

Metodo de tipificación de la curva de crecimiento del cuye raza andina con el modelo logístico

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, Sergio*†, PEÑA-PARRA, Bladimir, MORENO-FLORES, Luis Antonio y MACÍAS-CORONEL, Humberto

Unidad Académica de Medicina Veterinaria Y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, México. Carretera de cuota Chapalilla-Compostela KM 3.5, Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700.

Recibido 3 de Julio, 2015; Aceptado 25 de Septiembre, 2015

Resumen

Para la tipificación de la curva de crecimiento primero se midió el peso desde el nacimiento hasta el sacrificio de 50 Cuyes, datos necesarios en la fórmula del modelo logístico. Se utiliza Microsoft Excel para graficar la curva de tendencia y restablecer el coeficiente de determinación que dará con cada movimiento de los factores A, K y B; la exactitud del modelo, posteriormente se confirma los factores del modelo con un software Curve Expert versión 1.6 y por último se realiza una prueba estadística de ANOVA Unidireccional, para verificar que los modelos sean estadísticamente sin diferencias. Se tipificó una curva de crecimiento para cuyes raza andina, adaptada a la región de estudio con una dieta preestablecida; no se encontró diferencias estadísticas entre el modelo logístico respecto a los datos reales. Este modelo puede predecir la ganancia de peso en forma confiable, a lo largo de la vida del cuye en producción.

Biomodelación, modelo, producción animal, nacimiento, destete, sacrificio, minitab, excel, curve expert.

Abstract

For the characterization of the growth curve first weight was measured from birth to slaughter 50 Cuyes data needed in the formulas of the logistic model. Microsoft Excel is used to plot the trend curve and return coefficient of determination given with each movement of factors A, K and B; the accuracy of the model, then the model with factors Curve Expert 1.6 software version is confirmed and finally a One Way ANOVA statistical test is performed to verify that the models are statistically no difference. A growth curve for Andean guinea pigs breed, adapted to the study region with a prescribed diet is typified; no statistical difference between the logistic model from the actual data found. This model can predict weight gain reliably, over the life of production cuye.

Biomodeling, pattern, animal production, birth, weaning, sacrifice, Minitab, Excel, curve expert.

Citación: MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, Sergio, PEÑA-PARRA, Bladimir, MORENO-FLORES, Luis Antonio y MACÍAS-CORONEL, Humberto. Metodo de tipificación de la curva de crecimiento del cuye raza andina con el modelo logístico. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2015, 2-4: 647-653

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: sergiotepec@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El crecimiento animal puede ser replicado por medio del uso de funciones matemáticas, que predicen la evolución del peso vivo a través del tiempo, estas permiten hacer evaluaciones sobre el nivel de producción en la explotaciones ganaderas, pudiendo clasificar de forma sencilla la productividad de una raza específica para una zona determinada (Parks, 1982).

Los diversos modelos matemáticos sigmoideos modelan tanto el crecimiento poblacional como el individual (Noguera et al., 2008), el modelo logístico y el de Von Bertalanffy, entre otros, pertenecen a la familia de ecuaciones que pueden ser desglosadas en la función de

Richards (Richards, 1959), y son frecuentemente usadas para el ajuste de curvas de crecimiento individual en el campo biológico (García, 2005).

Los modelos Gompertz, Logístico, Richards, Bertalanffy y Brody son las funciones de crecimiento más frecuentemente utilizadas para describir el crecimiento de plantas animales y órganos. Estos modelos presentan tres parámetros con interpretación biológica y uno definido como constante matemática. El parámetro “A” corresponde al peso asintótico o peso adulto, representa la estimativa del peso a la madurez. El parámetro “K” corresponde al índice de madurez o a la estimativa de precocidad de madurez (Nobre et al., 1987). Cuanto mayor sea el valor de este parámetro más precoz es el animal y viceversa (Brown et al., 1976).

