

Application of the Statistical Model of Impact Measuring (SMIM) to evaluate reproductive indicators in a rabbit farm

Aplicación del Modelo Estadístico de Medición de Impacto (MEMI) para evaluar indicadores reproductivos en una unidad cunícola

Yoleisy García, Verena Torres, Raquel E. Ponce de León, D. García and Marta M. Mora

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: yoleisyg@ica.co.cu

In order to evaluate the impact of some reproductive indicators of the White New Zealand, Cuban Brown and White Semigiant breeds in the years 2012-2013 and 2015-2016, information on the daily movement of the herd was used. The data matrix was constituted by 144 observations and five variables (144 x 5). The variables under study were: number of born alive and dead, mating and kindlings, per day. With the application of the Statistical Model of Impact Measuring (SMIM), two components that determine the reproductive efficiency, the number of young rabbits, formed by the live and dead born and the breed were identified, while the number of reproductive events constituted the mating and kindlings per day, results that allowed typifying the performance of the three breeds. For component one, the White Semigiant showed a different pattern to that of the other two breeds, with positive impact indexes (0 to 2.5). In general, the impact on component two, for the three breeds races, showed positive values (0 to 1.5) in 2013 and negative (0 to -2.5) in 2016. The classification technique identified two groups, the first represented by 47 from Cuban Brown and 33 from White New Zealand, while the second grouped, fundamentally, the White Semigiant (48 individuals). The usefulness of this model was showed in the evaluation of the impact of reproductive indicators and the typification of three breeds performance, which can be applied in decision making.

Key words: *rabbits, breeds, reproductive efficiency, main components*

In recent years, the evaluation of the impact of production over time has become very useful for agricultural enterprises, as it is a useful tool for decision making and the design of strategies to achieve maximum efficiency and productivity (Rodríguez *et al.* 2015). The Statistical Model of Impact Measuring (SMIM) of Torres *et al.* (2008), used in Cuba (Martínez *et al.* 2012, Torres *et al.* 2013 and Rodríguez *et al.* 2014) and in the international sphere (Ruiz *et al.* 2012, Chivangulula *et al.* 2014, Vargas *et al.* 2015 and Benítez *et al.* 2016), allows identifying those variables that most contribute to the variability of a system and indicate the changes that occur in the different productive units.

The application of this model to rabbits farms can be very useful, since reproductive traits are the most important in these farms to determine their productivity. Many are the studies that have characterized the performance of these traits in the different breeds, but the impact or the importance

Para evaluar el impacto de algunos indicadores reproductivos de las razas Nueva Zelandia Blanco, Pardo Cubano y Semigigante Blanco en los años 2012-2013 y 2015-2016, se empleó la información del movimiento diario del rebaño. La matriz de datos se conformó por 144 observaciones y cinco variables (144 x 5). Las variables objeto de estudio fueron: cantidad de nacidos vivos y muertos, cubriciones y partos, por día. Con la aplicación del Modelo Estadístico Medición de Impacto (MEMI) se identificaron dos componentes que determinan la eficiencia reproductiva, la cantidad de gazapos nacidos, conformada por los nacidos vivos y muertos y la raza, mientras que la cantidad de eventos reproductivos lo integraron las cubriciones y partos producidos por día, resultados que permitieron tipificar el comportamiento de las tres razas. Para el componente uno la Semigigante Blanco presentó un patrón diferente al de las otras dos razas, con índices de impacto positivos (0 a 2.5). De manera general, el impacto en el componente dos, para las tres razas, presentó valores positivos (0 a 1.5) en el 2013 y negativos (0 a -2.5) en el 2016. La técnica de clasificación identificó dos grupos, el primero representado por 47 de la Pardo Cubano y 33 de la Nueva Zelanda Blanco, mientras que el segundo agrupó, fundamentalmente, a la Semigigante Blanco (48 individuos). Se demostró la utilidad de este modelo en la evaluación del impacto de indicadores reproductivos y la tipificación del comportamiento de tres razas, lo que se puede aplicar en la toma de decisiones.

