



Revista Cubana de Ciencia Agrícola

ISSN: 0034-7485

rcca@ica.co.cu

Instituto de Ciencia Animal

Cuba

Torres, Verena; Ortiz, J.
Aplicaciones de la modelación y simulación a la producción y alimentación de animales de granjas
Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 39, 2005, pp. 397-406
Instituto de Ciencia Animal
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017842002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 39, Número Especial, 2005.

Aplicaciones de la modelación y simulación a la producción y alimentación de animales de granjas

Verena Torres¹ y J. Ortiz²

¹Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24. San José de las Lajas. La Habana.

Correo electrónico: vtorres@ica.co.cu

²Universidad de Ciencias Informáticas. La Habana

Se realizó una revisión bibliográfica, desde los años 70 hasta la fecha sobre las aplicaciones de la modelación y simulación a la producción y alimentación de animales de granjas. Se estudiaron las etapas en el desarrollo de la modelación, las propiedades de los modelos, su clasificación, así como sus aplicaciones. Se indica la necesidad de que cada país o región diseñe sus propios modelos para sus condiciones y sirva como herramienta útil en la toma de decisiones, además de tener en cuenta los criterios estadísticos y la confiabilidad de los modelos propuestos.

Palabras clave: *modelación, simulación, producción y alimentación.*

Introducción

La modelación matemática y la simulación por computadora son herramientas de mucha utilidad en los diferentes campos del saber humano. En la actualidad, la modelación es un instrumento muy común en el estudio de sistemas y el desarrollo acelerado de las técnicas de computación han permitido este desarrollo.

La modelación ha adquirido un carácter de método científico general, enriquecido por las conquistas de las matemáticas, la cibernética y el enfoque sistémico en la investigación científica, y ha penetrado en las diferentes esferas de la actividad cognoscitiva y transformadora del hombre.

Un modelo matemático es el reflejo de un proceso o sus partes, en forma de relaciones o formulaciones algebraicas. Según Ortiz (2000), el modelo es el resultado de estas formulaciones, mientras que la metodología constituye la modelación.

Aguiar y Caña (1992) y Torres (1995) indican que un modelo es algo que representa una cosa. En términos generales, el modelo es la representación de un objeto, concepto o sistema, de forma tal que, aún siendo distinto a la entidad que representan, puede homologar sus fun-

diferenciarse, pues aunque de conjunto se trata de un novedoso método científico, la modelación puede realizarse sin necesidad de desarrollar el proceso de modelación, no así este último, el cual no puede realizarse sin la existencia del proceso de modelación.

Etapas en el desarrollo de una modelación

Según Torres (1995) el diseño de un modelo se realiza en tres etapas (figura 1): la primera es la definición de la idea y concluye en conceptos, lo cual constituye un puente que no ha existido previamente, por lo cual se trata de un puente entre imaginación y realidad. En la segunda etapa la estructura se desarrolla en una forma dada y se lleva la definición final hasta sus últimos detalles. La tercera etapa es la etapa de llevar a la realidad el modelo.

Esta misma autora presenta un procedimiento más complejo y completo (figura 2) tomado de Torres (1977), donde se muestran las interacciones entre las etapas y se incorpora la validación y evaluación del proceso.

Consideraciones sobre el modelo

Rodríguez y Bermúdez (1995) señalan que el modelo es una representación de la realidad que permite estudiarla de una manera más sencilla y clara.

