



Gestionar: revista de empresa y gobierno

<https://www.revistagestionar.com>

ISSN: 2810-8264 / ISSN-L: 2810-823X

Editada por:

Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inuudi Perú



ARTÍCULO ORIGINAL


Valoración de estrategias en la ganadería bovina: aplicación del marco de opciones reales

Valuation of strategies in the bovine livestock: application of the real options framework

Avaliação de estratégias na pecuária: aplicação do framework de opções reais


Santiago Perez¹

Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa - La Pampa, Argentina

 <https://orcid.org/0000-0002-7679-8819>
s.perez@conicet.gov.ar. (correspondencia)


Santiago Ferro-Moreno

Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa - La Pampa, Argentina

 <https://orcid.org/0000-0001-5131-3662>
sferromoreno@agro.unlpam.edu.ar

Gastón Milanesi

Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca - Buenos Aires, Perú

 <https://orcid.org/0000-0003-1759-6448>
milanesi@uns.edu.ar

DOI: <https://doi.org/10.35622/j.rg.2023.01.009>

Recibido: 26/08/2022 Aceptado: 18/10/2022 Publicado: 21/10/2022

PALABRAS CLAVE

decisión ganadera,
flexibilidad, opciones
reales.

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 y estático. En el presente trabajo se analiza y valúa un modelo de decisión de producción y comercial, considerando riesgos de mercado, riesgos tecnológicos y valores de flexibilidad de estrategias posibles para llegar a la fase final del proceso productivo. Se propone un modelo multinomial empleando opciones reales exóticas del tipo arco iris. Se realiza el desarrollo de un árbol de decisión que permita describir la operación, al igual que el planteo matemático y su debida valuación. Se utilizaron modelos reales en casos de ganadería de región pampeana a valores de marzo del año 2022. Como resultados se puede extraer que decisión a tomar considerando un solo escenario, y con la comparación con las estrategias según escenarios positivos y negativos de la actividad. Se puede concluir con la potencialidad, simplicidad y ventajas que permite el desarrollo y aplicación de un modelo de opciones reales, valorando la flexibilidad estratégica de las decisiones, aplicado al complejo ganadero.

¹ Bachiller en ciencias administrativas por la Universidad Peruana Unión, Perú.



KEYWORDS

livestock decision,
flexibility, real options.

ABSTRACT. The beef cattle production model is characterized by being a process of sequential stages until the finished animal is achieved. At present, the valuation of decisions under contexts typical of the activity is linear and static. In the present work, a production and commercial decision model is analyzed and evaluated, considering market risks, technological risks and flexibility values of possible strategies to reach the final phase of the production process. A multinomial model is proposed using exotic real options of the rainbow type. The development of a decision tree that allows describing the operation is carried out, as well as the mathematical approach and its due valuation. Real models were used in cases of livestock in the Pampas region at values of March 2022. As results, it can be extracted what decision to make considering a single scenario, and with the comparison with the strategies according to positive and negative scenarios of the activity. It can be concluded with the potential, simplicity and advantages that the development and application of a real options model allows, valuing the strategic flexibility of the decisions, applied to the livestock complex.

PALAVRAS-CHAVE

decisão pecuária,
flexibilidade, opções
reais.

RESUMO. O modelo de produção de gado de corte caracteriza-se por ser um processo de etapas sequenciais até a obtenção do animal terminado. Atualmente, a valoração das decisões em contextos típicos da atividade é linear e estática. No presente trabalho é analisado e avaliado um modelo de decisão de produção e comercial, considerando riscos de mercado, riscos tecnológicos e valores de flexibilidade de estratégias possíveis para chegar à fase final do processo produtivo. Um modelo multinomial é proposto usando opções reais exóticas do tipo arco-íris. É realizado o desenvolvimento de uma árvore de decisão que permite descrever a operação, bem como a abordagem matemática e a sua devida avaliação. Foram utilizados modelos reais em casos de pecuária na região dos Pampas em valores de março de 2022. Como resultados, pode-se extrair qual decisão tomar considerando um único cenário, e com a comparação com as estratégias de acordo com cenários positivos e negativos de a atividade. Pode-se concluir com o potencial, simplicidade e vantagens que o desenvolvimento e aplicação de um modelo de opções reais permite, valorizando a flexibilidade estratégica das decisões, aplicadas ao complexo pecuário.

