



Especial VACUNO DE CARNE

ANÁLISIS DINÁMICO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

Por: **CARLOS MANUEL MÉNDEZ
ACOSTA**

Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

e-mail: cmanuelma@ciudad.com.ar

M^a ISABEL ALONSO MAGDALENO

Dra. en Dirección de Empresas

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

e-mail: ialonso@correo.uniovi.es

RESUMEN

Con la entrada de Argentina al circuito no aftósico se generan expectativas alentadoras para el sector agroindustrial del país. El acceso de las carnes argentinas al circuito no aftósico, y con ello a mercados de alto poder adquisitivo selectivos en calidad y sanidad, es una oportunidad importante para el país.

En el trabajo que se presenta se analiza el sistema de producción de carne vacuna argentino desde las aportaciones de la dinámica de sistemas, lo que permite considerar las retroalimentaciones existentes en los procesos biológicos presentes en el sistema. Esta metodología ofrece ventajas sobre otras técnicas tradicionales empleadas en el estudio del tema que se presenta, tales como la programación lineal, los modelos matemáticos estocásticos o deterministas así como, por ejemplo, la presupuestación forrajera basada en equivalencias ganaderas.

El análisis dinámico permitirá evaluar el comportamiento de diversas estrategias propuestas por el técnico ante diversos escenarios que recojan las situaciones en que pueda encontrarse el sistema.

1. INTRODUCCIÓN

La entrada de Argentina al circuito



no aftósico ha supuesto al sector agroindustrial del país un panorama alentador; como pone de manifiesto, por ejemplo, el alza de los precios de las tierras ganaderas o la ventaja competitiva que está suponiendo este producto en otros mercados, debido a que privilegia la producción sin anabólicos, pesticidas u otros productos químicos - es decir, se alimenta al ganado vacuno de carne con pasto y con ninguna, o muy baja y acotada, suplementación utilizando grano de maíz o sorgo -.

Surge en este momento el interrogante acerca de si existe, o existirá, en el futuro alguna rentabilidad atractiva para esta actividad. Ello es debido a que históricamente la agricultura ha sido una actividad más rentable que la ganadería en Argentina, por lo que ahora ganadería y agricultura deben competir por la tierra. Por otro lado, probable-

mente el precio de sus productos se incrementa a consecuencia de la entrada al circuito no aftósico y a circuitos de alto poder adquisitivo.

Aunque son muchas las variables que afectan al sistema de producción de carne, se debe destacar la especial relevancia de aquellas que pueden ser manejadas con prácticas de bajo costo como, por ejemplo, el aumento diario de peso, la carga animal o el empleo del crecimiento compensatorio - por crecimiento compensatorio se entiende al crecimiento observado por los novillos después de ser sometidos a una restricción alimentaria durante los meses invernales, por no más de noventa días, en que ni ganan ni pierden peso. Estos animales en la primavera siguiente, y ya con alimentación de buena calidad ad libitum, observan un crecimiento tal que iguala el peso vivo logrado por el

TABLA 1. SUBMODELOS Y SECTORES.

1. SUBMODELO CRÍA

2. SUBMODELO INVERNADA

Ganadería: Cálculo de costos

Ganadería: Cálculo de la diferencia de inventario

Ganadería: Cálculo de la producción de carne

Ganadería: Cálculo de la receptividad del campo

Ganadería: Cálculo de las reservas

Ganadería: Cálculo de los requerimientos de los animales

Ganadería: Cálculo del margen bruto acumulado

Ganadería: Cálculo del margen bruto

Ganadería: Compra y venta de animales

lote testigo no restringido de la misma edad. De esta forma se ahorra un verdeo invernal mejorándose el resultado económico de la actividad. El crecimiento compensatorio es una técnica utilizada en planteos de engorde pastoril para solucionar las fluctuaciones en el suministro de nutrientes debido a la estacionalidad en el crecimiento de los pastos. En ese sentido resulta interesante analizar la respuesta física al empleo de esta práctica, cuya utilización adecuada debería tener una influencia importante en los resultados físicos de la explotación agropecuaria (Verde, 1973). Variables como las citadas serán evaluadas dentro de la dinámica que ofrece el sistema de producción de carne pastoril.

