

ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS EN LA GANADERÍA BOVINA: APLICACIÓN DEL MARCO DE JUEGOS DE OPCIONES REALES

ANALYSIS OF STRATEGIES IN THE BOVINE LIVESTOCK:
APPLICATION OF THE REAL OPTIONS GAMES FRAMEWORK

JEL Classification: M10; M21; M51

Received: August 03, 2022 | Accepted: October 18, 2022 | Available online: November 6, 2022
Cite this article as: Perez, S., Ferro Moreno, S. & Milanesi, G. (2022). Análisis de estrategias en la ganadería
bovina: aplicación del marco de juego de opciones reales. Estudios de Administración, 29 (2), 127-143.
<https://doi.org/10.5354/0719-0816.2022.67905>

Santiago Agustín Perez

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-7679-8819>
s.perez@conicet.gov.ar

Santiago Ferro Moreno

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina
<https://orcid.org/0000-0001-5131-3662>
sferromoreno@agro.unlpam.edu.ar

Gastón Silverio Milanesi

Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur, Argentina
<https://orcid.org/0000-0003-1759-6448>
milanesi@uns.edu.ar

Resumen

El modelo productivo de ganadería bovina de carne se caracteriza por ser un proceso de etapas secuenciales hasta lograr el animal terminado. En la actualidad, la valuación de decisiones bajo contextos propios de la actividad es lineal, estático y simplista. Por lo anterior, en el presente trabajo se analiza y valúa un modelo de decisión comercial, considerando riesgos de mercados, riesgos tecnológicos, valores de flexibilidad e interdependencia de estrategias comerciales. Se propone un modelo multinomial, empleando opciones reales exóticas del tipo arco iris. Asimismo, se incorpora la articulación entre ambos jugadores mediante el marco de teoría de juegos llegando



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

a equilibrios. En el estudio, se utilizaron modelos reales en casos de ganadería de la región pampeana (Argentina), a valores de marzo del año 2022. Como resultados, se puede llegar a un dilema de prisionero, determinando qué decisión tomar, incorporando la flexibilidad en los pagos y la interdependencia entre los jugadores. Se puede concluir acerca de la potencialidad, simplicidad y ventajas que tiene desarrollar y aplicar un modelo de juegos opciones reales en los complejos ganaderos, valorando la flexibilidad estratégica de las decisiones e interdependencia estratégica.

Palabras claves: Decisión ganadera, flexibilidad, interdependencia.

Resumen

The beef cattle production model is characterized by being a process of sequential stages until the finished animal is achieved. Currently, the valuation of decisions under contexts typical of the activity is linear, static and simplistic. Due to the above, in the present work a commercial decision model is analyzed and valued, considering market risks, technological risks, values of flexibility and interdependence of commercial strategies. A multinomial model is proposed, using exotic real options of the rainbow type. Likewise, the articulation between both players is incorporated through the framework of game theory, reaching equilibrium. In the study, real models were used in cases of livestock in the Pampas region (Argentina), at values of March 2022. As a result, a prisoner's dilemma can be reached, determining what decision to make, incorporating flexibility in payments and the interdependence between the players. It can be concluded about the potential, simplicity and advantages of developing and applying a model of real options games in livestock complexes, valuing the strategic flexibility of decisions and strategic interdependence.

Keywords: Livestock decision; Flexibility; Interdependence.

1. Introducción

El complejo ganadero bovino de carne tiene una gran importancia socioeconómica en Argentina, y en la región pampeana, en particular (Paturllanne, 2019; Sigauco & Terré, 2021; Ferro Moreno et al., 2021; Perez, 2022). Dentro de los modelos de producción ganaderos, existen diversas etapas en las que el animal va evolucionando, y cambiando de categorías hasta llegar a su etapa final de prefaena. En cada una de estas etapas, existen diferentes estrategias y decisiones, con sus propios flujos económicos, generados a partir de ingresos, costos específicos y riesgos inherentes (Berger et al.,

2015). En una primera etapa, denominada “cría”, se obtiene como producto final el ternero. Luego, vienen las etapas de recría y engorde denominada “invernada”, donde el objetivo es tener un animal finalizado para su comercialización y proceso de faena (Iglesias, 2004; López, 2015).

Las empresas agropecuarias pueden dedicar sus recursos y capacidades a la actividad de cría, recría, engorde u optar por el modelo ciclo completo, que integra todas las etapas (López, 2015; Arzubi & Vidal, 2022). La decisión del modelo de producción o comercial y las etapas a realizar dependen de varios factores relacionados con aptitudes agroecológicas, climáticas, culturales, económicas, financieras, comerciales, entre otras (Molina & Álvarez, 2009; López, 2015; Pordomingo, 2018; Ghiglione et al., 2020).

Al momento de tomar una decisión, el proceso de valoración constituye una actividad fundamental para la eficacia de esta. Los métodos tradicionales de valoración de estrategias presentan limitaciones y dificultades para adaptarse a entornos cambiantes, más aún cuando la administración tiene la capacidad de controlar y modificar los flujos de efectivo, tomando decisiones de cambio (Mun, 2004; Smit & Trigeorgis, 2004). Esos métodos se caracterizan por ser lineales, deterministas e irreversibles (Trigeorgis, 1993; Dixit & Pindyck, 1994; Mun, 2004). En ese sentido, el planteo extensivo de árboles de decisión es una herramienta de suma utilidad para el diseño y modelización de las secuencias de producción (Días, 2011). El método vincula flujos de fondos y probabilidades de ocurrencia para cada punto, siendo una expresión expandida de estrategias que permiten representar gráficamente un problema de decisión complejo (Milanesi, 2021).

