

# **Desarrollo de una calculadora nutricional de engorde vacuno para el apoyo de la docencia investigación y la extensión**

**Machado, C.F.; Arroqui, M.; Mangudo, P.A.; Ponssa, E.; \*Berger, H.**

*Facultad Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina.*

*\*INTA Balcarce*

*Paraje Arroyo Seco, Campus Universitario, (7000) Tandil, Argentina. cmachado@vet.unicen.edu.ar*

## **Resumen**

*El presente trabajo tiene como objetivo presentar desarrollo de un sistema informático que representa de modo simplificado los principales factores de la nutrición de vacunos de engorde, con capacidades potenciales para su uso en apoyo de la docencia, la extensión y la investigación. Se desarrolla su lógica, se fundamenta sus componentes, y se ejemplifica su uso con un caso puntual. En el mismo se explican los datos requeridos al usuario y las posibles salidas a través de tablas y gráficos. Finalmente se discute su uso actual y potencial en diferentes aplicaciones.*

## **Palabras Clave**

Modelo, ganadería, nutrición, sensibilización

## **Introducción**

Los sistemas ganaderos de nuestro país están un contexto de gran dinamismo e innovación. Diversos factores contribuyen a estos cambios, entre los que se cuentan efectos no independientes unos de otros como lo son la expansión agrícola, políticas ganaderas, sequías prolongadas, etc [1]. Desde el punto de vista alimentación vacuna, ha requerido incorporar diferentes recursos forrajeros, rastrojos agrícolas, suplementos, residuos agroindustriales etc.

En un contexto muy dinámico en el sector ganadero, existe la necesidad creciente de disponer de herramientas informáticas que faciliten la toma de decisión. Recientemente se han desarrollado para las condiciones de nuestro país avances en calculadores reproductivas de ovinos <sup>2</sup>, bovinos <sup>3</sup> y de planificación ganadera [4]. El uso de estas herramientas, no solo facilita la actividad empresarial y de asesoramiento, sino que permite su uso para educativo, facilitando la comprensión sistémica de los procesos involucrados [5, 6]

El presente trabajo se orienta a describir la estructura y funcionalidad de una herramienta informática que represente de modo simplificado los principales factores de la nutrición de vacunos de engorde y realice un presupuesto parcial, con capacidades potenciales para su uso en apoyo de la docencia, la extensión y la investigación.

## Elementos del Trabajo y Metodología

### *Desarrollo de la calculadora nutricional*

Este desarrollo junto a otras dos complementarias [4, 7], forman parte de un proyecto FONSOFT Emprendedores presentado y aprobado en la convocatoria 2007<sup>i</sup>. En términos biológicos, la presente calculadora está basada en un estándar de Estados Unidos para el modelo animal [8], y con la asociación de un modelo de consumo, selección de dieta y tasa de sustitución cuando se suministran concentrados [9]. La elección se realizó después de evaluar diferentes alternativas de modelos nutricionales internacionales [10, 12].

En términos de la lógica del producto, frecuentemente se plantea el ejercicio de definir una determinado desempeño productivo (Ej, uno novillo de 350 kg, que gana o debe ganar 0,7 kg/d) y partir de allí encontrar la alimentación que satisface esa demanda, contemplando la calidad de los componentes dietarios y estimando la cantidad requerida de consumo animal. Esto es válido como ejercicio pedagógico o para condiciones de feedlots, sin embargo, en situaciones pastoriles donde la información suele ser escasa, es importante seguir la línea de razonamiento propuesta en la Fig. 1. Allí se observa una secuencia diferente, donde la respuesta productiva es un resultado y no un dato inicial. Esta es la lógica general que sigue este desarrollo.

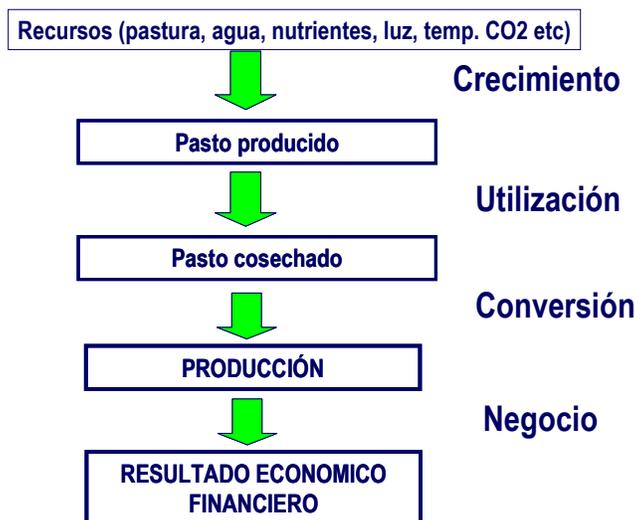


Fig. 1. Secuencia de factores de la producción de base pastoril <sup>13</sup>

El sistema se está desarrollando totalmente con software libre (utilizando librerías GNU GPL, GNU LGPL). Se utiliza tecnología Java SE<sup>ii</sup>. La metodología de desarrollo es “métodos ágiles”, en particular Crystal Clear [14, 15]. Se trabaja con un enfoque de Programación Orientada a Objetos (POO). Las salidas gráficas se presentan utilizando la librería JfreeChart<sup>iii</sup>. En respuesta a la maduración requerida por múltiples desarrollos en

<sup>i</sup> FONSOFT Emp. NA 41/07. Machado, C.; Ponssa, E.; Arroqui, M.; Mangudo, P. Software agropecuario para la gestión de la información.