1. INTRODUCCIÓN

El complejo ganadero bovino de carne tiene gran importancia socioeconómica en la Argentina, y en la región pampeana en particular (Paturllane, 2019; Sigauco y Terré, 2021). Dentro de los modelos de producción ganaderos existen diversas etapas en las que el animal va evolucionando, cambiando de categorías hasta llegar a su etapa final pre-faena. 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/la ternero/a. Luego vienen las etapas de “recría y engorde”, donde el objetivo es obtener 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 y Vidal, 2022). La decisión del modelo de producción, comercial y la/s etapa/s a realizar depende de varios factores relacionados con aptitudes agroecológicas, climáticas, culturales, económicas, financieras, comerciales, entre otras (Molina y Álvarez, 2009; López, 2015; Pordomingo et al., 2019; Ghiglione et al., 2020).

A la hora de tomar una decisión, el proceso de valoración es una actividad fundamental para la eficacia de esta. En este 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). Vincula flujos de fondos y probabilidades de

ocurrencia para cada punto, siendo una expresión expandida de estrategias que permite representar gráficamente de manera extensiva un problema de decisión complejo.

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 y Trigeorgis, 2004). Se caracterizan por ser lineales, deterministas e irreversibles (Trigeorgis, 1993; Dixit y Pindyck, 1994; Mun, 2004). El marco de opciones reales -OR- permite cuantificar y seleccionar el mejor curso de acción, contribuyendo a comprender las fuentes de incertidumbres para los sistemas productivos y la flexibilidad en la toma de decisiones (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 y Myers, 2000).

El enfoque de OR surge como adaptación a los conocimientos y las técnicas derivadas de los precios de las opciones financieras en la valoración y toma de decisiones bajo incertidumbre, permitiendo cuantificar la flexibilidad y decisión estratégicas en casos reales (Milanesi, 2021). Además, resuelve el problema ajustando por riesgo los flujos del proyecto mediante coeficientes equivalentes ciertos o parámetros estocásticos, valorando la flexibilidad estratégica en las decisiones y siendo una herramienta económica-financiera de aplicación necesaria en los modelos ganaderos (Pellerano et al., 2018).

En diferentes etapas de la producción ganadera existen diversas opciones de cursos de acción y decisión que se deben tomar, que aportan flexibilidad al sistema y permitiendo su adaptación a situaciones cambiantes o inciertas (López, 2015; Ponssa et al., 2017). El momento de venta del animal es una de las decisiones clave 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 de método tradicional de flujo de fondos surge la teoría de opciones reales como alternativa para comprender y cuantificar la flexibilidad estratégica de los activos objeto de valuación (Milanesi, 2014). La flexibilidad que poseen las decisiones en el complejo ganadero da un valor agregado a éste, a partir de poder tomar la decisión en el momento más apropiado sobre cómo agregar valor a su producción inicial dado los distintos escenarios que se pueden dar en el mediano plazo. Las fuentes de incertidumbre que se consideran dentro de las decisiones ganaderas son múltiples. Dentro de éstas, se encuentran los riesgos tecnológicos y de mercado que determinan que el tipo opción real exótica (Pesce et al., 2019).

El objetivo del trabajo es evaluar decisiones productivas-comerciales que tendría un/a productor/a de 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. El trabajo se estructura presentando el modelo de aplicación en el complejo ganadero bovino, indicando los modelos productivos a utilizar y el enfoque de opciones reales. En el tercer apartado se plantean los resultados del trabajo, indicando los valores iniciales de las estrategias, el árbol de decisión del modelo ganadero bovino y la valuación de la opción real. Por último, se desarrollan las discusiones del trabajo y las conclusiones del mismo.

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). 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 éstas. Estos resultados se encuentran explicados por los riesgos que conlleva cada decisión, considerando los riesgos tecnológicos de las actividades y del mercado. 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 de libre de riesgo.

