como del peso vivo final, fueron consistentes con efectos aditivos positivos en la progenie híbrida HN, en la cual existió una superioridad significativa en el desarrollo de este estudio; asimismo, es de interés que la progenie híbrida HN no sólo compensó su peso vivo inicial a los 45 días, sino que paralelamente, superó dicho peso considerablemente (Cuadro 1). Este desempeño superior podría atribuirse, entre otros factores, a una enérgica influencia materna relacionada con la producción láctea, lo que favoreció una mejora progresiva de los parámetros de crecimiento en las etapas tempranas, probablemente regulado por efectos genéticos directos, mientras que durante algunas etapas transitorias, se observó que los efectos genéticos maternos fueron inferiores, pero mejorando moderadamente en los descendientes híbridos HN, cuya progenie obtuvo un mejor desempeño al contar con el conejo CS como sementales de línea, de ahí el notorio peso superior a los 90 días. Estos resultados concuerdan con el trabajo de Orengo *et al.*,²² que describen la forma en que los efectos maternos pueden ser considerados de orden bajo, a excepción del peso corporal al destete.

Adicionalmente, se estima que la modesta mejora sobre los caracteres cuantitativos puede estar relacionada con la aptitud materna de la raza recién desarrollada, como una habilidad gradualmente adquirida vía heterosis positiva, vinculada con el rasgo de crecimiento corporal; tal argumento está igualmente validado por autores como Afifi *et al.*²¹ y Khalil *et al.*,²³ quienes informan que la mayoría de los experimentos de cruza externas vía mestizaje se relacionaron con efectos heteróticos sobre el crecimiento, debido a que estos trabajos destacan que dichas conejas tienden a producir más leche durante la lactancia, procurando así un mejor crecimiento de sus camadas, superior al de los propios vientres pura-sangre.²⁴

Se ha estimado que para el parámetro peso vivo final registrado como significativo a los 90 días para las razas CS y NL pero registrado superior en la descendencia híbrida HN que en los propios grupos de fundación, ello puede ser consecuencia indirecta de una fuerte selección natural vía variación genética (Figura 1).

Esto último podría estar relacionado con la resistencia de los huéspedes para la mayoría de parásitos y bacterias, como un atributo bien conocido entre y dentro de las razas de animales, y referido como de naturaleza multifactorial.²⁵ Aun cuando la mayoría de los animales de granja son usualmente clasificados como resistentes o susceptibles a la enfermedad, en este estudio el grupo de fundación tuvo que ser seleccionado debido a su innata y elevada resistencia a las enfermedades más comunes de los conejos.^{9,26}



FIGURA 1. Conejo híbrido de capa negra, desarrollado por la Sección de Ciencia Animal, Indian Council of Agricultural Research (ICAR) Research Complex for Goa, Ela Old Goa-403402, Goa, India. Fotografía cortesía del Dr. Samir K. Das.

FIGURE 1. Black-coated hybrid rabbit developed by the Animal Science Section, Indian Council of Agricultural Research (ICAR) Research Complex for Goa, Ela Old Goa-403402, Goa, India. Photography: courtesy of Dr. Samir K. Das.

this work through its Research Complex in Goa, north-eastern mountainous region of Meghalaya, India.

References

1. SANFORD JC. Notes on the History of the Rabbit. *J Appl Rabbit Res* 1992; 5:1-28.
2. PATTON NM, HAGEN KW, GORHAM JR, FLATT RE. Domestic Rabbits: Diseases and Parasites. PNW 310-E. Oregon State University Extension Service, Washington State University Cooperative Extension, the University of Idaho Cooperative Extension System, and the U.S. Department of Agriculture Cooperating. 2008; 3-4.
3. EL-RAFFA AM. Rabbit Production in Hot Climates. Proceedings of the 8th Congress of the World Veterinary Rabbit Association (WRSA); 2004 Sept 7-11; Puebla (Mexico): The Association, 2004:1172-1180.
4. LUKEFAHR SD, CHEEKE PR. Rabbit Project Planning Strategies for Developing Countries. I Practical Considerations. *Livest Res Rural Dev* 1990;2:2-7.
5. CAMPOS AP, DE ROCHAMBEAU H, ROUVIER R, POURJARDIEU B. The Mexican program of selection in rabbits: objectives and first results. Proceedings of the 2nd World Rabbit Congress; 1980 April 14-18; Barcelona, Spain: World Rabbit Science Association, 1980:263-273.
6. LUKEFAHR SD, GOLDMAN MA. Technical assessment of production and economic aspects of small-scale rabbit farming in Cameroon. *J Appl Rabbit Res* 1985; 8:126-135.
7. MC NITT. The rabbit as a domestic meat source in Malawi. *J Appl Rabbit Res* 1980; 3:5-11.

En este estudio, el tipo de selección deliberada condujo a resultados de salud concordantes con Nicholas,²⁵ quien explicó, de manera más amplia, que la efectividad de la selección artificial debe considerarse limitada, a menos que las defensas humores pudieran ser medidas continuamente mediante marcadores de ADN para determinar la resistencia específica, metodología deseable capaz de detectar qué genes específicos contribuyen a la variación genética para la resistencia, técnica actual observada por muchos investigadores y una manera deseable de abordar futuros estudios de largo plazo.

En relación con los efectos estacionales, este estudio no mostró diferencias en contraste con lo publicado por otros autores. Por ejemplo, Chineke²⁷ informó que esta influencia puede constituir una fuente de variación especialmente durante el verano, afectando particularmente el peso promedio de las camadas y su peso al nacimiento.