Formula modelo logístico:

$$y = \frac{A}{(1 + K \cdot e^{(-B \cdot x)})} \quad (\text{Verhulst, 1838})$$

La fórmula del modelo logístico considera estos factores con la siguiente denominación: El parámetro “A” corresponde al peso asintótico o peso adulto, representa la estimativa del peso a la madurez. El parámetro “K” Corresponde al índice de madurez o a la estimativa de precocidad de madurez. Cuando mayor sea el valor de este parámetro más precoz es el animal y viceversa. El parámetro “B” es denominado parámetro de integración y no posee significado biológico. El parámetro “x” corresponde a la variable independiente Tiempo expresado en x unidad de tiempo (días, semanas, meses etc). El parámetro “y” es el peso cuando “x” tiende a un valor finito.

La existencia de variedades de razas de cuyes enfocadas a diversos factores productivos como rápida ganancia de peso o mayor número de crías por parto, entre otras, aunado a la demanda creciente a nivel internacional de la carne de cuy, justifica ampliamente la tipificación de su ecuación de crecimiento, de tipo logístico así como la previa determinación de los factores productivos del modelo sobre el Cuye Raza Andina (Solari, 2010).

En trabajos con cuyes se reporta el número promedio de crías vivas y destetadas por parto fue de 3.46 ± 1.4 y 2.51 ± 1.29 respectivamente. En cuanto al peso al nacimiento y el peso al destete promedio de 86.7 ± 21.6 g y 167.9 ± 24.6 g respectivamente. Los promedios encontrados para peso vivo, peso en canal y rendimiento en canal para machos de 5 meses sin ayunas fueron 955 ± 106 g, 420 ± 54 g y 43.98 ± 3 % (Xicohtencatl et al., 2013).

En cambio Chauca (1997) encontró que el peso al nacimiento y peso al destete de 121 ± 2.4 g y 310 ± 6.53 g respectivamente. Por su parte Apráez-Guerrero et al., (2009) reportaron que el peso promedio al nacimiento y al destete de 130.28 ± 12.73 g y 259.69 ± 14.46 .

Material y métodos

Las mediciones de los cuyes se llevaron a cabo en la granja de la Escuela Secundaria Técnica No. 2 SEPEN, ubicada en el Municipio de Xalisco, Nayarit, México. La granja cuenta con 100 vientres de raza andina (entre el primer y 4to parto) cuyes de raza andina con empadre continuo postpartum en posas de block de jal y piso de cemento; alimentadas al libre acceso con alimento peletizado (con 18 % de proteína cruda, con forraje Tanzania con un porcentaje de proteína cruda de 4.64 % cultivado en la granja, desechos de naranja obtenidos de negocios que venden jugos del mercado vecino y agua.

Para la tipificación de la curva de crecimiento primeramente se midió el peso al nacimiento de 50 cuyes y en los días siguientes hasta el sacrificio, como se observa en la Tabla 1. Los datos fueron normalizados promediados para reducir el error experimental.

Edad (Días)	Peso (grs.)
1	88.27
8	143.08
11	169.97
16	210.77
23	250.77
30	285.38
60	546.80
91	805
150	950.00

Tabla 1 Pesos del cuyes andino por día.

Determinado los parámetros iniciales del modelo logístico A, K y B, el parámetro K, que en este caso $K = 6.19$ y el logaritmo natural de la pendiente dará el valor inicial de la constante de integración B, que en este caso $B = 1.82$.

En el caso de la constante de integración siempre utilizaremos valores muy pequeños (fracciones menores a 1) e incluso pueden ser negativos.

Estos valores se usaran en la formula del modelo logístico de manera fija variando únicamente el valor de "x" (días) para determinar los datos modelados y posteriormente determinar su coeficiente de determinación y error estándar. Si el modelo no fuera el adecuado ajustaremos de nuevo los factores y recalculemos de nuevo los valores de exactitud y así sucesivamente.