<sup>ii</sup> Java SE, <http://java.sun.com/javase/>

<sup>iii</sup> JfreeChart, <http://www.jfree.org/jfreechart/>

curso (del que el presente producto es parte), se utiliza Maven<sup>iv</sup> y Gforge<sup>v</sup> como herramientas de “management” integral.

## Resultados y discusión

La aplicación está estructurada como un asistente de tres pasos. Esta estructura a que el mismo sistema de ejecución ya fue aplicado con éxito en otro producto por los autores<sup>4</sup> y ha demostrado ser “amigable” en su utilización. Los pasos son:

1. Selección del método de cálculo
2. Especificación de los datos iniciales
3. Presentación de resultados

En la parte inferior de la ventana o dentro del menú **Asistente** se encuentran los comandos que permiten controlar la aplicación (Fig. 2, 3 , 4 y 5):

- ◀ Inicio Vuelve a la primer página del asistente
- ◀ Anterior Pasa a la página anterior del asistente
- ▶ Siguiente Pasa a la página siguiente del asistente
- 🚪 Salir Cierra la aplicación



Fig. 2. Menú Asistente

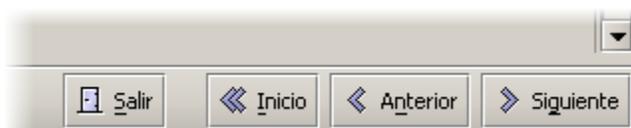


Fig. 3. Barra de Control

El menú **Edición** contiene los comandos comunes para manipular texto: **Cortar**, **Copiar**, **Pegar** y **Seleccionar todo**. También se puede acceder a estos comandos haciendo clic con el botón secundario del mouse sobre cualquier cuadro de texto.

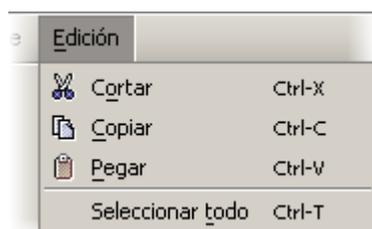


Fig. 4. Menú Edición

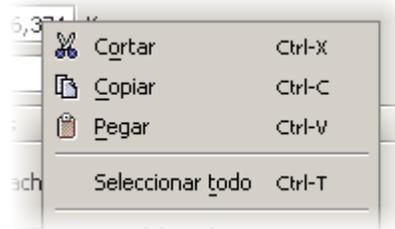


Fig. 5. Menú contextual Edición

<sup>iv</sup> Maven, <http://maven.apache.org/>

<sup>v</sup> Gforge, <http://gforge.org/>

## Paso 1: Selección del método de cálculo

En primer lugar se debe indicar el método de cálculo que se desea usar. El método determina los datos que se deben ingresar en el segundo paso y los resultados que se obtendrán en el tercer paso.

Las tres opciones provistas son (Fig. 6):

- **Consumo y calidad:** Se deben proveer las características del animal, su consumo diario de pasto y grano y la calidad de la dieta; con estos datos la aplicación calcula la ganancia de peso vivo del día.
- **Sólo calidad:** Se deben proveer las características del animal, su consumo de grano, la calidad de la dieta, la masa forrajera y las características del pastoreo; con estos datos la aplicación calcula el consumo de pastura y la ganancia de peso vivo del día.
- **Ni consumo ni calidad:** Se deben proveer las características del animal, su consumo de grano, el estado de madurez de la pastura, la masa forrajera y las características del pastoreo; con estos datos la aplicación calcula el consumo de pastura, la calidad de la dieta y la ganancia de peso vivo del día.

