



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN

MODELO PARA VALUAR DECISIONES EN EL COMPLEJO GANADERO
CÁRNICO BOVINO. PROPUESTA DE JUEGOS DE OPCIONES REALES.

Santiago Agustín Perez

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2023

PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Ciencias de la Administración, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Ciencias de la Administración durante el período comprendido entre el 1 abril de 2019 y el 15 de febrero de 2023, bajo la dirección compartida del Dr. Gastón Silverio Milanesi del Departamento de Ciencias de la Administración de la Universidad Nacional del Sur y el Dr. Santiago Ferro Moreno de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa.

Lic. PEREZ, Santiago Agustín



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el/..../..... , mereciendo la calificación de(.....)

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos a las personas e instituciones que formaron parte de este presente trabajo. En primer lugar, a mis directores de tesis, al Dr. Santiago Ferro Moreno y al Dr. Gastón Milanesi, por el acompañamiento en todo el proceso del doctorado, compartirme sus conocimientos y dedicarme su tiempo para poder cumplir este objetivo.

También el agradecimiento hacia el Departamento de Ciencias de Administración de la Universidad Nacional del Sur (DCA-UNS) por ser la casa de estudio que permitió formarme. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por ser la institución que me brindó el financiamiento para el desarrollo del Doctorado. A la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa (FA-UNLPam) por haberme formado inicialmente y permitirme desempeñarme como investigador y docente.

Además, quiero agradecer a mis compañeros del doctorado, donde más allá de una pandemia de por medio, me llevo grandes personas. A los compañeros de la cátedra Estrategias en Sistemas Agroalimentarios: Roberto, Rocio y Santiago por haberme acompañado y alentado en las distintas etapas del posgrado.

Finalmente, agradezco a mis amigos y familia que siempre están conmigo. A mis abuelos, a mi hermana y a mis padres, por alentarme en todo momento y siempre acompañando en lo que me proponga.

¡Muchas gracias a todos/as!

RESUMEN

Los diversos métodos y modelos de evaluación de decisiones productivas y comerciales en el sector agropecuario constituyen una de las herramientas clave en los procesos de toma de decisiones y sostenibilidad en el tiempo de los negocios. Los sistemas económicos-productivos ganaderos presentan características particulares, caracterizados por ser procesos de decisiones lineales, estáticos, independientes y deterministas. En este marco, resulta necesaria la incorporación de la flexibilidad en la toma de decisiones, mediante la determinación y medición de oportunidades de decisión del actor y las incertidumbres específicas de cada alternativa. Sumando al análisis y las propuestas la interdependencia y articulaciones entre los actores que se encuentran condicionados por las decisiones a tomar. En el presente trabajo se propone el desarrollo de un modelo de teoría de juegos de opciones reales para evaluar decisiones estratégicas en el complejo ganadero cárnico bovino. Se incorpora la interdependencia estratégica entre los jugadores y la flexibilidad a la hora de evaluar los pagos futuros por las estrategias a tomar.

El estudio analiza los diferentes modelos productivos ganaderos bovinos en la provincia de La Pampa (Argentina), con foco en los eslabones primarios de la cadena de valor: producción de cría e internada. Se evalúan las decisiones considerando las fuentes de riesgos de mercado y fuentes de riesgo tecnológicas, utilizando árboles de decisión. Mediante la puesta en valor del marco de las opciones reales, se incorpora la flexibilidad en las decisiones productivas. Con la teoría de los juegos, se desarrolla la modelización de cadena de valor en la etapa de producción ganadera según estrategias comercial a desarrollar. Por último, se desarrolla la conjugación entre estos dos marcos mediante un modelo de juegos de opciones reales, incorporando el desarrollo de acuerdos entre jugadores del complejo que permita mejorar la sostenibilidad y eficiencia en la coordinación y funcionamiento general de la cadena de valor.

Este marco permite modelizar el comportamiento de las matrices de pago de algunos activos no financieros de la economía real. Lo novedoso es el desarrollo del modelo en valoración en decisiones productivas-comerciales y no en proyectos de inversión, lo que permite ampliar hacia un marco de flujo de fondos expandido o estratégico con relación a uno simple. Como resultados generales, con la modelización de la interdependencia entre los jugadores del complejo ganadero bovino, productor de cría y de internada, considerando los canales directos e indirectos y la valoración de

flexibilidad, se llegó a un subóptimo de Pareto eficiente o dilema del prisionero. Para subsanar este equilibrio, se planteó el desarrollo de un acuerdo contractual entre ambos jugadores, con la imposición de penalidades que dé sostenibilidad en el tiempo a la articulación entre los actores. Asimismo, se incorpora matemática borrosa para captar las variabilidades potenciales de las penalidades y ampliar la capacidad de la modelización. El trabajo busca cerrar brechas entre finanzas y estrategias, aplicando modelos que se adaptan a las particularidades de los procesos de decisiones del sector ganadero bovino de La Pampa y generan aportes a un marco integral para la Administración en general.

ABSTRACT

The various methods and models of evaluation of productive and commercial decisions in the agricultural sector constitute one of the key tools in the decision-making processes and sustainability in business time. Livestock economic-productive systems present particular characteristics, characterized by being linear, static, independent and deterministic decision processes. Within this framework, it is necessary to incorporate flexibility in decision-making, through the determination and measurement of the actor's decision opportunities and the specific uncertainties of each alternative. Adding to the analysis and proposals the interdependence and articulations between the actors that are conditioned by the decisions to be made. This paper proposes the development of a real options game theory model to evaluate strategic decisions in the beef cattle complex. The strategic interdependence between the players and the flexibility when evaluating future payments for the strategies to be taken are incorporated.