Palabras clave: *conejos, razas, eficiencia reproductiva, componentes principales*

En los últimos años, la evaluación del impacto de la producción en el tiempo ha cobrado gran utilidad para las empresas agropecuarias, al constituir una herramienta útil para la toma de decisiones y el diseño de estrategias para alcanzar la máxima eficiencia y productividad (Rodríguez *et al.* 2015). El Modelo Estadístico de Medición de Impacto (MEMI) de Torres *et al.* (2008), utilizado en Cuba (Martínez *et al.* 2012; Torres *et al.* 2013 y Rodríguez *et al.* 2014) y en el ámbito internacional (Ruiz *et al.* 2012, Chivangulula *et al.* 2014, Vargas *et al.* 2015 y Benítez *et al.* 2016), permite identificar aquellas variables que más aportan a la variabilidad de un sistema e indican los cambios que ocurren en las diferentes unidades productivas.

La aplicación de este modelo a unidades cunícolas puede ser de gran utilidad, ya que los rasgos reproductivos son los de mayor importancia en dichas explotaciones para determinar su productividad. Muchos son los trabajos que han caracterizado el comportamiento de estos rasgos en las diferentes razas, pero no se conoce el impacto o la importancia de las variables en cada

of the variables in each of breeds in a rabbit farm is not known. Therefore, the objective of this study is to evaluate the impact of some reproductive indicators through this methodology and to typify the performance of three of the breeds in the rabbit genetic unit from Mayabeque province.

Materials and Methods

The study was carried out with the reproductive information of the daily movement of the herd of a rabbit genetic farm from Mayabeque province, belonging to the Empresa de Ganado Menor (EGAME), corresponding to the years 2012-2013 and 2015-2016, and to the breeds White New Zealand, Cuban Brown and White Semigiant. Based on this daily information, the monthly average for each year and breed was determined, with the help of PROC SUMMARY of the statistical package SAS, version 9.3 of 2013.

The information matrix was made up of 144 observations. In the rows were placed the four years, twelve months and the three breeds, while in the columns were placed the variables under study, which were the number of live born per day (No./day), number of dead born per day (No./day), number of matings made per day (No./day) and number of kindlings per day (No./day). The final data matrix corresponded to one of order (144 x 5).

To identify the variables and indicators that define the fundamental changes in rabbit productivity, the Statistical Model of Impact Measuring (SMIM) of Torres *et al.* (2008 and 2013), which also allows the classification of the performance of breeds in this unit. It was considered as a criterion that the Eigen value was equal to or higher than one.

Results and Discussion

The application of the model identified correlations higher than 0.40 between the variables number of live and dead born per day and between the breed with the number of live and dead born per day. The correlation between the number of live born per day and dead born per day is antagonistic (-0.51), as expected, since the more live born there are, the fewer deaths there will be per day. However, the breed had a high but negative correlation (-0.44) with respect to the number of young rabbit born alive per day, but positive (0.60) in relation to the number of young rabbits that died per day.

They were identified, from the criterion of presenting Eigen values higher than the unit, two main components that determine the reproductive efficiency of the rabbit farm (table 1) and explain 58 % of the total variability. The most important component and which varies the most is the first (number of young rabbits born) with 34.4 % of the cumulative variance, which explains the fitted model, while the second (number of reproductive events that occur per day) contributes with 24.1 % of variability. This corresponds to the fact that the amount

una de las razas presentes en una unidad cunícola. Por ello, el objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de algunos indicadores reproductivos mediante esta metodología y tipificar el comportamiento de tres de las razas presentes en la unidad genética cunícola de la provincia Mayabeque.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó con la información reproductiva del movimiento diario del rebaño de la unidad genética cunícola de la provincia Mayabeque, perteneciente a la Empresa de Ganado Menor (EGAME), correspondiente a los años 2012-2013 y 2015-2016, y a las razas Nueva Zelanda Blanco, Pardo Cubano y Semigigante Blanco. A partir de esa información diaria, se determinó la media mensual por cada año y raza, con ayuda del PROC SUMMARY del paquete estadístico SAS, versión 9.3 del 2013.