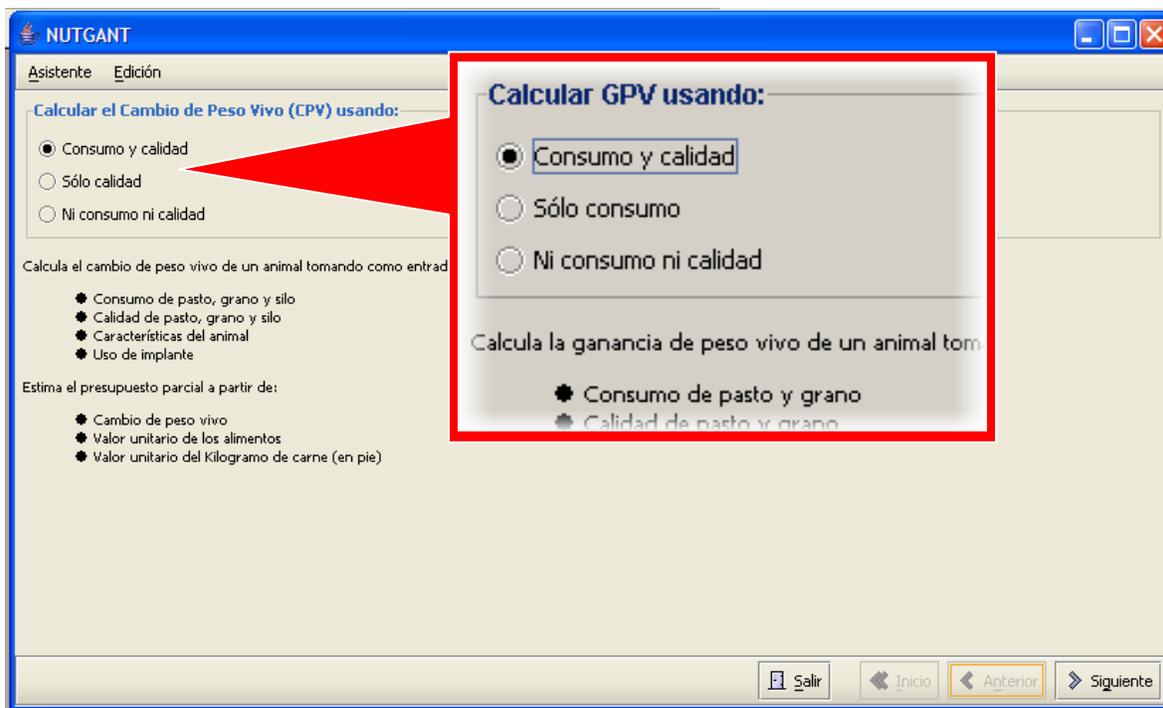


Figura 6. Métodos de cálculo provistos en la calculadora nutricional

## Paso 2: Especificación de los datos iniciales : un ejemplo de uso

A continuación se describe un caso de acuerdo a la opción 3 de las funcionalidades (Fig. 7). En la misma se observa en diferentes círculos numéricos que se definen en ① las características de animal (novillo Angus de 294 Kg de peso vivo). En ② se definen las características del recurso forrajero, y en ③ la manera de representar la asignación del forraje, ya sea en carga animal o a través de asignación forrajera [16]. En ④ se asignan las calidades de los suplementos si los hubiera (no en este caso), y se muestran las asunciones de calidad por componentes estructurales de la pastura para construir la calidad forrajera consumida, que a su vez pueden ser afectados dependiendo el estado fenológico (madurez) ⑤ del recurso forrajero [17]. En ⑥ se asignan costos a los alimentos y al Kg. de peso vivo animal, para estimar rápidamente un presupuesto parcial [18] de la situación alimentaria particular. En la figura 8 se muestran de forma ampliada y gráfica los principales factores contemplados en la carga de datos previamente descrita.

**Consumo**

Consumo de grano: 0 kg / día (en material seco, MS)  
 Consumo de silo: 0 kg / día (en material seco, MS)

**Calidad de la dieta**

	Hoja	Pastura Tallo	Muerto	Grano	Silo
Digestibilidad [% MS]	80%	70%	40%	78%	72%
Proteína Bruta [% MS]	35%	20%	8%	10%	10%
Proteína degradable en rumen [% MS]	5%	5%	4%	7%	7%
Proteína no degradable en rumen [% MS]	30%	15%	4%	3%	3%

**Presupuesto Parcial**

**Costo de la materia seca**

Costo de la pastura: 0,005 \$/Kg  
 Costo del grano: 0,2 \$/Kg  
 Costo del silo: 0,05 \$/Kg  
 Valor de la carne: 2,4 \$/Kg

**Masa forrajera**

Masa total de pastura: 3.000 Kg MS/Ha

Muerto en la pastura: 30% % pastura  
 Hoja dentro del verde: 60% % verde  
 Verde en la pastura: 70% % pastura

**Pastoreo Rotativo**

**Modo de expresión de la presión de pastoreo**

Carga Animal  
 Cantidad de animales por hectarea: 20 Animales / HA  
 Días en que se cambia de parcela: 3 días  
 Asignación Forrajera  
 Asignación forrajera: 5,2% % PV / día

**Madurez de la pastura**

Vegetativo  
 Inicio Reproductivo  
 Reproductivo

**Animal**

Edad: 200 días  
 Peso vivo: 294,36 Kg  
 Peso al nacimiento: 30 Kg  
 Raza: Angus  
 Sexo:  Macho  Hembra  Castrado  
 Peso estándar de referencia: 660 Kg  Usar valor por defecto  Especificar valor

$$AF = \left( \frac{\text{MasaForrajera}}{\text{CantidadAnimales} \cdot \text{PesoAnimal} \cdot \text{DiasParcela} / \text{PesoAnimal}} \right) \cdot 100$$