Al respecto, en las etapas de la producción ganadera, existen diversas opciones de cursos de acción y decisiones que se deben tomar, las cuales aportan flexibilidad al sistema y permiten su adaptación a situaciones cambiantes o inciertas (López, 2015; Ponssa et al., 2017). Desde esa perspectiva, el tipo de articulación entre organizaciones constituye una de las decisiones claves para las empresas ganaderas, principalmente, debido a la irreversibilidad e incertidumbre involucradas en el proceso (Arzubi et al., 2017). Ponssa et al. (2017) sostienen que en la ganadería vacuna de carne son numerosas las opciones de decisión, aunque normalmente no se las identifica por separado ni se cuantifican sus valores económicos específicos.

Para subsanar las debilidades del método tradicional del flujo de fondos, surge la teoría de opciones reales -OR- como una alternativa para comprender y cuantificar la flexibilidad estratégica de los activos objeto de valuación y seleccionar el mejor curso de acción (Milanesi, 2014; Ponssa et al., 2017). Al haber múltiples decisiones a tomar, existe un valor adicional de la flexibilidad operativa que no es tomado en cuenta en los métodos tradicionales (Brealey & Myers, 2000). Asimismo, se deben considerar fuentes de incertidumbre son múltiples que se consideran en las decisiones ganaderas. Dentro de ellas se encuentran los riesgos tecnológicos y de mercado que determinan el tipo de opción real exótica (Pesce et al., 2019). El modelo de OR supone que todos los riesgos de la decisión son explicados y resumidos por la medida volatilidad, correspondiente a la variabilidad de los flujos de fondos esperados, generados por el activo real. Las opciones reales de crecimiento son asimilables a opciones de compra (calls), en donde el precio de ejercicio es el costo o la inversión adicional y el precio del activo subyacente es el valor esperado de los flujos futuros. Las opciones reales de reducción o abandono son asimilables a opciones de venta (puts), en donde el precio de ejercicio es el ahorro, valor residual o recupero que se logra y el precio del activo subyacente es el valor esperado de los flujos futuros. Con este método de modelización financiera, lo que se busca es estimar la probabilidad de los resultados futuros a partir de unas

variables aleatorias limitadas por datos históricos.

A la hora de tomar una decisión, debe considerar la articulación con los actores que se encuentran relacionados. El enfoque de Teoría de Juegos -TJ- es una herramienta matemática de apoyo en la toma de decisiones estratégicas ante una situación de conflictos de intereses que permite modelizar las interdependencias estratégicas entre actores de un entramado productivo (Aguado Franco, 2007). Antecedentes han aplicado el marco de TJ en problemas similares de optimización en una cadena de suministro, considerando a cada actor compite para obtener el mayor beneficio posible (Milanesi, 2021). La teoría de juegos cooperativa permite establecer acuerdos entre jugadores, considerada como un enfoque de solución en este tipo de planteos (Fernández García, 2000).

La combinación y conjugación entre la teoría de los juegos con las opciones reales es un marco teórico y metodológico dinámico de exploración en las últimas décadas en el campo de las finanzas y la estrategia (Smit & Trigeorgis, 2004; Arasteh, 2017). Se adopta el marco de opciones reales de la literatura de economía financiera y se lo conecta con la literatura de empresas conjuntas de investigación de la organización industrial (Martzoukos & Zacharias, 2013). Esto permite valorar diversas estrategias competitivas en diferentes circunstancias bajo riesgos propios de la actividad que se analice incorporando flexibilidad y análisis estratégico a la decisión (Arasteh, 2017). Los modelos de jugos de opciones reales se pueden subdividir en juegos estándar (SROG) o juegos complejos (NSROG) (Azevedo & Paxson, 2014). La aplicación de modelos SROG se aplica para obtener una valoración de estrategias que busquen la cooperación entre los actores, en contraste con juegos de suma cero que no permiten llevar a niveles superiores de bienestar (Milanesi, 2021). Un modelo de “juego estándar de opciones reales” es donde el valor de la decisión se trata como una variable de estado que sigue un proceso conocido (Azevedo & Paxson, 2014).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar las decisiones productivas-comerciales que tendría un productor ganadero de cría, incorporando la flexibilidad en la toma de decisiones mediante el marco de opciones reales con niveles de riesgo tecnológico y de mercado y las interdependencias de actores con el marco de teoría de juegos. El trabajo presenta el modelo de aplicación en el complejo ganadero bovino, e indica los modelos productivos a utilizar y el enfoque de juegos de opciones reales. En el tercer apartado, se plantean los resultados del trabajo, indicando los valores iniciales de las estrategias, el árbol de decisión de los modelos ganaderos de cría e invernada bovino y la valuación de la opción real con equilibrios de estrategia comercial. Por último, se desarrollan las discusiones del trabajo y las conclusiones del estudio.

