

The Cuban Brown rabbit breed. Characterization of reproductive performance in western Cuba

La raza cunícula Pardo cubano. Caracterización del comportamiento reproductivo en el occidente de Cuba

Yoleisy García Hernández, Raquel E. Ponce de León Sentí, Yusleiby Rodríguez Calvo and D. García Quiñonez

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba
Email: yoleisyg@ica.co.cu

Yoleisy García Hernández: <https://orcid.org/0000-0002-2601-895X>,

Raquel E. Ponce de León Sentí: <https://orcid.org/0000-0001-8632-7036>,

Yusleiby Rodríguez Calvo: <https://orcid.org/0000-0002-8478-4433>

D. García Quiñonez: <https://orcid.org/0000-0001-9155-1040>

To characterize the reproductive performance of the Cuban Brown Creole rabbit breed, 7,488 mating, 5,876 born litters, 5,601 live litters and 3,567 weaned litters were used between 2014 and 2018. The traits fertility, total and live born, viability at birth and at weaning, number of weaned, litter weigh and individual at weaning were studied. Statistical analysis was performed with the SAS statistical package. The statistic general mean, coefficient of variation and standard deviation were determined. The influence of the trimester (4 classes) and the year (5 levels) was analyzed with a mixed generalized linear model, whose random effect was the breeder in each mating/ kindling. Pearson correlations were also calculated between the studied traits. It was shown that the reproductive performance of this breed was affected by the trimester ($P < 0.05$) and the year ($P < 0.0001$). The 75 % of the characters showed better performance, when the mating and kindling occurred in the first trimester with respect to the third. The effect of the year showed the influence on the conditions of each year, with maximum expression in 2014. The trait live born was the most stable in time, an advantageous performance for the prolificacy of this breed. High correlations (+0.80) were found between total and live born, and between the weaned number and the litter weight. The reproductive performance of this breed is conditioned by environmental factors, so by improving its management, its productivity can be increased and a sustainable use of this zoogenetic resource can be made.

Key words: *rabbits, local breed, reproduction, environmental effects.*

The characterization and monitoring of zoogenetic resources is one of the strategic priorities for their conservation and use. This is because genetic resources for feeding and agriculture (GRFA) are essential to maintain and improve food production, as well as being an essential tool in adapting to the effects of climate change (Scherf and Pilling 2015). Due to the availability of a wide variety of breeds with different adaptation characteristics, the locally adapted ones, which are among the most threatened, can be used to obtain more productive animals (Bélanger and Pilling 2019).

In Cuba, the Cuban brown rabbits breed is considered a creole breed, which has an in situ conservation strategy, which is based, fundamentally, on its use in

Para caracterizar el comportamiento reproductivo de la raza cunícula criolla Pardo cubano se utilizaron 7488 montas, 5876 camadas nacidas, 5601 camadas vivas y 3567 camadas destetadas, entre 2014 y 2018. Se estudiaron los rasgos fertilidad, nacidos totales y vivos, viabilidad al nacer y al destete, número de destetados, peso de la camada e individual al destete. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SAS. Se determinaron los estadígrafos media general, coeficiente de variación y desviación estándar. La influencia del trimestre (4 clases) y el año (5 niveles) se analizó con un modelo lineal generalizado mixto, cuyo efecto aleatorio fue la reproductora en cada monta/parto. También se hallaron las correlaciones de Pearson entre los rasgos estudiados. Se demostró que el comportamiento reproductivo de esta raza se afectó por el trimestre ($P < 0.05$) y el año ($P < 0.0001$). El 75 % de los caracteres presentaron mejor comportamiento, cuando las montas y partos se produjeron en el primer trimestre con respecto al tercero. El efecto del año dejó ver la influencia de las condiciones de cada año, con máxima expresión en el 2014. El rasgo nacidos vivos fue el más estable en el tiempo, comportamiento ventajoso para la prolificidad de este racial. Altas correlaciones (+0.80) se encontraron entre los nacidos totales y vivos, y entre el número de destetados y el peso de la camada. El comportamiento reproductivo de esta raza está condicionado por factores ambientales, por lo que al mejorar su manejo se puede incrementar su productividad y hacer un uso sostenible de este recurso zoogenético.

Palabras clave: *conejos, raza local, reproducción, efectos ambientales.*

La caracterización y seguimiento de los recursos zoogenéticos es una de las prioridades estratégicas para su conservación y utilización. Esto obedece a que los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (RGAA) son esenciales para mantener y mejorar la producción de alimentos, además de ser una herramienta esencial en la adaptación a los efectos del cambio climático (Scherf y Pilling 2015). Por la disponibilidad de una amplia variedad de razas con diferentes características de adaptación, las localmente adaptadas, que se hallan entre las más amenazadas, se pueden utilizar para obtener animales más productivos (Bélanger y Pilling 2019).

En Cuba, la raza de conejos Pardo cubano se considera una raza criolla, que tiene una estrategia de conservación in situ, que se basa, fundamentalmente, en su uso en

family rearing systems and genetic reserve preserves, as is the case with most of local rabbit breeds (Oficina Cubana de los Recursos Zoogenéticos 2014). However, about this breed there are few reports of its reproductive performance, reported only for the eastern part of the country by Valliant (2012). When considering what was stated by Abdel-Kafy *et al.* (2018), the characterization of this zoogenetic resource is a priority for the identification and improvement of its management, as well as to facilitate its conservation, especially when the current populations of western Cuba are the result of the repopulating process of genetic centers after the last scourge of the viral rabbit hemorrhagic disease (VRHD), which considerably reduced their numbers (Dihigo and Ponce de León 2006).

The reproductive traits are the most important economic characteristics in the development of any rabbit breed and in its improvement program for intensive meat production, so they are essential in the profitability of this breeding. Therefore, the objective of this study was to characterize the reproductive performance of the local Cuban Brown breed in a genetic unit from the western Cuba.