La matriz de información quedó conformada por 144 observaciones. En las filas se situaron los cuatro años, doce meses y las tres razas, mientras que en las columnas se ubicaron las variables objeto de estudio, que fueron la cantidad de nacidos vivos por día (Número/día), cantidad de nacidos muertos por día (Número/día), cantidad de cubriciones realizadas por día (Número/día) y cantidad de partos producidos por día (Número/día). La matriz de datos final correspondió a una de orden (144 x 5).

Para identificar las variables e indicadores que definen los cambios fundamentales en la productividad cunícola, se usó el Modelo Estadístico Medición de Impacto (MEMI) de Torres *et al.* (2008 y 2013), que permite además la tipificación del comportamiento de las razas en esta unidad. Se consideró como criterio que el valor propio, fuese igual o superior a uno.

Resultados y Discusión

La aplicación del modelo identificó correlaciones superiores a 0.40 entre las variables cantidad de nacidos vivos y muertos por día y entre la raza con la cantidad de nacidos vivos y muertos por día. La correlación entre la cantidad de nacidos vivos por día y nacidos muertos por día es antagónica (-0.51), como era de esperar, ya que mientras más nacidos vivos hay, menos muertos habrá por día. Sin embargo, la raza tuvo una correlación alta pero negativa (-0.44) con respecto a la cantidad de gazapos nacidos vivos por día, pero positiva (0.60) en relación con el número de gazapos que murieron por día.

Se identificaron, a partir del criterio de presentar valores propios mayores que la unidad, dos componentes principales que determinan la eficiencia reproductiva de la unidad cunícola (tabla 1) y explican 58 % de la variabilidad total. El componente más importante y que más varía es el primero (cantidad de gazapos nacidos) con 34.4 % de la varianza acumulada, que explica el modelo ajustado, mientras que el segundo (cantidad de eventos reproductivos que se producen por día) contribuye con 24.1 % de la variabilidad. Esto se corresponde con el hecho de que la cantidad de gazapos

of young rabbits born is a determining factor in rabbit productivity.

The variables that composed each component were selected from weight factors higher than 0.65. The first is made up of the indicators number of live and dead born per day and breed. Of these relative variables, the number of dead born per day is the highest weight factor (0.85). The second is composed of the number of mating and kindlings per day, in which the variable with the higher relative weight (0.82) is the number of kindlings that occur in a day.

nacidos es determinante en la productividad cunícola.

Las variables que integran cada componente se seleccionaron a partir de factores de peso superiores a 0.65. El primero lo conforman los indicadores cantidad de nacidos vivos y muertos por día y raza. De estas variables relativas, la cantidad de nacidos muertos por día es la de mayor factor de peso (0.85). El segundo lo componen cantidad de cubriciones y partos que se originan por día, en el que la variable de mayor peso relativo (0.82) es la cantidad de partos que se producen en un día.

Table 1. Determination of factors that affect the reproductive efficiency in a rabbit farm

Component	Relative variables	Weight factor	Absolute value	Explained variance, %
Number of young rabbits born	Number of live born/day, No./day	-0.81	2.06	34.36
	Number of dead born/day, No./day	0.85		
	Breed	0.80		
Number of reproductive events	Number of mating /day, No./day	0.68	1.44	58.50
	Number of kindlings/day, No./day	0.82		

The fact that only 58 % of the variability is explained is due to that there are other causes of variation that are not considered in the analysis, such as the quality and quantity of the food supplied to the animals, the conditions of the cages and the maternal ability, among others that affect the performance of these reproductive indicators. The impacts or changes associated with the performance of these variables that explain the highest variance (table 1) are shown in figures 1 and 2. In this case, the breeds in the years and months studied, represented on the x axis, obtain an evaluation for each component in a values scale that shows its relative

El hecho de que solo se explique 58 % de la variabilidad obedece a que existen otras causas de variación que no se consideran en el análisis, como la calidad y cantidad del alimento suministrado a los animales, las condiciones de las jaulas y la aptitud maternal, entre otras que afectan el comportamiento de estos indicadores reproductivos. Los impactos o cambios asociados al comportamiento de estas variables que mayor varianza explican (tabla 1) se muestran en las figuras 1 y 2. En este caso, las razas en los años y meses estudiados, representadas en el eje de las x, obtienen una evaluación para cada componente en una escala de

