



Agronomía Costarricense
ISSN: 0377-9424
rac.cia@ucr.ac.cr
Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Díaz Gutiérrez, Carlos; WingChing-Jones, Rodolfo; Rosales Rodríguez, Rodrigo
FACTIBILIDAD DEL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ENGORDE DE
BÚFALOS EN PASTOREO
Agronomía Costarricense, vol. 33, núm. 2, 2009, pp. 183-191
Universidad de Costa Rica
San José, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43613279004>

- 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

FACTIBILIDAD DEL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ENGORDE DE BÚFALOS EN PASTOREO

Carlos Díaz Gutiérrez^{1*}, Rodolfo WingChing-Jones^{**}, Rodrigo Rosales Rodríguez^{**}

Palabras clave: Búfalos, rentabilidad, factibilidad, relación costo/beneficio, TIR, VAN, pastoreo.

Keywords: Buffaloes, profitability, feasibility, cost/benefit ratio, IRR, NPV, grazing.

Recibido: 08/12/08

Aceptado: 23/04/09

RESUMEN

Se evaluó la viabilidad técnica, financiera y el análisis de riesgo para el establecimiento de un sistema de producción de engorde de búfalos en pastoreo. Se contó, con 10 animales con 250 kg de peso inicial y 500 kg a los 12 meses. La evaluación del sistema se basó en la metodología de presupuesto de capital, que considera flujos de caja nominales y aplica los indicadores de rentabilidad financiera: tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN), relación costo/beneficio (C/B), y período de recuperación de la inversión (PRI). El análisis de sensibilidad se realizó mediante la técnica de Hertz o de Análisis Multidimensional; para medir TIR y VAN se evaluó el costo operativo por animal, ganancia de peso diaria, peso final a la venta, y cantidad de animales producidos al año. La evaluación del riesgo se efectuó mediante una simulación de Monte Carlo o Método de Ensayos Estadísticos; se usó ganancia de peso, precio de compra y venta de los animales, y costo de capital. Se obtuvo una TIR de 10,9%, un VAN de -¢356.556, así como un período de recuperación de 8,4 años; lo cual hace no viable esta explotación, tanto por la falta de rentabilidad como por la mínima liquidez generada. La variable ganancia de peso diario, es la que presenta la influencia mayor sobre la probabilidad de obtener un VAN positivo.

ABSTRACT

Financial feasibility for the establishment of a fattening-buffalo grazing production system. Technical, financial feasibility, and risk analysis for a fattening buffalo grazing production system establishment, were evaluated. The project initiated with 10 buffaloes at 250 kg initial body-weight; after 12 months the animals' body weight was 500 kg. Financial analysis was done using the capital budget methodology, which considers nominal cash flows, and the financial profitability indicators: internal rate of return (IRR), net present value (NPV), cost/benefit ratio (C/B), and investment recovery period (IRP). The sensibility analysis was carried out with the Hertz technique or multidimensional analysis; therefore, operating cost per animal, daily weight gain, final weight, and animals produced per year were used to get the IRR and NPV. On the other hand, daily weight gain, purchase and sale animal prices, and capital cost were used to determine the economic risk, through a Monte Carlo simulation technique also known as Statistics Test Methodology. As a result of the analyses, the IRR, NPV, and recovery period were 10.9%, -¢356.556, and 8.4 years, respectively. These results make the exploitation non-viable, due to a lack of profitability and the poor cash generated. Besides, it was determined that daily weight gain per animal is the variable that influences the most the probability of gaining a positive NPV.

1. Autor para correspondencia. Correo electrónico: carlosdg@cariari.ucr.ac.cr

* Escuela de Economía Agrícola. Centro de Investigaciones en Economía Agrícola y Desarrollo Agroempresarial. Universidad de Costa Rica.

** Escuela de Zootecnia. Centro de Investigación en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de factibilidad son herramientas que permiten analizar y cuantificar el monto de una inversión como también el beneficio o pérdida a obtener, al implementar un cambio en un sistema de producción o emprender una nueva actividad productiva, con base en la recolección de datos pertinentes y actualizados de carácter técnico, social, ambiental y económico de la actividad en estudio (Sapag y Sapag 2008).