Materials and Methods

To characterize the reproductive performance of the Cuban Brown breed, information was taken from 7,488 mating, 5,876 born litters, 5,601 litters born alive and 3,567 weaned litters, produced in the rabbit genetic unit from Mayabeque province, in western Cuba, from 2014 to 2018. The sheds or buildings are made of masonry, 12 m wide by 50 m long, and gabled fiber cement roofs.

Herd management. The animals intake commercial feed as meal (17-18 % of crude protein, 10 -10.8 MJ of digestible energy and 6 -10 % of crude fiber), which was mixed with wheat bran at the time of being supplied, obtaining a bulky food, feasible to scratch, which did not meet the animal requirements. This supplied food showed 70 % of the requirement, according to the category. In addition, forage from medium to low quality, primarily king grass (*Cenchrus purpureus*), was offered *ad libitum*. Water and feed were daily offered in terracotta pots. The breeders complied with the phenotypic characteristics of the breed, described by Pons *et al.* (2013).

The mating was natural during the early hours of the morning, once the heat status of the breeder was verified by observing the color and turgor of the vulva, following the rotational mating scheme between family lines within the same breed. The verification of gestation was performed by palpation, at 14-15 d post-mating. At 28 d of proven gestation, wooden nests were placed in the cages of the breeders, until 15 d postpartum. At killings, live animals (DA) and dead animals were counted, whose sum represented the total born (TB). Litters were not regrouped at birth

sistemas de crianza familiar y cotos de reservas genéticas, como ocurre con la mayoría de las razas de conejos locales (Oficina Cubana de Recursos Zoogenéticos 2014). Sin embargo, sobre este racial son escasos los reportes de su comportamiento reproductivo, informados solo para el oriente del país por Valliant (2012). Al considerar lo señalado por Abdel-Kafy *et al.* (2018), constituye una prioridad la caracterización de este recurso zoogenético para la identificación y mejora de su manejo, así como para facilitar su conservación, máxime cuando las poblaciones actuales del occidente de Cuba son el resultado del proceso de la repoblación de los centros genéticos tras el último azote de la enfermedad vírica hemorrágica del conejo (EVHC), que redujo considerablemente sus efectivos (Dihigo y Ponce de León 2006).

Los caracteres reproductivos constituyen las características económicas más importantes en el desarrollo de cualquier raza cunicula y en su programa de mejora para la producción de carne intensiva, por lo que son esenciales en la rentabilidad de esta crianza. Por ello, el objetivo de este trabajo es caracterizar el comportamiento reproductivo de la raza local Pardo cubano en una unidad genética del occidente de Cuba.

Materiales y Métodos

Para caracterizar el comportamiento reproductivo de la raza Pardo cubano se tomó la información de 7488 montas, 5876 camadas nacidas, 5601 camadas nacidas vivas y 3567 camadas destetadas, producidas en la unidad genética cunicula de la provincia Mayabeque, en el occidente de Cuba, del 2014 al 2018. Los galpones o naves son de mampostería, de 12 m de ancho por 50 m de largo, y techos de fibrocemento de dos aguas.

Manejo del rebaño. Los animales consumieron pienso comercial en forma de harina (17-18 % de proteína bruta, 10 -10.8 MJ de energía digestible y 6 -10 % de fibra bruta), que se mezcló con salvado de trigo en el momento de ser suministrado, obteniéndose un alimento voluminoso, factible al escarbe, que no cumplió los requerimientos del animal. Este alimento suministrado representó 70 % del requerimiento, según la categoría. De forma adicional, se ofertó a voluntad forrajes de gramíneas de mediana a baja calidad, fundamentalmente de king grass (*Cenchrus purpureus*). El agua y el pienso se ofrecieron diariamente en pozuelos de barro cocido. Los reproductores cumplieron con las características fenotípicas de la raza, descritas por Pons *et al.* (2013).

La monta fue natural durante las horas tempranas de la mañana, una vez que se verificó el estado de celo de la reproductora por observación del color y turgencia de la vulva, siguiendo el esquema de apareamiento rotacional entre troncos familiares dentro de la misma raza. La verificación de la gestación se realizó por palpación, a los 14-15 d posmonta. A los 28 d de gestación comprobada, se colocaron nidales de madera en las jaulas de las reproductoras, hasta los 15 d posparto. Al parto se contaron los animales vivos (NV) y los muertos,

so as not to affect the genealogy of animals. Weaning occurred at 35 d of age of the young rabbits, the number of weaned females and males were counted, the sum of which resulted in the weaned number per kindling (WN) and the litters were weighed LW35. The next mating were carried out from eleven days postpartum, which corresponds to a semi-intensive system.

From the controlled variables, others were calculated, such as fertility (FERT), all or nothing character (FERT = 0 when mating was not effective and FERT = 1 when the breeder became pregnant and gave birth), viability at born (VIABB = DA/TB*100) and at weaning (VIABW = WN/DA*100). With the litters weight (LW35) the individual weight at 35 d (INDW35) was determined using the formula $INDW35 = (LW35/WN)$.

Statistical analysis. The trimester and year factors were determined to characterize the reproductive performance of this Creole breed on all the traits to be studied (FERT, TB, LB, VIABB, WN, VIABW, LW35 and INDW35). The statistical package SAS (Statistical Analysis System) version 9.3 (2013) was used for this. Using the PROC MEANS, the statistics were determined: general mean, coefficient of variation (CV) and standard deviation (SD), to know the performance of these characters.