Para facilitar esta labor se utiliza Microsoft Excel para graficar la curva de tendencia y restablecer el coeficiente de determinación que dará con cada movimiento de los factores A, K y B; la exactitud del modelo, posteriormente se confirma los factores del modelo con un software Curve Expert versión 1.6 y por último se realiza una prueba estadística de ANOVA Unidireccional, para verificar que los modelos sean estadísticamente sin diferencias.

Graficas donde se obtiene la proyección de los valores modelados con los factores calculados inicialmente.

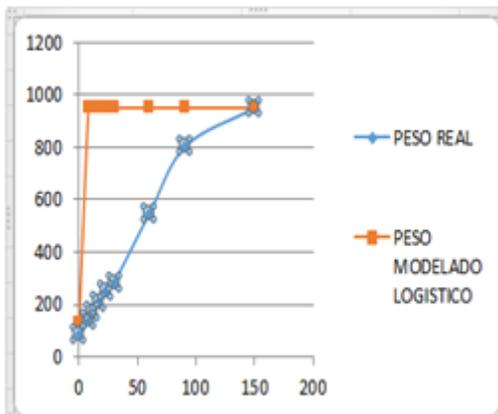
Factores	
A	950
K	6.19
B	1.82

Factores	
A	950
K	6.19
B	0.08

EDAD (días)	PESO REAL (Gr)	PESO MODELADO LOGISTICO (Gr.)
0	88.27	132.13
8	143.08	950.00
11	169.97	950.00
16	210.77	950.00
23	250.77	950.00
30	285.38	950.00
60	546.80	950.00
91	805	950.00
150	950.00	950.00

EDAD	PESO REAL	PESO MODELADO LOGISTICO
0	88.27	132.13
8	143.08	222.80
11	169.97	266.29
16	210.77	349.13
23	250.77	479.05
30	285.38	608.37
60	546.80	903.95
91	805	945.96
150	950.00	949.96

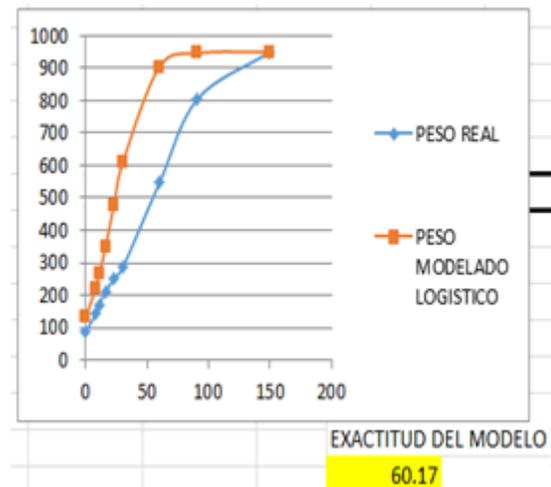
Tabla 2 Datos Modelados vs Reales



Grafica 1 Modelo logístico inicial vs Real

Se puede observar una mejoría del modelo el cual ya tiene una exactitud de 60% sobre el modelo de datos reales.

En esta primera aproximación se puede determinar un modelo muy inexacto y debemos que realizar ajustes en cuanto a la pendiente y constante de integración lo primero sería ajustar la constante e integración a un valor fracción menor a uno.



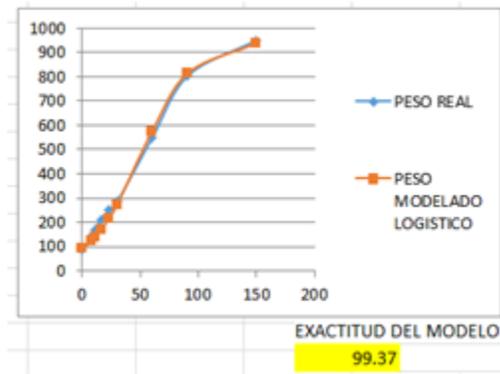
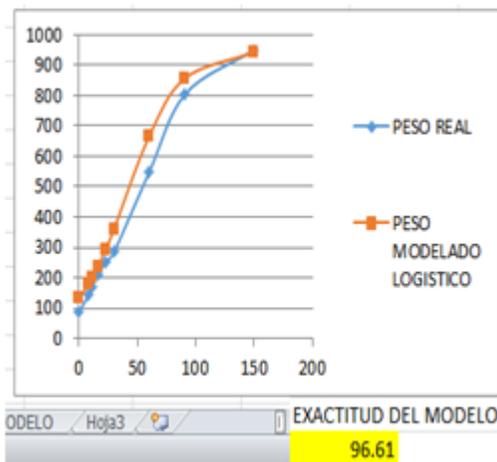
Con solo ajustar el factor de integración se obtiene un buen ajuste ahora ese mismo factor se baja a 0.0445.