The study analyzes the different bovine cattle production models in the province of La Pampa (Argentina), focusing on the primary links of the value chain: breeding and wintering production. Decisions are evaluated considering the sources of market risks and sources of technological risk, using decision trees. Through the enhancement of the framework of real options, flexibility is incorporated into productive decisions. With game theory, the value chain modeling is developed in the livestock production stage according to commercial strategies to be developed. Finally, the conjugation between these two frameworks is developed through a model of real options games, incorporating the development of agreements between players of the complex that allows improving sustainability and efficiency in the coordination and general operation of the value chain.

This framework makes it possible to model the behavior of the payment matrices of some non-financial assets in the real economy. What is new is the development of the model in valuation in productive-commercial decisions and not in investment projects, which allows to expand towards an expanded or strategic flow of funds framework in relation to a simple one. As general results, with the modeling of the interdependence between the players of the bovine cattle, breeding and wintering complex, considering the direct and indirect channels and the assessment of flexibility, a Pareto efficient suboptimal or prisoner's dilemma was reached. To correct this balance, the development of a contractual agreement between both players was proposed, with the imposition of penalties that give sustainability over time to the articulation between the actors.

Furthermore, fuzzy mathematics is incorporated to capture the potential variabilities of the penalties and expand the modeling capacity. The work seeks to close gaps between finances and strategies, applying models that adapt to the particularities of the decision processes of the bovine cattle sector of La Pampa and generate contributions to a comprehensive framework for the Administration in general.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL	12
1.1 Descripción y contextualización al problema de investigación.....	12
1.2 Motivación hacia el objeto y sujeto de estudio.....	18
1.3 Pregunta de investigación, objetivo general y específicos	19
1.5 Estructura de tesis	19
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA	22
2.1 Teorías de flexibilidad estratégica e interdependencia.....	23
2.2.1 Marco de Teoría de Opciones Reales.....	26
2.2.2 Marco de Teoría de Juegos.....	32
2.3 Interdependencia y flexibilidad: Juegos de Opciones Reales.....	35
2.3.1 Antecedentes empíricos de juegos de opciones reales	37
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	41
VALORACIÓN DE FLEXIBILIDAD EN DECISIONES GANADERAS	46
4.1 Flexibilidad en cadena de valor ganadera.....	46
4.2 Metodología propuesta de opciones reales	48
4.3 Valuación de decisiones ganaderas de ciclo completo simple.....	50
4.4 Valuación de decisiones ganaderas de ciclo completo extensivo.....	55
4.5 Consideraciones finales	59
PAGOS ENTRE CRÍA E INVERNADA EN GANADERA BOVINA MEDIANTE TEORÍA DE JUEGOS	61
5.1 Interdependencia entre jugadores	61
5.2 Metodología de teoría de juegos	62
5.3 Matrices de cadena de valor e interdependencias: Jugadores de cadena de valor	63
5.4 Estrategias, pagos y equilibrios.....	66
5.5 Equilibrio actual.....	67
5.6 Escenarios de equilibrio.....	69
5.7 Consideraciones finales	72
INTEGRACIÓN DE OPCIONES REALES Y TEORÍA DE JUEGOS EN LA TOMA DE DECISIONES GANADERA CÁRNICA BOVINA.....	73
6.1 Flexibilidad e interdependencia en decisiones.....	73
6.2 Metodología de juegos de opciones reales	76
6.3 Resultados de flexibilidad en decisión e interdependencia entre jugadores	77
6.4 Propuestas de acuerdos sostenibles entre actores	81

6.5 Consideraciones finales	82
CONCLUSIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Equivalencias entre opciones reales y opciones financieras.	30
Tabla 2: Recopilación de antecedentes empíricos de juegos de opciones reales estructurados según el objeto de estudio.	39
Tabla 3: Precios por categoría marzo 2022.	51
Tabla 4: Modelo estrategia 1.	51
Tabla 5: Modelo estrategia 2.	52
Tabla 6: Modelo estrategia 3.	53
Tabla 7: Modelo estrategia 4.	55
Tabla 8: Resumen de movimientos y probabilidades por estrategias.....	56
Tabla 9: Flujos de decisión 1.	58
Tabla 10: Flujos de decisión 2.	58
Tabla 11: Flujos de decisión 3.	59
Tabla 12: Resultados económicos cría.	64
Tabla 13: Resultados económicos modelo invernada.....	65
Tabla 14: Matriz de pago actual.	68
Tabla 15: Matriz de precios de cría presente (US\$/kg).	69
Tabla 16: Matriz precios escenario “Favorable-Favorable”.	70
Tabla 17: Matriz precios escenario “Desfavorable-Desfavorable”.	70
Tabla 18: Matriz precios escenario “Favorable-Desfavorable”.	71
Tabla 19: Matriz precios escenario “Malo-Bueno”.	71
Tabla 20: Matriz juegos opciones reales.	79
Tabla 21: Flujos simples y expandidos para cría.....	80
Tabla 22: Flujos para invernada.	80
Tabla 23: Valores máximos y mínimos de penalidades.	82

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Estructura cadena de valor de carne bovina.....	15
Figura 2: Modelos de decisión.....	25
Figura 3: Planteó método binomial.	31
Figura 4: Modelo de juegos de opciones reales.....	36
Figura 5: Ciclo ganadero primario.....	47
Figura 6: Árbol de decisión simple.	56
Figura 7: Árbol de decisión expandido.	57
Figura 8: Evolución de resultados netos de cría e invernada (mar-12 a mar-22).....	66
Figura 9: Resultados de pagos extensivos.	68
Figura 10: Ciclo productivo ganadero.	75
Figura 11: Árbol de decisiones expandido para productor de cría.	78
Figura 12: Árbol de decisiones expandido para productor de invernada.	78
Figura 13: Planteó extensivo SROG.....	80

CAPÍTULO 1¹

INTRODUCCIÓN GENERAL

En el presente capítulo se realiza una conceptualización y análisis sobre los antecedentes internacionales y nacionales vinculados a los principales aspectos del complejo ganadero cárnico bovino. Se hace énfasis en los factores y variables relevantes en los procesos de toma de decisiones productivas y comerciales, riesgos implícitos de este negocio y aspectos relacionados con la valuación de las decisiones.