2. Método

La metodología planteada en el trabajo es de análisis de casos aplicado a la investigación en ciencias de la administración (Castro-Monge, 2010). El enfoque es de orden mixto, entre herramientas cuantitativas y cualitativas, con alcance exploratorio-descriptivo (Hernández Sampieri et al., 2014). La herramienta utilizada para realizar los cálculos es el software Microsoft Excel mediante su complemento Simple Decisión Tree Toolbar 1.4. La forma de resolución es a partir de la maximización del valor esperado de las decisiones y resultados de estas. Los resultados se encuentran explicados por los riesgos que conlleva cada decisión, considerando los riesgos tecnológicos de las actividades y del mercado específico. Se busca seleccionar el curso de acción cuyo

valor esperado sea el mayor, incorporando riesgos multidimensionales y el valor de la flexibilidad. Para esto, se utiliza el proceso recursivo de suma ponderada de los flujos de fondos actualizados a una tasa libre de riesgo.

Como se planteó en la introducción, el marco a utilizar es de opciones reales y teoría de juegos. La metodología nace como una adaptación del modelo de valoración de opciones financieras para el caso de activos reales, incorporando interdependencia entre los actores (Black & Scholes, 1973; Merton, 1973; Smit & Trigeorgis, 2004). El planteamiento es de un modelo numérico SROG para la valoración de estrategias comerciales en tiempo discreto (Azevedo & Paxson, 2014).

De esta manera, el caso de estudio hace referencia a un productor ganadero de cría y a otro de invernada de la región centro-este de la provincia de La Pampa que deben tomar la decisión de articularse mediante canales directos o indirectos. El caso se asemeja a una opción de tipo call. El modelo inicial de cría, tomado de Arzubi & Vidal (2022), consta de una superficie de 2.100 has y un rodeo de 450 vacas madres. Edad de destete a los 6 meses y reposición de 24 % de madres. Los ingresos totales se encuentran subdivididos en 225 terneros, 117 terneras, 76 vacas gordas vacías, 32 vacas de conserva y 5 toros de rechazo. El modelo de invernada supone una superficie de producción total de 500 has, con una carga animal de 2,80 cab/ha. La eficiencia de stock es del 71%, donde la producción de carne final anual es de 606 kg/ha. El modelo supone un peso de entrada de terneros/as es de 180 kg/cab y un peso de salida de 404 kg/cab. El tiempo de engorde (entre entrada y salida) es de 11,5 meses, donde la ganancia diaria de peso es de 700 grs/cab.

Se supone que el resultado neto del caso bajo estudio sigue un movimiento binomial ascendente (u) y descendente (d) en el tiempo. Para el cálculo de los coeficientes equivalentes ciertos, se plantea el modelo binomial, donde el supuesto simplificador constituye el resumir todos los riesgos de mercado en un valor de volatilidad (σ), constante en el tiempo y con crecimiento geométricamente. Se considera que la evolución del precio del activo subyacente varía según el proceso binomial multiplicativo (Cox et al., 1979). La manera del cálculo es a través de las ecuaciones 1 y 2. Estos valores, a su vez, presentan asociados una probabilidad a estadios bueno (p) y malos (1-p) (Ecuación 3). De esta manera, al extender esta probabilidad con los diferenciales entre las estrategias a elegir, se consigue determinar el valor teórico de la opción real.

$$u=e^{\sigma\sqrt{t}} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$d=\frac{1}{u} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$p=\frac{(1+r)-d}{u-d} \quad \text{Ecuación 3}$$

La volatilidad de cada una de las estrategias se obtuvo mediante el desvío estándar de los resultados económicos trimestrales desde 2012 hasta 2022. También, se actualizaron los resultados de cada estrategia a una tasa libre de riesgo en dólares del 5 %. Los valores de ingreso y costos son corrientes al mes marzo del año 2022,

dolarizados al tipo de cambio minorista vendedor del Banco Central de la República Argentina (BCRA).

Además de la fuente de riesgo de mercado, se debe considerar el riesgo tecnológico de la actividad. Por lo tanto, al modelo binomial planteado anteriormente, se le suman los riesgos de éxito (v) o fracaso (nv) en el sistema de producción, considerando la vida o muerte de los animales. Se propone un modelo multinomial, utilizando dos fuentes de incertidumbre de manera articulada: $V=(F_1; F_2)$ (Milanesi, 2021). Cada una de estas fuentes tiene una evolución positiva y negativa.

$$Vpu=p*v \quad \text{Ecuación 4}$$

$$Vpd=q*v \quad \text{Ecuación 5}$$

$$NVcc=nc*v \quad \text{Ecuación 6}$$

Aplicando la lógica recursiva del modelo multinomial para las estrategias, la función del valor esperado final, considerando los riesgos de mercado y tecnológicos, es la siguiente:

$$E(NPV)=(Vpu*FF_u+Vpd*FF_d+NVc*Cx)*e^{-rt} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde $E(NPV)$ es el valor esperado, Vpu la probabilidad de éxito del riesgo de mercado, FF_u el flujo de la rama ascendente, FF_d flujo de rama descendente, NV la probabilidad de no éxito tecnológico (no vive), Cx el costo de producción y e^{-rt} el factor de actualización sin riesgo.