Como se planteó en la introducción, el marco a utilizar es de opciones reales. Estas consisten en adquirir el derecho, pero no la obligación, de implementar una decisión en un momento futuro, a un costo determinado, si las condiciones internas y externas lo ameritan. La metodología nace como adaptación del modelo de valoración de opciones financieras para el caso de activos reales (Black y Scholes, 1973; Merton, 1973). El término de opciones reales fue planteado por Myers (1977) al hacer referencia a la aplicación de la teoría de opciones a bienes no financieros, específicamente a proyectos de inversión de activos reales que presentaran flexibilidad de crecimiento en el proyecto. Esta herramienta indica que una decisión no puede tomarse teniendo como único criterio un valor mayor sin irreversibilidad, incertidumbre y margen de maniobra de quien la toma (Dixit y Pindyck, 1994). Esto permite ajustarse a diferentes cursos de acción que adopta para responder a nuevas condiciones tanto internas, como externas.

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. Dentro de los tipos de opciones reales, las opciones exóticas del tipo arco iris son aquellas que incorporan diversas fuentes de incertidumbre a la hora de evaluar el flujo futuro del modelo de decisión (Milanesi, 2014). 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.

El caso de estudio hace referencia a un productor ganadero de cría de la región centro-este de la provincia de La Pampa, que debe tomar la decisión de vender o engordar teniendo en cuenta distintas estrategias. El caso se asemeja a una opción de tipo *call*. El modelo inicial de cría fue tomado de Arzubi y 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. La estructura de costos se encuentra formada por un 45% de toros y reposición, 15% estructura e impuestos, 14% alimentación, 11% personal, 8% comercialización, 5% amortizaciones y 3% sanidad. Los valores de ingreso y costos son corrientes al mes marzo del año 2022, dolarizados a tipo de cambio minorista vendedor del Banco Central de la República Argentina (BCRA).

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 geoméricamente. Se considera que la evolución del precio del activo subyacente varía según el proceso binomial multiplicativo (Cox, Ross y Rubinstein, 1979). La manera del cálculo es a través de las ecuaciones 1 y 2. Estos valores, a su vez, presentan asociados una probabilidad estos 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.

$$u = e^{\sigma \cdot \sqrt{t}} \text{ ec. 1}$$

$$d = \frac{1}{u} \text{ ec. 2}$$

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

Para obtener la volatilidad de cada una de las estrategias, se obtuvo mediante el desvío estándar de los resultados económicos trimestrales desde 2012 hasta 2022. Se actualizaron los resultados de cada estrategia a una tasa libre de riesgo en dólares del 5%.

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: $V = (F_1; F_2)$ (Zapata-Quimbayo, 2019; Milanesi, 2021). Cada una de estas fuentes tiene una evolución positiva y negativa.

$$Vpu = p * v \text{ ec. 4}$$

$$Vpd = q * v \text{ ec. 5}$$

$$NVcc = nvc * v \text{ ec. 6}$$

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

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

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 y ciclo completo, se plantea el cálculo de la opción real para un productor de ciclo completo de anticiparse la venta el ternero al momento de destete obteniendo los valores del modelo de cría. 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 (v_e).

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

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

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

3. RESULTADOS

Valuación de estrategias

Los resultados económicos planteados son con resultados productivos máximos, donde luego se les va a descontar el riesgo tecnológico de cada actividad. Resultados netos finales antes de impuestos nacionales y provinciales y costo financiero. En la tabla 1 se presentan los precios planteados para cada una de las categorías de animales comercializados en pie y utilizados en los modelos. Además, se explicitan los kilogramos de cada una de las categorías. Los animales menor kilaje comercializados y utilizado en el modelo son los terneros y terneras, 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.

| PRECIOS | USD/kg | kg/animal |
|------------|--------|-----------|
| Ternero | 3,05 | 180 |
| Tenera | 2,85 | 170 |
| Vaca cons. | 1,48 | 450 |
| Vaquillona | 2,26 | 420 |
| Novillo | 2,35 | 470 |
| Toro | 1,98 | 580 |

Nota. Elaboración propia a partir de Arzubi y Vidal (2022).