En la actividad pecuaria estos estudios se utilizan en proyectos de reconversión productiva y peritos bancarios, tanto en sistemas de producción de carne (Díaz et al. 2005), doble propósito (Morales et al. 2005), lechería especializada (Campos 2005) y porcicultura, como en la producción de tilapia (Zuñiga 2008) y pollo para carne (Salazar 2002), bajo los lineamientos de la producción orgánica.

Para el año 2006, Rosales y WingChing (2007) mencionan que la población de búfalos en el país era de 617 animales y concluyen, que la actividad bufalina está enfocada en obtener un animal de recreación, debido a que los sistemas evaluados no presentaron ningún tipo de manejo zootécnico, que mejore los rendimientos productivos, reproductivos y técnicos del sistema. Otro uso que se le da a este tipo de animal en el país, consiste en la utilización del mismo para regeneración de humedales (López 2008).

Durante el 2007, se realizaron 2 importaciones de animales bufalinos desde Guatemala, la primera consistió en 100 hembras y 3 machos, estos animales se ubican en el cantón de Pérez Zeledón, San José (Barquero 2007), mientras que la segunda importación se establece en Mónico de Guatuso, Alajuela, y consta de 305 hembras y 8 machos. Ambos lotes de animales fueron importados con el objetivo de desarrollar un modelo de producción de leche y carne de búfalos. Es importante recordar que por el alto contenido de sólidos presentes en la leche de búfalos, esta se usa para la producción del queso mozzarella (Rosati y Van Vleck 2007). También la producción de carne de búfalos es comparable a los sistemas bovinos de carne, en términos de

tasa de crecimiento, eficiencia en la conversión de alimento y en las características en canal (Neath et al. 2007). El ingreso de 416 animales al país, equivalente al 67,4% de la población nacional, censada en el 2006, además de la importación de semen por parte de la Cooperativa Dos Pinos, sirve para mejorar la base genética del hato nacional y podría dar pie a un desarrollo tecnificado de la actividad bufalina. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue la ejecución de un estudio que relacione los costos requeridos y los beneficios a obtener de la implementación de un sistema de engorde de búfalos de agua, bajo la modalidad de animales en pastoreo y por tanto, definir las variables que afecten directamente esta relación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del modelo productivo

El proyecto se desarrolló con el supuesto de una finca de 8 ha con un área efectiva de 7,8 ha para la producción de forraje. Esta unidad productiva, estará distribuida en 36 apartos, caminos, un corral de 100 m² y un embudo de 20 m². En esta finca se mantendrá 10 animales con un peso de 250 kg peso vivo (PV) al inicio (0,84 UA.ha⁻¹) y 500 kg PV al finalizar su período de engorde (1,29 UA.ha⁻¹), al cabo de 12 meses. En el mismo sentido, se requiere como mínimo en el área de pastoreo un rendimiento en base seca de la pastura de 100 g.m⁻² en cada ciclo de rotación, con una concentración mínima de proteína cruda de 10% y de nutrimentos digestibles totales de 57%, situación que permitirá un consumo selectivo del forraje de 6-9 kg MS.animal⁻¹. La disponibilidad de área en potrero por animal es de 215 m² por animal.día⁻¹, más el suministro de un suplemento mineral constante. A estos animales se les aplicará, al inicio del proyecto, un desparasitante de amplio espectro por vía intramuscular y un implante comercial, el cual reducirá el libido de estos durante el período de acostumbamiento. El tipo de búfalo empleado es el que predomina en Costa Rica, que según Bourne (1988) es una raza producto del cruce de los búfalos Murrah,

Jafarabadi, Nagpuri, Surti y Nili-Ravi, denominada Bufalypro; el cual presenta potencial de productor de carne, trabajo y de leche. Además, se adapta a las condiciones de calor y humedad características de las zonas bajas de Costa Rica.

Análisis económico del sistema

La evaluación del sistema de producción se basó en la metodología de presupuesto de capital, que considera flujos de caja nominales y aplica los indicadores de rentabilidad financiera capaces de medir la viabilidad de los diferentes modelos: tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN), relación costo/beneficio (C/B) y período de recuperación de la inversión (PRI), dicha evaluación se realizó con base en los principios establecidos por Sapag y Sapag (2008) para cada indicador.