A mixed generalized linear model was applied to all the traits under study with the help of the PROC GLIMMIX and repeated measures, which considered the four trimesters (January-March, April-June, July-September and October-December) and the five years (2014, 2015, 2016, 2017 and 2018) as sources of variation of fixed effects. For the FERT the trimester and year of mating were considered, while for the rest, the trimester and year of kindling. In addition, the random effect of the breeder was considered, with repeated records in each reproductive event for fertility and number of kindling for the other traits, since they were females from different kindling. The variance-covariance structure was toeplitz. Once the distribution of the data was determined using the proc severity, the binomial distribution was applied, for the FERT, VIABB and VIABW traits, while for the other characters the gamma distribution and the log link function were used. In all cases, Tukey's multiple comparison test of means, modified by Kramer (Kramer 1956), was used to determine the differences between means.

To find the phenotypic correlations (Pearson correlations) between the reproductive traits TB, LB, VIABB, WN, VIABW, LW35 and INDW35, the database with information from the weaned litters (3,567 observations) and the PROC CORR, also from the SAS was used.

Results and Discussion

The descriptive statistics of the performance of the reproductive traits of the studied population are

cuya suma representó a los nacidos totales (NT). No se procedió a reagrupar las camadas al nacer para no afectar la genealogía de los animales. El destete se produjo a los 35 d de edad de los gazapos, se contaron la cantidad de hembras y machos destetados, cuya suma resultó el número de destetados por parto (ND) y se pesaron las camadas PCAM35. Las próximas montas se realizaron a partir de los once días posparto, lo que se corresponde con un sistema semi-intensivo.

A partir de las variables controladas se calcularon otras, como la fertilidad (FERT), carácter de todo o nada (FERT=0 cuando la monta no fue efectiva y FERT=1 cuando la reproductora quedó gestante y parió), la viabilidad al nacer (VIABN=NV/NT*100) y al destete (VIABD= ND/NV*100). Con el peso de las camadas (PCAM35) se determinó el peso individual a los 35 d (PIND35) mediante la fórmula $PIND35 = (PCAM35/ND)$.

Análisis estadístico. Se determinaron los factores trimestre y año, para caracterizar el comportamiento reproductivo de esta raza criolla sobre todos los rasgos a estudiar (FERT, NT, NV, VIABN, ND, VIABD, PCAM35 y PIND35). Se empleó para ello el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.3 (2013). Mediante el PROC MEANS se determinaron los estadígrafos: media general, coeficiente de variación (CV) y desviación estándar (DS), para conocer el comportamiento de dichos caracteres.

A todos los rasgos en estudio se les aplicó un modelo lineal generalizado mixto con ayuda del PROC GLIMMIX y medidas repetidas, que consideró como fuentes de variación de efectos fijos a los cuatro trimestres (enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre y octubre-diciembre) y los cinco años (2014, 2015, 2016, 2017 y 2018). Para la FERT se consideraron el trimestre y año de monta, mientras que para el resto, el trimestre y año de parto. Además, se contempló el efecto aleatorio de la reproductora, con registros repetidos en cada evento reproductivo para la fertilidad y número de parto para los otros rasgos, por tratarse de hembras de diferentes partos. La estructura de varianza-covarianza fue toeplitz. Una vez determinada la distribución de los datos mediante el proc severity, se aplicó la distribución binomial, para los rasgos FERT, VIABN y VIABD, mientras que para los demás caracteres se usó la distribución gamma y la función de enlace log. En todos los casos, se empleó la dócima de comparación múltiple de medias de Tukey, modificada por Kramer (Kramer 1956) para determinar las diferencias entre medias.

Para hallar las correlaciones fenotípicas (correlaciones de Pearson) entre los rasgos reproductivos NT, NV, VIABN, ND, VIABD, PCAM35 y PIND35 se usó la base de datos con información de las camadas destetadas (3567 observaciones) y el PROC CORR, también del SAS.

Resultados y Discusión

Los estadígrafos descriptivos del comportamiento de los rasgos reproductivos de la población estudiada se presentan en la tabla 1. La fertilidad promedio registrada

showed in table 1. The average fertility recorded for this breed in the West exceeds by ten percentage units the values reported for this same breed in eastern Cuba (Valliant 2012) and that of the California, Chinchilla, New Zealand, Semigigante and Caoba pure breeds in different studies. (Ponce de León *et al.* 1999, 2002, 2003b and García *et al.* 2020). However, these breeds have advantages over the Cuban Brown for the TB, LB, VIABB and WN traits, although these means had similar values with respect to those reported by Valliant (2012) for this same breed in the eastern region.

para esta raza en el occidente supera en diez unidades porcentuales los valores informados para este mismo racial en el oriente de Cuba (Valliant 2012) y al de las razas puras California, Chinchilla, Nueva Zelanda, Semigigante y Caoba en diferentes estudios (Ponce de León *et al.* 1999, 2002, 2003b y García *et al.* 2020). Sin embargo, estas razas tienen ventajas con respecto al Pardo cubano para los rasgos NT, NV, VIABN y ND, aunque dichas medias tuvieron valores similares con respecto a las informadas por Valliant (2012) para esta misma raza en la región oriental.

Table 1. Descriptive statistics of the reproductive performance of the local Cuban Brown breed

Traits	Number	General mean	Standard deviation	Coefficient of variation %
FERT, %	7488	81.53	38.81	47.60
TB, number	5876	5.42	1.58	29.15
LB, number		4.95	1.89	38.32
VIABB, %		90.04	24.58	27.30
WN, number	5601	2.38	2.20	92.21
VIABW, %		45.91	39.22	85.44
LW35, g	3567	2025.00	895.00	44.00
INDW35, g		552.00	73.00	13.00

Viability to weaning (VIABW) was lower than 50 %. This result may have had an impact on the simultaneous gestation and lactation, as a consequence of the reproductive rhythm used (semi-intensive), and that the animals were given a food that did not fulfill their requirements. According to Szendrő *et al.* (2019), under these conditions, the food must fulfill the requirements, necessarily, to avoid competition between the development of the new litter and the milk production for the lactating young rabbits. One way to avoid this would be to increase the energy levels in the breeder's diet to guarantee the obtaining of a new litter, without the loss of the other (Pascual *et al.* 2013), or to make modifications to the reproductive rhythm in the case of large litters (over 6 young rabbits) and underweight females, with mating 25-30 d postpartum and weaning between 40 and 45 d.