Estrategia 1: Venta en cría

La primera estrategia planteada es la venta total de la producción de terneros/as en el momento de destete. 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 364,6 USD/cab. La volatilidad estimada para la estrategia en base a resultados económicos pasados es del 15,4%. A partir de este indicador se estimaron los coeficientes de ascenso (u) y descenso (d), siendo u=1,167 y d=0,857. El valor de probabilidad de ascenso p=0,62.

Tabla 2

Modelo estrategia 1

| | Cant | USD |
|-------------------------|------|----------------|
| Terneros | 225 | 123.613 |
| Terneras | 117 | 56.730 |
| Vacas | 108 | 71.843 |
| Toros | 3 | 3.450 |
| Novillos | 0 | - |
| Vaquillonas | 0 | - |
| INGRESO | | 255.636 |
| Personal | | 13.273 |
| Sanidad | | 3.942 |
| Alimentación | | 19.368 |
| Estructura e impuestos | | 20.940 |
| Amortizaciones | | 6.902 |
| Alquiler | | - |
| Reposición | | 15.085 |
| Comercial | | 12.066 |
| COSTOS TOTALES | | 91.576 |
| RES NETO USD | | 164.060 |
| RES NETO USD/CAB | | 364,6 |

Nota. Elaboración propia a partir de Arzubi y Vidal (2022).

Estrategia 2: Venta mitad en cría y engordar otra mitad

La estrategia número 2 se fundamenta en la venta del 50% de los terneros/as en el momento del destete y el restante 50% se destinan a engorde en campo propia, mediante la implantación de pasturas. Las ventas se encuentran conformada por 113 terneros, 58 terneras, 3 toros, 108 vacas de descarte, 113 novillos y 59 vaquillonas (tabla 3). Los resultados económicos de la estrategia son de 464,8 USD/cab. La volatilidad estimada para el modelo en base a resultados obtenidos en el pasado es del 30,2%. Los coeficientes de crecimiento y decrecimiento estimados para la estrategia son de $u=1,353$ y $d=0,739$.

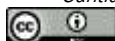


Tabla 3

Modelo estrategia 2

| | Cant | USD |
|-------------------------|------|----------------|
| Terneros | 113 | 61.807 |
| Ternas | 58 | 28.122 |
| Vacas | 108 | 71.843 |
| Toros | 3 | 3.450 |
| Novillos | 113 | 124.141 |
| Vaquillonas | 59 | 55.550 |
| INGRESO | | 344.913 |
| Personal | | 18.495 |
| Sanidad | | 4.700 |
| Alimentación | | 35.332 |
| Estructura e impuestos | | 30.467 |
| Amortizaciones | | 6.902 |
| Alquiler | | - |
| Reposición | | 15.085 |
| Comercial | | 24.770 |
| COSTOS TOTALES | | 135.751 |
| RES NETO | | 209.162 |
| RES NETO USD/CAB | | 464,8 |

Nota. Elaboración propia a partir de Arzubi y Vidal (2022).

Estrategia 3: Alquiler de campo externo para engorde

La estrategia 3 hace referencia al engorde del total de terneros obtenidos en el proceso de cría en campo externo, alquilado específicamente para esta actividad (tabla 4). El valor del alquiler planteado para la región centro de La Pampa es del 65 kg/novillo por hectárea. La superficie estimada para engordar los animales propuestos es de 200 has. Los resultados obtenidos para la estrategia son de 485,7 USD/cab. La volatilidad para la estrategia en base a resultados pasados es de 14,3%, siendo movimientos ascendente y descendente de $u=1,154$ y $d=0,867$.

Tabla 4

Modelo estrategia 3

| | Cant | USD |
|-------------------------|------|----------------|
| Terneros | 0 | |
| Terneras | 0 | |
| Vacas | 108 | 71.843 |
| Toros | 3 | 3.450 |
| Novillos | 225 | 248.283 |
| Vaquillonas | 117 | 111.099 |
| INGRESO | | 434.675 |
| Personal | | 18.495 |
| Sanidad | | 5.463 |
| Alimentación | | 51.295 |
| Estructura e impuestos | | 30.467 |
| Amortizaciones | | 6.902 |
| Alquiler | | 61.043 |
| Reposición | | 15.085 |
| Comercial | | 27.378 |
| COSTOS TOTALES | | 216.129 |
| RES NETO | | 218.545 |
| RES NETO USD/CAB | | 485,7 |

Nota. Elaboración propia a partir de Arzubi y Vidal (2022).