Al modelo de producción se le estableció los requerimientos de inversión y la cuantificación de los costos de operación en un horizonte temporal de 10 años, capaz de sostener técnicamente el sistema. El flujo de caja utilizado es afectado por una inflación del 10% anual, contempla el valor requerido de capital de trabajo según el método de período de desfase, se incluye los escudos fiscales generados por las inversiones en bienes de capital, además de los efectos impositivos a liquidar por la inversión, así como la recuperación del valor residual de todos los activos disponibles en el sistema al final del horizonte temporal de evaluación. Para los cálculos e interpretación de los indicadores de rentabilidad se asume una tasa de rendimiento mínima aceptada o costo de capital del 12%, que está compuesta por el 8,75% de la tasa básica pasiva en el mercado financiero más una prima por riesgo para esta actividad, definida en 3,25%.

El **análisis de sensibilidad** del sistema de producción se realizó mediante la técnica de Hertz o de análisis multidimensional (Sapag 2001), en donde se cambió al mismo tiempo las variables ganancia de $PV.día^{-1}.animal^{-1}$ y costos operativos. $animal^{-1}$ en un primer escenario, también se evaluó la interacción de las variables peso. $animal^{-1}$ y cantidad de animales. $año^{-1}$, en ambos

casos, con el fin de medir el grado de reacción presentado en los indicadores financieros de la TIR o el VAN. De acuerdo con los indicadores señalados, la correspondiente tasa mínima de aceptación requerida (TMAR) y la sensibilidad de variables productivas y económicas, se concluye sobre la viabilidad financiera que presenta el modelo de producción propuesto.

La **evaluación del riesgo** se efectuó según la técnica de simulación de Monte Carlo o método de ensayos estadísticos (Sapag y Sapag 2008), para la cual se simuló, con ayuda del Programa Cristal Ball® (Blackberry y Cross 2008), 3000 escenarios o iteraciones que combinaron aleatoriamente las variables ganancia de $PV.día^{-1}.animal^{-1}$, precio por kg de peso vivo (PV) a la compra, precio por kg de PV a la venta y la variable de costo de capital o tasa de aceptación mínima de rentabilidad.

Para estimar la proyección de precios de venta del animal en pie, se utilizó la tasa de crecimiento promedio mostrada por el ganado bovino con pesos entre 400-500 kg vendidos en subasta ganadera; además, para la proyección del precio de compra se utilizó el valor de tasa de crecimiento promedio para animales comercializados, también en subasta, con pesos de 200-250 kg, en ambos casos se consideró una serie de tiempo que se extendió de enero de 2007 a julio de 2008.

La ganancia de peso diaria, establecida para los búfalos, se obtuvo al igualar los rendimientos alcanzados por bovinos en pastoreo, según el promedio de 6 estudios desarrollados por la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica durante el 2003 y el 2006, en la zona sur de Costa Rica.

Para los fines de este trabajo, los rangos evaluados en las 3000 interacciones a realizar para las variables ganancia de peso diaria, el precio por kg de PV a la compra, a la venta y el costo de capital variable fue de -0,10 kg a 0,90 kg, $¢691,4$ a $¢804,5$, $¢602,8$ a $¢711$ y de 7 a 14%, respectivamente. Rangos que se obtuvieron en el análisis previo de la información empleada en este trabajo para cada variable, donde se asume que la distribución de probabilidad de

mejor ajuste, según la prueba de Anderson-Darling (Blackberry y Cross 2008) fue Logística, Weibull, T student y Triangular, respectivamente. Posterior a este análisis, se conforma la distribución de probabilidad para el comportamiento de la variable de decisión del modelo (VAN), estimando el porcentaje de probabilidad que tiene el sistema de producción de otorgarle al desarrollador un resultado positivo o negativo. En este caso se calcula la probabilidad que tiene la producción bufalina de otorgar un $VAN > 0$ que es el retorno mínimo que financieramente debe lograrse para dar un valor de retorno por colón invertido o TIR positivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inversiones y estructura de costos de operación del modelo productivo

El modelo de producción evaluado es poco demandante de los recursos disponibles en finca, se procura utilizar la capacidad de producción

con una tecnología básica, pues el productor de este sistema cuenta con poco capital para aplicarlo en la finca. Los rubros de inversión demandados son: la construcción del corral y manga, cercas, una bodega, y la compra de una bomba de espalda; rubros que en conjunto alcanzan el valor de $\$2.327.500$, cuya distribución relativa es de 51, 36, 12, y 1%, respectivamente.