The litter weight (LW35) and individual weight (INDW35) at weaning is also similar to that reported for the population studied by Valliant (2012) in eastern Cuba, where temperatures are higher between one and three degrees Celsius (INSMET 2018). The Caoba, one of the breeds that is considered to have participated in the origin of the Cuban Brown genotype, had a general mean for the litter weight of 2,232 g, but similar individual weight (554 g) according to a study by Ponce de León *et al.* (1999). For the California, Chinchilla and New Zealand breeds, García (2019) registered upper means of litter weights with 2,699 g and 635 g for each young rabbit.

La viabilidad hasta el destete (VIABD) fue inferior al 50 %. En este resultado pudo haber incidido que se simultaneó la gestación y la lactancia, como consecuencia del ritmo reproductivo empleado (semi-intensivo), y que a los animales se les suministró un alimento que no cubrió sus requerimientos. Según Szendrő *et al.* (2019), en estas condiciones, el alimento debe cumplir los requerimientos, necesariamente, para evitar una competencia entre el desarrollo de la nueva camada y la producción de leche para los gazapos lactantes. Una forma de evitar esto sería incrementar los niveles de energía en la dieta de las reproductoras para garantizar la obtención de una nueva camada, sin la pérdida de la otra (Pascual *et al.* 2013), o realizar modificaciones al ritmo reproductivo en el caso de camadas grandes (mayores de 6 gazapos) y hembras con bajo peso, con montas a los 25-30 d posparto y destete entre 40 y 45 d.

El peso de la camada (PCAM35) e individual (PIND35) al destete también es semejante al informado para la población estudiada por Valliant (2012) en el oriente de Cuba, donde las temperaturas son superiores entre uno y tres grados Celsius (INSMET 2018). La Caoba, una de las razas que se considera haber participado en el origen del genotipo Pardo cubano, tuvo una media general para el peso de camada de 2232 g, pero similar peso individual (554 g) según estudio de Ponce de León *et al.* (1999). Para las razas California, Chinchilla y Nueva Zelanda, García (2019) registró medias superiores de peso de la camada con 2699 g y 635 g para cada gazapo.

La superioridad de otras razas evaluadas en Cuba

The superiority of other breeds evaluated in Cuba with respect to the Cuban Brown may be given by the improvement processes to which their populations have been subjected at different times, since the beginning of rabbit breeding in the country (Ponce de León 2010). Meanwhile, the Cuban Brown genotype is incorporated into the work of genetic improvement as a pure breed and inbreeding control in western conditions, in 2014. In this regard, Kumaresan *et al.* (2011) pointed out that the sustained selection of a breed for particular environments is essential to obtain satisfactory productive results. However, when analyzing the average performance of the reproductive traits of this breed in the five years of study, a certain advantage is recognized with the use of this genotype for fertility and pre-weaning growth traits (LW35 and INDW35).

The reproductive performance of this creole breed is influenced by the environmental effects of the trimester ($P < 0.05$) and year of kindling ($P < 0.0001$), in correspondence with that described for the species by Lebas *et al.* (1996). This result agrees with the effects identified by a group of authors (Ponce de León *et al.* 2003a, b, Vásquez *et al.* 2007, Valliant 2012 and García *et al.* 2020) for different rabbit breeds, as causes of variation that affect the zootechnical performance of reproductive traits. These effects are a consequence of the reproductive and nutritional management imposed on the animals, and also of the differences in environmental conditions between the kindling seasons (Apori *et al.* 2014).

The effect of the trimester in which kindling occurred on the studied traits is shown in table 2. Of the eight indicators studied, 75 % (FERT, TB, LB, WN, LW35 and INDW35) reached the highest values, when the mating and kindling occurred in the first trimester of the year (January-March), when temperatures are lower and favor the reproductive process (Ogunjimi *et al.* 2008 and Askar and Ismail 2012). In accordance with that stated by Asemota *et al.* (2017), under the climatic conditions of the tropics the reproductive potential in rabbits is limited. This is accentuated during the summer months (July-September), due to the fact that the animals are exposed to average temperatures higher than those of

con respecto al Pardo cubano puede estar dada por los procesos de mejora a que han estado sometidas sus poblaciones en distintos momentos, desde el comienzo de la cunicultura en el país (Ponce de León 2010). En tanto, el genotipo Pardo cubano se incorpora al trabajo de mejora genética como raza pura y control de la consanguinidad en las condiciones del occidente, en el año 2014. Al respecto, Kumaresan *et al.* (2011) señalaron que la selección sostenida de una raza para ambientes particulares es esencial para obtener resultados productivos satisfactorios. No obstante, al analizar el comportamiento promedio de los rasgos reproductivos de esta raza en los cinco años de estudio, se reconoce cierta ventaja con el uso de este genotipo para los rasgos de fertilidad y crecimiento predestete (PCAM35 y PIND35).

En el comportamiento reproductivo de esta raza criolla influyen los efectos ambientales del trimestre ($P < 0.05$) y año de parto ($P < 0.0001$), en correspondencia con lo descrito para la especie por Lebas *et al.* (1996). Este resultado concuerda con los efectos identificados por un grupo de autores (Ponce de León *et al.* 2003a, b, Vásquez *et al.* 2007, Valliant 2012 y García *et al.* 2020) para distintas razas cunícolas, como causas de variación que afectan el comportamiento zootécnico de los rasgos reproductivos. Estos efectos son consecuencia del manejo reproductivo y nutricional impuesto a los animales, y también de las diferencias en las condiciones medioambientales entre las épocas de parto (Apori *et al.* 2014).