Fig. 7. Pantalla de carga del tercer método de cálculo

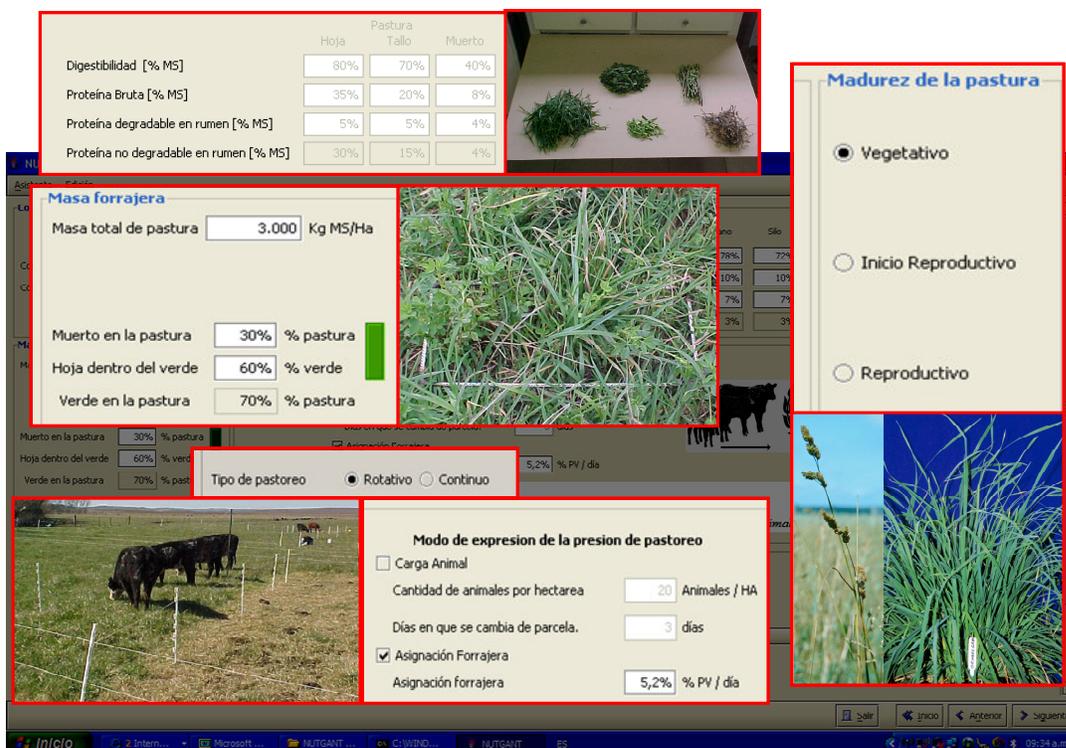


Figura 8. Ampliación de pantallas y asociación gráfica con los principales elementos utilizados para la pantalla de carga

Como se observa en las pantallas 7 y 8, en este ejemplo, a los animales se les ofrece una pastura de 3000 Kg de materia seca/ha, con una asignación de forraje diaria del 5,2 % del peso vivo. No se suministran concentrados.

También en la calculadora misma existe la posibilidad de sensibilizar diferentes variables. Todos los parámetros numéricos se pueden sensibilizar, es decir que por cada parámetro se puede especificar un conjunto de valores para los cuales se desea realizar el cálculo. La aplicación calculará un resultado para cada posible combinación de valores, dejando fijos los parámetros que no fueron sensibilizados y variando aquellos que sí. Por ejemplo, supongamos que se indicó la siguiente sensibilización:

Edad del animal	Consumo de pastura
180	5,0
200	5,5
220	6,0
	6,5
	7,0

Entonces la aplicación tendrá que calcular 15 resultados ( $3 \times 5 = 15$ ). La ventana de diálogo de sensibilización (Fig. 9) se accede haciendo clic con el botón secundario del mouse sobre el cuadro de texto del parámetro que se desea cambiar. El menú contextual que aparece incluye la opción **Sensibilización...**, como muestra la Fig 10.