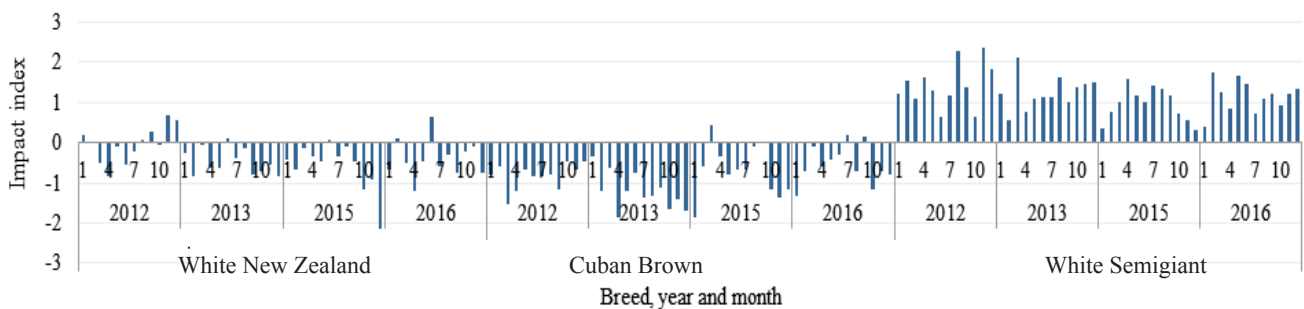


Figure 1. Impact indexes of the number of young rabbits born in the years 2012-2013 and 2015-2016 in the rabbit genetic farm from Mayabeque province.

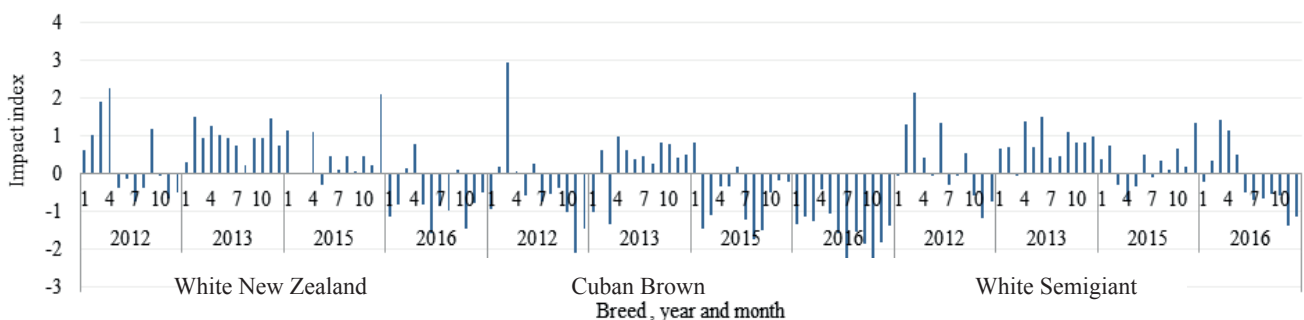


Figure 2. Impact indexes of the number of reproductive events occurred in the years 2012-2013 and 2015-2016 in the rabbit genetic farm from Mayabeque province. White New Zealand – Cuban Brown – White Semigiant

situation with respect to the rest, which are represented in the y axis by bars.

It can be seen in figure 1 that, for component one (number of young rabbits born), the White Semigiant breed has a different pattern from that of the other two breeds under study, even though they are all in the same farm where environmental conditions are the same (food, climate, medication), but the management varies according to the technician experience of the building where each breed is raised.

If it is taken into consideration the high correlation found between the breed and the number of young rabbits dead per days, variable of higher weight for the first factor, it can be inferred that the positive impacts (0 to 2.5) reached by this breed are due to a higher amount of young rabbits dead in this breed with respect to the others.

