

## Estima de la composición corporal en conejos de 25 a 77 días de edad mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA)

### *Estimate of body composition in rabbits from 25 to 77 days of age by the bioelectrical impedance method*

Saiz A.<sup>1</sup>, Nicodemus N.<sup>2\*</sup>, Abelleira D.<sup>1</sup>, Fernández A.<sup>1</sup>, García-Ruiz A.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Poultry and Rabbit Reserach Centre, Nutreco, Casarrubios del Monte, 45950 Toledo, España

<sup>2</sup> Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España

\*Dirección de contacto: nuria.nicodemus@upm.es

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar y validar con datos independientes las ecuaciones de predicción obtenidas para estimar *in vivo* la composición corporal de conejos en crecimiento utilizando la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). Las ecuaciones se calcularon mediante un análisis de regresión múltiple a partir de las medidas de impedancia presentadas en el trabajo anterior (Saiz et al., 2011) y de otras variables independientes que fueron incluidas en el modelo, tras hacer un análisis de selección de variables, como la edad, el peso y la longitud del animal. Los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de las ecuaciones para estimar la humedad (g), la proteína (g), la grasa (g), las cenizas (g) y la energía (MJ) fueron: 0,99, 0,99, 0,97, 0,98 y 0,99, y los errores medios de predicción relativos (EMPR): 2,24, 5,99, 16,3, 8,56 y 7,81%, respectivamente. El  $R^2$  y EMPR para estimar el porcentaje de humedad corporal fueron de 0,85 y 1,98%, respectivamente. Para predecir los contenidos, expresados sobre materia seca (MS), de proteína (%), grasa (%), cenizas (%) y energía (kJ/100g), el  $R^2$  obtenido fue 0,79, 0,83, 0,71 y 0,86, respectivamente y el EMPR 4,78, 12,2, 8,39 y 3,26%, respectivamente. La reactancia estuvo negativamente correlacionada con el contenido en humedad, cenizas y proteína bruta ( $r=-0,32$ ,  $P<0,0001$ ;  $r=-0,20$ ,  $P<0,05$ ;  $r=-0,26$ ,  $P<0,01$ ) pero positivamente con el de grasa y energía ( $r=0,23$  y  $r=0,24$ ;  $P<0,01$ ). Al contrario ocurrió con la resistencia, que estuvo positivamente correlacionada con el contenido en humedad, cenizas y proteína bruta ( $r=0,31$ ,  $P<0,001$ ;  $r=0,28$ ,  $P<0,001$ ;  $r=0,37$ ,  $P<0,0001$ ) pero negativamente con el de grasa y energía ( $r=-0,36$  y  $r=-0,35$ ;  $P<0,0001$ ). Así mismo, la edad del animal, estuvo negativamente correlacionada con el contenido en humedad, proteína y cenizas ( $r=-0,79$ ,  $r=-0,67$  y  $r=-0,80$ ;  $P<0,0001$ ) y positivamente con la grasa y energía ( $r=0,78$  y  $r=0,81$ ;  $P<0,0001$ ). Se puede considerar la técnica BIA como una técnica útil para estimar *in vivo* la composición corporal de los conejos en crecimiento de 25 a 77 días de edad.

**Palabras clave:** Gazapos, BIA, ecuación de predicción, composición corporal.

### Abstract

The aim of this study was to determinate and validate with independent data the prediction equations obtained to estimate *in vivo* the body composition of growing rabbits, by using the results of body composition and BIA values obtained in the previous communication. A multiple linear regression analysis was done to determinate the equations, using animal weight and length of animals, and the impedance data from the previous work (Saiz et al., 2011) as parameters. Coefficient of determination ( $R^2$ ) of the equations obtained to estimate humidity (g), protein (g), fat (g), ash (g) and energy (MJ) content were: 0.99, 0.99, 0.97, 0.98 and 0.99, and relative mean prediction error (RMPE) were: 2.24, 5.99, 16.3, 8.56 and 7.81%, respectively. When humidity was expressed as percentage (%), the  $R^2$  and RMPE were 0.85 and 1.98 %, respectively. When the prediction of the content of protein (% DM), fat (% DM), ash (% DM) and energy (kJ/100g DM) were done,  $R^2$  values were 0.79, 0.83, 0.71 and 0.86, and RMPE: 4.78, 12.2, 8.39 and 3.26%, respectively. Reactance was negatively correlated with water, ash and protein content ( $r=-0.32$ ,  $P<0.0001$ ;  $r=-0.20$ ,  $P<0.05$ ;  $r=-0.26$ ,  $P<0.01$ ) and positively correlated with fat and energy ( $r=0.23$  and  $r=0.24$ ;  $P<0.01$ ). Otherwise, resistance was positively correlated with en humidity, ash and