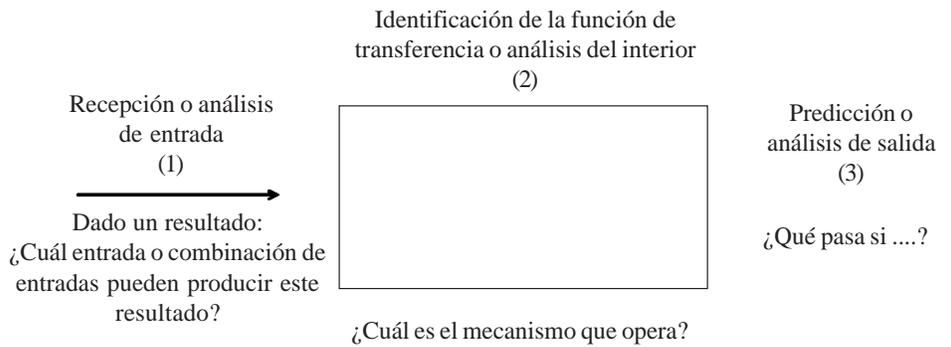


Figura 1. Etapas en el diseño de un modelo

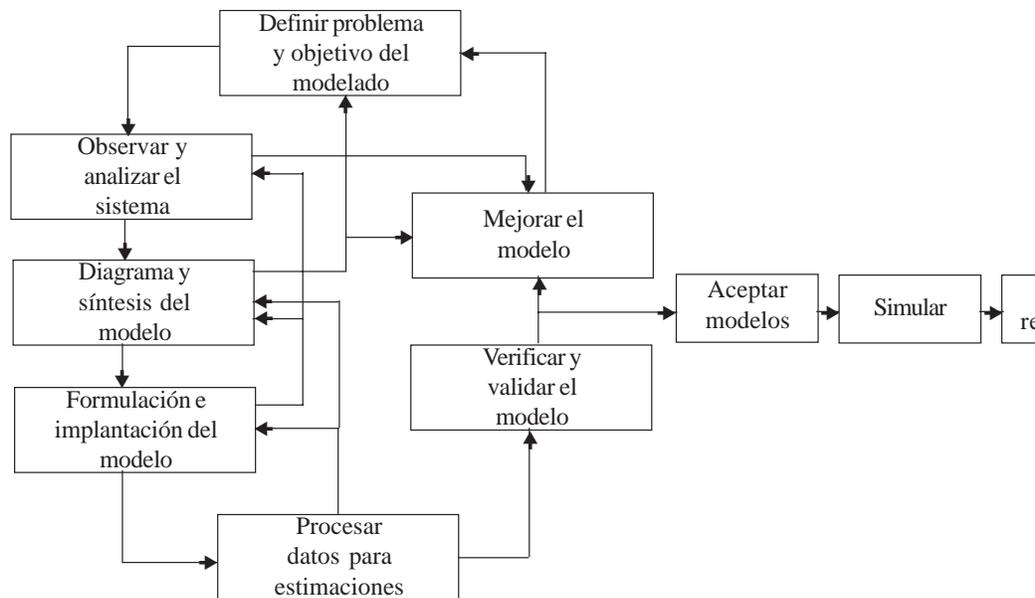


Figura 2. Proceso del modelado

Tipos de modelos

Modelo icónico. Representa la imagen del sistema real, pero con un cambio de escala. Ejemplo la maqueta de la Ciudad de la Habana.

Modelo analógico. Utiliza un conjunto de propieda-

Clasificación de los modelos

Existen diferentes clasificaciones de modelos. Una de las más generales es presentada por Forster (1995), según la cual un modelo puede clasificarse de acuerdo a la naturaleza del objeto que representa, cambiando



Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 39, Número Especial, 2005.

Modelos análogos..... Homomórficos
Modelos de simulación..... Homomórficos
Modelos matemáticos... .. Homomórficos

Según la clasificación de Ambrosano *et al.* (1990), Danfaer (1990) y Addiscott (1993) los modelos matemáticos se clasifican como estáticos o dinámicos y estocásticos o determinísticos. Ortiz (2000) define que los modelos estáticos no contienen el tiempo como una variable y por tanto, no pueden describir el comportamiento del sistema en momentos diferentes, mientras que los dinámicos permiten simular los constantes cambios que ocurren en los procesos modelados.

En los modelos estocásticos, se consideran las distribuciones de probabilidad de los procesos que intervienen en el objeto de la modelación y en los determinísticos sólo se pueden dar predicciones cuantitativas con valores definidos previamente.

Ursual *et al.* (1981) los clasifica con marcado enfoque filosófico en tres tipos:

- Modelo de objetos sometidos a leyes determinísticas rígidas
- Modelo de objetos que están sometidos a leyes estadísticas
- Modelo de objetos que no están sometidos a ninguna ley

Esta clasificación se corresponde con los métodos usados en su tratamiento. El primero se basa en la aplicación de la teoría de las ecuaciones diferenciales, el segundo hace uso de la teoría de las probabilidades y el tercero se corresponde con la teoría de juegos y el azar. Por último Espí (2000), propone clasificar los modelos en dos tipos: abiertos y cerrados.

Los abiertos permiten la entrada y salida de la población de individuos por diferentes causas y los cerrados, aquellos que no consideran la posibilidad de entradas o salidas de individuos de la población.