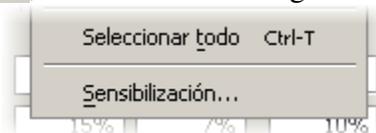


Fig. 9: Menú mostrando la opción de sensibilización

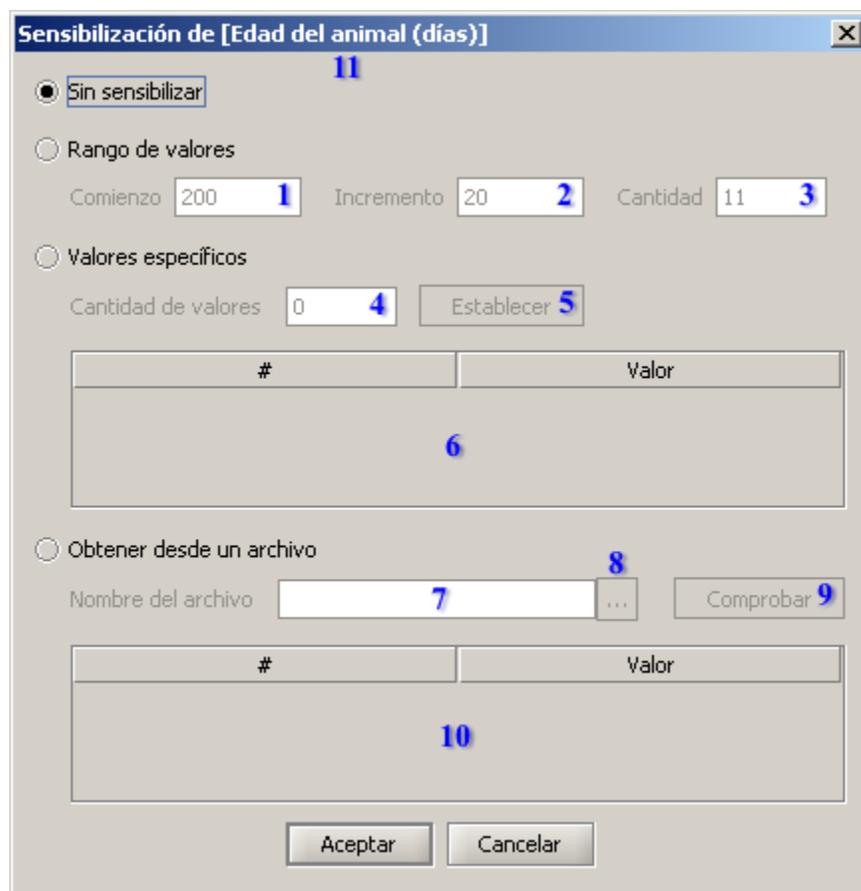


Fig. 10. Ventana de diálogo para sensibilización de un parámetro

La aplicación provee tres formas distintas de indicar los valores que debe tomar un parámetro sensibilizado<sup>vi</sup>:

- **Rango de valores:** Produce una secuencia de números ascendente o descendente que se especifica con un valor de comienzo (1), un incremento fijo entre valor y valor (2) y una longitud o cantidad de componentes (3). Por ejemplo, si Comienzo = 2, Incremento = -0,5 y Cantidad = 5, la secuencia generada será 2; 1,5; 1; 0,5 y 0.
- **Valores específicos:** Permite indicar manualmente los valores que debe tomar el parámetro. Para ello hay que indicar la cantidad de valores (4), presionar el botón **Establecer** (5) para que la tabla que se encuentra debajo (6) cambie la cantidad de filas disponibles, e ingresar los números en la columna **Valor** de la tabla.
- **Obtener desde un archivo:** Permite cargar los valores a utilizar desde un archivo de texto. Dicho archivo debe contener un número por línea; las líneas que estén en blanco o no contengan un único número en el formato correcto para el parámetro son ignoradas por la aplicación. Se debe escribir el nombre del archivo en el cuadro de texto (7) o seleccionarlo presionando el botón ... (8); si luego se presiona el botón **Comprobar** (9), la aplicación verificará que el archivo sea válido, en cuyo caso completará la tabla inferior (10) con los valores que haya obtenido.

<sup>vi</sup> Los números entre paréntesis hacen referencia a la Fig. 10.

La ventana de diálogo indica en su barra de título el nombre del parámetro que se está modificando (11). Seleccionando la opción deseada se habilitan los controles correspondientes y se deshabilitan todos los demás.

Cuando un parámetro está sensibilizado, el cuadro de texto correspondiente queda deshabilitado (es decir, no es posible editarlo) y resaltado con diferente color, como muestra la Fig. 11. Además, al colocar el puntero del mouse sobre el cuadro de texto, aparece una ayuda emergente que indica la forma de sensibilización.



Fig. 11. Parámetro sensibilizado y su ayuda emergente

Para quitar la sensibilización de un parámetro, es necesario volver a abrir el diálogo de sensibilización y seleccionar la opción Sin sensibilizar. Al presionar el botón Aceptar, el cuadro de texto volverá a habilitarse, quedará en su color original y tendrá su valor anterior.

De manera de hacer más eficiente el uso de la herramienta, la misma permite el guardado y la recuperación de los archivos. Del mismo modo, cada lote de animales definido puede ser renombrado o copiado para facilitar la carga de datos por parte de usuario.

### Paso 3: presentación de resultados

En el último paso se reportan los resultados del cálculo. La pantalla final está dividida en tres partes, como muestra la Fig. 12; de arriba hacia abajo: una barra de herramientas, una sección de resultados y una sección de resumen de los datos de entrada.



Fig. 12. Pantalla de resultados del cálculo

Esta última sección contiene una tabla donde se presentan los nombres y valores de todos los parámetros *que no fueron sensibilizados* en el segundo paso (Fig. 13).

Datos de entrada	
Parámetro	Valor
Edad del animal (días)	200 ▲
Peso vivo del animal (Kg)	256,374
Peso al nacimiento del animal (Kg)	30
Peso estándar de referencia del animal (Kg)	550
Consumo de pastura (Kg)	5
Consumo de grano (Kg)	0 ▼

Fig. 13. Sección de resumen de datos de entrada

El formato de la sección de resultados depende de la cantidad de parámetros sensibilizados. Si ningún parámetro fue sensibilizado, los resultados aparecen en una tabla similar a la anterior, como indica la Fig. 14.