protein ( $r=0.31$ ,  $P<0.001$ ;  $r=0.28$ ,  $P<0.001$ ;  $r=0.37$ ,  $P<0.0001$ ) and negatively correlated with fat and energy ( $r=-0.36$  and  $r=-0.35$ ;  $P<0.0001$ ). Moreover, age was negatively correlated with water, ash and protein content ( $r=0.79$ ;  $r=-0.67$  and  $r=0.80$ ;  $P<0.0001$ ) and positively correlated with fat and energy ( $r=0.78$  and  $r=0.81$ ;  $P<0.0001$ ). It could be concluded that BIA it's a non invasive and good method for estimate *in vivo* body composition of growing rabbits from 25 to 77 days of age.

**Key words:** Growing rabbits, BIA, prediction equations, body composition.

## Introducción

La estima de la composición química de los animales mediante Impedancia Bioeléctrica (BIA) ha sido utilizada con éxito para predecir *in vivo* la composición corporal de la canal en porcino (Swantek et al., 1992, 1999; Daza et al., 2006), ovino (Berg et al., 1996), bovino (Marchelo y Slinger, 1994; Velazco et al., 1999) y más recientemente, también en conejas reproductoras (Pereda et al., 2007a y 2007b; Nicodemus et al., 2009). El objetivo de este trabajo ha sido determinar y validar las ecuaciones de predicción para la estimación *in vivo* de la composición química de conejos en crecimiento de 25 a 77 días de edad, mediante la técnica de la impedancia bioeléctrica.

## Material y métodos

Para la obtención de las ecuaciones se utilizaron los datos de la composición química corporal analizada, la edad, el peso, la longitud y las medidas de impedancia de 150 conejos de 25, 35, 49, 63 y 77 días de edad. Los valores de estas variables han sido presentadas en el trabajo anterior (Saiz et al., 2011). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico SAS/STAT (Statistical Systems Institute Inc., Cary, NC, 1999). La selección del modelo de predicción de la composición corporal de los conejos se hizo mediante el procedimiento PROC REG utilizando la opción RSQUARE. Se seleccionó aquel modelo cuyo estadístico Cp (Mallows, 1973) fuera menor o igual que  $p+1$  (siendo  $p$  el número de variables independientes incluidas en el modelo) y dónde además, los estadísticos Jp y Sp (Hocking, 1976) y PC y AIC (Amemiya, 1980) también fueran mínimos. Una vez seleccionado el modelo, las ecuaciones de predicción se calcularon mediante un análisis de regresión múltiple utilizando el utilizó el procedimiento PROC REG. Los coeficientes de correlación entre las medidas BIA y la composición corporal, el peso, la edad, y longitud de los gazapos se calcularon con el procedimiento PROC CORR.

Las ecuaciones obtenidas fueron validadas con datos independientes. Para ello, se sacrificaron otros 50 gazapos a 25, 35, 49, 63 y 77 días (10 conejos/edad) que se procesaron del mismo modo que los utilizados para la obtención de las ecuaciones (Saiz et al., 2011). El error medio de predicción (EMP) se calculó como el cuadrado de la suma de los residuos calculados por diferencia entre la composición corporal analizada y la predicha con las ecuaciones obtenidas, dividido entre el número de observaciones. El EMP dividido entre el valor medio del parámetro a estimar, dio lugar al error medio de predicción relativo (EMPR).