De acuerdo con los criterios de varios autores, Guerra, W. (2005 comunicación personal) clasifica los modelos según su grado de aplicación en:

Modelo empírico. Describe una situación por ob-

Modelo dinámico. Contiene la descripción de los cambios que ocurren en el crecimiento de especies de plantas y el modelado de curvas de lactancias de animales. Ejemplos: modelos de serie de tiempo y el modelado de curvas de lactancias de animales. Siboney de Cuba de Fernández *et al.* (2001) *et al.* (2001)

Modelo estocástico. Tiene asociada una distribución de probabilidad. Ejemplos: modelos de series de tiempo, cadenas de Markov y modelos que describen la disposición espacial de plantas. (Ortiz *et al.* 1999).

Aplicaciones

Los sistemas pecuarios involucran procesos biológicos, que se pueden identificar a nivel celular (ej. secreción de leche en la glándula mamaria) como en aspectos de manejo de un hato de animales (ej. productividad del rebaño) y las interacciones entre los componentes del sistema. Normalmente es preciso comenzar el estudio de los diversos procesos biológicos por separado para intentar comprender el funcionamiento del sistema en su conjunto.

A partir de la década del 70, comenzó a aparecer en la literatura científica trabajos de modelación basados con el estudio de procesos en la producción de animales en fincas. Sin embargo, es evidente que es a partir de los años 90 cuando se alcanza un alto nivel de aplicación de estas técnicas. Según Martínez (1996), los estudios aplicados a la producción animal se basan principalmente al cálculo de demografía, aspectos reproductivos, evaluación de la producción de carne, valor genético estimados, pronóstico de la posición de la canal y niveles nutricionales que afectan la eficiencia biológica y económica de la producción de carne, entre otros; sin embargo, en la actualidad la aplicación es mucho más amplia y se pueden encontrar aplicaciones en otras áreas.

Otro factor que influye en el uso de

bién se han expandido supliendo la demanda urbana, en tanto que los pequeños productores con sistemas agropecuarios mixtos no han sido partícipes hasta ahora, salvo en contados casos, de este mercado en expansión. Las razones del comportamiento indicado son varias e incluyen la falta de organización en la producción

y la comercialización, la limitada oferta de precios apropiadas, la limitada e inapropiada extensión de la precaria voluntad política gubernamental.

En la tabla 1, se presenta un resumen de los trabajos revisados y se corrobora que la modelación se aplican, a otros muchos problemas en

Tabla 1. Resumen de los trabajos revisados en las diferentes categorías de animales

Categoría	Autor y año	Temática	Publicación y país	Modelo
Vacas lecheras	Curran <i>et al.</i> 1970	Predicción del consumo voluntario de alimentos	Artículo científico, Inglaterra	Modelo de
Animales domésticos	Vohnout 1970	Balance de raciones para animales por programación lineal	Artículo científico, Turrialba	Modelación
Vacas lecheras	Forbes 1977	Consumo voluntario y balance energía	Artículo científico, USA	Modelo de
Rumiantes	Mertens y Ely 1979	Digestión de la fibra y velocidad de pasaje en la calidad del forraje	Artículo científico, USA	Modelación de ecuación
Vacas lecheras	Broadbent <i>et al.</i> 1984	Sistema de energía en la vaca lechera	Publicación científica, Inglaterra	Modelo de
Vacas lecheras	Bruce <i>et al.</i> 1984	Sistema de energía en la vaca lechera	Publicación científica, Inglaterra	Modelación
Vacas lechera	Oldham 1984	Interrelaciones entre la proteína y la energía	Publicación científica, EUA	Modelo de
Vacas lecheras	Menchaca y Ruiz 1990	Consumo de materia seca, fibra bruta y energía metabolizable en el pasto bermuda cruzada 1 (<i>Cynodon dactylon</i> Pers)	Publicación científica, Cuba	Sin
Búfalos	Silveira Junior <i>et al.</i> 1990	Crecimiento de búfalos	Publicación científica, Brasil	Modelación
Bovinos de carne	Porte <i>et al.</i> 1992	Modelo para formulación de dietas de mínimo costo para ganado de carne	Artículo científico, Chile	Modelo de
Ovinos	Hummel <i>et al.</i> 1993	Evaluación del consumo voluntario aparente en ovinos	Artículo científico	Modelación
Vacas doble propósito	Nicholson <i>et al.</i> 1993	Alternativas nutricionales y estrategias de manejo en la producción de doble propósito en Venezuela	Publicación científica, Inglaterra	Modelo de

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 39, Número Especial, 2005.