El efecto del trimestre en que ocurrió el parto en los rasgos estudiados se muestra en la tabla 2. De los ocho indicadores estudiados, 75 % (FERT, NT, NV, ND, PCAM35 y PIND35) alcanzaron los valores más altos, cuando las montas y partos se produjeron en el primer trimestre del año (enero-marzo), cuando las temperaturas son más bajas y favorecen el proceso reproductivo (Ogunjimi *et al.* 2008 y Askar e Ismail 2012). De acuerdo con lo señalado por Asemota *et al.* (2017), bajo las condiciones climáticas del trópico se limita el potencial reproductivo en los conejos. Esto se acentúa durante los meses de verano (julio-septiembre), debido a que los animales están expuestos a temperaturas

Table 2. Effect of the trimester on the reproductive traits of the local Cuban Brown breed

Traits	January-March		April-June		July-September		October-December	
	Mean	±SE	Mean	±SE	Mean	±SE	Mean	±SE
FERT, %	88.79 ^a	0.09	84.32 ^b	0.16	83.04 ^c	0.11	88.28 ^{ab}	0.08
TB, number	5.51 ^a	0.04	5.46 ^{ab}	0.05	5.36 ^b	0.04	5.40 ^{ab}	0.05
LB, number	5.30 ^a	0.05	5.15 ^{ab}	0.05	5.12 ^b	0.04	5.19 ^{ab}	0.04
VIABB, %	91.39 ^{ab}	0.03	90.14 ^b	0.04	91.70 ^a	0.03	92.42 ^a	0.04
WN, number	4.25 ^a	0.07	3.42 ^c	0.08	3.62 ^c	0.06	3.96 ^b	0.06
VIABW, %	48.10 ^b	0.07	23.44 ^d	0.06	32.85 ^c	0.06	63.71 ^a	0.07
LW35, g	2485.00 ^a	42.00	1934.00 ^c	44.00	1985.00 ^c	36.00	2184.00 ^b	31.00
INDW35, g	590.00 ^a	3.00	576.00 ^b	4.00	558.00 ^c	3.00	562.00 ^c	2.00

^{a, b, c, d} Means with different superscripts in the same raw differ at $P < 0.05$ (Kramer 1956).

their thermal comfort zone (18-25 °C), which is why physiological mechanisms are developed that cause this deterioration (Marai *et al.* 2007 and Cruz-Bacab *et al.* 2018).

The survival percentage of young rabbits, at kindling (VIABB) and at weaning, (VIABW) was favored during the last trimester of the year (October-December) with respect to the whole of the months of April, May and June, when these traits showed the lowest values. These months coincided with high levels of rainfalls in the province, more than 100 mm (INSMET 2018), and it may be that the young rabbits were not sufficiently protected. This is one of the causes of high mortality, identified by Lebas *et al.* (1996), together with the insufficient feeding of lactating rabbits. In addition, the high temperatures of the summer months cause a reduction in food intake by the breeders. According to Amroun *et al.* (2018), when this happens, the availability of milk for young rabbit decreases during the lactation period and their survival is reduced.

The effect of the year on the reproductive traits studied (table 3) reflects the influence that the specific conditions of each year have on the performance of these characters, mainly due to the great variations in the diet. Ponce de León *et al.* (2003a) and Ortega *et al.* (2014) also reported that the environmental effects of the season (season- kindling year) were important for reproductive traits, with a highly variable performance of the rabbits through the years.

promedio superiores a las de su zona de confort térmico (18-25 °C), por lo que se desencadenan mecanismos fisiológicos que provocan este deterioro (Marai *et al.* 2007 y Cruz-Bacab *et al.* 2018).

El porcentaje de supervivencia de los gazapos, al parto (VIABN) como al destete, (VIABD) se favoreció durante el último trimestre del año (octubre-diciembre) con respecto al conjunto de los meses de abril, mayo y junio, cuando estos rasgos mostraron los valores más bajos. Estos meses coincidieron con altos niveles de precipitaciones en la provincia, más de 100 mm (INSMET 2018), y puede que los gazapos no estuvieran lo suficientemente protegidos. Esta es una de las causas de la alta mortalidad, identificada por Lebas *et al.* (1996), conjuntamente con la insuficiente alimentación de las conejas lactantes. Además, las altas temperaturas de los meses de verano provocan reducción del consumo de alimento por las reproductoras. Según Amroun *et al.* (2018), cuando esto sucede, disminuye la disponibilidad de leche para los gazapos durante el período de lactancia y se reduce la supervivencia de los mismos.

El efecto del año en los rasgos reproductivos estudiados (tabla 3) refleja la influencia que tienen las condiciones específicas de cada año en el comportamiento de estos caracteres, fundamentalmente debido a las grandes variaciones en el régimen alimentario. Ponce de León *et al.* (2003a) y Ortega *et al.* (2014) también informaron que los efectos ambientales de época (estación-año de parto) fueron importantes para los rasgos reproductivos, con un comportamiento muy variable de las conejas a través de los años.