Además de la inversión fija se calculó el requerimiento en capital flexible para la operación de la finca, con base en el método de período de desfase de 365 días, que es el plazo que tarda el animal en llegar a su peso de venta después de ser comprado, el valor de dicha inversión se estimó en $\$2.835.347$.

La estructura de costos de operación para sustentar la tecnología propuesta se muestra en el cuadro 1, además se incluye los valores de costos para los años 1, 5 y 10 del modelo. El rubro de mayor costo en los años proyectados es la compra de los animales que abarca el 64% del costo operativo del año 1, el 54% del año 5 y el 41% del año 10.

Cuadro 1. Estructura de costos de operación y montos en colones en los años 1, 5 y 10 del sistema de engorde de búfalos.

Tipo de costo*	Año 1	Año 5	Año 10
Compra de animales	1.805.101	1.675.185	1.525.859
Minerales	110.000	161.051	259.374
Implantes	5.000	7.321	11.790
Desparasitantes	18.000	26.354	42.443
Mano de obra y cargas sociales	365.913	547.319	905.357
Transporte	200.000	292.820	471.590
Gastos de mantenimiento	42.000	61.492	99.034
Herramientas menores	27.000	39.531	63.665
Depreciaciones	179.750	183.060	193.329
Imprevistos 3%	82.583	89.824	107.173
Total Costos operativos	2.835.347	3.083.956	3.679.613

*\$1 dólar= $\$520$ colones netos

Rentabilidad sobre la inversión efectuada

Bajo los supuestos establecidos se observa como el modelo productivo no es capaz de otorgar una rentabilidad positiva al productor, pues una TIR de 10,9% rinde un porcentaje menor al rendimiento mínimo exigido del 12%, o bien el VAN es negativo en $\text{¢}356.556$, lo que indica que el productor en moneda actual no podrá recuperar con los beneficios de su sistema la inversión efectuada (Cuadro 2). El análisis considera la poca liquidez que genera esta producción, ya que presenta un período de recuperación de 8,4 años, lo cual hace no viable esta explotación, tanto por la falta de rentabilidad como por la mínima liquidez generada. En caso de que el sistema no demande la construcción de un corral, debido a que se dispone de este activo en finca, se considera en términos financieros un costo hundido, por lo que su valor no afecta la inversión inicial del modelo, esta situación mejora los índices TIR en 14,7%, el VAN en $\text{¢}667.414,23$ y un período de recuperación de la inversión de 6 años. Bajo el criterio de costo hundido en la inversión del corral, los indicadores de viabilidad serían positivos, lo que podría potenciar la implementación del sistema en finca.

Análisis de sensibilidad del modelo de producción

El modelo se sensibilizó mediante cambios en las variables fundamentales, que inciden directamente en la rentabilidad según el VAN: ganancia de peso diario, costo operativo por animal y el número de animales a ser producidos por año. El cuadro 3 muestra la combinación original de la variable ganancia de peso diaria de 0,4607 kg vs el costo de producción por cabeza de $\text{¢}283.535$ para obtener el VAN original de $\text{¢}-356.556$, ya analizado. Si el costo operativo por animal se mantuviera en su valor original, se requeriría aumentar la ganancia de peso diario a 0,48 kg para que a partir de ese rendimiento se logre una rentabilidad positiva, lo que representa una tasa de incremento requerida del 4,75% en la ganancia de peso diaria, lo que corresponde a una mejoría