Obtenidos los resultados para los negocios de cría e internada, se plantea el cálculo de la opción real para ambos modelos de negocios. Para el cálculo de la opción, se plantea un proceso estocástico mediante los movimientos ascendentes y descendentes de ambos modelos y con la lógica recursiva se obtiene la valuación de la opción real. Primero, se toma el máximo valor entre los flujos de cría o ciclo completo, y luego, con la Ecuación 10 se obtiene el valor expandido (ve).

$$Vu=(vcc*u-vc*u;0) \quad \text{Ecuación 8}$$

$$Vd=(vcc*d-vc*d;0) \quad \text{Ecuación 9}$$

$$ve= \frac{p*Vu+q*Vd}{(1+rf)} \quad \text{Ecuación 10}$$

Por último, se modela la interdependencia entre los jugadores considerando las estrategias de canales comerciales y la valuación con flexibilidad de las decisiones, obteniendo la resolución del juego mediante el equilibrio de Nash. Se considera la decisión que toma el propio actor, considerando el resultado a obtener por el otro jugador.

3.- Resultados

3.1 Valuación de modelos

Los resultados económicos planteados son resultados productivos máximos, a los cuales luego se les descuenta el riesgo tecnológico de cada actividad. Se obtienen así los resultados netos finales, antes de impuestos (nacionales y provinciales) y costo financiero. En la Tabla 1, se presentan los precios y kilogramos planteados para cada una de las categorías de animales comercializados en pie y utilizados en los modelos. Los animales de menor kilaje comercializados y utilizados en el modelo son los terneros, obteniendo el mayor precio por kilogramo en comparación con las demás categorías. Luego lo siguen la vaquillona, novillo y vaca de conserva, y por último, la categoría de toros. Los precios son calculados en moneda dólar oficial minorista, cotizando al momento del cálculo de los valores.

Tabla 1. Precios por categoría marzo 2022

Categoría	USD/kg	Kg/animal
Ternero	3,05	180
Ternera	2,85	170
Vaca conserva	1,48	450
Vaquillona	2,26	420
Novillo	2,35	470
Toro	1,98	580

Fuente: Elaboración propia a partir de Arzubi & Vidal (2022).

Modelo de cría

Los criadores son aquellos productores ganaderos que poseen extensiones de tierra suficientes como para sostener un rodeo de vientres y toros, y producir terneros desde el nacimiento hasta el destete de estos (López, 2015). El objetivo de la cría es obtener la mayor cantidad de terneros/as posibles. El primer modelo planteado en la cadena de valor es la producción y venta de terneros en el momento de destete. El modelo de productor de cría utilizado es de La Pampa-San Luis semiárida (Arzubi & Vidal, 2022). Para esto se considera que se obtendrán como productos finales: 225 terneros, 117 terneras, 108 vacas de reposición y 3 toros (tabla 2). El resultado neto para el modelo por cabeza vendida es de 273,4 USD/cab.

Tabla 2. Modelo de cría simple

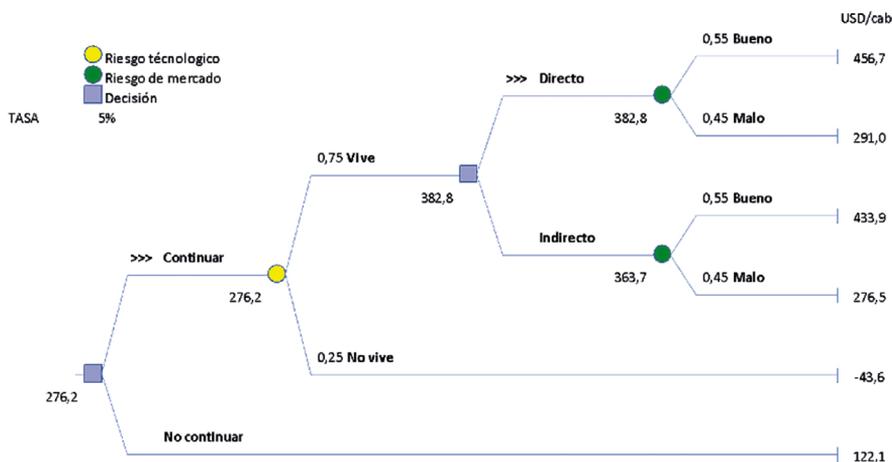
RUBRO	CANTIDAD	USD
Terneros	225	123.613
Terneras	117	56.730
Vacas	108	71.843
Toros	3	3.450
Novillos	0	-

RUBRO	CANTIDAD	USD
Vaquillonas	0	-
INGRESOS		255.636
Personal		13.273
Sanidad		3.942
Alimentación		19.368
Estructura e impuestos		20.940
Amortizaciones		6.902
Reposición		15.085
Comercial		12.066
COSTOS TOTALES		91.576
RES. NETO USD		164.060
RES. NETO USD/Cab.		273.4

Fuente: Elaboración propia a partir de Arzubi & Vidal (2022).

Mediante el árbol de decisión (figura 1), se puede observar, de manera extensiva, los resultados para el modelo de cría incorporando la estrategia comercial a tomar, y considerando los movimientos ascendentes y descendentes para el mercado y el riesgo tecnológico. La volatilidad estimada para el modelo de cría, en base a resultados económicos pasados (2012-2022), es del 22,5 %. A partir de este indicador, se estimaron los coeficientes de ascenso (u) y descenso (d), siendo $u=1,253$ y $d=0,798$. El valor de probabilidad de ascenso $p=0,55$. Se obtuvo un valor expandido de 276,2 USD/cab.