Table 3. Effect of the kindling year on the reproductive traits of the local Cuban Brown breed

Trait	2014		2015		2016		2017		2018	
	Mean	±SE	Mean	±SE	Media	±SE	Mean	±SE	Mean	±SE
FERT, %	90.89 ^a	0.07	87.68 ^b	0.09	85.24 ^{bc}	0.12	82.46 ^c	0.12	86.68 ^{bc}	0.18
TB, number	5.61 ^a	0.06	5.59 ^a	0.05	5.23 ^c	0.05	5.32 ^b	0.04	5.42 ^{ab}	0.05
LB, number	5.35 ^a	0.06	5.23 ^a	0.05	5.07 ^b	0.05	5.09 ^b	0.05	5.20 ^a	0.05
VIABB, %	90.22 ^{bc}	0.05	89.92 ^c	0.04	93.69 ^a	0.04	91.39 ^b	0.04	91.51 ^b	0.04
WN, number	4.57 ^a	0.10	3.56 ^c	0.05	3.33 ^d	0.06	3.78 ^{bc}	0.08	3.95 ^b	0.06
VIABW, %	11.63 ^e	0.05	59.85 ^b	0.07	45.14 ^c	0.08	27.88 ^d	0.06	73.28 ^a	0.06
LW35, g	2960.00 ^a	129.00	1965.00 ^c	30.00	1790.00 ^d	32.00	2137.00 ^{bc}	45.00	2008.00 ^b	29.00
INDW35, g	652.00 ^a	8.00	561.00 ^b	2.00	560.00 ^b	3.00	568.00 ^b	3.00	524.00 ^c	2.00

^{a, b, c, d, e} Means with different superscript in the same raw differ at P < 0.05 (Kramer 1956)

In general, in 2014 the best performance of the studied traits was found, perhaps due to the progressive deterioration of the quality of the food supplied to the animals in the following years, not only due to the lack of raw materials, but also due to their contamination. Inadequate reproductive management, health problems that affected the mass of breeders and the interruption of genetic improvement work between 2016 and 2017 may also have had an impact on these results. This corresponds to what was showed by Lukefahr *et al.* (1983), who affirm that the year is a complex effect, because it involves climatic factors, such as management

De manera general, en el 2014 se encontró el mejor comportamiento de los rasgos estudiados, quizás debido al deterioro progresivo de la calidad del alimento suministrado a los animales en los años siguientes, no solo por el déficit de materias primas, sino por su contaminación. También puede haber incidido en estos resultados el inadecuado manejo reproductivo, los problemas de salud que afectaron a la masa de reproductores y la interrupción de los trabajos de mejora genética entre 2016 y 2017. Esto se corresponde con lo señalado por Lukefahr *et al.* (1983), quienes afirman que el año es un efecto complejo, debido a que involucra factores climáticos, como de manejo y tecnologías de

and production technologies. These results indicate the need to stabilize and improve the nutritional and management environment to increase the productivity of this local or creole breed based on its in situ conservation and achieve productive increases, as showed by Abdel-Kafy *et al.* (2018).

Despite the variations found in the reproductive performance of this breed, it was stated that the trait live born was the most stable in the five years analyzed, indicative of an advantageous performance for the prolificacy of this breed. This performance is similar to that reported by García *et al.* (2020) for California breed, also in western Cuba.

The Pearson correlations between the reproductive traits of the Cuban Brown are shown in table 4. As expected, high, positive and significant correlations were found, with values higher than 0.80 between live born and total born, and between the weaned number and the litter weight at weaning.

producción. Estos resultados indican la necesidad de estabilizar y mejorar el ambiente nutricional y de manejo para aumentar la productividad de esta raza local o criolla en función de su conservación in situ y lograr incrementos productivos, como señalan Abdel-Kafy *et al.* (2018).

A pesar de las variaciones encontradas en el comportamiento reproductivo de este racial, se constató que el rasgo nacidos vivos fue el más estable en los cinco años analizados, indicativo de un comportamiento ventajoso para la prolificidad de esta raza. Este comportamiento es similar al informado por García *et al.* (2020) para la raza California, también en la zona occidental de Cuba.

Las correlaciones de Pearson entre los rasgos reproductivos del Pardo cubano se muestran en la tabla 4. Como era de esperar, se encontraron correlaciones altas, positivas y significativas, con valores superiores a 0.80 entre nacidos vivos y nacidos totales, y entre el número de destetados y el peso de la camada al destete.

Table. 4. Pearson's correlations between the reproductive traits of the local Cuban Brown breed

	TB, number	LB, number	VIABB, %	WN, number	VIABW, %	LW35, g	INDW35, g
TB, number		0.85*	0.01	0.49*	-0.14*	0.46*	-0.11*
LB, number			0.51*	0.60*	-0.14*	0.56*	-0.14*
VIABB, %				0.60*	-0.06*	0.32*	-0.09*
WN, number					0.66*	0.94*	-0.21*
VIABW, %						0.62*	-0.13*
LW35, g							0.12*
INDW35, g							

* $p < 0.0001$

Also positive, but moderate dependencies (0.50 to 0.80), were found among live born with the weaned number and litter weight, as well as between the weaned number and viability at weaning, and between the latter and litter weight at weaning. However, the individual weight at weaning has little link, in the opposite, with the other indicators analyzed, less with the LW35, where the correlation is positive.

The low and negative correlations found in this study between TB, LB and WN with the survival of the young rabbits until weaning (VIABW) presuppose that at higher litter size, the viability is lower. This is due that the food requirements to support large litters were not satisfied, causing this genotype not to achieve high productions until weaning. However, Ponce de León *et al.* (2003a) found mean correlations (0.38 to 0.44) between total and live born with respect to pre-weaning mortality in imported breeds, fed with better quality pelleted feed.

In Nigeria, in a study on the reproductive performance of four rabbits breeds under humid tropic conditions, Fadare and Fatoba (2018) reported Pearson correlations very similar to those recorded here between total born and weaned number, and between the weaned number and the litter weight at weaning, where as one increases

Dependencias también positivas, pero moderadas (0.50 a 0.80), se encontraron entre los nacidos vivos con el número de destetados y el peso de la camada, así como entre el número de destetados y la viabilidad al destete, y entre esta última y el peso de la camada al destete. Sin embargo, el peso individual al destete tiene poco vínculo, en sentido inverso, con los otros indicadores analizados, menos con el PCAM35, donde la correlación es positiva.