Tabla 1. Continuación

Categoría	Autor y año	Temática	Publicación y país	
Vacas lecheras	Delaby <i>et al.</i> 1995	Nivel de producción de leche y sistemas de alimentación en el balance del N	Artículo científico	Modo
Vacas lecheras	Barrera <i>et al.</i> 1995	Alternativas de manejo de un sistema de producción de leche, de pequeños productores	Memoria de evento, Ecuador	Modo dinámico (e)
Vacas lecheras	Pereyra <i>et al.</i> 1995	Curvas de lactancia para la predicción de la producción total de leche. 2. Selección del modelo estadístico.	Artículo científico, Argentina	Modo
Vacas lecheras	Sorensen <i>et al.</i> 1995	Consecuencias económicas del virus infección bovina	Artículo científico Dinamarca	Modo
Ovejos en pastoreo	Finlayson <i>et al.</i> 1995	Estrategias para manejo alternativas en la agricultura de Nueva Zelanda	Artículo científico, Inglaterra	Modo
Cerdos	Larduet y Savon 1995	Digestión y metabolismo del nitrógeno en dietas no convencionales	Memoria de evento, Cuba	Modo
Vacas	Dijkstra <i>et al.</i> 1996	Consumo voluntario, digestión y absorción bajo condiciones de pastoreo en el trópico	Artículo científico, Inglaterra	Modo
Vacas lecheras	Espí 2000	Descripción del proceso epizootológico y predicción de la mastitis bovina	Tesis de Maestría, Cuba	Modo difer
Rumiantes	López <i>et al.</i> 2000	Suplementación energética en rumiantes	Capítulo de libro	Modo
Rumiantes	Ørskov 2000	Degradabilidad de forrajes por técnicas <i>in situ</i>	Capítulo libro	Modo
Cerdos y bovinos	Pino 2000	Método Bootstrap	Tesis maestría, Cuba	
Ganado vacuno	Hack y Agabriel 2000	Crecimiento de ganado de carne	Capítulo de libro	Modo
Cerdos	Danfær 2000	Digestión y absorción en la evaluación de alimentos	Capítulo de libro, Dinamarca	Modo
Vacas	Mgbere y Olutogun 2001	Descripción de las relaciones peso-edad	Artículo científico, Nigeria	Modo

mal (Hummel *et al.* 1993, Castellano *et al.* 1994 y Finlayson *et al.* 1995) y al comportamiento productivo de algunas categorías (Silveira Junior *et al.* 1990 y Torres y Barbosa 2004).

En estos trabajos se aplica la modelación lineal y no lineal, las ecuaciones diferenciales, los modelos dinámicos. Solo a partir de la década del 90 se generalizan los resultados a través de la simulación, lo cual corrobora el criterio de que la aparición de las computadoras personales permitió avances en estas aplicaciones.

Los trabajos de modelación en monogástricos abarcan fundamentalmente la categoría de cerdos en desarrollo, y abordan la degradación y absorción de la fibra (Bastianelli *et al.* 1994), la digestión, absorción y metabolismo del nitrógeno en la evaluación de alimentos convencionales y no convencionales (Larduet y Savon 1995 y Danfær 2000). Estas publicaciones comienzan a aparecer prácticamente en la segunda mitad de la década del 90 y emplean solo la modelación matemática. Son escasos los trabajos en aves y no aparecen en otras categorías.

La estrategia de la producción ganadera basada en los pastos como principal fuente de alimentación en el

trópico y subtropical ofrece enormes posibilidades. Respecto Pérez-Infante (1977) consideramos que las áreas se mejoraban con pastos apropiados. Si se usan con nuevas técnicas, pudieran lograr resultados satisfactorios, ya que en el trópico la producción real resulta muy costosa.