Dado que el empleo de una técnica de análisis que incluya las retroalimentaciones que existen en el sistema de producción de carne puede reflejar con más acierto los procesos físicos-químicos-biológicos que ocurren simultáneamente en el mismo, se ha optado por la utilización de un enfoque dinámico para la realización del estudio; toda vez que la típica visión lineal "causa-efecto", no es la más idónea para la toma de decisiones en la que existe una gran cantidad de variables interrelacionadas. En este caso la intuición no resulta adecuada para analizar o prever comportamientos globales. Por otro lado, tampoco debe olvidarse que el sistema pastorial depende de variables no controlables por el hombre como, por ejemplo, variables climáticas; precipitaciones y temperaturas.

El objetivo de este trabajo es la elaboración de un modelo para el análisis de la producción de carne vacuna en un sistema pastoril - tal y como se emplea en Argentina -. Dicho proceso pastoril de producción de carne, se divide en dos etapas bien diferenciadas, como son: (I) la cría de terneros y, (II) el engorde o invernada de los terneros hasta peso de faena.

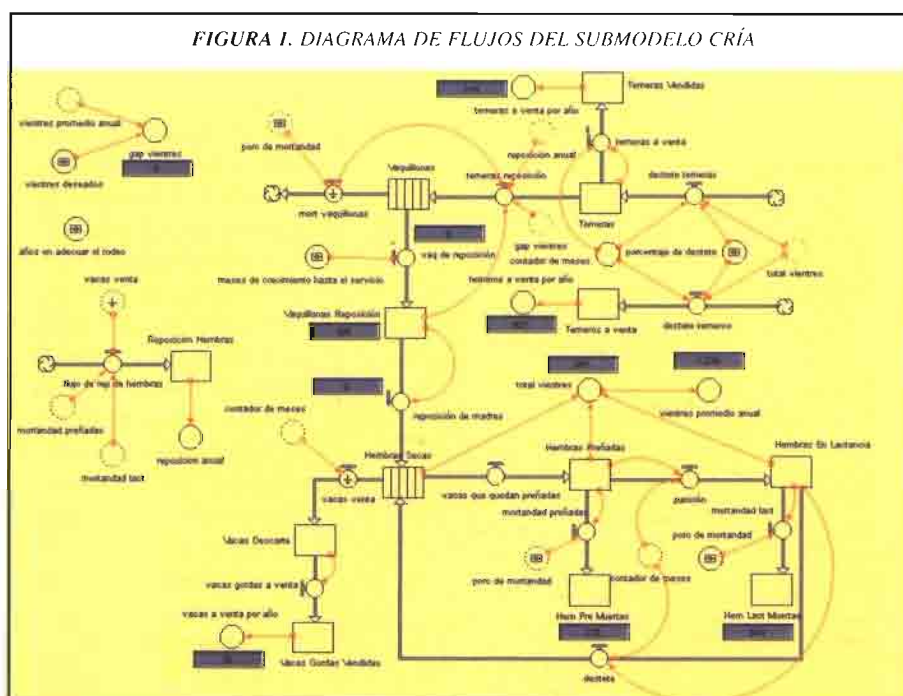
Con la finalidad anteriormente descrita, el trabajo se ha estructurado en dos partes. En primer lugar, se hace una breve introducción a la metodología utilizada para pasar, a continuación, a mostrar el modelo elaborado.

2. APLICACIÓN DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS PARA LA ELABORACIÓN DE UN MODELO DE PRODUCCIÓN DE CARNE VACUNA

La dinámica de sistemas puede definirse como una metodología de simulación diseñada para entender problemas complejos; caracterizados por ser problemas dinámicos en los cuales existen procesos de realimentación (Richardson, 1981).