CONSUMO	
Consumo de pastura [Kg MS]	6,76
Consumo de grano [Kg MS]	0
Consumo de silo [Kg MS]	0
ENERGIA METABOLIZABLE	
Energía metabolizable de la pastura [Mcal ME/día]	17,07
Energía metabolizable del grano [Mcal ME/día]	0
Energía metabolizable del silo [Mcal ME/día]	0
Energía total consumida [Mcal ME/día]	17,07
PROTEÍNA	
Proteína bruta de la dieta [Mc]	1,690
Proteína bruta (PB)	
PB de la pastura [g/día]	1.690
PB del grano [g/día]	0
PB del silo [g/día]	0
PB total [g/día]	1.690
Proteína degradable en rumen (PDR)	
PDR de la pastura [g/día]	1.352
PDR del grano [g/día]	0
PDR del silo [g/día]	0
PDR total [g/día]	1.352
Proteína no degradable en rumen (PNDR)	
PNDR de la pastura [g/día]	338
PNDR del grano [g/día]	0
PNDR del silo [g/día]	0
PNDR total [g/día]	338
Proteína metabolizable (PM)	
PM a partir de bacterias [g/día]	392
PM a partir de PNDR [g/día]	270
PM total [g/día]	663
REQUERIMIENTOS DEL ANIMAL	
PM total [g/día]	556
PPDR [g/día]	613
NE <sub>m</sub> [Mcal ME/día]	1,65
NE <sub>g</sub> [Mcal ME/día]	1,02
NE <sub>p</sub> [Mcal ME/día]	6,16
BALANCE NUTRICIONAL	
Balance de PM [g/día]	1.136
Balance PDR [g/día]	1.352
CAMBIO DE PESO VIVO	
Grasa ganada [Kg/día]	0,16
Proteína ganada [Kg/día]	0,19
CPV [Kg/día]	1,06

Figura 14. Ampliación de pantallas de salida, donde se destacan la estimación del consumo de pastura y la respuesta productiva de los animales del ejemplo numérico de Fig. 7

Si sólo se sensibilizó una variable de ingreso (Ej. la edad en días, Fig. 15), la tabla cambia para mostrar los valores en columnas, en vez de mostrarlos en filas. La primera columna contiene los valores del parámetro sensibilizado, y las restantes presentan los resultados correspondientes. A la tabla se agrega un gráfico que muestra la variación de los resultados de acuerdo a la variación del parámetro. En la parte izquierda del gráfico aparecen controles que permiten ver u ocultar resultados individuales. Cada resultado se grafica en un color diferente y en un eje Y separado.

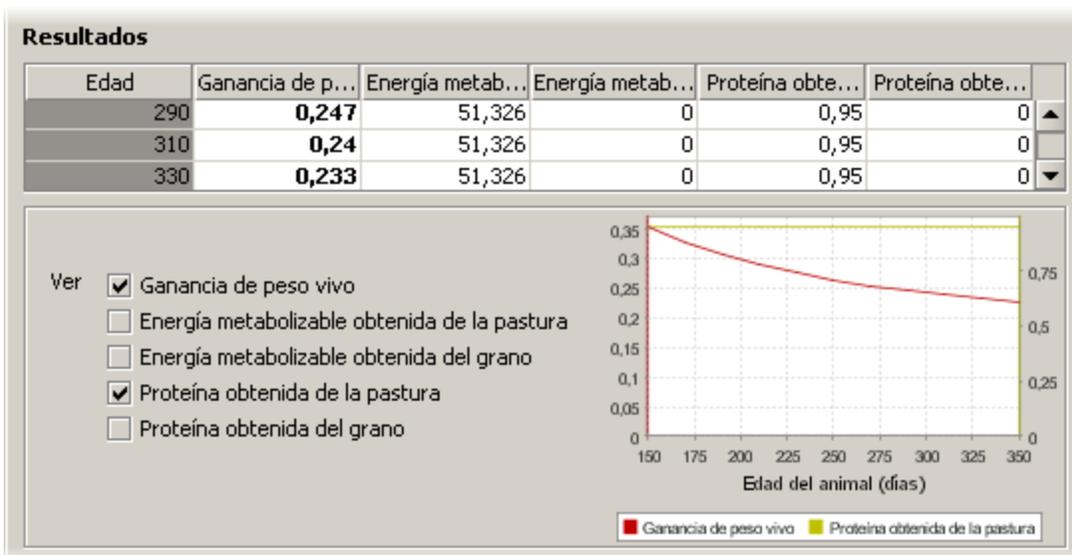


Fig. 15. Sección de resultados con un parámetro sensibilizado

Si se sensibilizó más de un parámetro, la sección también presenta la tabla y el gráfico, pero con algunas diferencias (Fig. 16). Las primeras columnas de la tabla (destacadas con fondo oscuro) muestran los parámetros sensibilizados; cada fila representa una combinación. La Fig. 15 presenta la variación de un único parámetro, fijando los demás en uno de sus valores. Mediante el cuadro desplegable Eje X (1 en Fig. 16) se puede indicar el parámetro que se desea ver. Los cuadros desplegables ubicados debajo (2 en Fig. 16) permiten indicar el valor a fijar para los parámetros sensibilizados restantes.

