

**Las tecnologías de información y comunicación: educación e impacto en la productividad pecuaria, el caso SOLVER® en nutrición animal**

Information and communication technologies: education and impact on livestock productivity, SOLVER® case in animal nutrition

**Cuauhtémoc Landa-Torralba<sup>1</sup>**, Maximino Zito Romero-Figueroa<sup>2</sup>, Pablo Tadeo-Cruz<sup>1</sup> y José Antonio Fernández-Figueroa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FISPA UV; <sup>2</sup>CE. Cotaxtla CIRGOC INIFAP SAGARPA.  
E-mail: landatorralba@hotmail.com ✉ Autor de correspondencia

**Recibido: 7/08/2013**

**Aceptado: 19/12/2013**

**RESUMEN**

El artículo destaca la importancia de las competencias adquiridas en las aulas, en relación a las tecnologías de información y comunicación, cuando se aplican de manera directa en los sistemas de producción agropecuaria para la solución de problemas locales, mejorando la eficiencia y por consecuencia la economía de los productores, tomando como ejemplo los resultados de trabajos realizados en el trópico húmedo para validar la herramienta Solver® del programa de computo Excel® en la formulación de raciones por programación lineal a mínimo costo, para alimentación animal con ingredientes y subproductos regionales. El análisis señala las Experiencias Educativas participantes, las modalidades de trabajos recepcionales presentados, y concluye que las raciones elaboradas con Solver se pueden aplicar en las principales especies pecuarias y sistemas de producción de la región, con similares o mejores resultados productivos que las raciones comerciales, siendo en promedio 18.8% más baratas y por consecuencia incrementando la rentabilidad sobre costos de alimentación en 31.6 puntos porcentuales promedio más que el testigo, sin inversiones adicionales y a corto plazo, lo que supera cualquier alternativa bancaria.

**Palabras claves:** Competencias, raciones, bovinos, cerdos, borregos.

**ABSTRACT**

The article highlights the importance of skills acquired in the classroom, in relation to information and communication technologies, when applied directly in farming production systems for the solution of local problems, improving efficiency and consequently the economy of producers, taking as an example the results of thesis projects performed in the humid tropics to validate the Excel Solver tool for least cost rations formulation by linear programming for animal feed with ingredients and by-products from the region. The analysis concludes that the rations made with Solver can be applied in major livestock species and production systems in the region, with similar or better production results than commercial rations, being on average 18.8% cheaper and therefore increasing profitability over feed costs on 31.6% more than the control group in short-term, without additional investments, outperforming profits from any bank account in México.

**Key words:** Skills, rations, cattle, pigs, sheep.

## INTRODUCCIÓN

Está documentado que algunos principios o desarrollos tecnológicos requieren años para aplicarse cotidianamente; es el caso de algunas herramientas computacionales que en la actualidad superan la capacidad de la sociedad en general para aprovecharlas. En sectores productivos agropecuarios utilizarlas de manera directa en la producción puede incrementar la eficiencia del sistema con el consecuente beneficio económico, desconocer su aplicación práctica significa perder la oportunidad para hacerlos más eficientes; por lo tanto el reto es utilizarlas para responder las preguntas básicas de los productores (Morrow, 2002). Corresponde a las instituciones de investigación y educación, discutir, adaptar y validar las potencialidades de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's), integrar los conocimientos de las diferentes especialidades, desarrollar las capacidades de los profesionistas, técnicos y estudiantes, vincularse con los sectores correspondientes, y promover el empoderamiento de estos desarrollos para beneficio de los productores. Este es el caso de la línea de trabajo desarrollada por el Campo Experimental Cotaxtla del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CECOT-INIFAP), y la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria de la Universidad Veracruzana (FISPA-UV), que tiene como objetivo desarrollar las competencias profesionales de los estudiantes mediante la utilización de la herramienta Solver® de la hoja de cálculo Excel®, para formular raciones por programación lineal a mínimo costo (PLMC) con ingredientes regionales, para la alimentación animal en los principales sistemas de producción agropecuaria del sur de Veracruz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las competencias se desarrollan de manera transversal a través del programa educativo: durante los primeros semestres se enfatiza el conocimiento de los modelos de PLMC y el manejo de TIC's, en las experiencias educativas (EE) de Matemáticas,

Computación, Economía e Investigación de operaciones; y en periodos posteriores se relacionan con los saberes heurísticos y axiológicos a través de proyectos de trabajo integrador en las EE de Nutrición, Sistema de Producción de Ovinos y Sistema de Producción de Bovinos, y en el Programa de Estancias Académicas. Los proyectos de validación se diseñan y ejecutan en la EE denominada Experiencia Receptional.