El ordenador es el complemento del investigador en la utilización de esta metodología, pues el investigador construye un modelo a partir de sus conocimientos y de la información que le proporcionen los especialistas en el sistema que trate de modelar; por lo que las personas son la fuente de datos en la formulación de la estructura del modelo. Por otra parte, el ordenador es el encargado de predecir las consecuencias de las interrelaciones que el investigador ha reflejado en el modelo; debiendo destacar que la utilidad de un modelo estará dada no tanto por su capacidad para reproducir el pasado, como por la correcta definición de las fuerzas que operan entre los distintos sectores de un sistema complejo - véase Aracil (1986), Forrester (1961,

FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJOS DEL SUBMODELO CRÍA





Especial VACUNO DE CARNE

FIGURA 2. DIAGRAMA DE FLUJOS PARA EL CÁLCULO DE LA DIFERENCIA DE INVENTARIO

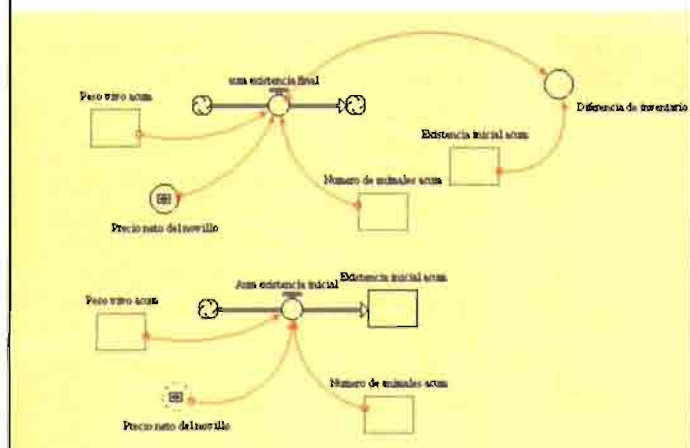
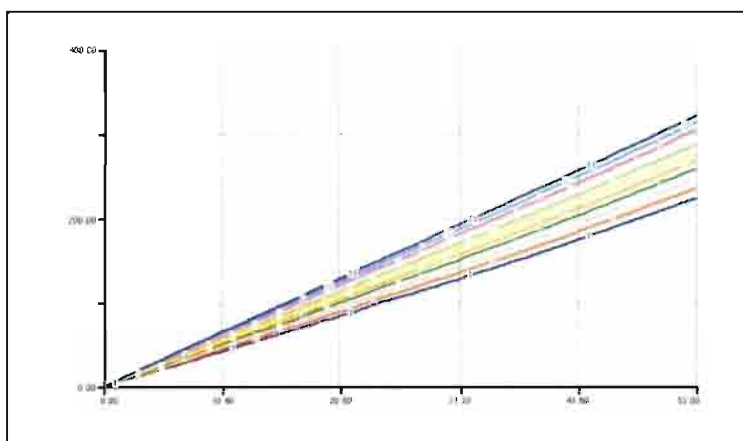


GRÁFICO 1. VARIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN TOTAL DE CARNE A MEDIDA QUE AUMENTA LA SUPLEMENTACIÓN CON GRANO DE MAÍZ



1994), Senge (1993), entre otros -.

Fundamentalmente, son tres las fases o etapas a seguir en la construcción de un modelo dinámico de simulación; fase de conceptualización, fase de formalización y, fase de evaluación y explotación - simulación -.

La fase de conceptualización consiste en familiarizarse con el problema que se trata de estudiar, definiendo y describiendo, de forma precisa y clara, los aspectos a resolver del problema. De un modo progresivo se van identificando los distintos elementos que configuran el sistema, así como los bucles de realimentación existentes en el mismo, finalizando esta fase con el esta-

blecimiento de un diagrama causal que muestre el tipo de relaciones que existe entre las variables.

La fase de formalización consiste en la formalización del diagrama elaborado en la fase anterior utilizando un lenguaje matemático. Es decir, consiste en hacer una transcripción del diagrama causal en un diagrama de flujos y posterior modelo matemático.

Por último, en la fase de evaluación y explotación se trata de contrastar, mediante diversas simulaciones, las hipótesis sobre las que se ha construido el modelo; observando la consistencia entre las mismas. En este proceso puede tener lugar una reformulación o modificación del modelo.