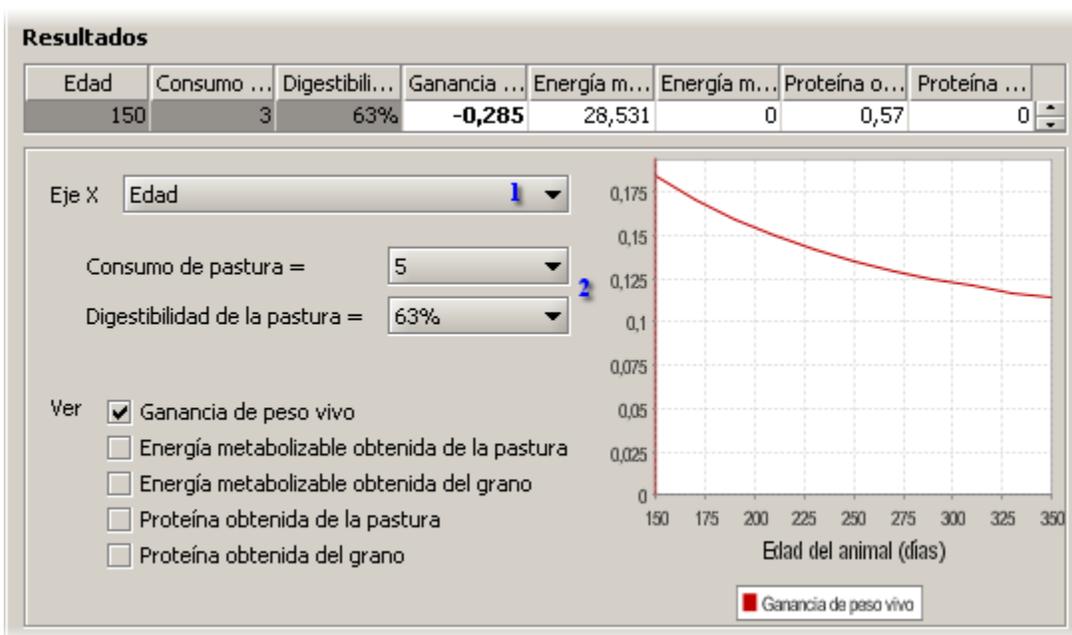


Fig. 16. Sección de resultados con más de un parámetro sensibilizado

En todos los casos, las filas o columnas de la tabla con texto en negrita indican los resultados principales; las demás indican resultados secundarios, que se debieron calcular para obtener los principales.

La barra de herramientas (Fig. 17) contiene comandos exclusivos para el tercer paso.



Fig. 17. Barra de herramientas de la pantalla de resultados

**Guardar resultados:** Permite exportar los resultados a formato *HTML*, que luego se puede ver con un navegador Web, o formato de *columnas separadas por tabulaciones*, que se puede importar en una planilla de cálculo o una herramienta de análisis numérico. En el mismo se debe indicar el formato de exportación y el nombre del archivo de salida.

**Mostrar / Ocultar datos de entrada:** Muestra u oculta la sección de resumen de datos de entrada.

**Mostrar / Ocultar tabla de resultados:** Muestra u oculta la tabla de resultados.

**Mostrar / Ocultar gráfico de resultados:** Muestra u oculta el gráfico con resultados.

**Mostrar / Ocultar opciones del gráfico de resultados:** Muestra u oculta las opciones que se encuentran a la izquierda del gráfico de resultados.

La herramienta desarrollada permite disponer de una alternativa versátil y más amigable que otras opciones disponibles [8, 9]. El desarrollo está orientado fundamentalmente a condiciones de pastoreo.

El manejo de la nutrición en sistemas pastoriles, sobretodo cuando incluye esquemas de suplementación, debe desarrollarse habitualmente en condiciones donde no se dispone de información precisa y actualizada de la calidad nutricional de los alimentos y de la cantidad consumida, por lo tanto se requiere que se deba trabajar a partir de variables indirectas de monitoreo que contemple tanto el estado de las pasturas como la condición de los animales [20]. La lógica de la herramienta pretende facilitar la comprensión de los procesos [5, 21], facilitar la comparación y cuantificación del impacto de los mismos (sensibilización), además de ayudar en la toma de decisión. Un punto que no contempla el desarrollo y que si lo dispone algunas alternativas comerciales [22], y que será incorporado a futuro, es la disponibilidad de una base de datos de calidad alimentos que facilite la formulación.

### **Comentario final y conclusiones**

La versión actual de permite integrar de forma cuantitativa diferentes factores que contribuyen a la respuesta de alimentación de animales de engorde. La misma ha sido diseñada para su uso en investigación, docencia y extensión, y al presente se están diseñando diferentes casos y ejercicios para efectuar las primeras evaluaciones y las mejoras necesarias que surjan de las mismas.

#### *Agradecimientos*

Al FONSOFT, ANPCyT-MCyT, que a través del proyecto Emp. 041/07 financió este desarrollo.

### **Referencias**

- [1] Rearte, D. 2010. Situación actual y prospectiva de la Producción de carne vacuna, Programa Nacional de Carnes, INTA (Argentina).  
[http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual\\_Prostpectiva\\_Produccion\\_carnevacun](http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual_Prostpectiva_Produccion_carnevacun)

a.pdf 26 p.