Factores	
A	950
K	6.19
B	0.0445

Con esta aproximación se termina de ajustar el modelo, y se procede a comprobar estos factores del modelo con el software curve expert 1.4 obteniendo los siguientes resultados:

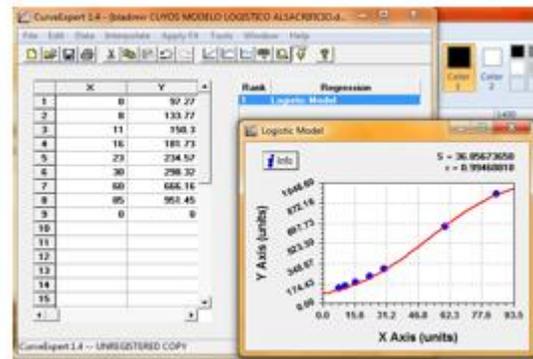
EDAD	PESO REAL	PESO MOD LOGISTICO
0	88.27	132.13
8	143.08	178.04
11	169.97	198.16
16	210.77	235.31
23	250.77	294.64
30	285.38	361.36
60	546.80	664.95
91	805	857.48
150	950.00	942.64

EDAD	PESO REAL	PESO MODELADO LOGISTICO
0	88.27	90.91
8	143.08	124.68
11	169.97	139.87
16	210.77	168.54
23	250.77	216.12
30	285.38	272.45
60	546.80	574.21
91	805	815.64
150	950.00	938.80



Y como último paso se ajusta el factor K o precocidad de crecimiento (pendiente) pasara de K=6.19 a K =9.45 observe el ajuste que origina y su correspondiente coeficiente de determinación que arroja.

Factores	
A	950
K	9.45
B	0.0445



Se obtiene un coeficiente de correlación 0.9946 y un error estándar de 36.85 indicando que los cálculos son válidos y con un excelente nivel de exactitud.

Ahora se procede a aplicar un análisis de varianza entre grupos de datos: reales y del modelo, para determinar si existen diferencias o estadísticamente son iguales con un porcentaje de alpha al 5%; esta prueba de ANOVA unidireccional se realiza con el paquete estadístico Minitab 16, que arroja los siguiente resultados: ($P > 0.5$) no encontrando diferencias entre los dos modelos.

Resultados de la corrida en Minitab

ANOVA unidireccional: PESO REAL, PESO MODELADO LOGISTICO

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	1	223	223	0.00	0.962
Error	14	1301056	92933		
Total	15	1301279			

S= 304.8 R-cuad.= 0.02%

R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Nivel	N	Media	Dsv.Est.
PESO REAL	8	346.7	303.7
PESO M LOG.	8	339.2	306.0

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada.

Agrupar información utilizando el método de Tukey:

	N	Media	Agrupación
PESO REAL	8	346.7	A
PESO M LOG.	8	339.2	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
PESO REAL	8	346.7	A
PESO M LOG.	8	339.2	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Resultados

Se encontró un promedio de peso al nacimiento de cuyes de raza andina de 88.27 g y a los 150 días de 950 g. Datos que concuerdan con trabajos donde se reporta el peso al nacimiento promedio de 86.7 ± 21.6 g y el peso vivo para machos de 5 meses sin ayunas de 955 ± 106 g (Xicohtencatl et al., 2013). Los cuyes mejorados alcanzan a los 4 meses de edad, el peso entre 1.2 a 1.5 kg se puede superar estos valores con un mayor grado de mejoramiento genético (Solari, 2010).