El formato de análisis es de lo general a lo particular, donde se exponen de forma argumentativa y dejando planteada la problemática y brecha en el campo del conocimiento bajo estudio. Se busca dejar en evidencia la necesidad de contar con un modelo que considere las acciones de los actores para valorar estrategias de articulaciones comerciales y construir acuerdos colaborativos dentro de la cadena de valor en estudio. Además, se argumenta sobre la importancia de incorporar el valor de la flexibilidad estratégica a la hora de realizar el cálculo económico-financiero de las decisiones mediante riesgos propios del negocio y el desarrollo de acuerdos sostenibles en el complejo. Como cierre del capítulo, se explicita la pregunta de investigación, los objetivos a abordar y se expone la estructura y organización de la presente tesis.

1.1 Descripción y contextualización al problema de investigación

El sector agropecuario en las últimas décadas ingresó en un proceso de cambios tecno-productivos y organizacionales, con la implementación de innovaciones de productos, procesos y organización empresarial (Torrado Porto y Sili, 2020; Sotomayor *et al.*, 2021; Ferro Moreno *et al.*, 2021; Bisang *et al.*, 2022). Esto conlleva la existencia de distintas formas y estilos de valuación y toma de decisión por parte de los administradores y gerentes de las organizaciones agropecuarias (Torrado Porto, 2019; Ferran *et al.*, 2020). Dentro de este sector, el complejo productivo ganadero cárnico bovino es considerado de gran relevancia e históricamente una de las actividades emblemáticas a nivel nacional y en la provincia de La Pampa en particular (Paturllanne, 2019; Ferro Moreno *et al.*, 2021). Contribuye en la ocupación y desarrollo territorial,

¹ Los resultados preliminares de la presente tesis fueron expuestos en el seminario de Investigación sobre discusiones metodológicas en posgrado, en el Instituto de Investigación en Ciencias de la Administración, del Departamento de Ciencias de Administración, Universidad Nacional del Sur (25/11/2022).

generación de agregado de valor, creación y sostenimiento de puestos de trabajo directos e indirectos, alta calidad de productos y estándares técnicos internacionales para su inserción en el mundo, entre otros aspectos (Carletti y Selva, 2012; Sigauco y Terré, 2021; Bisang *et al.*, 2022; Ghiglione, 2022). Uno de los mayores desafíos que tiene el complejo cárnico bovino es la necesidad de consolidarse conjuntamente como un entramado de relaciones que tenga una serie de intereses concurrentes entre las partes (Iglesias, 2004; Sánchez, 2015). Diversos antecedentes sostienen que actualmente, no existe una trama consolidada, sino más bien un conjunto de actores que circunstancialmente operan de forma cooperativa (Angulo Agudelo, 2018; Maples *et al.*, 2019). Es común la presencia de severas tensiones y falta de coordinación al interior del complejo entre los diversos actores que lo componen (Tonelli, 2001; Quiroga, 2017).

Es así, como diversos estudios competitivos lo plantean como un complejo con altos costos de transacción (Iglesias *et al.*, 2005; Santi y Scoconi, 2018) y de menor integración vertical relativa (Bisang, 2003a; Maples *et al.*, 2019). Sujeto a severos desafíos de articulación, con reducidos niveles de información objetiva acerca de los productos transados en cada etapa, sin una normalización y estandarización precisa, con una función de producción de carnes rígida en cuanto a su composición y toma de decisiones y una demanda final variada y aleatoria, con asimetrías de información, tiempos biológicos, riesgo e incertidumbres de los mercados, relación entre las calidades de insumos y producto, y la unidad inicial de transacción, la hacienda en pie, cuya información es difusa e incompleta (Bisang, 2003a; Dopchiz, 2008; Ponti, 2011; Lamas y Ponti, 2014; De Batista, 2016; Callegaris, 2017; Ghiglione, 2022). Desde esta óptica, es decisivo para mejorar la eficiencia y funcionamiento sistémico y el diseño de mecanismos de coordinación que reduzcan los costos de transacción propios de la operatoria de la actividad (Bisang, 2003b). Sánchez (2006: 55) sostiene que “la vinculación directa entre criador e invernador que puede lograrse haciendo contratos de alianza estratégica, con beneficios para ambas partes”.

Para cumplir con el proceso de producción y comercialización de la producción primaria, existen diversas opciones de cursos de acción y decisión que se deben tomar, que aportan flexibilidad al sistema y permiten su adaptación a situaciones cambiantes o inciertas (Bergaglio y Lamas, 2014). Ponssa *et al.* (2017) sostienen que, en la actividad ganadera, son numerosas las opciones de decisión, aunque normalmente no se las identifica como tales por separado ni se cuantifica su valor económico específico. El

momento de articulación entre actores del complejo constituye una ocasión clave en el desempeño del negocio ganadero, siendo necesario contar con información y modelos económico-financieros de aplicación en las decisiones estratégicas actuales (Sánchez, 2006; Pellerano *et al.*, 2018). Esto permite ayudar a los actores del complejo en el proceso de comprensión y evaluación de las decisiones a tomar (Arasteh, 2017).

En los complejos agroindustriales-agroalimentarios existen una serie de condicionantes que ameritan cooperaciones entre los actores del entramado, facilitando los procesos de aprendizaje en la trama y con ello sientan las bases para la mejor competitividad del conjunto (Iglesias *et al.*, 2005; Angulo Agudelo, 2018). El tipo de relación entre los distintos actores de la trama es un indicador más de la adaptabilidad del sector (Iglesias, 2001). Kraemer *et al.* (2020) sostienen que la búsqueda de asociatividad permite generar economías de escala y mejorar la competitividad del sector en análisis.