- [2] Catalano, R.; Machado, C.F.; Ferragut, S.; Teruel, M. 2009. Desarrollo de una calculadora que permite cuantificar la respuesta reproductiva de ovejas en diferentes situaciones de manejo. I Congreso Argentino de Agroinformatica. Mar del Plata, Agosto. 61-73.
- [3] Machado, C.F.; Catalano, R.; Ferragut, S.; Arroqui, M.; Mangudo, P. 2009. Avances en el diseño y desarrollo de una calculadora reproductiva de cría bovina ("Repro-calc") para el apoyo de la docencia, la extensión y la investigación. I Congreso Argentino de Agroinformática (CAI). Mar del Plata, Agosto pp 145-153.
- [4] Ponssa, E.M.C.F.; Mangudo, P.; Arroqui, A.; Ottonello, A. 2009. Desarrollo de un sistema de la dinámica de rodeo de cría bovina y de los recursos de alimentación para su aplicación a la planificación productiva y económica. I Congreso Argentino de Agroinformatica. Mar del Plata, Agosto. 48-60.
- [5] Boone, H.N. 1990. Effect of level of problem solving approach to teaching on student achievement and retention., *Journal of Agricultural Education* 31: 18-26.
- [6] Koontz, S.R.; Peel, D.; Trapp, J.; Ward, C. 1995. Augmenting Agricultural Economics and Agribusiness Education with Experiential Learning , *Review of Agricultural Economics*, 17: 267-274.
- [7] Ponssa, E.M.C.F.; Mangudo, P.; Arroqui, A. (en evaluación). Desarrollo de un sistema de evaluación de riesgo agropecuario, II Congreso Argentino de Agroinformatica. Mar del Plata, Agosto.
- [8] NRC 2000. Nutrient requirements of beef cattle, National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C.
- [9] Machado, C.F.; Berger, H.; Morris S.T.; Hodgson J. 2008. Evaluation of a beef cattle finishing simulation model for intake and live weight gain prediction under different herbage and maize grain allowances, *Proceedings of the International grasslands conference, China*. 324
- [10] SCA 1990. Feeding Standards for Australian livestock, Standing Committee on Agriculture, Ruminants Subcommittee. CSIRO publications. 266 p.
- [11] Jarrige, R.; Demarquilly, J.; Dulphy, J.; Hoden, A.; Robelin, J.; Beranger, C.; Geay, Y.; Journet, M.; Malterre, C.; Micol, D.; Petit, M. 1986. The INRA "Fill Unit" system for predicting the voluntary intake of forage-based diets in ruminants: a review, *Journal of Animal Science* 63: 1737-1758.
- [12] Freer, M.; Moore, A.D.; Donnelly, J.R. 1997. GRAZPLAN: Decision Support System for Australian grazing enterprises - II. The animal biology model for feed intake, production and reproduction and the GrazFeed DSS, *Agricultural Systems* 54: 77-126.
- [13] Hodgson, J. 1990. *Grazing Management: Science into Practice*. Longman Handbooks in agriculture, Longman Scientific and Technical co-published with John Wiley. New York, 203 p.
- [14] Cockburn, A. 2004. *Crystal Clear: A human-powered methodology for small teams*, Addison-Wesley
- [15] Mangudo, P.; Arroqui, M.; Marcos, C.; Machado, C.F. (In press). Rescue of a beef-cattle system: Crystal Clear in action. *International Journal of Agile and Extreme Software Development*

- [16] Hodgson, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production, Proceedings of the New Zealand Society of Animal production 44: 99-104.
- [17] Nelson, C.J.; Moser, L.E. 1994. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey, G. C. Jr.; Collins, M.; Mertens, D.R.; Moser, L.E. Eds. Forage Quality, Evaluation, and Utilization. American Society of Agronomy, 115-154.
- [18] McGrann, J.; Hughes, D.; Davis, E.; Rupp, R.; Lippke, L. 1989. Beef cattle budgeting, marketing, financial management, planning and investment analysis templates, Texas Agricultural Extension Service, Texas Agricultural Experiment Station, Department of Agricultural Economics, College Station, Texas 19-25.
- [19] Brookes, I.M.; Morris, S.T.; Parker, W.J. 1993. Computer spreadsheets for predicting feed requirements and feed budgeting, Proceedings of the New Zealand Grassland Association 55: 209-10.
- [20] Hodgson, J.; Brookes, I.M. 1999. Nutrition of grazing animals. In: White, J. & Hodgson, J. Eds. New Zealand Pasture and Crop Science. Oxford University press. 117-132.
- [21] Milrad, M.; Spector, J.M.; Davidsen, P. 2000. . Building and Using Simulation Based Environments for Learning about Complex Domains, International Conference on Mathematics / Science Education and Technology
- [22] Fernandez, H. 2006. REQNOV Plus y RACION Plus , [www.inta.gov.ar/balcarce/raciones/reqnov.htm](http://www.inta.gov.ar/balcarce/raciones/reqnov.htm)

**Contacto**

*Claudio Machado. UNCPBA, Facultad de Cs. Veterinarias. Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco, (7000) Tandil, Argentina. [cmachado@vet.unicen.edu.ar](mailto:cmachado@vet.unicen.edu.ar)*