Es también el momento de realizar un análisis de sensibilidad del modelo que permite estudiar la dependencia de las conclusiones extraídas del mismo respecto a posibles variaciones en los valores de los parámetros que aparecen en él. Una vez que se consideran satisfactorios los análisis anteriores efectuados de hipótesis y de sensibilidad se procede al estudio del comportamiento del modelo ante distintas políticas con el objeto de establecer recomendaciones en cuanto a una actuación futura.

Como se indicaba en

el apartado introductorio de este trabajo, el propósito del modelo elaborado es el análisis del sistema de producción de carne vacuna en un sistema pastoril como el argentino - nótese en las páginas que siguen que la finalidad del trabajo no es tanto una explicación exhaustiva del modelo como poner de manifiesto el amplio campo de aplicación de la metodología propuesta -.

En este apartado se mostrará el desarrollo del modelo centrándonos, exclusivamente, en la segunda y tercera fase de la elaboración. Concretamente se mostrarán los diagramas de flujos, así como alguno de los principales resultados obtenidos.

Para una mayor claridad en la exposición del modelo se ha optado por ir mostrando las distintas vistas "submodelos" que lo componen

(ver TABLA 1)

2.1. SUBMODELO CRÍA

Como se ha señalado en las primeras páginas introductorias, la etapa de cría tiene una sola variable relevante en manos del productor: la "carga animal" que pueda mantener todo el año el establecimiento. Esta variable, a su vez, está directamente relacionada con la producción de forraje; la cual depende de variables no controlables, como son las condiciones climáticas. El productor podrá modificar, siempre dentro de ciertos límites, la variable carga animal - por ejemplo, mediante mejoras en la alimentación -.

FIGURA 3. DIAGRAMA DE FLUJOS PARA EL CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE

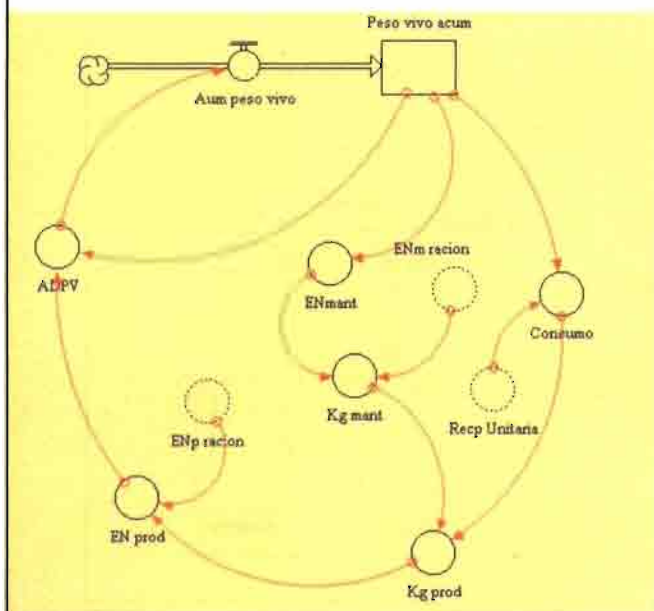
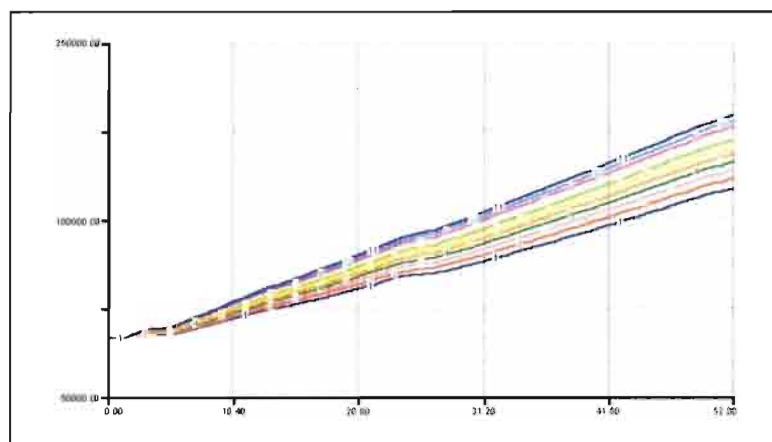