Las correlaciones bajas y negativas encontradas en este trabajo entre los NT, NV y ND con la supervivencia de los gazapos hasta el destete (VIABD) presuponen que a un mayor tamaño de la camada, es menor la viabilidad. Esto obedece a que los requerimientos alimentarios para sustentar grandes camadas no se cubrieron, haciendo que este genotipo no logre altas producciones hasta el destete. Sin embargo, Ponce de León *et al.* (2003a) hallaron correlaciones medias (0.38 a 0.44) entre los nacidos totales y vivos con respecto a la mortalidad predestete en razas importadas, alimentadas con pienso peletizado de mejor calidad.

En Nigeria, en un estudio acerca del comportamiento reproductivo de cuatro razas de conejos en las condiciones del trópico húmedo, Fadare y Fatoba (2018) informaron correlaciones de Pearson muy similares a las registradas aquí entre los nacidos totales y el número de

the other increases.

In this study, the advantage that the use of this Creole genotype can have for fertility and pre-weaning growth traits was evidenced, as well as the influence of season effects (trimester and kindling) on the reproductive performance of this breed. The knowledge of these causes of variation is necessary to make fitted in their management, fundamentally in relation to reproduction and feeding, to optimize the performance of traits related to weaning (WN, VIABW and LW35). This, together with the restart of genetic improvement study through selection, will allow increasing the productivity of this breed, conserving it properly and making a more sustainable use of this animal genetic resource in western Cuba.

Acknowledgments

Thanks to the technician Marta Mora Hernández, from Instituto de Ciencia Animal, for her collaboration in preparing the databases used in this study.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interests among them

Author's contribution

Yoleisy García Hernández: Original idea, design of the experiment, data analysis, manuscript writing

Raquel E. Ponce de León Sentí: Design of the experiment, manuscript writing

Yusleiby Rodríguez Calvo: Statistical analysis, manuscript writing

D. García Quiñonez: Conducting the experiment, data base

destetados, y entre el número de destetados y el peso de la camada al destete, donde a medida que se incrementa uno se incrementa el otro.

En este estudio se evidenció la ventaja que puede tener el uso de este genotipo criollo para los rasgos de fertilidad y crecimiento predestete, así como la influencia que tienen los efectos de época (trimestre y año de parto) en el comportamiento reproductivo de este racial. El conocimiento de estas causas de variación es necesario para realizar ajustes en su manejo, fundamentalmente en lo referido a la reproducción y la alimentación, para optimizar el comportamiento de los rasgos relacionados con el destete (ND, VIABD y PCAM35). Esto, conjuntamente con el reinicio del trabajo de mejora genética mediante la selección, permitirá incrementar la productividad de esta raza, conservarla adecuadamente y hacer un uso más sostenible de este recurso zoogenético cunícola en el occidente de Cuba.

Agradecimientos

Se agradece a la técnica Marta Mora Hernández, del Instituto de Ciencia Animal, por su colaboración en la confección de las bases de datos utilizadas en este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflict de intereses

Contribución de los autores

Yoleisy García Hernández: Idea original, diseño de la investigación, análisis de datos, escritura del manuscrito

Raquel E. Ponce de León Sentí: Diseño de la investigación, escritura del manuscrito

Yusleiby Rodríguez Calvo: Análisis estadístico, escritura del manuscrito

D. García Quiñonez: Conducción del experimento, digitalización de la información

References

- Abdel-Kafy, E.M., Ahmed, S.S., El-Keredy, A., Ali, N.I., Ramadan, S. & Farid, A. 2018. "Genetic and phenotypic characterization of the native rabbits in Middle Egypt". *Veterinary World*, 11(8): 1120-1126, ISSN: 2231-0916, DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.1120-1126>.
- Amroun, T.T., Zerrouki-Daoudi, N. & Charlier, M. 2018. "Mortality of young rabbits during lactation period: effect of the kindling season and milk production of females of two genetic types: Synthetic strain and white population". *Livestock Research for Rural Development*, 30(1), Article 14, Available: <http://www.lrrd.org/lrrd30/1/thi30014.html>.
- Apori, S.O., Hagan J.K. & Osei, D. 2014. "The growth and reproductive performance of different breeds of rabbits kept under warm and humid environments in Ghana". *Online Journal of Animal and Feed Research*, 4(3): 51-59, ISSN: 2228-7701.
- Asemota, O.D., Aduba, P., Bello-Onaghise, G. & Orheruata, A.M. 2017. "Effect of temperature humidity index (THI) on the performance of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in the humid tropics". *Archivos de Zootecnia*, 66(254): 257-261, ISSN: 0004-0592, DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v66i254.2330>.
- Askar, A.A. & Ismail, El.I. 2012. "Impact of heat stress exposure on some reproductive and physiological traits of rabbit does". *Egyptian Journal Animal Production*, 49(2): 151-159, ISSN: 2735-3028.
- Bélangier, J. & Pilling, D. 2019. *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome, Italy, 572 pp, ISBN: 978-92-5-131270-4.
- Cruz-Bacab, L.E., Ramírez-Vera, S., Vázquez-García, M.C. & Zapata-Campos, C.C. 2018. "Reproducción de conejos bajo condiciones tropicales, efectos negativos y posibles soluciones". *CienciaUAT*, 13(1): 135-145, ISSN: 2007-7521, DOI: <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.989>.
- Dihigo, L.E. & Ponce de León, R.E. 2006. *The Cuban rabbit production, an alternative for the meat production*. Nowadays situation. *Memorias 3er Congreso de Cunicultura de las Américas*, Maringá, Brasil, pp. 37-40
- Fadare, A.O. & Fatoba, T.J. 2018. "Reproductive performance of four breeds of rabbit in the humid tropics". *Livestock Research for Rural Development*, 30(7), Available: <http://www.lrrd.org/lrrd30/7/delod30114.html>.