For component two (figure 2) it was found that the impact index is very changeable for each breed, valued according to the month and the year. Although in general, the year 2013 showed positive values for the three breeds between 0 and 1.5, for the number of reproductive events, while in 2016 the impact was negative (0 to -2.5). This is due to the fact that during 2013 there was stability in the supply of feed in granules form and a composition close to the requirements of the species, mainly in fiber and protein (11 and 12%, respectively). In 2016, the quality of the food was poor, with less than 10 % of fiber, little forage supply and different formulations, all in meal form.

De Blas and Nicodemus (2001) point out that when there is a nutritional deficit and a semi-intensive reproductive system is used (mating 11 d postpartum, and weaning at 35 d of age of young rabbits), such as the one used in this rabbit genetic farm, the recovery period of breeders is short, their body condition considerably deteriorates and the deficiencies in the quality of food do not allow to cover the high nutritional requirements of the breeders. Therefore, its reproductive efficiency decreases.

The classification technique, according to the results obtained for the estimated impacts of the breed, years and months studied, allowed to identify two groups of breeds per month and year. The first (I) is made up of 80 individuals, 47 from Cuban Brown and 33 from White New Zealand, while the second (II) grouped, fundamentally, the White Semigiant breed (48 individuals), in addition to 15 from White New Zealand and one of the Cuban Brown (table 2).

This classification shows that the three breeds studied, the White Semigiant that basically forms the group II, presents the lower number young rabbits born per day and therefore, the highest number of young rabbits born dead, variable of higher weight for the first factor. This confirms the inference previously made from the impact indexes obtained for this breed in the different years and analyzed months.

valores que indica su situación relativa con respecto al resto, que se representan en el eje de las y por barras.

Se puede apreciar en la figura 1 que, para el componente uno (cantidad de gazapos nacidos), la raza Semigigante Blanco presenta un patrón diferente al de las otras dos razas en estudio, a pesar de que todas se encuentran en la misma unidad donde las condiciones ambientales son las mismas (alimento, clima, medicamento), pero el manejo varía de acuerdo con la experiencia del técnico de la nave donde se cría cada raza.

Si se tiene en consideración la alta correlación encontrada entre la raza y la cantidad de gazapos muertos por días, variable de mayor peso para el primer factor, se pueden inferir que los impactos positivos (0 a 2.5) alcanzados por esta raza se deben a una mayor cantidad de gazapos muertos en esta raza con respecto a las demás.

Para el componente dos (figura 2) se encontró que el índice del impacto es muy cambiante para cada raza, valorada en función del mes y del año. Aunque de manera general, el año 2013 presentó para las tres razas valores positivos, entre 0 y 1.5, para la cantidad de eventos reproductivos, mientras que en el 2016 el impacto fue negativo (0 a -2.5). Esto se debe a que durante el 2013 hubo estabilidad en el suministro de pienso en forma de granulado y una composición cercana a los requerimientos de la especie, fundamentalmente en fibra y proteína (11 y 12 %, respectivamente). En el 2016, la calidad del alimento fue mala, con menos de 10 % de fibra, poco suministro de forraje y diferentes formulaciones, todas en forma de harina.

De Blas y Nicodemus (2001) señalan que cuando hay un déficit nutricional y se emplea un sistema reproductivo semintensivo (montas 11 d posparto y destete a los 35 d de edad de los gazapos), como el que se emplea en esta unidad genética cunícula, el período de recuperación de las reproductoras es corto, se deteriora considerablemente su condición corporal y las deficiencias en la calidad del alimento no permiten cubrir los elevados requerimientos nutricionales de las reproductoras. Por tanto, disminuye su eficiencia reproductiva.

La técnica de clasificación, de acuerdo con los resultados obtenidos para los impactos estimados de la raza, años y meses estudiados, permitió identificar dos grupos de razas por mes y año. El primero (I) está conformado por 80 individuos, 47 de la raza Pardo Cubano y 33 de la Nueva Zelanda Blanco, mientras que el segundo (II) agrupó, fundamentalmente, a la raza Semigigante Blanco (48 individuos), además de 15 de la Nueva Zelanda Blanco y uno de la Pardo Cubano (tabla 2).