La cantidad de artículos que aparecen en la literatura relacionados con modelación y simulación del comportamiento de los cultivos agrícolas para la producción animal (tabla 2), es menor comparada con los trabajos de producción agrícola general. Antes de la década del 90 aparecieron muchos artículos relacionados con la modelación del comportamiento o desarrollo de diferentes especies de gramíneas y leguminosas (Arnold *et al.* 1972, Fick 1980, Funes *et al.* 1980, Herrera *et al.* 1980 y Ambrosio y Fernández 1988, entre otros). La excepción es el trabajo de Arnold y Campbell (1972) donde se describió un modelo de simulación que describe los mecanismos de regulación y transferencia de las entradas (input) y salidas (output), en una producción animal. Se presenta con mayor detalle un sub-modelo de

Tabla 2. Resumen de los trabajos revisados en cultivos agrícolas para la alimentación animal

Temáticas	Autor y año	Descripción	Publicación	Modelo
Sistema	Arnold y Campbell 1972	Sistema agrícola y producción animal	Artículo científico	Modelo
Pastos cultivados	Rose <i>et al.</i> 1972	Patrón de desarrollo estacional de la <i>Stylosanthes humilis</i> H.B.K.	Artículo científico, Australia	Modelo
Producción pastos en fincas	Fick 1980	Estructura de un modelo de pasturas y su interacción con la producción de ovejos	Artículo científico	Modelo
Pastos	Funes <i>et al.</i> 1980	Crecimiento y desarrollo de gramíneas	Artículo científico, Cuba	Modelo
Pastos	Herrera y Ramos 1980	Composición mineral de la Bermuda Cruzada en seca	Artículo científico, Cuba	Modelo
Cereales	Ambrosio y Fernández 1988	Estimación del rendimiento	Folleto del Servicio de Extensión Agraria	Modelo



Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 39, Número Especial, 2005.

Tabla 2. Continuación

Temáticas	Autor	Año	Descripción	Publicación	
Pastos	De Gouvenia y Martin	1999	Comparación agroecológica de la fenología y crecimiento de especies de pastos	Artículo científico	Modelo
Sistema	Ortiz	2000	Reciclaje de nutrientes N, P y K en pastoreo vacuno	Tesis doctorado, Cuba	Modelo
Sistemas agronómicos	Norero y Pilatti	2002	Enfoque de sistemas y modelos agronómicos	Libro Argentina	Modelo
Sistema ganadero	Torres <i>et al.</i>	2002	Balance anual de N, P y K en pastoreo	Artículo científico, Cuba	Modelo
Fincas ganaderas	Roche <i>et al.</i>	2003	Planificación de la producción agrícola	Artículo científico, Cuba	Modelo
Agricultura	Pilatti y Norero	2004	Fisiología de cultivos anuales	Libro Argentina	Simulación
Alfalfa	Villegas <i>et al.</i>	2004	Crecimiento de variedades	Artículo científico, México	Modelo

A partir de los años 90, se incrementó la publicación de artículos que trataban el tema de la modelación y simulación en esta esfera debido fundamentalmente, a los intentos de explicar las relaciones e interacciones del ecosistema suelo-planta-animal de forma integral (Aguilar y Cañas 1992, White *et al.* 1993 y Carlson *et al.* 1995). En la actualidad se utilizan diferentes términos y uno de los más usados es el de Análisis de Sistemas. Existen trabajos como el de Ortiz (2000), que estudió el balance de N, P y K en el ecosistema suelo-planta-animal y el de Carlson *et al.* (1995) que incorporaron los factores del clima y de la economía.

En muchos de los artículos revisados existe el inconveniente de que no se involucran pruebas estadísticas que comprueben la bondad de ajuste de los modelos usados. Este mismo criterio ha sido expuesto por Rodríguez y Bermudez (1995), quienes en una revisión de 5775 artículos publicados entre 1990 y 1992 encontraron que en el 44% de ellos faltaba el componente estadístico. En los últimos años aparecen artículos como el de Kamalak *et al.* (2004), donde se presentaron comparaciones estadísticas de los parámetros de los modelos ajustados a través de dójimas de comparación de medias. Lo

posible obtener un balance entre generalización y utilidad y metodología que permitan propuestas conceptuales para evaluar variantes en los modelos, con el fin de aumentar el conocimiento sobre el sistema a evaluar, de forma dinámica, confiable y con resultados sustantivos a alcanzar.