Los trabajos de validación se realizaron en explotaciones comerciales del año 2007 al 2012 en el sur de Veracruz con las principales especies pecuarias de la región. En todos los casos el diseño experimental contó con 2 tratamientos donde uno era el testigo, generalmente la ración comercial de marca registrada utilizada por el productor, y el otro la ración a validar formulada por PLMC con Solver® y elaborada con ingredientes y subproductos agroindustriales ofertados en la región, ambas proporcionadas en la misma cantidad; el número de repeticiones fue de 3 hasta 24, determinado por la cantidad de animales disponibles en la explotación; en función del sistema productivo se bloquearon factores como raza, peso, edad, producción, entre otros; el análisis estadístico fue la prueba de T (Infante y Zarate, 1995); en todo los casos se llevaron registros económicos para realizar análisis sobre costos de alimentación e ingresos por producción para cada tratamiento y se determinó la relación entre ellos.

Para la elaboración de la ración PLMC con Solver, se consideraron todos los ingredientes y subproductos agroindustriales de la región a los que el productor manifestó tener acceso, los costos de los mismos, los requerimientos de PC y ED de los animales, las relaciones "mayor o menor a" determinadas por los principios de nutrición animal, y la experiencia técnica de la región. Las variables evaluadas y los períodos de registros estuvieron en función del sistema y fueron: peso vivo, ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia, litros producidos, entre otras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Académicamente se han producido y aprobado nueve trabajos recepcionales (seis con carácter de tesis y tres trabajos Prácticos Técnicos), esto ha resultado en 13 publicaciones a nivel estatal, nacional e internacional (cuatro resúmenes, seis artículos completos en memorias y tres artículos completos en libros).

En relación a los aspectos de validación de la tecnología, se han realizado

ocho trabajos en cinco municipios del sur de Veracruz (cuadro 1), todos ellos con actividad económica preponderantemente agropecuaria; con tres especies animales que en conjunto representan la mayoría del inventario regional y en los cinco sistemas de producción más importantes y representativos de la región; en tres casos las raciones evaluadas han sido integrales (ovinos y cerdos) y en los bovinos han sido complementos al pastoreo de gramíneas tropicales.

**Cuadro 1.** Generalidades de los trabajos para validar Solver® en la formulación por programación lineal a mínimo costo de raciones para alimentación animal.

Municipios	Especie	Sistema productivo	Trabajos	Tipo de ración
Sayula de Alemán	Bovinos	Lechería tropical	3	Complemento
Acayucan	Bovinos	Desarrollo de toretes	1	Complemento
Soconusco	Bovinos	Desarrollo de toretes	1	Complemento
Jaltipàn	Cerdos	Desarrollo de cerdos	1	Integral
Jaltipàn	Cerdos	Finalización cerdos	1	Integral
Las Choapas	Ovinos	Engorda de ovinos	1	Integral

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados productivos (cuadro 2) indican que en los sistemas donde las raciones fueron integrales, las elaboradas con ingredientes de la región y formuladas por PLMC fueron iguales estadísticamente a las de marcas registradas. En el caso de los bovinos donde las raciones fueron complemento del pastoreo superaron de

manera significativa a las de marca comercial (41% en GDP de toretes y 9.6% en producción de leche en época seca), la razón es que fueron formuladas para las necesidades específicas del caso y contenían mayor densidad proteica que las comerciales, la posibilidad de formular en función de los requerimientos es una ventaja importante de esta herramienta.

**Cuadro 2.** Resultados productivos obtenidos con raciones formuladas por programación lineal a mínimo costo con Solver®.

Estudio	variable	testigo	PLMC	Autor
Engorda de ovinos pelibuey	GDP (kg)	0.131a	0.150a	González, 2010
Desarrollo de cerdos	GDP (kg)	0.561a	0.509a	Pérez y Manzanilla, 2011
Finalización de cerdos	GDP (kg)	0.694a	0.690a	Culebro, 2011
Desarrollo de toretes	GDP (kg)	0.511a	0.722b*	Sánchez, 2011
Lechería tropical seca	Kg/cab/día	10.4a	11.4b	Solís y De la Cruz, 2012
Lechería tropical lluvia	Kg/cab/día	10.4a	10.4a	Solís y De la Cruz, 2012
Lechería tropical nortes	Kg/cab/día	10.8a	11.1b	Solís y De la Cruz, 2012

\*Literales diferentes en la misma fila indican diferencia significativa  $p < 0.05$

**Fuente:** Elaboración propia

En cuanto a los costos por kg de alimento (cuadro 3), el de marca registrada fue de 5.8% a 53.9% más caro que el

elaborado con ingredientes de la región que incluye mano de obra para mezclarlo, la disminución de los costos es el objetivo de la formulación por PLMC y está en función de

la capacidad y habilidad del dueño para acceder a ingredientes de bajo costo.