- García, D. 2019. Factores que afectan el comportamiento reproductivo y el desarrollo de la camada en tres razas cunícolas. MSc Thesis. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba, p. 72.
- García, D., García, Y., Ponce de León, R.E. & Ginorio, O. 2020. "Performance of the fertility and prolificacy at birth in the current populations of three rabbit breeds in Artemisa, Cuba". Cuban Journal of Agricultural Science, 54(1): 1-10, ISSN: 2079-3480.
- INSMET (Instituto de Meteorología). 2018. Boletín Agrometeorológico Nacional (AGROMET). Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba. ISSN: 1999-8082, Available: <http://www.insmet.cu/AgroBoletin/agro.htm>.
- Kramer, C.Y. 1956. "Extension of Multiple Range Tests to Group Means with Unequal Numbers of Replications". Biometrics, 12(3): 307–310, ISSN: 0006-341X, DOI: <https://doi.org/10.2307/3001469>.
- Kumaresan, A., Pathak, K. A., Chetri, B. & Ahmed, S. K. 2011. "Performance of New Zealand White and Soviet Chinchilla rabbits under agro climatic conditions of Mizoram". Indian Journal of Hill Farming, 24(1): 21-23, ISSN: 2230-7338.
- Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau, H. & Thébault, R.G. 1996. El conejo. Cría y patología. Colección FAO: Producción y Sanidad Animal, No. 19. Roma, Italia, p. 269, ISBN 92-5-303441-6.
- Lukefahr, S.D., Hohenboken, W., Cheeke, P. & Patton, M.N. 1983. "Doe reproduction and preweaning litter performance of straight bred and crossbred rabbits". Journal of Animal Science, 57: 1090-1099, ISSN: 1525-3163, DOI: <https://doi.org/10.2527/JAS1983.5751090X>.
- Marai, I.F.M., Haeb, A.A.M. & Gad, A.E. 2007. "Biological functions in young pregnant rabbit does as affected by heat stress and lighting regime under subtropical conditions of Egypt". Tropical and Subtropical Agroecosystems, 7: 165–176. ISSN: 1870-0462.
- Oficina Cubana de los Recursos Zoogenéticos. 2014. Conservación de los recursos zoogenéticos (RZG) en animales de granja de la República de Cuba. Informe de País. La Habana, República de Cuba, Available: <http://www.fao.org/3/i4787e/i4787s103b.pdf>.
- Ogunjimi, L.A.O., Ogunwande, G.A. & Osunade, J.A. 2008. "Rabbit weight gain, feed efficiency, rectal temperature and respiration rate as affected by building thermal environment in the humid tropical climate of Southwestern Nigeria". Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, X: 14, Manuscript BC 07 008, ISSN: 1682-1130.
- Ortega, E., Becerril-Pérez, C.M., Martínez, A., Rosendo-Ponce, A. & Torres- Hernández, G. 2014. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento reproductivo en conejas Nueva Zelanda, California y Chinchilla. Memorias V Congreso Americano de Cunicultura, Toluca, México, pp. 113-120.
- Pascual, J.J., Savietto, D., Cervera C. & Baselga, M. 2013. "Resources allocation in reproductive rabbit does: a review of feeding and genetic strategies for suitable performance". World Rabbit Science, 21(3): 123-144, ISSN: 1989-8886, DOI: <https://doi.org/10.4995/wrs.2013.1236>.
- Ponce de León, R.E. 2010. La genética cunícola recuento y perspectivas. II Simposio Internacional de Producción de Monogástricos. In: 3er Congreso de Producción Animal, Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba, p. 238.
- Ponce de León, R., Guzmán, G., Pubillones, O., González, J. & Mora, M. 2003a. "Reproductive and pre-weaning performance of purebred imported rabbits". Cuban Journal of Agricultural Science, 37(4): 349–356, ISSN: 2079-3480.
- Ponce de León, R., Guzmán, G., Quesada, M.E., Mora, M. & Febles, M. 2002. "Environmental effects on reproductive and pre-weaning performance of rabbit purebreds". Cuban Journal of Agricultural Science, 36(2): 105-115, ISSN: 2079-3480.
- Ponce de León, R., Guzmán, G., Quesada, M.E., Mora, M. & Febles, M. 2003b. "Comparative reproduction of purebred rabbits in commercial condition". Cuban Journal of Agricultural Science, 37(4): 339- 347, ISSN: 2079-3480.
- Ponce de León, R., Guzmán, G., Tamayo, J. & Pubillones, O. 1999. "The new synthetic rabbit breed Caoba. Environmental and genetic effects on pre-weaning trait". Cuban Journal of Agricultural Science, 33(4): 353-362, ISSN: 2079-3480.
- Pons, R.E., Ponce de León, R.E., Fernández, L., Martín, V. & Díaz, M. 2013. Cunicultura en condiciones tropicales. Cunicultura en condiciones tropicales. Ed. Asociación Cubana de Producción Animal. La Habana, Cuba, p. 194, ISBN: 978-959-307-065-2.
- SAS (Statistical Analysis System). 2013. User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Scherf, B.D. & Pilling, D. 2015. The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome, Italy, ISSN: 2412-5474.
- Szendrő, Zs., Cullere, M., Atkari, T. & Dalle-Zotte, A. 2019. "The birth weight of rabbits: Influencing factors and effect on behavioural, productive and reproductive traits: A review". Livestock Science, 230: 103841, ISSN: 1871-1413, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103841>.
- Valliant, M. 2012. Comportamiento pre destete de cuatro razas de conejos en la unidad cunícola "El Modelo" en Santiago de Cuba. MSc Thesis. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba, p. 31.
- Vásquez, R., Martínez, R., Manrique, C. & Rodríguez, Y. 2007. "Evaluación genética del comportamiento productivo y reproductivo en núcleos de Conejos de las razas Nueva Zelanda y Chinchilla". Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 8(1): 69-74, ISSN: 0122-8706.

Received: March 2, 2021

Accepted: May 5, 2021