## Resultados y discusión

Se encontró una correlación negativa de la reactancia con la humedad, la proteína y las cenizas ( $r=-0,32$ ,  $P<0,0001$ ;  $r=-0,20$ ,  $P<0,05$ ;  $r=-0,26$ ,  $P<0,01$ ) y positiva con la grasa y la energía ( $r=0,23$  y  $r=0,24$ ;  $P<0,01$ ). Al contrario ocurrió con la resistencia, que estuvo positivamente correlacionada con el contenido en humedad, cenizas y

proteína bruta ( $r= 0,31$ ,  $P<0,001$ ;  $r=0,28$ ,  $P<0,001$ ;  $r=0,37$ ,  $P<0,0001$ ) pero negativamente con el de grasa y energía ( $r=-0,36$  y  $r=-0,35$ ;  $P<0,0001$ ). Así mismo, la edad del animal estuvo negativamente correlacionada con el contenido en humedad, proteína y cenizas ( $r=0,79$ ,  $r=-0,67$  y  $r=0,80$ ;  $P<0,0001$ ) y positivamente con la grasa y energía ( $r=0,78$  y  $r=0,81$ ;  $P<0,0001$ ). Las correlaciones obtenidas para la resistencia son contrarias a las encontradas en conejas reproductoras por Pereda et al. (2007b), que encontró una correlación positiva entre la resistencia y la grasa ( $r<0,31$ ;  $P<0,01$ ). Estas diferencias se explican porque las variaciones de volumen son mayores en gazapos en crecimiento que en animales adultos, y hay que tener en cuenta, que los valores de impedancia no sólo dependen de la composición química del animal, sino también de su volumen (Lukaski et al., 1985; Swantek et al., 1992). Cuando el volumen del animal se considera constante, a mayor proporción de grasa, menor es el contenido en agua, y más resistencia ofrece el cuerpo al paso de la corriente. Esa es la razón por la que, en diferentes especies, se ha observado una correlación positiva entre los valores de resistencia y de grasa (Pereda et al, 2007b; Swantek et al., 1992). Sin embargo, cuando no se asume un volumen constante, se cumple que a mayor volumen del animal (el cual aumenta con la edad y el estado de engrasamiento) menores son los valores de impedancia (Lukaski et al., 1985), lo que explicaría los resultados obtenidos en este trabajo realizado en gazapos en crecimiento.

Las variables independientes incluidas en las ecuaciones de regresión, además de las medidas BIA realizadas (Saiz et al., 2011), fueron la edad, el peso y la longitud de los gazapos. Las ecuaciones que estiman la composición corporal de los gazapos, expresada en gramos, y la energía, en MJ totales, tuvieron un  $R^2$  más alto que las que estiman la composición química en porcentaje, o la energía, en kJ sobre MS (Tabla 1). Este resultado ya ha sido observado en trabajos previos realizados en gazapos en crecimiento y en conejas reproductoras (De Blas et al., 1977, Pereda et al., 2007b) y se explica, porque el rango de variación de la composición química es mayor, cuando ésta se expresa en gramos, que cuando se expresa en porcentaje. Sin embargo, a pesar de que la variabilidad total explicada fue menor en las ecuaciones que predicen la composición corporal sobre MS, el EMPR fue más bajo en éstas, con respecto a las que estiman la composición y la energía corporales en gramos y en MJ totales.

Por lo tanto, se puede concluir que la estima de la composición corporal de los gazapos, expresada en porcentaje de MS, es más precisa, que cuando se estima en gramos o MJ totales, y que la técnica BIA, puede ser considerada una herramienta útil para estimar la composición corporal de los gazapos en crecimiento, tanto a nivel de granja como a nivel experimental.

**Tabla 1.** Coeficientes de determinación ( $R^2$ ), de variación (CV) y errores medios de predicción relativos (EMPR) de las ecuaciones de predicción de la composición corporal de gazapos en crecimiento estimada mediante impedancia bioeléctrica.