Esta clasificación indica que de las tres razas estudiadas, la Semigigante Blanco que conforma fundamentalmente el grupo II, presenta la menor cantidad de gazapos nacidos por día y por tanto, la mayor cantidad de gazapos nacidos muertos, variable de mayor peso para el primer factor. Esto confirma la inferencia antes realizada a partir de los índices de impacto obtenidos para esta raza en los distintos años y meses analizados.

Table 2. Typification of breeds, month and year for reproductive variables in a rabbit farm

Typification Variables	Group I (80 individuals)		Group II (64 individuals)	
	Mean	SD	Mean	SD
Number of born/day, No./day	4.60	0.62	4.19	0.38
Number of live born /day, No./day	4.38	0.61	3.62	0.39
Number of died born /day, No./day	0.22	0.12	0.57	0.22
Number of mating /day, No./day	4.66	0.69	4.91	0.8
Number of kindlings/day, No./day	3.57	0.70	3.67	0.71
Frequency				
White New Zealand	33	15		
Cuban Brown	47	1		
White Semigiant		48		

This reveals that the performance of this breed for the studied variables has less similarity with that of the White New Zealand and Brown Cuban, so in this breed a review of the reproductive management must be made and take the necessary measures to reduce the amount of dead born per day and therefore, increase the number of live born per day, indicators that determine the productivity of a rabbit farm.

The results obtained in this study are not comparable with others reported in the scientific literature, as it is the first time that this model has been used in rabbit. Although it has been applied in the species bovine (Chacón 2009, Vargas *et al.* 2011), buffalo (Prieto *et al.* 2015) and pigs (Chivangulula *et al.* 2013), its purpose was not to determine and typify changes in the performance of breeds for reproductive indicators.

Although the SMIM had not been used before in rabbit species, its usefulness was demonstrated in the evaluation of the impact of some reproductive indicators (number of dead born and the number of kindlings per day) and in the typification of the performance of three of the breeds from the rabbit genetic farm Mayabeque province, so it can be used by managers in decision making. However, a similar study is recommended, but with a higher number of variables and quantity of information to offer a better characterization of the performance of the different breeds in one or more rabbit genetic farm.

Esto revela que el comportamiento de esta raza para las variables estudiadas tiene menos similitud con el de la Nueva Zelanda Blanco y Pardo Cubano, por lo que en esta raza se debe hacer una revisión del manejo reproductivo y tomar las medidas necesarias para disminuir la cantidad de nacidos muertos por día y por tanto, aumentar la cantidad de nacidos vivos por día, indicadores que determinan la productividad de una unidad cunícula.

Los resultados obtenidos en este trabajo no son comparables con otros informados en la literatura científica, por ser la primera vez que se emplea este modelo en el conejo. Aunque ha sido aplicado en las especies bovina (Chacón 2009, Vargas *et al.* 2011), búfala (Prieto *et al.* 2015) y porcina (Chivangulula *et al.* 2013), su finalidad no fue determinar y tipificar los cambios en el comportamiento de las razas para indicadores reproductivos.

A pesar de que el MEMI no había sido utilizado antes en la especie cunícula, se demostró su utilidad en la evaluación del impacto de algunos indicadores reproductivos (cantidad de nacidos muertos y la cantidad de partos producidos por días) y en la tipificación del comportamiento de tres de las razas presentes en la unidad genética cunícula de la provincia Mayabeque, por lo que se puede emplear por los directivos en la toma de decisiones. No obstante, se recomienda un estudio similar, pero con mayor número de variables y cantidad de información para ofrecer una mejor caracterización del comportamiento de las diferentes razas en una o varias unidades genéticas cunículas.