Ningún modelo puede ser nunca universal, y hasta los modelos basados en muchos parámetros de corrección para las condiciones específicas de un lugar. Toda la información disponible en la literatura internacional sobre el sistema a evaluar y su simulación pueden ser usados como base de partida. Sin embargo, lo correcto es que el investigador diseñe sus propios modelos, parámetros y sus propias condiciones y pueda servirlos como herramienta útil en la toma de decisiones para evaluar diferentes estrategias. Es necesario, además, tener en cuenta los criterios estadísticos que permitan evaluar la confiabilidad de los modelos propuestos.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dra. Walkiria Guerra Bustillo, por el apoyo brindado.

- Barrera, V., Aguilar, C., Canas, R., Cubillos, G. & Camiruaga, M. 1995. Comparación de cuatro alternativas de manejo de un sistema de producción de leche, de pequeños productores de la zona del Carchi-Ecuador. Modelo de simulación (experimentación). R Argentina Producción Animal. 15:1112
- Bastianelli, D., Sauvant, D. & Rerat, A. 1994 Bases of a simple mechanistic model of digestion in pigs. JRPF, 26:227
- Broadbent P.J., Topps, J.H., Clark, J.J. & Bruce, J.M. 1984. Evaluation of a model of the energy system of lactating and pregnant cows. Anim. Prod. 38:363
- Bruce, J.M., Broadbent, P.J. & Topps, J.H. 1984. A model of the energy system of lactating and pregnant cows. Anim. Prod. 38:351
- Cabrera, A., Guerra, C.W. & Nico, D.E. 1999. Modelos probabilísticos y teoría de fiabilidad aplicados en la Mecanización Agropecuarias. Revista de Ciencia y Técnica Agropecuaria. 8:69
- Carlson, D.H., Thurrow, T.L., Wight, J.R. & Singh, V.P. 1995. Simulation of production and utilization of rangelands. Water Resources 1021-1068
- Castellano, G.G., Rodríguez, S.D. & Saez, T.L. 1994. Un modelo de simulación de sistemas de producción ovina para la zona austral de Chile. Agricultura Técnica Santiago. 54:147
- Curran, M.K., Wimble, R.H. & Holmes, W. 1970. Prediction of the voluntary intake of food by dairy cows. Stall-fed cows in late pregnancy and early lactation. Anim Prod 12:195
- Danfær, A. 1990 A dynamic model of nutrient digestion and metabolism in lactating dairy cows. Report from National Institute of Animal Science, Denmark. 511 p.
- Danfær A. 2000. A pig model for feed evaluation. En: Modelling Nutrient Utilization in Farm Animals McNamara J. P.; France J. and Beever D.E. Cap. 30, p.393. CABI Publishing. Inglaterra
- De Gouveia, M. & Martin Ch.D. 1999. Una comparación agroecológica de *Canavalia ensiformis* (L)DC. y soya, *Glycine max* (L) merr., sometidas a dos frecuencias de riego. I Fenología y crecimiento. Rev Fac. Agron. 16:227
- Delaby, L., Peyraud, J.L. & Verite, R. 1995. Effect of milk yield level and feeding systems on N excretion in dairy cows. INRA, Institut de L'Elevage; Paris; France
- Dijkstra, J., France, J., Neal, H.D., St. C., Assis, A.G., Aroeira, L.J.M. & Campos, O.E. 1996. Simulation of digestion in cattle fed sugar cane model development. J. Agrc. Sci. Cambridge 127:231
- Espí, M.Z. 2000. Ecuaciones diferenciales aplicadas a la alimentación del Murciano. Boletín Técnico Murciano. 1:1-10
- Focl, G.W. 1980 A pasture production model using a whole farm simulator. Agricultural Systems 24:203
- Forbes, J.M. 1977. Development of a model of voluntary intake and energy balance in lactating cows. J. Anim. Sci. 64:24:203
- Funes, F., Morales, J.A., Luilkus, U. & Martín, J. 1999. Crecimiento y desarrollo de las gramíneas en Cuba. Cien. Agri. 14:65
- Hack, T. & Agabriel, J. 2000. A Mechanistic Model of Beef Cattle Growth. En: Modelling Nutrient Utilization in Farm Animals. Ed. McNamara J.P., France J. & Beever D.E. Cap 17 pag 227. CABI Publishing. Inglaterra
- Herrera, R.S. & Ramos, N. 1980. Respuesta de la vaca a la fertilización nitrogenada y edad de parto. Efecto de la posición mineral en la época de seca. Rev. Agríc. 14:75
- Hummel, J., Guerrero, M. & Alonzo, E. 1993. Utilización de simulación en la evaluación del consumo voluntario en ovinos. Avances Investigación Agropecuaria. 1:1-10
- Jiménez, M. 1997. Ecuaciones diferenciales aplicadas a la producción Agropecuaria, La Habana. Tesis en opción para el grado de Master en Matemática Aplicada a la Producción Agropecuarias. UNAH
- Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Ozay, N. & Topal, S. 2004. Variation in metabolizable energy coefficients estimated using *in vitro* gas production technique. Journal of Biological Science 7:601
- Kroll, L.B., Tornero, M.T.T., Trovarelli-Tornero, M. 1994 Modelo de simulación de la producción de leche en vacas leiteras. En: Sazonalidade e autocorrelacao nos erros de crescimento ponderal em vaca leiteira. Proceedings of the 1st Brazilian Symposium on Ruminant Nutrition. 29: 707
- Larduet, R. & Savón, L. 1995. Predicción de la producción de proteína a partir de un modelo de digestión voluntaria del nitrógeno en raciones no convencionales. Actas del Simposio Científico Internacional XXX Aniversario de la Revista de Producción Animal. La Habana. Cuba
- López, S., Dijkstra, J. & France, J. 2000. Prediction of voluntary supply in ruminants, with Emphasis in Forage Utilization. D.I., Owen, E., Axford R.F.E and Omed S. 1999. Evaluation in Ruminant Nutrition. Cap 4. CABI Publishing. Inglaterra
- Martínez, D.M.A. 1996. Importaciones a corto plazo de maíz al mercado estacional. Agrociencia. 30:393
- Martínez, D.M.A. & Espí, M.Z. 1999. Simulación de la producción de leche en vacas leiteras. Boletín Técnico Murciano. 1:1-10



Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 39, Número Especial, 2005.

system in the humid lowlands of Venezuela. *Agricultural Systems* 46:311

Nicolai, B.M., Van Impe, J.F. & De Baerdemaeker, J. 1996. Modelling of microbial growth during cold storage of agricultural products: a probabilistic approach. *Acta Horticulturae*, 406:341

Norero, A.L. & Pilatti, M.A. 2002. Enfoque de sistemas y modelos agronómicos. Necesidad, método y objetos de estudio. Centro de publicaciones, Secretaria de Extensión, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina.

Oldham, J.G. 1984. Protein-energy interrelationships in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67:1090

Ørskov, E.R. 2000 The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. En: Givens D.I., Owen, E., Axford, R.F.E and Omed, H.M. Ed. Forage evaluation in ruminant Nutrition. Cap 9 p. 175. CABI Publishing. Inglaterra

Ortiz, R.J. 2000. Modelación y simulación matemática del reciclaje de N, P y K en sistemas de pastoreo vacuno. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba

Pérez-Infante, F. 1977. Posibilidades de los pastos en el trópico. *Rev. Cubana Cienc. Agric* 11:119

Pereyra, A.M., Ramos, G., Sonvico, V. & Musi, D. 1995. Estudio estadístico de curvas de lactancia para la predicción de la producción total de leche. 2. Selección del modelo estadístico. *R Argentina Producción Animal.* 15:862

Pilatti, M.A. & Norero, A.L. 2004. Simulación de cultivos anuales. Formulación básica del desenvolvimiento normal. Ediciones Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina.

Pino, J.A. 2000. El método Bootstrap aplicado a la estimación de parámetros en investigaciones porcinas y bovinas. Tesis de Master en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. Universidad Agraria de la Habana. Cuba

Porte, F.E., Mansilla, M.A. & Sanhueza, H.R. 1992 Un modelo interactivo de formulación de raciones para ganado de carne. *Avances Producción Animal.* 17:103

Renshaw, E. 1993. Modelling Biological populations in space and time, Cambridge University Press.