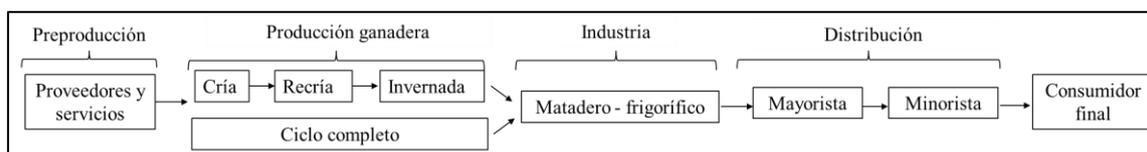
La variedad y volumen de las decisiones de los actores que conforman el complejo presenta el desafío de desarrollar y aplicar nuevas herramientas y técnicas de soporte en la toma de decisiones que permita cuantificar el valor estratégico del negocio y las posibles conductas de los agentes en un ambiente competitivo (Ponssa *et al.*, 2009; Bisang, 2017; Milanesi, 2021). Dentro de las decisiones del complejo ganadero bovino, las estrategias de producción y de comercialización tienen una importancia sustancial, dado que se traducen en el valor económico final del bien y del negocio en general (Ghiglione, 2022). Cada una de estas decisiones se pueden proponer de distintas maneras, formas, mezclas de estrategias y riesgos a asumir por la organización agropecuaria (Sánchez, 2006; Ferrán *et al.*, 2020).

El negocio ganadero es un “sistema cíclico, dinámico y complejo” (Ponssa *et al.*, 2009: 1), caracterizado por una gran diversidad de actores, estrategias y decisiones (Akerman y Cardín, 2018). La toma de decisiones en este negocio depende de múltiples variables como el problema a resolver, la información disponible, el entorno socioeconómico, los objetivos planteados, cultura y psicología de los sujetos, variables agroclimáticas, entre otros aspectos (Galperin y Molina, 2018; Ghiglione, 2022).

La cadena de valor del entramado ganadero bovino para carne se puede subdividir en 5 estructuras. Cada uno de estos actores tiene sus funciones claves a la hora de obtener el producto final. Como fue planteado en la presente tesis el énfasis se encuentra en la producción ganadera, donde de acuerdo con el momento biológico en que se encuentre la

producción ganadera se pueden plantar dos actores clave de la cadena de valor: la producción de cría y la producción de recría e internada (Carletti y Selva, 2012) (figura 1).

Figura 1: Estructura cadena de valor de carne bovina.



Fuente: Elaboración propia.

El sector de producción ganadera de carne bovina primaria puede dividirse en aquellos dedicados exclusivamente a la cría, cría e internada (ciclo completo), y engorde exclusivamente (internada pura) (Jaurena *et al.*, 2019). En base al Censo Nacional Agropecuario 2018 (CNA-18), en la región pampeana (Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y La Pampa), de las explotaciones dedicadas a la ganadería bovina, el 76 % se especializaban en cría, 2 % recría, 9 % internada, 5 % cría y recría, 7 % cría e internada y 2 % recría e internada (INDEC, 2021). Esto indica la atomización en la cría, integración entre cría e internada y la necesidad de escala a la hora de desarrollar actividad internada. La eficiencia de los sistemas de comercialización y la toma de decisiones que desarrollan los productores agropecuarios para comercializar sus productos constituyen un tema de preocupación tanto en el ámbito empresarial como gubernamental, dado el papel que juegan la producción de alimentos en la dieta de los argentinos y en la generación de divisas por exportaciones (Torrado Porto, 2019; Ferro Moreno *et al.*, 2021).

Las decisiones comerciales de la ganadería bovina muchas veces surgen de modo espontáneo, sin una planificación de estas (Onda Misi *et al.*, 2015). El uso de las diferentes estrategias comerciales por parte de los productores ganaderos está dispuesto de acuerdo con el tipo de productor que se trate. No todos usan los mismos canales, ni tampoco uno único, sino que usan una combinación de estos (Tapia, 2010). Las combinaciones surgen por distintas razones, que Ghiglione (2022) las subdivide en tradicionales (información disponible, variaciones de precios, riesgos comerciales, entre otros) y no tradicionales (factores psicosociales, sesgos cognitivos, preferencias individuales, perspectivas, entre otras). El tipo de hacienda a comercializar, la época del año, las oportunidades del mercado, las condiciones de pago y la complejidad de la vía de comercialización son claves en este aspecto (Onda Misi *et al.*, 2015). Uno de los

principales elementos es la experiencia del productor agropecuario (Balestri *et al.*, 2001), que puede transformarse en un elemento que impida la adaptación del empresario a los constantes cambios de escenarios, con consecuencias adversas. La vinculación entre criador e invernador que puede lograrse haciendo vínculos y contratos de alianza estratégica, con beneficios para ambas partes (Sánchez, 2006).

La modelización del sistema ganadero es una herramienta que permite procesar la complejidad y orientar la toma de decisiones de los actores que lo conforman (Ponssa *et al.*, 2009; Ferran *et al.*, 2020; Arzubi y Vidal, 2022). Las organizaciones ganaderas del sector primario, a la hora de evaluar las decisiones a tomar, utilizan el método de descontar los costos de la actividad a los flujos de caja futuros esperados vinculados a la actividad, por lo que suelen subestimar el valor total de la decisión analizada (Ferran *et al.*, 2020). Los métodos de evaluación económico-financiero de estrategias utilizados en el complejo ganadero bovino, se plantean como lineales y estáticos (Arzubi y Vidal, 2022; Fillat *et al.*, 2022). El principal indicador difundido al realizar un análisis comparativo entre alternativas y para planificar y controlar las actividades es el margen bruto, donde se obtiene descontando a los ingresos totales del modelo, los costos directos de este (Jack, 2009; Pordomingo *et al.*, 2019).

Para cumplir con los objetivos del proceso productivo ganadero es necesario contar con información y modelos económico-financieros de aplicación que mejoren los procesos de toma de decisiones estratégicas actuales y potenciales (Pellerano *et al.*, 2018). Esto permite ayudar a los actores del complejo en el proceso de comprensión y evaluación de las decisiones a tomar (Arasteh, 2017).