GRÁFICO 2. VARIACIÓN EN EL MARGEN BRUTO GANADERO A MEDIDA QUE AUMENTA LA SUPLEMENTACIÓN CON GRANO DE MAÍZ



Mediante este submodelo se puede determinar, para el nivel de carga animal deseado, la dinámica necesaria para alcanzar, en el menor tiempo posible, dicho nivel - número de terneros/terneras, que anualmente irán a la venta -.

2.2. SUBMODELO INVERNADA

En este subsistema deben destacarse como variables más relevantes el aumento diario de peso vivo y la carga animal. Con este submodelo se simula el comportamiento de la segunda etapa del proceso de producción de carne ante distintos valores en dichas variables. A continuación se presentan los diagramas de flujos de algunos de los sectores ganaderos - TABLA 1 - que se han considerado más relevantes.

En Argentina los campos se destinan a cría o invernada de acuerdo a la capacidad de uso de sus suelos es decir, de acuerdo a la calidad de los mismos. Al ser la cría de terneros una actividad muy poco rentable, a ella se destinan los campos de peor calidad.

En los campos de calidad superior la invernada compite con la agricultura o la producción de leche. Cualquiera de estas actividades tiene una rentabilidad muy superior a la cría. Por ello es difícil encontrar manejos de ciclo completo - cría e invernada en el mismo establecimiento de campo -. Por ese motivo el submodelo de invernada, en este trabajo, se presenta

independiente del modelo de cría.

Las variables que normalmente maneja el productor agropecuario en esta etapa de producción son la calidad de la dieta y la carga animal.

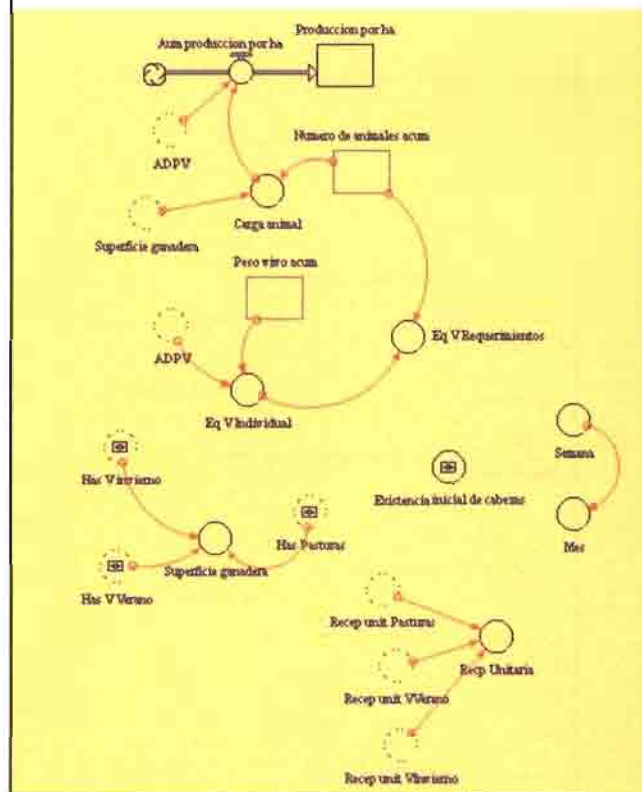
2.2.1. CALIDAD DE LA DIETA

Esta última se modifica con la suplementación en base a granos forrajeros. El grano más empleado es el maíz.