Conclusión

El presente estudio comparativo reveló que los conejos de capa negra híbridos (HN), desarrollados a través de mestizaje y consanguinidad controlada de línea única, resultaron ser superiores que los conejos de la razas nativa local (NL) y el exótico de raza Chinchilla Soviético (CS), sobre la base de peso vivo a los 60, 75 y 90 días de edad, ganancia de peso vivo y, paralelamente, sobre la ganancia media diaria de peso durante los periodos de 45-60, 60-75 y de 45-90 días de edad, cumpliéndose una de las metas más importantes de la selección deliberada, tendiente a mejorar los rasgos reproductivos de la nueva estirpe genética desarrollada.

Agradecimientos

Se agradece al director del Consejo Indio de Investigación en Agricultura (ICAR-RCNEHR) y al Jefe de la División de Producción Animal, por todas las facilidades brindadas para la realización de la presente investigación a través de su Complejo de Investigación en Goa, región montañosa noreste de Meghalaya, India.

8. MILNE G. A first-hand look at Chinese rabbit production. *J Appl Rabbit Res* 1982; 5:54-60.
9. HARCOURT-BROWN F, NIGEL H. Infectious Diseases of Domestic Rabbits. In: HARCOURT-BROWN F, NIGEL H, editors. Textbook of Rabbit Medicine. 3rd ed. Philadelphia, PA: Elsevier Science, 2004:361-385.
10. OKE UK, IHEANOCHO VC. Effect of breed and breeding system on reproductive performance of rabbits in a humid tropical environment. *Trop Subtrop Agroecosystems* 2001; 14:369-373.

11. India Meteorological Department [homepage on the Internet]. Pune, Maharastra, India: IMD Introduction Bulletin. [Updated 2007 June 16] [Cited 2011 Aug 31]. Available from URL: <http://www.imdpune.gov.in/index.html>
12. AOAC. Official Methods of Analysis. 18th ed. Washington DC, USA: Association of Analytical Chemists, 2005.
13. SNEDECOR GW, COCHRAN WG. Statistical Methods. 8th ed. Calcutta, India: Oxford and IBH Pub. Company; 1985.
14. LUKEFAHR SD, HOHENBOKEN WD, CHEEKE PR, PATTON NM. Characterization of straightbred and crossbred rabbits for milk production and associative traits. *J Anim Sci* 1983; 57:1100-1106.
15. HASSANIEN HHM, BAIOMY AA. Effect of breed and parity on growth performance, litter size, litter weight, conception rate and semen characteristics of medium size rabbits in hot climates. *Egypt Poult Sci J* 2011; 31-45.
16. HERNANDEZ P, ARIÑO B, PLA M, BLASCO A. Comparison between rabbit lines for sensory meat quality. In: Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production; 2006 Augusto 13-18; Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Belo Horizonte, MG, Brazil: WCGALP, 2006:13-14.
17. DE SOUZA TR, GOMES DA, CRUZ A, SILVA DE OLIVEIRA T. Processamento e aceitação sensorial do hambúrguer de coelho (*Orytolagus cuniculus*). Processing and sensorial acceptance of rabbit hambúrguer. *Ciênc Tec Alim Campinas* 2007; 27:633-636.
18. MAROUNEK M, SKRIVANOVA V, DOKOUPILOVA A, CZAUDERNA M, BERLADYN A. Meat quality and tissue fatty acid profiles in rabbits fed diets supplemented with conjugated linoleic acid. *Vet Med* 2007; 52:552-561.
19. OMOJOLA AB, ADESEHINWA OK. Meat Characteristics of Scalded, Singed and Conventionally Dressed Rabbit Carcasses. *WJ Zool* 2006;1: 24-29.
20. MEDELLIN M F, LUKEFAHR S D. Breed and heterotic effects on postweaning traits in Altex and New Zealand White straightbred and crossbred rabbits. *J Anim Sci* 2011; 79:1173-1178.
21. AFIFI EA, KHALIL MH, KHADR AF, YOUSSEF YM. Heterosis, maternal and direct effects for post-weaning growth traits and carcass performance in rabbit crosses. *J Anim Breed Genet* 1994; 111:138-147.
22. ORENGO J, PILES M, RAFEL O, RAMON J, GOMEZ EA. Crossbreeding parameters for growth and feed consumption traits from a five diallel mating scheme in rabbits *J Anim Sci* 2009;87:1896-1905.
23. KHALIL MH, AFIFI EA, YOUSSEF YM, KHADR AF. Heterosis, maternal and direct genetic effects for litter performance and reproductive intervals in rabbit crosses. *World Rabbit Sci* 1995; 3:99-105.
24. IYEGHE-ERAKPOTOBOR GT, BALOGUN RO, ABDUL-MALIK ME, ADEYINKA IA. Influence of breed and environmental factors on litter parameters of rabbits raised in a semi-humid environment. *Niger J Anim Prod* 2001;28:14-19.
25. NICHOLAS FW. Hosts, Parasites and Pathogens. In: NICHOLAS FW, editor. Introduction to Veterinary Genetics. 2nd ed. Malden, MA: Blackwell Publishing Inc., 2003:159-172.
26. PATTON NM, HAGEN KW, GORHAM JR, FLATT RE. Domestic Rabbits: Diseases and Parasites. PNW 310-E. Oregon State University Extension Service, Washington State University Cooperative Extension, the University of Idaho Cooperative Extension System, and the U.S. Department of Agriculture Cooperating, 2008;7-14.
27. CHINEKE CA. Evaluation of rabbit breeds and crosses for pre-weaning reproductive performance in humid tropics. *J Anim Vet Adv* 2006;5:528-537.