Las organizaciones presentan puntos críticos para evaluar las decisiones en el ámbito de producciones ganaderas (Bisang, 2003a; Ferro Moreno *et al.*, 2019; Ghiglione *et al.*, 2022). En este marco, es necesario pensar modelos que tengan en cuenta las acciones colaborativas entre clientes y proveedores, permitiendo valorar estrategias y diseño de acuerdos colaborativos y cuantificar penalidades (Milanesi y Tohmé, 2015). Además, considerar un marco que permita valorar la flexibilidad en las decisiones potenciales de los actores y la consideración de las fuentes de incertidumbre de mercado y tecnológica a la actividad pertinente, con el fin de promover y brindar más herramientas que puedan ser de gran utilidad (Milanesi, 2021).

Para valorar las decisiones futuras, los métodos tradicionales tienen serias deficiencias, principalmente cuando la administración tiene la capacidad de controlar los flujos de efectivo y tomar decisiones futuras que permitan adaptarse al ambiente (Mun, 2004; Smit y Trigeorgis, 2004; Márquez, 2015). El enfoque de opciones reales -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 de inversión bajo incertidumbre para cuantificar la flexibilidad y decisión estratégica en casos reales (Black y Scholes, 1973; Merton, 1973; Mongrut y Wong, 2005). Es una manera de comprender y valorar las decisiones uniendo los campos del análisis estratégico y de las finanzas corporativas (Kulatilaka, 1998; Boer, 2002; Smit y Trigeorgis, 2004).

El marco de OR busca resolver el problema de incorporación de flexibilidad al momento de evaluar una decisión, ajustando por riesgo los flujos del proyecto mediante coeficientes equivalentes ciertos o parámetros estocásticos (Milanesi, 2014a). La incorporación de valor estratégico es relevante cuando se da la existencia de decisiones que no solamente dependen del actor individual, sino de su entorno mediante el enfoque de Teoría de Juegos -TJ- (Smit y Trigeorgis, 2004). La TJ, dentro del campo de la organización industrial, tuvo su surgimiento a partir de los autores Von Neumann y Morgenstein (1944). A través de este marco se busca modelar las interdependencias estratégicas y competitivas entre los actores que conforman un mismo ámbito sectorial (Gibbons, 1992).

La conjugación entre los marcos de OR y TJ 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). La valoración permite explícitamente capturar aspectos estratégicos importantes y visualizar la cadena de opciones de decisiones dentro de un entorno competitivo más amplio (Arasteh, 2016; Zapata-Quimbayo, 2019). Es importante y potencial la combinación de las OR con principios de la organización industrial para capturar las dimensiones competitivas y las interacciones endógenas de las decisiones estratégicas entre la empresa y los actores de la trama bajo análisis (Smit y Trigeorgis, 2006). Además, brinda un tratamiento dinámico a la volatilidad de mercado con probabilidades propias de la actividad (Milanesi, 2021).

1.2 Motivación hacia el objeto y sujeto de estudio

La tesis se enfocará en los actores de la fase inicial de la cadena de valor ganadera bovina de la provincia de La Pampa. Es el sector que presenta mayores desafíos para generar herramientas de evaluación de decisiones que superen los enfoques actuales, incorporando flexibilidad e interdependencia en los modelos de negocio. Se pretende abordar la brecha sostenida entre el área de decisión estratégica organizacional y las finanzas, enfocado en el sector primario de un complejo productivo de suma importancia territorial como es el ganadero cárnico bovino (Smit y Trigeorgis, 2004; Paturianne, 2019). El análisis de esta brecha es un objeto con impacto importante y específico dentro del mundo de las ciencias de la administración (Smit y Trigeorgis, 2004; Bonatti, 2014).

El complejo ganadero bovino de carne en La Pampa se destaca principalmente por su aporte al producto bruto provincial, valor agregado, generación y arraigo de talentos y personas, desarrollo de innovación tecnológica, generación de divisas, entre otros aspectos (Iglesias, 2004; Bergaglio y Lamas, 2014; Alonso y Szpak, 2020; Sigauco y Terré, 2021; Ghiglione, 2022). Ghiglione y Brown (2022) caracterizan al productor ganadero bovino de La Pampa con nivel de baja escala y familiar, con procesos de toma de decisiones tradicionales en la explotación. Los actores que conforman las primeras etapas del entramado productivo deben de tomar decisiones estratégicas que permitan la subsistencia y desarrollo competitivo de los mismos (Ponssa *et al.*, 2017).

Los principales métodos de valoración no incorporan dentro de su análisis la flexibilidad de modificar sus estrategias en base al contexto o aspectos internos de la organización (Cabanillas, 2013; Arzubi y Vidal, 2022). La variedad y volumen de las decisiones de los actores que conforman el complejo presenta el desafío de desarrollar y aplicar nuevas herramientas y técnicas de soporte en la toma de decisiones que permita cuantificar el valor estratégico del negocio y las posibles conductas de los agentes en un ambiente competitivo (Ponssa *et al.*, 2009; Bisang, 2017; Milanesi, 2021).

A la hora de analizar las modalidades de articulación entre los actores de la etapa inicial de la cadena de valor, el grado de diferencia de poder y la utilización de canales comerciales indirectos (participación de intermediarios) cobran gran importancia (Sigauco y Terré, 2021). Por lo tanto, para el diseño de políticas regulatorias que permitan una mejor coordinación, eficiencia y sostenibilidad en el tiempo de la cadena de valor se propone el desarrollo de acuerdos contractuales entre los actores mediante la

incorporación de penalidades. Estos resultados surgen de la valuación obtenida con la metodología planteada de juegos de opciones reales.