de 22 g diarios. Contrariamente, si se mantuviera la ganancia de peso original, se necesitaría disminuir el costo operativo por animal a $\text{¢}276.500$ o lo que es equivalente a una disminución en el costo por animal del 2,5%. Esta disminución en el costo operativo por animal se alcanza al no incluir el 3% de imprevistos sobre el costo de operación real, a partir de este valor se presenta una rentabilidad positiva en el modelo. Mientras que, el cuadro 4 demuestra la combinación de variaciones entre el peso del animal a la venta y el número de cabezas a producir anualmente en la finca; así, en la situación original se presenta la combinación de un peso de 418 kg y la venta de 10 animales por año, para un VAN de $\text{¢}-356.556$. Se demuestra un requerimiento de aumentar el peso por cabeza a 426 kg con 10 animales a comercializar, para contar con un sistema rentable a partir de dicho punto. Con el peso por animal a la venta de la situación original, se logra obtener un VAN positivo si el productor incrementa su sistema en un animal adicional por año, lo que representa pasar de una carga animal al final del ciclo productivo de 1,3 a 1,4 UA.ha⁻¹.

Análisis del riesgo financiero del sistema productivo

Al combinarse los 3000 escenarios con los cambios en cada una de las variables anteriores, se llega a establecer la distribución del VAN, donde se define la existencia de 55,1% de probabilidad de que el productor de búfalos logre un resultado positivo en la rentabilidad sobre la inversión (VAN>0).

La sensibilidad del sistema, determinada por el programa de riesgo, demuestra que la variable de entrada (ganancia de peso diario) es la que presenta la influencia mayor sobre la distribución de probabilidad del VAN y por tanto, sobre el porcentaje de probabilidad de obtener un valor positivo. El cambio en el valor del VAN de este modelo es explicado en un 98% por la ganancia de peso diaria que tendrán los animales al ser engordados en la finca, su valor positivo representa una variable de entrada favorable, en caso de incrementarse la rentabilidad del

Cuadro 2. Flujo de caja puro del modelo en colones nominales (sin financiamiento).

Rubro*	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos venta de ganado		2.972.694	3.114.492	3.418.700	3.581.772	3.752.623	3.931.623	4.119.161	4.315.645	4.521.502	4.737.177
Menos costos operación anual		(2.835.347)	(2.882.269)	(2.938.195)	(3.007.384)	(3.083.956)	(3.172.358)	(3.278.273)	(3.393.889)	(3.525.142)	(3.679.613)
Utilidad antes de impuesto renta		137.347	232.223	480.505	574.388	668.667	759.265	840.889	921.756	996.359	1.057.564
Menos impuesto de renta		-13.735	-23.222	-48.051	-57.439	-66.867	-75.926	-84.089	-92.176	-99.636	-105.756
Utilidad después de impuestos		123.613	209.000	432.455	516.949	601.800	683.338	756.800	829.580	896.723	951.808
Más valor de la depreciación		179.750	179.750	179.750	183.060	183.060	183.060	187.466	187.466	187.466	193.329
Flujo operativo del modelo		303.363	388.750	612.205	700.009	784.860	866.398	944.265	1.017.046	1.084.189	1.145.137
Infraestructura y equipos	(2.327.500)			(39.930)		0	(53.147)	0		(70.738)	
Capital de trabajo	(2.835.347)	(46.922)	(55.926)	(69.189)	(76.572)	(88.402)	(105.915)	(115.617)	(131.253)	(154.471)	
Más recuperación capital de trabajo											3.679.613
Más valor residual del modelo											647.159
Flujo de caja neto del modelo	(5.162.847)	256.440	332.824	503.086	623.437	696.458	707.337	828.649	885.793	858.980	5.471.909
Flujo de caja acumulado	(5.162.847)	(4.906.406)	(4.573.582)	(4.070.496)	(3.447.059)	(2.750.601)	(2.043.264)	(1.214.615)	(328.822)	530.157	6.002.067
TIR		10,86%									
VAN (12%)		(€356.555,91)									
Período Recuperación de Inversión		8,4 años									
Relación C/B		-0,07									

*€1 dólar=€520 colones netos

Cuadro 3. Sensibilidad del VAN del modelo, variando ganancia de peso vivo y costos operativos por animal*.