Estrategia 4: Engorde en hotelería

Esta última estrategia hace referencia al engorde en *feedlot* mediante contrato de hotelería. Estas instalaciones brindan la posibilidad de engordar animales propios en los establecimientos de manera intensiva. El resultado obtenido para esta estrategia es de 513,4 USD/cab (tabla 5). La volatilidad de esta estrategia es planteada a partir de la evolución del costo de hotelería. Este valor es de 29,7%, con unas medidas de ascenso $u=1,346$ y descenso $d=0,743$.

Tabla 5

Modelo estrategia 4

| | Cant | USD |
|------------------------|------|----------------|
| Terneros | 0 | |
| Terneritas | 0 | |
| Vacas | 108 | 71.843 |
| Toros | 3 | 3.450 |
| Novillos | 225 | 248.283 |
| Vaquillonas | 117 | 111.099 |
| INGRESO | | 434.675 |
| Personal | | 13.273 |
| Sanidad | | 5.463 |
| Alimentación | | 19.368 |
| Estructura e impuestos | | 25.703 |
| Amortizaciones | | 6.902 |
| Hotelería | | 90.457 |
| Reposición | | 15.085 |
| Comercial | | 27.378 |
| COSTOS TOTALES | | 203.630 |
| RES NETO | | 231.045 |
| RES NETO USD/HA | | 513,4 |

Nota. Elaboración propia a partir de Arzubi y Vidal (2022).

La tabla 6 presenta los resúmenes de los resultados obtenidos a partir de los resultados y movimientos ascendentes y descendentes sobre las cuatro estrategias ganaderas planteadas. Además, se explicita las probabilidades del riesgo de mercado y el riesgo tecnológico. El riesgo de mercado fue obtenido a partir de las probabilidades de éxito y fracaso surgido de los movimientos ascendentes y descendentes. El riesgo tecnológico a partir del momento de venta del producto obtenido (ternero o novillo).

Tabla 6

Resumen de movimientos y probabilidades por estrategias

| Probabilidades | | Est 1 | Est 2 | Est 3 | Est 4 |
|--------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Riesgo Mercado | Éxito (p) | 0,62 | 0,51 | 0,64 | 0,51 |
| | Fracaso (q) | 0,38 | 0,49 | 0,36 | 0,49 |
| Riesgo Tecnológico | Vive | 0,75 | 0,71 | 0,71 | 0,71 |
| | No Vive | 0,25 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |
| Ascendente | u | 1,167 | 1,353 | 1,154 | 1,346 |
| Descendente | d | 0,857 | 0,739 | 0,867 | 0,743 |