Figura 1. Árbol de cría expandido



Fuente: Elaboración propia.

Modelo invernada

Los invernadores son aquellos que compran terneros/as luego de su destete para terminarlos de criar y engordar. El objetivo de la invernada es obtener novillo para condiciones óptimas de faena, en el menor tiempo posible y con la mayor eficiencia stock de alimento que conlleve a una optimización de la relación costo/producción. Actividad con fines de lograr la mayor cantidad de kg posibles. En la tabla 3 se presentan los resultados económicos para el modelo de invernada de manera simple, siendo el valor de 152,4 USD/cab.

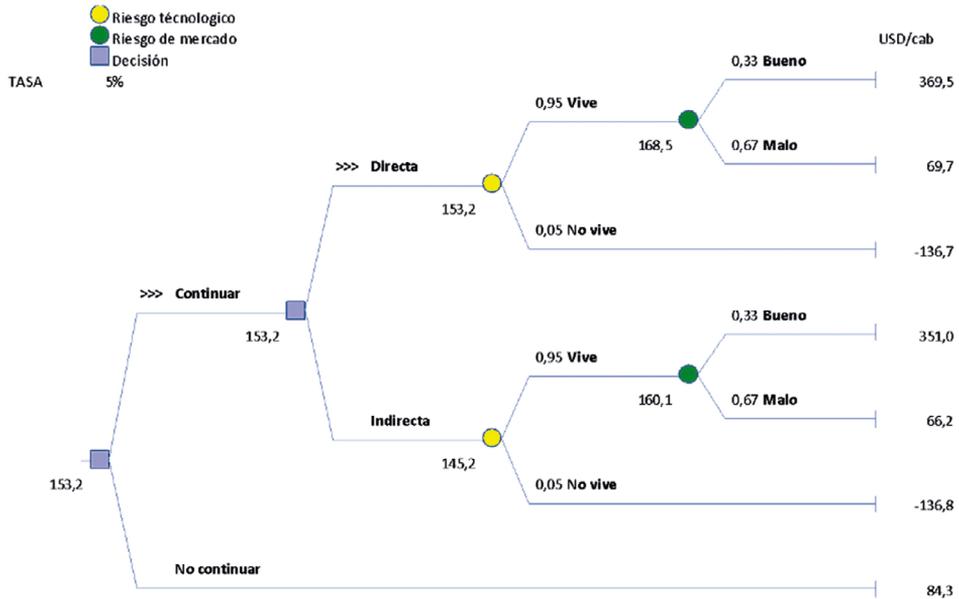
Tabla 3. Modelo de invernada simple

RUBRO	CANTIDAD	USD
Terneros	0	-
Terneras	0	-
Vacas	0	-
Toros	0	-
Novillos	225	248.283
Vaquillonas	117	111.099
INGRESOS		359.382
Personal		10.043
Sanidad		2.770
Alimentación		56.218
Estructura e impuestos		10.705
Amortizaciones		1.935
Reposición		180.343
Comercial		25.157
COSTOS TOTALES		287.170
RES. NETO USD		72.212
RES. NETO USD/Cab.		152.4

Fuente: Elaboración propia a partir de Arzubi & Vidal (2022).

Se realizó el planteamiento del árbol expandido considerando los coeficientes de ascenso y descenso para un productor de invernada y la estrategia comercial de incorporación de los terneros. Se consideraron los riesgos tecnológicos y el riesgo de mercado específicos de la actividad. De manera recursiva se obtuvo el valor del modelo general, según la estrategia utilizada. Para el invernador la volatilidad fue de 83,4 %, con un coeficiente de crecimiento $u= 2,303$ y de decrecimiento $d=0,434$. El valor expandido para el modelo de invernada fue de 153,2 USD/cab.

Figura 2. Árbol de invernada expandido



Fuente: Elaboración propia.

Considerando los pagos simples y los pagos modelo expandido del canal directo obtenidos sin la incorporación de la flexibilidad por los movimientos del canal de articulación tomado para cada uno de los actores y considerando la flexibilidad mediante la opción real se obtienen los valores que para cría (tabla 4). Tomando la decisión de articularse mediante canal directo la opción real es de 2,8 USD/cab y para el canal indirecto de 2,6 USD/cab.

Tabla 4. Flujos simples y expandidos para cría (USD/cab).

	Canal directo	Canal indirecto
Simple	273,4	259,8
Expandido	276,2	262,4
Opción real	2,8	2,6

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se presentan los resultados de flujos simples, expandidos y el valor de la opción real para el caso de la invernada considerando las estrategias de articulación que tome el invernador. Si se incorpora la flexibilidad en la decisión, para la estrategia de articulación directa el valor de la opción real es de 0,8 USD/cab y para el canal indirecto de 0,4 USD/cab.

Tabla 5. Flujos simples y expandidos para invernada (USD/cab).