Roche, A., Larduet, R., Mederos, R., Sotolongo, A., Torres, V. & Fundora, O. 2003. Modelo de programación lineal para la planificación de fincas maximizando la cantidad de personas a alimentar. *Rev. Ingeniería Industrial* 1:59

Rodríguez, L.F. & Bermúdez, L.T. 1995. Uso y aplicaciones de la simulación agropecuaria. *Agron. Colombiana* 12:198

aplicada a las Ciencias Agropecuarias. Universidad Agraria de la Habana

Sánchez, W., Murillo, L., Betancourt, M. 2004. Indicadores de sostenibilidad para un sistema de producción bovina de carne en el cantón de Guayaquil. *Revista Nacional de Agricultura Conservación y Manejo* 1:1-10

Rica

Shannon, R.E. 1975. Systems simulation. 7th Edition. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall

Shiyomi, M. 1991. Method for the Estimation of Biomasa in Grazed Pasture by Visual Observation. *Journal of Japanese Society of Grassland Science* 15:1-10

Silveira Junior, P., Machado, A.A., Silva, M.A. 1990. Exponential models with seasonal variation fitted to growth data on Murrah buffalo. *Revista de la Sociedade Brasileira de Zootecnia* 29:1-6

Sorensen, J.T., Enevoldsen, C. & Houe, E. 1998. A stochastic model for the simulation of the consequences of the virus of infection bovine por diarrhoea. *Rev. Medicina Veterinaria Preventiva* 23:1-10

Torres, V. 1995. Contribución a la modelación matemática del pastoreo. 5º Seminario Científico Internacional. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba

Torres, V. & Barbosa, S.I. 2004. Modelo de programación lineal para el portamiento productivo en la etapa de crecimiento de búfalos de agua. Tesis Posdoctoral. Facultad de Zootecnia, Capes, Brasil.

Torres, V., Ortiz, J., Crespo, G., Rodríguez, L.F. & Fundora, O. 2002. Simulación del Balance Anual energético del reo Bovino. *Rev. Ingeniería Industrial* 1:1-10

Ursual, A.D., Rodríguez, S.M., Berguete, J., & Tornés, J.M. 1981. La dialéctica y los modelos matemáticos generales de investigación. Tomo 1. Ediciones de la Habana 498 p.

Villegas, A. Y., Hernández, G.A., Pérez, P.J., Larduet, R., H.J.G., Enríquez, Q.J.F. & Gómez, V. 2004. Modelos estacionales de crecimiento de dos variedades de *(Medicago sativa L.)* Tec. Pec. Mex. 42:1-10

Vohnout, K. 1970. Programación lineal en programación lineal para animales. *Turrialba* 20:456

Wang-Bin, Y., Roan-Shii, W., Hsu-Jenn, C., S.W. & Hsu, J.C. 1995. A model to predict the growth of broilers. *J Taiwan Livestock Res*, 28:269-274

White, D.H., Howden, S.M. & Nix, H.A. 1981. A model of the growth of a beef steer. *Journal of Agricultural Science* 86:1-10



UNIVERSIDAD 2006

“La Universalización de la Universidad por un mundo mejor”

5to Congreso Internacional de Educación Superior

Del 13 al 17 de Febrero del 2006

Palacio de Convenciones de La Habana. Cuba

El Ministerio de Educación Superior y las Universidades de la República de Cuba convocan a la comunidad de profesores, estudiantes, directivos y otras personas vinculadas a nuestro sector, al V Congreso Internacional de Educación Superior.

Este Congreso a celebrarse en La Habana, Cuba, es convocado bajo el Lema “La Universalización de la Universidad por un mundo mejor” y tiene como objetivo fundamental, analizar las principales experiencias cubana e internacional sobre la Universalización de la

Universidad, lo que reitera el renovado compromiso de la Educación Superior con su sociedad y con el mundo.

Desde el primer encuentro desarrollado en 1998, nuestros Congresos se han afirmado como un espacio reflexivo, profundo, comprometido y orientado a la discusión de los más variados temas vinculados a la agenda internacional sobre Educación Superior.

Será un placer y un privilegio encontrarlos en La Habana en el 2006.

Eventos Integrados al Congreso:

- ✎ Simposio “Universalización de la Universidad”
- ✎ VII Taller Internacional “La Educación Superior y sus Perspectivas”
- ✎ V Taller “Pedagogía de la Educación Superior”
- ✎ V Taller “Universidad, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible”
- ✎ VII Junta Consultiva sobre el postgrado en Ibero América
- ✎ V Simposio “Universidad, Ciencia y Tecnología”
- ✎ VI Taller Internacional de Educación a Distancia
- ✎ VIII Taller Internacional de Extensión Universitaria
- ✎ III Taller Internacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación en la Enseñanza Superior