Se tipifico una curva de crecimiento para cuyes raza andina, adaptada a la región de estudio con una dieta preestablecida; no se encontró diferencias estadísticas entre el modelo logístico respecto a los datos reales. Este modelo puede predecir la ganancia de peso en forma confiable, a lo largo de la vida del cuye en producción, la fórmula del modelo sería:

Formula modelo logístico tipificado:

$$y = \frac{950}{(1 + 9.45 * e^{(-0.0445 * x)})}$$

Donde la variable independiente "x" serán los días de vida del cuye, la variable dependiente "y" captara el peso del cuye para "x" días de vida, este modelo es 99.37 exacto respecto al comportamiento patrón de crecimiento real. Validado con prueba estadística sin encontrar diferencias significativas con un alpha = 0.05 obteniendo un valor p = 0.962.

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, Sergio, PEÑA-PARRA, Bladimir, MORENO-FLORES, Luis Antonio y MACÍAS-CORONEL, Humberto. Metodo de tipificación de la curva de crecimiento del cuye raza andina con el modelo logístico. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2015

Este modelo podría responder diversas interrogantes como lo son:

¿Cuál es el peso al momento de nacer el cuye?

¿Cuál es el peso al destete?

¿Cuál es el peso del cuye a los 60 días?

¿Después de cuantos días su peso será de 500 gramos?

¿Cuál es el incremento de peso del cuye entre los 30 y 60 días? Etc.

Conclusión

Se tipificó una curva de crecimiento para cuyes raza andina, adaptada a la región de estudio con una dieta preestablecida; no se encontró diferencias estadísticas entre el modelo logístico respecto a los datos reales. Este modelo puede predecir la ganancia de peso en forma confiable, a lo largo de la vida del cuye en producción.

Referencias

APRÁEZ-GUERRERO JE, FERNÁNDEZ-PÁRMO L, HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ A. Evaluación del comportamiento reproductivo de cuyes (*Cavia porcellus*) alojados en jaulas y pozas. *Vet. Zootec.* 2009; 3(1): 25-31.

BROWN JE, FITZHUGH JR HA, CARTWRIGHT TC. A comparison of nonlinear models for describing weight age relationships in cattle. *J. Anim. Sci.* 1976; 42: 810-818.

CHAUCA DE ZL. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 1997.
<http://www.fao.org/docrep/W6562S/W6562S00.htm>

GARCÍA MC. Ajuste de una curva de crecimiento utilizando la función de Gompertz. *FABICIB. Rev. de la Fac. de Bioq. y Cien. Biol. UNL.* 2005; 9:121-130.

NOBRE PRC, ROSA ADN, DA SILVA LOC, EVANGELISTA SRM. Curvas de crecimiento de gado Nelore ajustadas para diferentes frequências de pesagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* 1987; 22(10): 1027-1037.

NOGUERA RR, PEREIRA RL, SOLARTE CE. Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*) desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio. *Livestock Research for Rural Development.* 2008; 20 (79).

PARKS JA. Theory of feeding and growth of animals. Springer-Verlag, Berlin. 1982:451.

RICHARDS FJ. A flexible growth functions for empirical use. *J. Exp. Bot.* 1959; 10:290-300.

SOLARI G. Ficha Técnica de Crianza de cuyes. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú. 2010.

VERHULST PF. Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Corresp Math Phys* ; 1838;10:113-121.

XICOHTENCATL SP, BARRERA ZS, OROZCO OT, TORRES SSFM, MONSIVAIS IR. Parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) del nacimiento al sacrificio en Nayarit, México. *Abanico veterinario.* 2013; 3(1): 36-43.

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, Sergio, PEÑA-PARRA, Bladimir, MORENO-FLORES, Luis Antonio y MACÍAS-CORONEL, Humberto. Método de tipificación de la curva de crecimiento del cuye raza andina con el modelo logístico. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias* 2015