1.3 Pregunta de investigación, objetivo general y específicos

Se plantea la siguiente pregunta de investigación para la presente investigación: ¿cómo se pueden valorar las decisiones comerciales y productivas en el complejo ganadero bovino argentino incorporando la incertidumbre en el negocio, flexibilidad en las decisiones e interdependencia entre los actores?

A partir de lo expuesto y en base a la pregunta de investigación, se propone como objetivo general de la tesis: valorar y analizar estratégicamente las decisiones comerciales y productivas en organizaciones ganaderas bovinas del sector primario de la provincia de La Pampa, Argentina.

Además, para la presente tesis se proponen cuatro objetivos específicos para abordar:

1. Construir un modelo de valuación productiva para cría e internada de ganadería bovina utilizando el marco de opciones reales.
2. Construir un modelo de operaciones comerciales del sector primario de la cadena de valor cárnica bovina aplicando el marco de teoría de juegos.
3. Desarrollar un marco integrado de juegos de opciones reales que permita valorar decisiones comerciales entre cría e internada bovina.
4. Proponer acuerdos cooperativos de suministro y penalidades entre los jugadores de la cadena de valor bajo análisis.

1.5 Estructura de tesis

Para el abordaje del objetivo general y los objetivos específicos propuestos, la presente tesis se encuentra estructurada en 7 capítulos interrelacionados entre sí. En el capítulo 1 se desarrolla una introducción general al tema en investigación, donde desde una visión de lo general a particular se plantea la problemática a abordar, los fundamentos del análisis, la motivación hacia el objeto y sujeto del estudio, y la pregunta de investigación y los objetivos del trabajo. Luego, en el capítulo 2 se desarrolló la revisión de la bibliografía. En una primera sección se desarrollan aspectos y antecedentes

relacionados a la toma de decisiones en el sector agropecuario (específicamente ganadero cárnico bovino) e incorporación de flexibilidad e interdependencia en su valoración. En una segunda parte de la revisión, se desarrollan los marcos y principales aportes de teoría de juegos y opciones reales de manera independiente. Por último, se desarrolla una integración sobre el marco de juegos de opciones reales y antecedentes de aplicación sobre el mismo.

En el capítulo 3 se propone el marco metodológico general de la tesis. Se indica el objeto de estudio y las condiciones del análisis, el método a utilizar, las fuentes de datos, las particularidades de la cadena de valor a analizar, los actores participantes y los modelos que se toman como base para la obtención de los resultados.

En los capítulos 4, 5 y 6 se describen los resultados obtenidos aplicando los modelos que se proponen. En el capítulo 4 se presenta el desarrollo del modelo de opciones reales para la evaluación de decisiones productivas y comerciales aplicado a la producción ganadera bovina de La Pampa. Se plantean los modelos y resultados económicos para la producción ganadera de cría y la incorporación de distintas estrategias productivas que se pueden tomar. El tener distintas posibilidades para la toma de decisiones, permite valorar la flexibilidad estratégica. Para esto se desarrolló la metodología de opciones reales. En el capítulo 5 se desarrolla la aplicación de un modelo de articulación entre productores de cría y de invernada mediante el marco de teoría de juegos. Para esto se realizó el cálculo de los pagos para los actores, considerando las estrategias de canales directos y canales indirectos. El capítulo 6 realiza una integración de estos dos anteriores, proponiendo el marco de juegos de opciones reales como metodología para valorar estrategias en el ámbito ganadero bovino. Se incorpora el cálculo de penalidades sobre acuerdos sostenibles entre los jugadores (cría e invernada).

Finalmente, en el capítulo 7, se desarrollan las reflexiones finales sobre el trabajo desarrollado. Además, se discuten los resultados que permiten el cierre de las brechas entre finanzas y estrategias relacionadas al complejo ganadero bovino de la provincia de La Pampa. Se proponen lineamientos futuros. Finalmente se describe la bibliografía utilizada en el trabajo.

En síntesis, la presente tesis se enfoca en la propuesta de un modelo de valorización de las decisiones en el complejo ganadero bovino que incorpore el valor de la flexibilidad en la toma de decisiones, riesgos del negocio y la interdependencia entre

los jugadores. Asimismo, se incorpora el desarrollo de acuerdos estratégicos entre los jugadores y el cálculo de penalidades que brinde sostenibilidad y eficiencia al negocio ganadero.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

En el presente capítulo se desarrolla un análisis de la literatura académica en búsqueda de proponer el marco conceptual más adecuado para modelizar los procesos de toma de decisiones, evaluar la flexibilidad e interdependencia al momento de evaluar una decisión. Esto implica exponer y analizar autores seminales, conceptualizaciones, perspectivas teóricas, investigaciones y antecedentes generales que se consideren válidos en el estudio planteado.

Se desarrolló la metodología propuesta por Hernández Sampieri *et al.* (2014) para revisión sistemática de literatura. Se decidió consultar las bases de datos Google Scholar, JSTOR, Science Direct, Scopus y EBSCO. Estas bases fueron elegidas por ser las que mejor explican antecedentes sobre el tema de investigación y mayor cobertura presentan. Las palabras clave de búsqueda en títulos, resúmenes y palabras clave fueron las siguientes: “*livestock decisions*”; “*real options and game*”; “*game theory*”; “*real options*”; “*livestock uncertainty*”. Esta búsqueda permite aportar bases teóricas que permitan sustentar la investigación relacionada con el tema bajo estudio, se subdividió en antecedentes que apliquen el modelo de juegos de opciones reales y antecedentes que permitan obtener una referencia específica sobre el negocio ganadero y la valuación de las decisiones en el mismo. Se tomó como horizonte temporal para la búsqueda de bibliografía es de 1990 hasta 2021.

En una primera parte se realiza un análisis sobre los enfoques de toma de decisiones aplicado dentro del complejo ganadero bovino y los riesgos que se presentan en el sector. Luego, se amplía al marco de teoría de opciones reales y teoría de juegos de una manera independiente entre ellos. Por último, se desarrolla un análisis de manera complementaria de ambos marcos, haciendo énfasis en antecedentes y propuestas que desarrollan teórica y empíricamente la aplicación del marco de juegos de opciones reales.