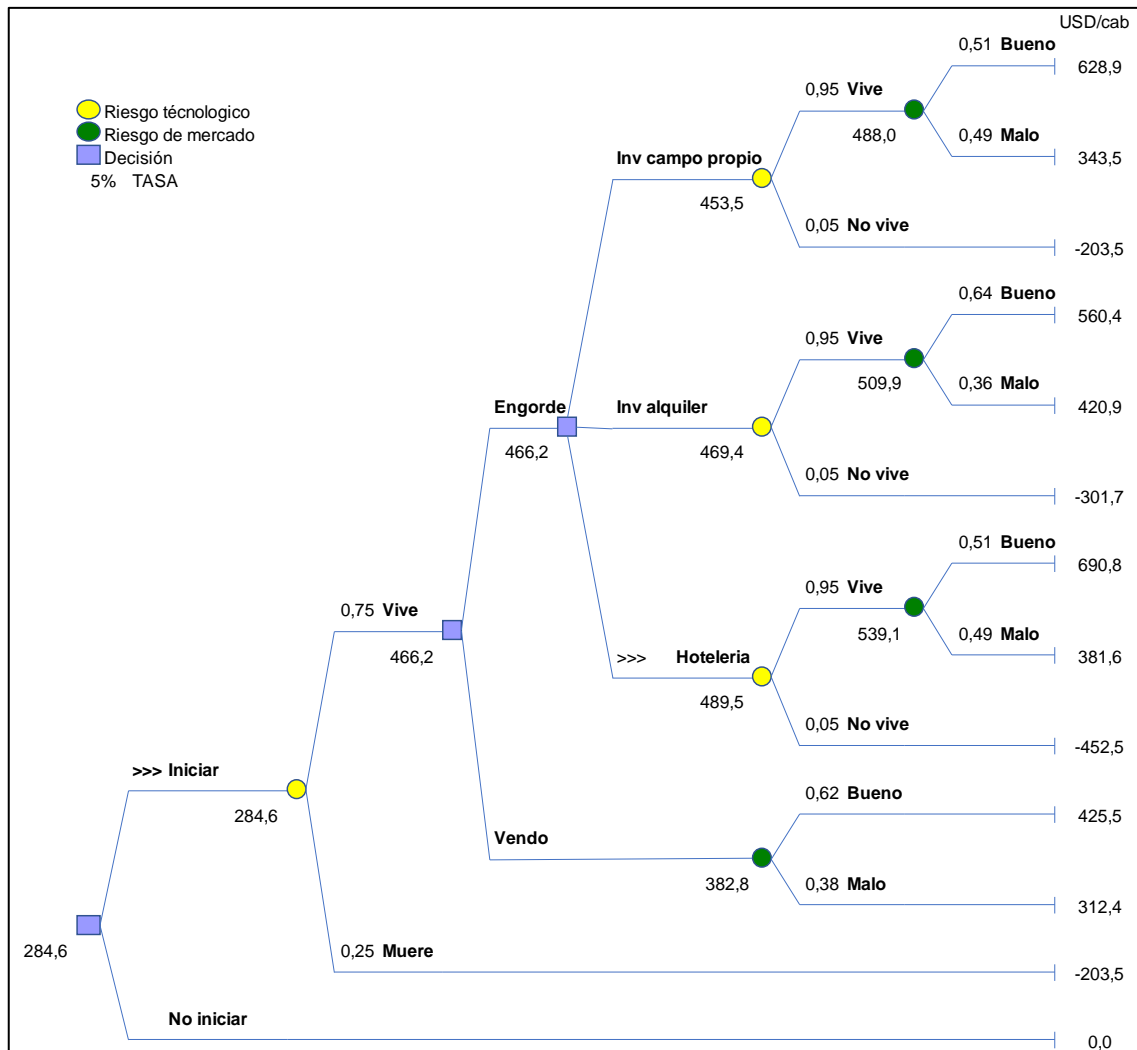
Nota. Elaboración propia.

Mediante el árbol de decisión (figura 1) se puede observar de manera extensiva los resultados para cada una de las estrategias planteadas, considerando los movimientos ascendentes y descendentes para el mercado y el

riesgo tecnológico para cada etapa. Considerando las alternativas, la decisión se encontraría en realizar engorde mediante la estrategia número 4: engorde en hotelería, obteniendo como resultado final del modelo productivo 284,6 USD/cabeza. Esta decisión se toma por ser la de mayor resultado económico, comparada con las demás estrategias.

Figura 1

Árbol de decisión y pagos de modelos ganaderos.



Nota. Elaboración propia.

Cálculo de flexibilidad

Como se planteó anteriormente el valor de la flexibilidad para cada estrategia debe ser considerada y planteada en los resultados finales para el cálculo final. Se tuvieron en cuenta las tres decisiones, realizando la diferencia entre la de mayor valor para cada escenario bueno o malo mediante el uso de rejilla binomial para un periodo (Cox, Ross y Rubinstein, 1979). En el caso del escenario bueno, la decisión a tomar por los flujos obtenidos es la estrategia 4 de hotelería. Mientras que, en el caso de un escenario malo para el complejo ganadero, la estrategia que se sobrepone es la número 3 de engorde en alquiler. Realizando la ecuación 10, se obtiene el valor actual expandido considerando la flexibilidad operativa. Este valor expandido es de 531,8 USD/cab, con el valor de la opción real de 65,6 USD/cab.

Figura 2

Cálculo de flexibilidad

| Flujos | Escenario | Decisión | Prob |
|--------|-----------|----------|------|
| 690,8 | Bueno | Estr. 4 | 0,51 |
| 420,9 | Malo | Estr. 3 | 0,49 |

| VA exp | Opción | VA |
|--------|--------|-------|
| 531,8 | 65,6 | 466,2 |

Nota. Elaboración propia.