	Canal directo	Canal indirecto
Simple	152,4	167,7
Expandido	153,2	168,6
Opción real	0,8	0,4

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Interdependencia y equilibrio

En la tabla 6, se realizó la incorporación de terceros a cada uno de los modelos para cada jugador. El caso de la cría y de la invernada, según los resultados de cada jugador considerando la decisión del otro. Se supone que el criador presenta como interés obtener la renta del modelo del invernador, obteniendo un resultado económico de 287,3 USD/cab. Mientras que el invernador tiene el interés de incorporar la compra de ternero al costo de producción, con un resultado económico de 168,6 USD/cab. Es así como se obtuvo el equilibrio de Nash, la articulación indirecta-indirecta. Este equilibrio se lo clasifica como un subóptimo de Pareto, ya que la articulación directa-directa es la que mejor resultados económicos presenta para los jugadores (Aguado Franco, 2007).

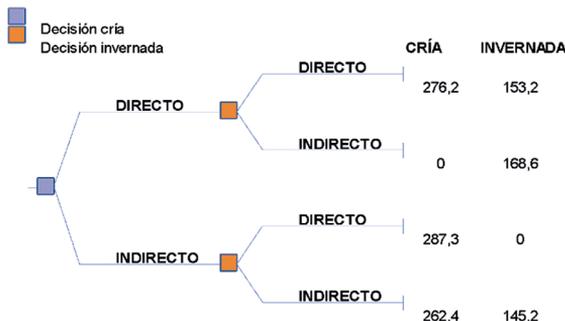
Tabla 6. Matriz de juegos cría-invernada

Cría	Invernada				
		Directo		Indirecto	
	Directo	276,2	153,3	0	168,6
Indirecto	287,3	0	262,4	145,2	

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el mismo planteo, pero de manera extensiva (figura 3). Permite obtener lo visualizado del árbol y los pagos para cada uno de los jugadores según la decisión que tome el mismo, y la decisión que tome el contrincante.

Figura 3. Planteó extensivo SROG



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Acuerdos sostenibles

Desarrollados los planteamientos de las articulaciones entre jugadores aplicando la metodología de juegos de opciones reales, se pudo plantear que la búsqueda del óptimo de Pareto se basa en la articulación directa entre estos. Este equilibrio indica el mejor resultado posible para ambos jugadores. Para poder llegar a esto, una de las soluciones es el planteamiento de contratos sostenibles entre los actores (Milanesi & Tohme, 2015). Este tipo de alianza genera un tipo de juego cooperativo entre ambos jugadores, cría e invernada bovina. Permite mejorar la eficiencia de los sistemas comerciales se encuentra el desarrollo de contratos de suministro. Las penalidades son sanciones económicas que se aplican a alguno de los actores que conforman el contrato, cuando se incumple injustificadamente alguno de los aspectos acordados. En este marco, Bisang et al. (2022) plantean que los acuerdos, entre agentes del sector agropecuario argentino, tienen un creciente peso como instrumento de relación entre las partes. Estos deben estar solventados por el planteamiento de penalidades para su cumplimiento que permitan dar sostenibilidad a los mismos, y que ninguno de los jugadores rompan el acuerdo y permitiendo de la estabilidad en la relación comercial entre los actores primarios del complejo cárnico bovino.

Los resultados obtenidos en los flujos expandidos para los modelos de negocios permiten obtener el valor de estas penalidades. Para el caso del criador bovino el valor será de 13,8 US\$/cab y para el invernador la penalidad del contrato será de 8,0 US\$/cab.

4. Discusión

En las realidades competitivas y dinámicas, el planteamiento, la formulación, valoración y toma de decisión de estrategias o caminos para alcanzar un objetivo requiere considerar las diversas fuentes de incertidumbre que estas conllevan, incorporación de la flexibilidad en la valoración y de interdependencia entre los jugadores (González et al., 2019; Milanesi, 2021). Así, la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, relativa a la actividad ganadera bovina, implica considerar un conjunto de indicadores propios a la misma y a las consecuencias potenciales derivadas de la decisión (Pordomingo, 2018).

Con el propósito de convertir la información existente en cada vez más perfecta, se presentan diversos métodos y herramientas de valoración, que, utilizando información histórica, proyecciones de crecimiento y resultados futuros, tratan de proyectar un valor lo más real y fiable posible a los resultados económicos de la actividad particular. Además, considerar la interacción y articulación entre los jugadores de un entramado particular.

En ese marco, la teoría de opciones reales permite comprender y cuantificar la flexibilidad estratégica de los activos objeto de valuación (Milanesi, 2014). Se entiende que el valor de esta opción, normalmente, está incorporado al momento de tomar una decisión por parte de los actores del complejo, pero no se encuentra explicitado y cuantificado como un componente más que agrega flexibilidad al negocio (Ponssa et al., 2017).

Distintos autores plantean reflexiones sobre las formas en las que se realizan la evaluación económico-financiera de las estrategias en el sector ganadero. Ponssa et al. (2017) desarrollan un modelo de opciones reales en el sector ganadero, pero, específicamente, sobre la flexibilidad en la venta de vacas vacías o retención de las mimas. Pordomingo (2018) sostiene que los productores utilizan técnicas difundidas en el sector agropecuario como cálculo de márgenes brutos y netos por actividad,

análisis comparativo y de sensibilidad. Sin embargo, esas técnicas no consideran la flexibilidad en las decisiones. En este marco, Torrado Porto (2019) sostiene que las técnicas utilizadas en la toma de decisiones son de carácter tradicional. A su vez, Sánchez (2016) indica que se debe elaborar un plan económico que permita calcular los resultados de la actividad, incorporando distintos escenarios, siendo flexibles y considerando movimientos estratégicos para productores agropecuarios. No obstante, los mencionados autores no plantean una metodología acorde con los modelos productivos ganaderos y que incorpore la flexibilidad e incertidumbres a la hora de evaluar una decisión.