Se simuló el empleo de once niveles de suplementación sobre la producción de carne:

- 1.- 0.0 kg de maíz por animal y día
- 2.- 0.5 kg de maíz por animal y día
- 3.- 1.0 kg de maíz por animal y día
- 4.- 1.5 kg de maíz por animal y día
- 5.- 2.0 kg de maíz por animal y día
- 6.- 2.5 kg de maíz por animal y día
- 7.- 3.0 kg de maíz por animal y día
- 8.- 3.5 kg de maíz por animal y día
- 9.- 4.0 kg de maíz por animal y día
- 10.- 4.5 kg de maíz por animal y día
- 11.- 5.0 kg de maíz por animal y día

FIGURA 4. DIAGRAMA DE FLUJOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE FORRAJERO



Se estudió como estos niveles afectaban a distintos elementos constitutivos de este proceso, como son; el consumo en pasto, el aumento diario de peso vivo, el peso vivo o la concentra-

FIGURA 5. DIAGRAMA DE FLUJOS PARA EL CÁLCULO DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS ANIMALES

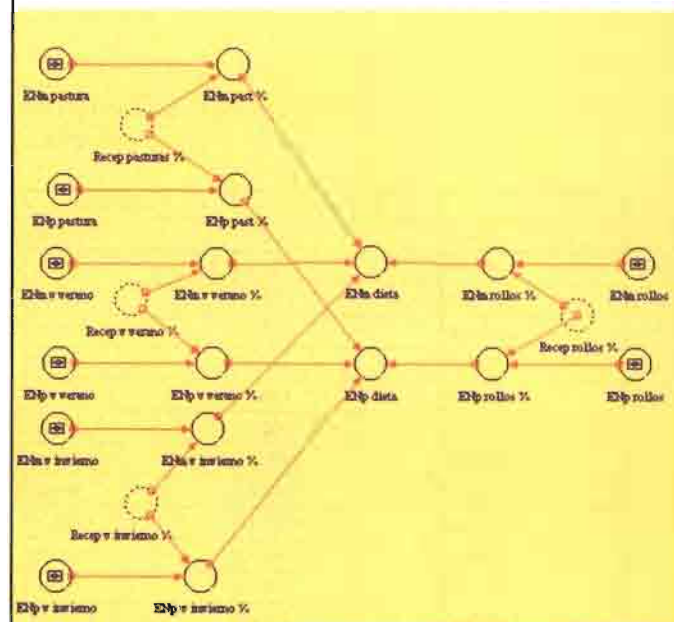


Diagrama de flujo de datos para el sistema de alimentación de cerdos:

- Entradas:**
 - Eq V Receptividad
 - Eq V Requerimientos
- Procesamiento:**
 - Balance forrajero
 - Balance forrajero ajustado
 - Nro de rollos a usar
 - Nro rollos usados
 - Suplementación automática
 - Rollos usados por semana acum
 - Rollos usados por año acum
 - Aum rollos
 - Disem rollos
- Salidas:**
 - ENm dieta
 - ENm ración
 - ENp dieta
 - ENp ración

Los **GRÁFICOS 1 y 2** muestran la evolución de la producción total de carne y del margen bruto ganadero a medida que aumenta la suplementación con grano de maíz.

En los planteos pastoriles, como el que se emplea en la pampa húmeda, el clima es el que determina, en última instancia, la producción de forraje; que a su vez determina la cantidad de animales que es posible mantener en una determinada superficie.

Para ello se simuló el comportamiento de las variables climáticas mediante el empleo de una variable dicotómica que representa si la estación meteorológica es favorable o no. Ello influirá sobre la producción de forraje, el consumo en pastoreo y el aumento diario de peso. Pero, fundamentalmen-

W/Weeks	1: Eq V Requerimientos	2: Eq V Requerimientos	3: Eq V Requerimientos	4: Eq V Requerimientos	5: Eq V Requerimientos	
.0000	676.62	677.06	577.74	577.74	577.74	
4.0000	713.18	713.80	592.39	592.32	592.32	
8.0000	750.03	750.80	606.99	606.88	606.88	
12.0000	787.02	787.84	665.63	621.52	621.52	
16.0000	824.40	825.15	687.66	636.02	636.02	
20.0000	862.35	863.13	709.65	650.41	650.41	
24.0000	892.60	888.83	810.79	791.34	864.83	
28.0000	930.81	926.43	847.44	827.30	679.06	1
32.0000	969.22	964.20	884.33	863.51	693.44	
36.0000	1,012.29	1,008.71	927.02	906.12	707.77	
40.0000	1,056.83	1,056.75	857.24	772.69	721.84	
44.0000	1,098.12	1,098.41	803.18	786.34	735.61	
48.0000	1,139.60	1,140.16	817.25	800.20	749.51	
Final	1,181.40	1,182.23	831.40	814.15	763.47	