	$R^2$	CV, %	EMPR
<b>Humedad, %</b>	0,85	1,89	1,98
<b>Humedad, g</b>	0,99	2,13	2,24
<b>Proteína, % MS</b>	0,79	4,61	4,78
<b>Proteína, g</b>	0,99	5,79	5,99
<b>Grasa, % MS</b>	0,83	11,7	12,2
<b>Grasa, g</b>	0,97	15,6	16,3
<b>Cenizas, % MS</b>	0,71	7,75	8,39
<b>Cenizas, g</b>	0,98	8,38	8,56
<b>Energía, kJ/100 g MS</b>	0,86	3,09	3,26
<b>Energía, MJ</b>	0,99	7,34	7,81

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Julio Alberto Corrochano y Santiago Moya por su colaboración en este proyecto.

## Bibliografía

- Amemiya T. 1980. Selection of regressors. *Int. Econ. Rev.*, 21:331-354.
- Berg E.P., Neary M.K., Forrest D.L. Thomas D.L., Kauffman R.G. 1996. Assessment of lambs carcass composition from live animal measurement of bioelectrical impedance or ultrasonic tissue depths. *J. Anim. Sci.*, 74:2672-2678.
- Daza A., Mateos A., Ovejero I., López Bote C.J. 2006. Prediction of body composition of Iberian pigs by means bioelectrical impedance. *Meat Sci.*, 72:43-46.
- De Blas J.C., Torres A., Fraga M.J., Pérez E., Gálvez J.F. 1977. Influence of weight and age on the body composition of young doe rabbits. *J. Anim. Sci.*, 45:48-53.
- Hocking R.R. 1976. The analysis and selection of variables in linear regression. *Biometrics*, 32: 1-49.
- Lukaski H.C., Bolonchuck W.W., Hall C.B., Siders W.A. 1985. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J. Appl. Physiol.*, 60:1327-1332.
- Mallows C.L. 1973. Some comments on Cp. *Technometrics*, 15:661-675.
- Marchello M.J., Slinger W.D. 1994. Bioelectrical impedance can predict skeletal muscle and fat-free skeletal muscle of beefs cows and their carcass. *J. Anim. Sci.*, 72:3118-3123.
- Nicodemus N., Pereda N., Romero C., Rebollar P.G., 2009. Évaluation de la technique d'impédance bioélectrique (IBE) pour estimer la composition corporelle de lapines reproductrices. 13<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 17-18 novembre 2009, LeMans, France: 109-112.
- SAS Institute. 1999. User's Guide. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.
- Pereda N., Rebollar P.G., Schwarz B.F., Arias-Álvarez M., Revuelta L., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2007a. Estudio de la composición corporal de conejas reproductoras mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). Parte I: Resultados de la composición corporal y de las determinaciones de impedancia. II Congreso Ibérico Cunicultura. Vila-Real, Portugal: 13-16.
- Pereda N., Rebollar P.G., Schwarz B.F., Arias-Álvarez M., Revuelta L., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2007b. Estudio de la composición corporal de conejas reproductoras mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). Parte II; Ecuaciones de predicción. II Congreso Ibérico de Cunicultura. Vila-Real, Portugal: 17-20.
- Saiz A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernandez A., García-Ruiz A.I. 2011. Estudio de la composición corporal en conejos de 25 a 77 días de edad y aplicación de la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). 36 Symposium de Cunicultura de ASESCU. Peñíscola, España (aceptado).
- Swantek P.M., Crenshaw J.D., Marchelo M.J., Lukaski H.C. 1992. Bioelectrical impedance: a non-destructive method to determine fat-free mass of live market swine and pork carcasses. *J. Anim. Sci.*, 70:169-177.
- Swantek P.M., Marchelo M.J., Tilton J.E., Crenshaw J.D. 1999. Prediction of fat-free mass of pigs from 50 to 130 kg live weight. *J. Anim. Sci.*, 77:893-897.
- Velazco J., Morril J.L., Grunewald K.K. 1999. Utilization of bioelectrical impedance to predict carcass composition of Holstein steers at 3, 6, 9 and 12 months of age. *J. Anim. Sci.*, 77:131-136.