References

- Benítez, D.G., Torres V., Vargas Burgos, J.C. & Soria, S. 2016. The productive efficiency of rearing herds in Pastaza, Ecuador. Cuban Journal of Agricultural Science, 50 (2): 205-213. ISSN: 2079-3480.
- Chacón, M. M. 2009. Evaluación del comportamiento económico-productivo de lecherías con diferentes sistemas de producción en la empresa El Tablón de la Provincia de Cienfuegos. Tesis en opción al título de Máster en Producción animal para la zona tropical. Mención Rumiantes.
- Chivangulula, M., Torres, V., Morais J., Mário, J. N. & Gabriel, R. 2013. Multivariate evaluation of the family pig production system in Caála, Angola. Cuban Journal of Agricultural Science. 47 (3): 279–282, ISSN: 2079-3480.
- Chivangulula, M., Torres, V., Varela, M., Morais, J., Mário, J., Sánchez, L. & Gabriel, R. 2014. Characterization of the livestock production cooperative in the municipality of Caála, Huambo province, Republic of Angola. Cuban Journal of Agricultural Science. 48(2):97-103, ISSN: 2079-3480.
- de Blas, C. & Nicodemus, N. 2001. Interacción nutrición-reproducción en conejas reproductoras. En Rebollar, P. G., de Blas, J. C. y Mateos, G. M. (eds). Avances en Nutrición y Alimentación Animal. XVII Curso de Especialización FEDNA. Ediciones

- peninsular, Madrid, España. pp 71-92
- Martínez, R. O., Torres, V. & Aguilar, P. I. 2012. Impact of biomass banks with *Pennisetum purpureum* (Cuba CT-115) on milk production. Cuban Journal of Agricultural Science. 46(3): 253-259, ISSN: 2079-3480.
- Prieto, R., Soto, Y., Lavastida, G., Madero, O. L., López, J. R., Jordán, H., Torres, V., Sarduy, L., Stuart, R., García, M. C., Noris, P. & Morales, A. 2015. Caracterización de principales factores climáticos y productivos que limitan la producción lechera en la Granja Genética Bubalina de Magueyal en el periodo 2004-2011. Rev. Ciencia y Tecnología Ganadera 9 (2 y 3): 235-240. Edición Especial. Cuba.
- Rodríguez, I., Torres, V., Martínez, O. & Álvarez, J. 2015. Aplicación del Modelo de Medición de Impacto (MEMI) para evaluar los indicadores que más inciden en la producción de leche en la Granja Genética del Instituto de Ciencia Animal (ICA) Mayabeque Cuba. Livestock Research for Rural Development 27(11). Available: <<http://lrrd.cipav.org.co/lrrd27/11/rodr27220.html>>, [Consulted: July 20, 2017].
- Rodríguez, I., Torres, V., Martínez, O. & Domínguez Orta, L. 2014. Environmental, socio-economical and technical evaluation of a genetic enterprise from Mayabeque, Cuba, using the Statistical Model of Impact Measuring (SMIM). Cuban Journal of Agricultural Science. 48(3): 219-226, ISSN: 2079-3480.
- Ruiz, M., Ruiz, J., Torres, V. & Cach, J. 2012. Study of beef meat production systems in a municipality of Hidalgo State, Mexico. Cuban Journal of Agricultural Science. 46 (3):261-265, ISSN: 2079-3480.
- SAS Institute Inc 2013. Statistical Analysis Software SAS/STAT®. version 9.1.3, Cary, N.C., USA, Available: http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#
- Torres, V., Cobo, R., Sánchez, L. & Ruez, N. 2013. Statistical tool for measuring the impact of milk production on the local development of a province in Cuba. Livestock Research for rural Development 25:9. Available: <<http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd25/9/torr25159.htm>>, [Consulted: July 20, 2017].
- Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F. & Noda, A. 2008. Statistical model for measuring the impact of innovation or technology transfer in agriculture. Cuban Journal of Agricultural Science. 42(2):131-137, ISSN: 2079-3480.
- Vargas, J., Benítez, D., Torres, V., Velázquez, F. & Erazo, O. 2011. Typification of the cattle farms in the mountain feet of Los Ríos and Cotopaxi provinces of the Republic of Ecuador. Cuban Journal of Agricultural Science. 45(4):381-390, ISSN: 2079-3480.
- Vargas, J.C., Benítez, D.G., Torres, V., Ríos, S. & Soria, S. 2015. Factors determining the efficiency of milk production in systems of double purpose in Pastaza province, Ecuador. Cuban Journal of Agricultural Science. 49 (1): 17-21, ISSN: 2079-3480.

Received: December 7, 2017