En ese marco, la metodología y resultados planteados en esta investigación permiten obtener un análisis de distintas estrategias, incorporando la flexibilidad en los movimientos a desarrollar y la interdependencia entre los jugadores de cría e invernada.

5. Conclusión

La valuación de estrategias es un proceso intelectual, donde el conocimiento sobre el negocio es traducido a una medida de valor que permita la comparabilidad entre las decisiones a realizar y los riesgos inherentes a esas decisiones. Dentro de las distintas fuentes de riesgo, se encuentran los riesgos de mercados y tecnológicos.

Por otro lado, los modelos de producción ganaderos presentan diferentes opciones de decisión y acción durante los procesos productivos, donde suelen tomarse decisiones a partir de herramientas determinísticas que se alejan, en muchas ocasiones, de la realidad empresarial: Las empresas enfrentan decisiones donde se puede modificar el momento de venta del animal. Su valoración y determinación en el impacto del valor estratégico es fundamental para la adopción de estrategias empresariales. Además, considerar la articulación y equilibrio de juegos entre los jugadores.

De esta manera, el análisis de juegos de opciones reales constituye una herramienta moderna de evaluación económica que permite valorar adecuadamente estrategias flexibles en ambientes de incertidumbre e incorporar a la estrategia el valor de la flexibilidad en los modelos de producción. En este marco, el objetivo del presente trabajo fue modelar y valorar decisiones en el complejo ganadero bovino, considerando las opciones de articulación mediante canales directos o indirectos. Los resultados indican que el equilibrio es un dilema del prisionero con la articulación indirecta-indirecta. Si se incorpora la

Asimismo, se determinó que una estrategia integrada por decisiones, recursos y objetivos requiere de métodos económico-financieros que pongan en valor los riesgos internos y externos propios de la estrategia. Además, el modelo propuesto permitió incorporar la flexibilidad en la decisión y los escenarios que se pueden plantear en el futuro inmediato de una manera sencilla.

Para investigaciones futuras, se recomienda la incorporación de otros tipos de incertidumbres al momento de considerar las decisiones en ganadería; la integración otras unidades de negocios agropecuarias (como agricultura); y la incorporación de la matemática borrosa a la hora de evaluar el desarrollo de nuevos contratos sostenibles que permitan explicar una mejor conducta de los jugadores y eficiencia al complejo general.

Declaración de conflicto de interés

Los autores del presente manuscrito manifiestan que no existen conflictos de interés con ninguna entidad o institución, ni de carácter personal en esta publicación.

Referencias

- Aguado Franco, J. C. (2006). *Teoría de la decisión y de los juegos*. Editorial Delta.
- Arasteh, A. (2017). Considering the investment decisions with real options games approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1282–1294. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.043>
- Arzubi, A. & Vidal, R. (2022). Resultados económicos ganaderos (Informe trimestral N° 41). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/resultados/>
- Arzubi, A., Mc Cormick, M., Lynch, G., Soria, R., Simonetti, L., Giola, P. & Calonge, P. (2017). ¿Cuándo conviene vender el ternero? Efecto de la categoría y la estacionalidad del precio sobre el resultado económico en planteos ganaderos de cría bovina. *Revista de Economía Agraria*, 18(1), 5-22. https://raea.com.ar/revistaaraea_arg/article/view/20
- Azevedo, A. & Paxson, D. (2014). Developing real option game models. *European Journal of Operational Research*, 237(3): 909-920. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.002>
- Berger, A., De Ladaga, S. & Melón, M. (2015). Cría ganadera y riesgo: evaluación mediante simulación Monte Carlo. *Investigación Operativa*, 37, 119-135. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/11989>
- Bisang, R., Carciofi, R., Piñeiro, M. & Tejeda Rodriguez, A. (2022). *Agroindustria: transformaciones recientes y su papel en el desarrollo argentino*. Editorial Teseo.
- Black, F. & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. <https://www.jstor.org/stable/1831029>
- Brealey, R. & Myers, S. (2000). *Principles of corporate finance*. /6th ed. McGraw-Hill.
- Castro-Monge, E. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas. *Revista Nacional de Administración*, 2(1), 31-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3693387>