Costos operativos.animal ⁻¹	Ganancia peso vivo diario del animal (kg)					
(¢356.556) ¹	0,4607	0,4826	0,5	0,55	0,6	0,65
200.000	3.891.349	4.247.998	4.531.362	5.345.628	6.159.894	6.974.160
276.500	1.171	357.819	641.184	1.455.450	2.269.715	3.083.981
283.535	(356.573)	75	283.440	1.097.706	1.911.972	2.726.237
300.000	(1.196.290)	(837.203)	(553.839)	260.427	1.074.693	1.888.959
315.000	(1.979.034)	(1.612.565)	(1.323.345)	(502.353)	311.913	1.126.179

*\$1 dólar=¢520 colones netos

¹/¢356.556=VAN obtenido con el flujo de capa del modelo.Cuadro 4. Sensibilidad del VAN del modelo, variando el peso del animal a la venta y la cantidad de animales.año⁻¹.*

Cantidad animales.año ⁻¹	Peso.animal ⁻¹ a la venta					
(¢356.556)	418	420	426	430	450	500
10	(356.556)	(274.259)	137	171.914	1.064.260	3.295.125
11	1.509.141	1.599.668	1.901.504	2.090.458	3.072.039	5.525.991
12	3.374.839	3.473.595	3.802.870	4.009.002	5.079.818	7.756.856
13	5.240.536	5.347.522	5.704.237	5.927.547	7.087.597	9.987.722
14	7.106.233	7.221.449	7.605.604	7.846.091	9.095.376	12.218.587
15	8.971.931	9.095.376	9.506.970	9.764.635	11.103.155	14.449.453
16	10.837.628	10.969.303	11.408.337	11.683.180	13.110.934	16.680.318

*\$1 dólar=¢520 colones netos

modelo. Mientras que el costo por kg de PV a la venta (0,05%), el costo por kg de PV a la compra (-0,02%), y el costo de capital (-0,12%), tienen un bajo impacto sobre el éxito en el sistema productivo.

CONCLUSIONES

Económicamente el sistema evaluado resultó ser no rentable para el productor, pues los indicadores de viabilidad financieros resultaron negativos. Se demuestra la no factibilidad para la implementación de esta actividad para el productor, a pesar que la tecnología propuesta es de tipo

básica. Lo anterior es fundamentado en la evaluación de 3000 diferentes escenarios o interacciones sobre las variables técnicas y económicas relevantes del modelo, según la metodología de análisis de riesgo de Monte Carlo.

Si la inversión del corral es un costo hundido en el modelo, se obtiene indicadores de rentabilidad positivos, es decir, si el productor cuenta con esta infraestructura en su finca los resultados económicos favorecen su implementación.

El VAN negativo en el sistema bufalino, demuestra que en el caso de implementar la tecnología en finca, se produciría una destrucción de valor o de capital para el productor. Esta nueva

actividad, en lugar de incrementar la riqueza y conservación patrimonial al cabo de los años, repercutiría en un nivel de empobrecimiento para el productor.

El rubro de inversión más alto dentro del sistema de producción es la construcción del corral y la manga, con el 51% del monto total y dentro de los costos de operación destaca el valor de compra de los animales con el 64% de dicho valor en el año 1 del sistema.

Los análisis de sensibilidad bidimensionales establecidos, muestran que para lograr un nivel de rentabilidad positivo ($VAN > 0$), se necesitaría incrementar la ganancia de peso diaria en 4,75%, al pasar de un estimado inicial de 0,46 a 0,48 kg, siempre que se logre mantener el costo de producción invariable en $\$283.535$ por cabeza. Contrariamente, si no es posible aumentar la ganancia de peso diaria de los animales, se demandaría una disminución del 2,5% en el costo de producción unitario, debiendo bajar este a $\$276.500$ por cabeza, para lograr a partir de dicho punto un VAN positivo.

Se demuestra cómo la variable aleatoria del modelo de producción de ganancia de peso diaria, es la que presenta la mayor influencia sobre el resultado de rentabilidad del modelo, pues esta explica el 98% de los cambios positivos o negativos que mostraría el VAN al producir la carne de este tipo de animal. El productor debe efectuar todo el esfuerzo en el control alimenticio y sanitario con el fin de que se gane un peso diario no inferior a los 0,48 kg.