Weeks	1: Eq V Receptividad	2: Eq V Receptividad	3: Eq V Receptividad	4: Eq V Receptividad	5: Eq V Receptividad	
.0000	584.94	389.94	197.94	132.94	132.94	
4.0000	584.94	389.94	197.94	132.94	132.94	
8.0000	682.44	439.69	246.69	165.44	165.44	
12.0000	1,039.94	617.44	425.44	284.61	284.61	
16.0000	1,089.44	618.19	474.19	317.11	317.11	
20.0000	967.94	546.44	425.44	284.61	284.61	
24.0000	930.44	605.44	605.44	497.11	219.61	
28.0000	1,060.44	670.44	670.44	540.44	262.94	
32.0000	1,157.94	719.19	719.19	572.94	295.44	2
36.0000	987.94	532.94	532.94	381.27	306.27	
40.0000	893.69	544.32	352.32	235.86	235.86	
44.0000	682.44	438.69	246.69	165.44	165.44	
48.0000	617.44	406.19	214.19	143.77	143.77	
Final	584.94	389.94	197.94	132.94	132.94	

te, indicará el exceso de animales en el sistema.

A continuación en la - **TABLA 2** -, se recoge la variación en la receptividad del campo y la variación en los requerimientos del rodeo, respectivamente, a medida que las estaciones del año se tornan desfavorables y a lo largo de todo el año.

CONCLUSIONES

La Dinámica de sistemas es una metodología que permite analizar sistemas complejos en los que existe una multitud de interrelaciones entre las variables y en los que la intuición no es suficiente, ni fiable, en el proceso de toma de decisiones.

La utilización de esta metodología permite visualizar, con claridad, las relaciones de causa y efecto no previstas con anterioridad y difíciles de explicar.

Esta metodología es posible extenderla a diversos ámbitos. En este sentido, se muestra como una herramienta, sumamente útil, para el análisis de estrategias de producción; facilitando la comprensión del sistema. Por ejemplo, se ha podido comprobar la repercusión que ejerce sobre el resultado económico variaciones en la calidad de la dieta.

BIBLIOGRAFÍA

ARACIL, J. (1986). Introducción a la dinámica de sistemas. Alianza Univ. Textos.

FORRESTER, J. (1961). Industrial Dynamics. Cambridge, MA: The MIT Press.

FORRESTER, J. (1994). Policies, decisions and information sources for modeling. En John D. W. Morecroft and John D. Sterman (eds): Modeling for learning organizations. © 1994 by Productivity Press. Portland.

RICHARDSON, G.; PUGH, A. (1981). Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO. Cambridge: MIT Press.

SENGE, P. (1993). La quinta disciplina. Granica.

VERDE, L. (1973). Crecimiento compensatorio. Materiales Didácticos, INTA Balcarce.

LA CONTABILIDAD AGROPECUARIA QUE NECESITA

- ADAPTADO : Para Empresas Familiares, S.L., S.A.T, OPFH, ...
- SENCILLO : Fácil manejo para el agricultor y ganadero
- FORMACIÓN : Por especialistas del sector
- INTEGRAL : Gestión, proveedores, analítica, ...
- 35 000 usuarios del sector agropecuario en Europa



ISAGRI

Líder en informática de gestión agrícola desde hace 18 años

C/Espinosa, 8-410 - 46008 Valencia
Tfno : 902 170 570 - Fax : 902 170 569

Ad



REMITIR A : ISAGRI
C/Espinosa, 8 - L.410 - 46008 VALENCIA
E-mail : isagri@arrakis.es - internet : www.isagri.com

Deseo recibir información sobre las soluciones ISAGRI

Nombre :

Dirección :

.....

C.P :

Localidad :

Tfno :

Móvil :

ISAGRI