- Perez, Ferro Moreno & Milanese (2022). *Estudios de Administración*, 29(2): 127-143, julio-diciembre del 2022 <https://doi.org/10.5354/0719-0816.2022.67905>
- Cox, J., Ross, S. & Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7(3), 229-263. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(79\)90015-1](https://doi.org/10.1016/0304-405X(79)90015-1)
- Días, A. (2011). Las herramientas. En Bonatti, P. (coord.), *Teoría de la decisión* (139-169). Prentice Hall - Pearson.
- Dixit, A. & Pindyck, R. (1994). *Investment under uncertainty*. Princeton University Press.
- Ferro Moreno, S., Paturllane, J., Mariano, R. & Perez, S. A. (2021). Desempeño exportador de carne bovina en La Pampa (Argentina). *Estudios Económicos*, 38(77), 65-81. <https://revistas.uns.edu.ar/ee/article/view/2192/1591>
- Ghiglione, F., Lema, R., Ferro, S. & Braun, R. (2020). Incidencia del capital social en el proceso de toma de decisiones comerciales en la producción ganadera. *Revista Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, 9(1), 37-49. <http://www.revistas.espol.edu.ec/index.php/compendium/article/view/1033>
- González, J., Salazar, F., Ortiz, R. & Verdugo, D. (2019). Gerencia estratégica: Herramienta para la toma de decisiones en las organizaciones. *Telos*, 21(1), 242-267. <https://www.redalyc.org/journal/993/99357718032/99357718032.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Iglesias, D. (2004). *Cadena de la carne bovina en la provincia de La Pampa*. Caracterización y análisis de las cadenas agroalimentarias en el área de influencia de la provincia de La Pampa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/cadena-de-la-carne-bovina-en-la-provincia-de-la-pampa>
- López, A. (22 y 23 de junio de 2017). *Toma de decisiones en la actividad ganadera: ¿crio, engordo o ambas?* Congreso del Instituto Internacional de Costos N° 15. Lyon, Francia. <https://intercostos.org/documentos/congreso-15/LOPEZ-2.pdf>
- Martzoukos, S. & Zacharias, E. (2013). Real option games with R&D and learning spillovers. *Omega*, 41(2): 236-249. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.05.005>
- Merton, R. (1973). The theory of rational option pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1), 141-183. <https://www.jstor.org/stable/3003143>
- Milanese, G. (2014). *Teoría de opciones: modelos específicos y aplicaciones para valorar estrategias, activos reales e instrumentos financieros*. Edius. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4234>
- Milanese, G. (2021). Modelo de teoría de juegos y opciones reales multinomiales para valorar estrategias, acuerdos y penalidades. *Estudios de Administración*, 28(2), 5-28. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/xmlui/handle/123456789/5918>

- Milanesi, G. & Tohmé, F. (2015). Un modelo consolidado de opciones reales, teoría de juegos y análisis de costos de transacción para el diseño de acuerdos contractuales. *Rev. Economía Política de Bs. As.*, vol. 14, año 9.
- Molina, C. & Álvarez, J. (2009). Identificación de factores incidentes en las decisiones de adopción de tecnología en productores ganaderos criadores familiares. *Agrociencia*, 13(2), 70-83. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482009000200009
- Mun, J. (2004). *Real options analysis: Tools and techniques for valuing strategic investment and decisions*. John Wiley and Sons.
- Myers, S. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 147-176. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304405X77900150>
- Paturlanne, J. (2019). *Factores sistémicos que afectan la competitividad de los complejos cárnicos*. [Tesis de Magister en Economía Agraria y Administración Rural]. Universidad Nacional del Sur. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4566>
- Pellerano, L., Balbuena, O. & Roselló, J. (2018). *Análisis económico-financiero de modelos de cría bovina en el Este de la Provincia del Chaco, Argentina*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/analisis-economico-financiero-de-modelos-de-cria-bovina-en-el-este-de-la-provincia-del-chaco-argentina>
- Perez, S. A. (2022). Eficiencia técnica provincial en faena bovina con destino mercado interno. *Revista Cuyoeconomics*, 6(9): 113-129. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics/article/view/5918>
- Pesce, G., Pedroni, F., Chávez, E., Moral, M., Rivero, M., & Milanesi, G. (2019). *Opciones exóticas: ¿exóticas en la literatura?: una revisión sistemática*. XXXIX Jornadas Nacionales de Administración Financiera. Mar del Plata, Argentina. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4763>
- Ponssa, E., Rodríguez, G., Sánchez, D. & Ferro, E. (2017). *Valoración de opciones reales en ganadería: el caso de la opción de abandono en cría bovina*. [Trabajo presentado en la Asociación Argentina de Economía Agraria].
- Pordomingo, E. (2018). *Decisiones agropecuarias: estrategia y gerenciamiento*. UNLPam.
- Sánchez, C. (2016). Planificación financiera de empresas agropecuarias. *Visión de futuro*, 20(1), 209-227. <https://visiondefuturo.fce.unam.edu.ar/index.php/visiondefuturo/article/view/60/147>
- Sigauco, D. & Terré, E. (2021). *La importancia de la ganadería para la economía argentina*. Bolsa de Comercio de Rosario. Especial mercado ganadero. Año XXXIX, edición 2004. <https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/86168>

Perez, Ferro Moreno & Milanesi (2022). *Estudios de Administración*, 29(2): 127-143, julio-diciembre del 2022
<https://doi.org/10.5354/0719-0816.2022.67905>

Smit, H., & Trigeorgis, L. (2004). *Strategic investment: Real options and games*. Princeton University Press.

Torrado Porto, R. (2019). *Diversidad y complejidad de los modelos de toma de decisiones y organización productiva en el sector agropecuario del Noreste Pampeano. Aportes para la mejora de la extensión y el desarrollo rural*. [Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/74582>

Trigeorgis, L. (1993). Real options and interactions with financial flexibility. *Financial Management*, 22(3), 202-224. <https://www.jstor.org/stable/3665939>