Al aplicarse el modelo de riesgo según la técnica de Monte Carlo, se obtiene una probabilidad de pérdida económica en este sistema del 44,8% para el productor de búfalos, o lo que es lo mismo existe un grado de certidumbre en la obtención de un $VAN > 0$ del 55%. El grado de aceptación de este nivel de riesgo dependerá de la aversión o aceptación de riesgo que cada productor particular asuma al desarrollar esta actividad.

LITERATURA CITADA

- BARQUERO M. 2007. Búfalos se utilizarán para producir queso especial. Artículo de periódico La Nación. Domingo 19 de agosto de 2007. Costa Rica.
- BLACKBERRY Y CROSS. 2008. Análisis y modelación con Cristal Ball®: Riesgo, simulación, pronóstico y optimización básica y avanzada. Mimeografiado. 206 p.
- BOURNE A. 1988. Evaluación de características reproductivas y productivas de un hato de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en la región Atlántica de Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 92 p.
- CAMPOS W. 2005. Evaluación técnica y financiera de los sistemas de producción: pastoreo, semiestabulado y estabulado completo en lechería especializada. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 81 p.
- DÍAZ C., COTO H., WINGCHING R., MORALES F., GÓMEZ D. 2005. Informe Final: Establecimiento de un sistema intensivo de producción de carne mediante el mantenimiento de ganado en condiciones de estabulación en el distrito de Pejibaye de Jiménez, Cartago. Estudio de factibilidad realizado a la Cooperativa Agrícola, Industrial y de Servicios Múltiples de Pejibaye de Jiménez (Coopejibaye R.L.) por el Centro de Investigación en Economía Agrícola y Desarrollo Agroempresarial (CIEDA) de la Universidad de Costa Rica. Estudio financiado por el Programa de Reconversión Productiva del Consejo Nacional de la Producción. 400 p.
- LÓPEZ J. 2008. Búfalos de agua regeneran pastizales en Santa Cruz. Artículo de periódico La Nación. Sábado 19 de abril de 2008. Sección ALDEA GLOBAL. Costa Rica.
- MORALES F., COTO H., WINGCHING R., GÓMEZ D., DÍAZ C. 2005. Informe Final: Mejoramiento de la ganadería de doble propósito y engorde, a través de sistemas semiintensivos de producción en los cantones de Acosta, Aguirre, Parrita y Puriscal. Estudio de factibilidad realizado a la Cooperativa Agrícola e Industrial de pequeños productores Agropecuarios de Parrita, Puriscal, Acosta y Quepos (COOPEPAC R.L.) por el Centro de Investigación en Economía Agrícola y Desarrollo Agroempresarial (CIEDA)

- de la Universidad de Costa Rica. Estudio financiado por el Programa de Reconvención Productiva del Consejo Nacional de la Producción. 500 p.
- NEATH K., DEL BARRIO A., LAPITAN R., HERRERA J., CRUZ L., FUJIHARA T., MUROYA S., CHIKANI K., HIRABAYASHI M., KANAI Y. 2007. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meta and beef during postmortem aging. *Meat Science* 75:499-505.
- ROSALES R., WINGCHING R. 2007. Sistemas de producción bufalinos en Costa Rica. I Cuantificación de la población y caracterización de los sistemas. *Agronomía Costarricense* 31(2):65-69.
- ROSATI A., VAN VLECK L. 2007. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production for the Italian river buffalo *Bubalis bubalis* population. *Livestock Production Science* 74:185-190.
- SALAZARE E. 2002. Caracterización de un sistema de crianza de pollo de engorde alternativo y la viabilidad de su transformación al sistema orgánico. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 95 p.
- SAPAG N. 2001. Evaluación de proyectos de inversión en la empresa. Prentice Hall, Argentina. 445 p.
- SAPAG N., SAPAG R. 2008. Preparación y evaluación de proyectos. 5ª ed. McGraw-Hill Interamericana S.A. México. 445 p.
- ZUÑIGA E. 2008. Propuesta teórica para el desarrollo de un sistema productivo de tilapia orgánica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 141 p.