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 de considerar diversas fuentes de incertidumbre que estas conllevan y flexibilidad en las mismas (González et al., 2019). 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).

En la búsqueda de convertir la información existente en cada vez más perfecta, existen diversos métodos y herramientas de valoración en continuo desarrollo y que, utilizando información histórica, proyecciones de crecimiento y resultados futuros, tratan de indicar un valor lo más real y fiable posible a los resultados económicos de la actividad particular. En este 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 a la hora 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 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. Pero estas 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. Pero estos autores no plantean una metodología acorde a los modelos productivos ganaderos y que incorpore la flexibilidad e incertidumbres a la hora de evaluar una decisión. En este marco, la metodología y resultados planteados permiten obtener un análisis de distintas estrategias incorporando la flexibilidad en los movimientos a desarrollar.

5. CONCLUSIONES

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 éstas. Dentro de las distintas fuentes de riesgo, se encuentran los riesgos de mercado y tecnológico. Los

modelos de producción ganaderos presentan diferentes opciones de decisión y acción a lo largo de los procesos productivos, donde suelen ser decisiones contempladas 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 de valor estratégico es fundamental para la adopción de estrategias empresariales.

El análisis de opciones reales es 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, y considerando las opciones de venta en distintos momentos del tiempo del ciclo productivo. Los resultados indican que el proceso a seguir es del ciclo completo, en comparación de realizar la venta solamente en el momento de cría. Estos modelos fueron analizados para la región pampeana centro. Si incorporamos la valuación de opción real de realizar la venta en el momento de cría se pudo obtener un valor de 65,6 USD/cab como resultado neto de la decisión.

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

Para investigaciones futuras, se recomienda la incorporación de otros tipos de incertidumbres a la hora de considerar las decisiones en ganadería, incorporar otras unidades de negocios agropecuarias (como agricultura) y la incorporación de la interdependencia estratégica con otros jugadores del complejo ganadero. Esto último se puede desarrollar aplicando el marco de teoría de juegos, permitiendo modelar las articulaciones y competencia con otros jugadores.

Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores declaran que no incurren en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

Santiago Perez: Conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, escritura -preparación del borrador original, escritura -revisar & edición.

Santiago Ferro Moreno: Conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, validación, visualización, escritura -preparación del borrador original, escritura -revisar & edición.

Gastón Silverio Milanese: Conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, validación, visualización, escritura -preparación del borrador original, escritura -revisar & edición.

Fuentes de financiamiento / Funding:

Los autores declaran que no recibieron un fondo específico para esta investigación.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- 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/revistaaea_arg/article/view/20
- Berger, A., De Ladaga, S., & Melón Gil, 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>
- 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. C. (2000). *Principles of Corporate Finance*. 6th ed., McGraw-Hill, New York.
- 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>
- 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 (coord.), *Teoría de la decisión* (139-169). 1° edición – Buenos Aires: Prentice Hall - Pearson.
- Dixit, A., & Pindyck, R. (1994). *Investment under uncertainty*. New Jersey: Princeton University Press.
- Ghiglione, A., Lema, R., Ferro Moreno, 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>
- 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. (2015). *Toma de decisiones en la actividad ganadera: ¿crio, engordo o ambas?* Congreso del Instituto Internacional de Costos N° 15. <https://intercostos.org/documentos/congreso-15/LOPEZ-2.pdf>
- 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>
- Milanesi, G. (2014). *Teoría de opciones: modelos específicos y aplicaciones para valorar estrategias, activos reales e instrumentos financieros*. Ediuns. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4234>
- Milanesi, 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>

- 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*. 1ra. ed. New York, Estados Unidos: 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>
- Paturllanne, 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://cutt.ly/GB7kjQv>
- 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 Abrego, 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*. Libro Académico de Interés Regional, Ed. 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>
- Sigaudó, 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>
- Smit, H., & Trigeorgis, L. (2004). *Strategic Investment: Real Options and Games*. 1 Ed. New Jersey (USA): 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*. 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>