Los antecedentes revisados sostienen la importancia en el desarrollo de herramientas económico-financieras en las estrategias a tomar, haciendo énfasis en las decisiones, coordinación y articulación entre los actores que conforman la fase inicial de la cadena de valor. Además, el desarrollo teórico sobre la incorporación de la flexibilidad en la medición de resultados económicos-financieros, criticando la manera resolutiva en

la que se analizan y calculan los flujos actualmente. Mediante la aplicación del marco de teoría de juegos se brinda una manera resolutiva y explicativa de la interdependencia entre los actores. Con la conjugación de estos dos marcos se incorpora flexibilidad e interdependencia en el análisis de decisiones ganaderas bovinas considerando los riesgos implícitos de las mismas.

2.1 Teorías de flexibilidad estratégica e interdependencia en decisiones

Cuando se presenta un problema de decisión, el marco neoclásico sostiene que los agentes económicos buscan elegir la mejor alternativa en función de un solo criterio, el de maximizar sus utilidades (Vitoriano, 2007). Simón (1955) afirma que la compleja realidad en la que se encuentran inmersas las organizaciones, los agentes no actúan intentando maximizar una determinada función de utilidad, sino que se plantean distintos objetivos a la vez por lo que se pretende conseguir un nivel de satisfacción en cada uno de ellos. Luego, Simón (1980) simplifica el concepto y simplemente define a la toma de decisiones como una actividad gerencial, con todo lo que ello implica, incorporando el concepto de racionalidad limitada. Estas decisiones se caracterizan por existir intereses contrapuestos, tener elementos de incertidumbre, envolver distintas personas en la decisión y poseer elementos fácilmente valorables y elementos difícilmente valorables (León, 2001; Vidal, 2012; Rampello, 2019).

En términos generales, las decisiones se toman en el presente, a partir de lo aprendido del pasado y de lo que puede acontecer en el futuro (Ferrán *et al.*, 2020). Se puede afirmar que un individuo o colectivo tiene un problema de decisión cuando se tiene un conjunto bien definido de alternativas o cursos de acción posibles, al menos dos, y un conflicto o criterios tal que es necesario elegir una de las alternativas, o bien establecer en ese conjunto unas preferencias (Bonatti, 2014).

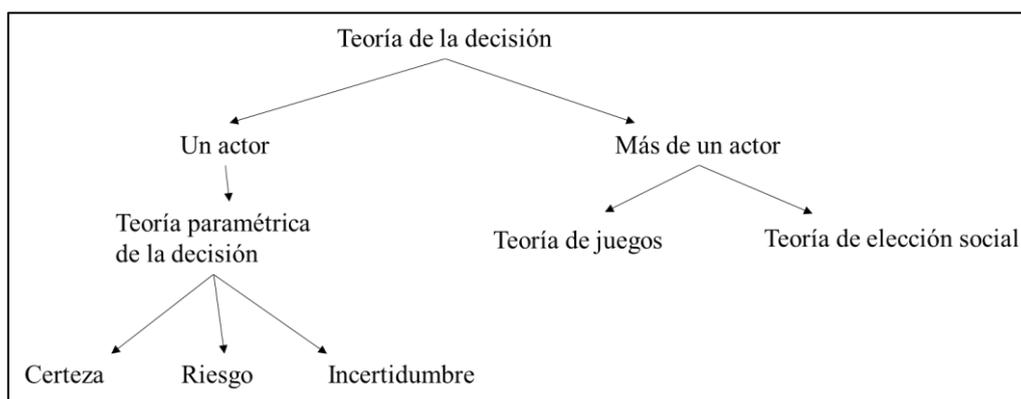
Los procesos de toma de decisiones de negocios se caracterizan por la competencia estratégica entre empresas rivales, donde cada parte evalúa su propia competitividad estratégica y toma sus oportunas decisiones (Kong y Kwok, 2007). La teoría de la estrategia empresarial, propuesta por Alan Shapiro (1985), aplicó el conflicto estratégico para comprender mejor la estrategia empresarial, y cómo una empresa puede aprovechar la ventaja competitiva para mejorar su posición estratégica o influir en el

comportamiento y las acciones de las empresas rivales y, por lo tanto, en el entorno del mercado.

Existen muchas situaciones en las que las empresas pueden hacer uso de movimientos estratégicos para obtener ventajas competitivas que pueden influir en su posición competitiva futura y la rentabilidad esperada (Smit y Trigeorgis, 2004). Para elegir el curso de acción o estrategia se debe tener en cuenta las elecciones de los demás actores del entorno (Aguado-Franco, 2007). Los modelos matemáticos deductivos de la economía neoclásica tienen diversas complejidades, supuestos y limitaciones que no permiten obtener una visión amplia de la realidad que se busca modelar (Mitnik, 2011). Las condiciones del mercado y los factores específicos de la empresa afectan directamente los resultados de la competencia estratégica (Milanesi, 2022). Cada decisión debe ir acompañada de caminos que permitan tomar cursos alternativos, y estos deben tenerse en cuenta a la hora de su valoración (por ejemplo, expandir el proyecto cuando surgen oportunidades o abandonar cuando las condiciones no sean las esperadas) (Zapata-Quimbayo, 2015). Así mismo, la teoría de elección social brinda el marco para analizar la decisión colectiva y bienestar social, mediante la combinación y modelización de insumos individuales como intereses, opiniones y preferencias (Arrow, 1971).