Las raciones comerciales fueron 23.17% más caras que las formuladas por PLMC; el incremento de la rentabilidad sobre costos de alimentación (IRCA) fue en promedio de 31.6 puntos; cuando se usaron raciones PLMC formuladas por Solver; en toretes en desarrollo, la disminución de costos de alimentación en sinergia con el incremento en la producción permitió que el IRCA alcanzará hasta 84 puntos porcentuales

más que el testigo, aunque con cerdos en desarrollo una menor eficiencia alimenticia afectó ligeramente el impacto de disminuir los costos, a pesar de esto el IRCA mejoró de manera importante en relación al testigo; el sistema de cerdos en finalización funcionaba con pérdidas sobre costos de alimentación, al disminuirlos se obtuvo ganancias (Culebro, 2011); en todos los casos el IRCA es superior a los intereses bancarios, sin inversiones adicionales, si se considera el período de estudio esto se magnifica por la revolencia del capital.

**Cuadro 3.** Costos por kg de alimento formulado por PLMC con Solver® vs alimento comercial e incremento en la rentabilidad sobre costos de alimentación (IRCA).

Estudio	PLMC (\$)	Testigo (\$)	Diferencia %	IRCA %
<sup>1</sup> Engorda de ovinos pelibuey	3.25	4.50	38,46	13
<sup>2</sup> Desarrollo de cerdos	3.80	5.85	53,95	42
<sup>3</sup> Finalización de cerdos	4.50	5.85	30,00	24
<sup>4</sup> Desarrollo de toretes	4.20	5.00	19,05	84
<sup>5</sup> Lechería tropical, seca	4.50	5.10	13,33	21
<sup>5</sup> Lechería tropical, lluvias	4.53	5.10	11,35	11
<sup>5</sup> Lechería tropical, nortes	4.82	5.10	5,81	8
Promedio	4.23	5.21	23,17	31.6

**Fuente:** Elaboración propia con datos de <sup>1</sup>González, 2010; <sup>2</sup>Pérez y Manzanilla, 2011; <sup>3</sup>Culebro, 2011; <sup>4</sup>Sánchez, 2011; <sup>5</sup>Solís y De la Cruz, 2012

## CONCLUSIONES

En los últimos años los nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos de las TIC's surgen de manera exponencial, las instituciones de educación e investigación deben encontrar mecanismos que aseguren su aplicación de manera práctica y directa en los sistemas de producción, uno de ellos es el desarrollo de competencias adecuadas en los futuros profesionistas, en los casos presentados en este trabajo la herramienta Solver® permitió incrementar la rentabilidad sobre costos de alimentación sin necesidad de inversiones adicionales.

## LITERATURA CITADA

Morrow, K. 2002. La Agenda de Tecnología de información y comunicación (TIC):

Planes de acción global y soluciones locales. LEISA. Vol18 No 2. p 15.

Infante G. S. y Zarate de L. G. P. 1995. Prueba de hipótesis sobre la media de una distribución normal. Métodos estadísticos. Edt. Trillas. p 288-298.

Solís, M. D. y De la Cruz, D. C. 2012. Validación de una ración balanceada por el método solver al mínimo costo en tres épocas del año para ganado lechero suizo americano en el municipio de Sayula de Alemán. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.

Pérez, N. G. y Manzanilla, L. A. 2011. Evaluación de una ración comercial y otra balanceada por programación lineal a mínimo costo para desarrollo de

cerdos en el rancho El Guayabillo municipio de Jaltipan, Ver. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.

Culebro, R. H. 2011. Comparación de dos raciones alimenticias para cerdos (*Sus scrofa domestica*) en etapa de finalización en el municipio de Jáltipan, Ver. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.

Sánchez, D. E. J. 2011. Validación de una ración para becerros en pastoreo elaborada por programación lineal a mínimo costo por el método de solver en Soconusco, Ver. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.

González, A. E. U. 2010. Evaluación y rentabilidad de dos raciones para finalizar borregos pelibuey en el municipio de las Choapas, Ver. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.