Dentro de los enfoques que buscan ampliar la teoría de decisión se pueden plantear tres marcos específicos (Aguiar, 2004; Vitoriano, 2007; Blanco-Mesa, 2020): a) teoría de decisión con incertidumbre y riesgo; b) teoría de decisión multicriterio; c) teoría de juegos. Dentro de la teoría de decisión con incertidumbre y riesgo se analiza la decisión sin certeza en los resultados posibles a obtener (Blanco-Mesa, 2020). El marco de decisión multicriterio tiene el objetivo de proporcionar al decisor herramientas efectivas que le permitan resolver problemas con varias aristas interpretativas, con frecuencia contrapuestas o contradictorias (Belton y Stewart, 2002). La teoría de juegos amplía el marco, indicando que las consecuencias de una decisión no dependen únicamente de la decisión propia, sino también de lo que hagan los demás jugadores (Aguado-Franco, 2007; Vitoriano, 2007) (figura 2).

Figura 2: Modelos de decisión.



Fuente: Elaboración propia a partir de Aguiar (2004) y Vitoriano (2007).

En realidades competitivas y dinámicas, el planteamiento, formulación, valoración y decisión de estrategias o caminos para alcanzar un objetivo requieren considerar diversas fuentes de incertidumbre (Berger *et al.*, 2015; Ferrán *et al.*, 2020). Este es un proceso dinámico donde conviven perspectivas e interpretaciones del futuro, presente y pasado (Colombo *et al.*, 2007). El desarrollo de árboles de decisión o rejillas binomiales como herramientas estratégicas, es de suma utilidad para resolver problemas de opciones secuenciales (Milanesi, 2022). La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre relativa a esta actividad implica considerar un conjunto de indicadores propios a la actividad y a las consecuencias potenciales derivadas de la decisión y en coordinación con actores externos (Arasteh, 2017). Entre estos indicadores se encuentran las medidas económicas-financieras a obtener de la decisión, considerando las incertidumbres tecnológicas y de mercado (Berger *et al.*, 2015). Estas medidas, entendidas como modelos económico-financieros, tienen como objetivos claves (Milanesi, 2022): a) modelar y analizar el comportamiento futuro de las variables que explican el valor económico de una decisión; b) simplificar la compleja información del modelo en parámetros para la toma de decisiones desde la perspectiva financiera.

En los procesos de toma de decisiones estratégicas en entornos competitivos deben considerarse al menos tres fuentes de incertidumbre (Milanesi, 2021): a) incertidumbre derivada de las decisiones del actor; b) incertidumbre a causa de los estados de la naturaleza; y c) incertidumbres producidas por las decisiones de los competidores. En numerosas ocasiones, los resultados de los procesos de toma de decisiones se

encuentran explicados por factores que escapan al control de la organización (Aguado-Franco, 2007).

2.2.1 Marco de Teoría de Opciones Reales

Cuando se toma una decisión estratégica en un negocio, se encuentra la posibilidad de obtener beneficios futuros incurriendo en una inversión inicial, estimando costos e ingresos en una coyuntura de mercado específica (Dixit y Pindyck, 1994). El descuento de flujos de fondos -DFF- es el método de mayor difusión y uso para cuantificar el valor intrínseco de las decisiones (Milanesi, 2011; Márquez, 2015). Pero este método presenta la debilidad de que no permite considerar la irreversibilidad y flexibilidad a la hora de una decisión futura, siendo lineal, determinista y estático por naturaleza (Dixit y Pindyck, 1994; Duku-Kaakyire y Nanang, 2004; Smit y Trigeorgis, 2004; Calle y Tamayo, 2009; Milanesi, 2014a; Márquez, 2015). A partir de esto, el método DFF ha dejado de ser exclusivo para el cálculo y el análisis de la incertidumbre financiera ya que se encuentra basado en un solo escenario esperado (Miller y Waller, 2003). Los resultados a obtener no son certeros y dependen de acontecimientos inesperados que afectan de manera positiva o negativa en la decisión (Duarte y Jiménez, 2006). En este contexto, los decisores pueden responder estratégicamente, aprovechando oportunidades o enfrentando amenazas (Zapata-Quimbayo, 2015). Cuanto mayor sea la incertidumbre que se plantea para un proyecto o decisión, mayor será el valor de la flexibilidad (Brealey y Myers, 2000), la necesidad de información a lo largo del ciclo del proyecto es de mayor valor, porque disminuye la incertidumbre, y permite modificar o no los cursos de acción a tomar (Márquez, 2015).

En las últimas décadas, la literatura sobre opciones reales ha experimentado un gran desarrollo (Copeland y Antikarov, 2003; Schröder, 2020). Siguiendo los trabajos seminales de McDonald y Siegel (1985) y Dixit y Pindyck (1994), el modelo estándar de opciones reales se ha aplicado a muchas áreas de la economía y las finanzas y ha mejorado la comprensión de las decisiones en las organizaciones.

El marco de opciones reales consiste en adquirir el derecho, pero no la obligación, de implementar una decisión (emprender un proyecto, diferir su realización, abandonarlo, entre otros) en un momento futuro, a un costo determinado si las condiciones del entorno

lo ameritan (Arasteh, 2016). Representan posibilidades de algunos proyectos para introducir, en el futuro, modificaciones en las inversiones productivas incrementando así el valor de este o estableciendo un piso a las pérdidas (Dixit y Pindyck, 1994). Márquez (2015) sostiene que el marco de las opciones reales es poco utilizado a la hora de valorar decisiones, esencialmente por el bajo conocimiento y por la aparente complejidad en su utilización.

En el marco de la administración, se necesitan herramientas flexibles y de mayor eficiencia que permitan valorar las decisiones futuras, mejorando los procesos de toma de decisiones y las ventajas competitivas (Álvarez Echeverría, 2015). Para esto se pueden incorporar aspectos como volatilidad e incertidumbre y sumando capacidades para gestionar los flujos de efectivo y tomar decisiones futuras que permitan adaptarse al ambiente (Mun, 2004; Duarte y Jiménez, 2006; Márquez, 2015).

La teoría de opciones reales permite incorporar complementariamente al DFF la flexibilidad estratégica (Dixit y Pindyck, 1994; Copeland y Antikarov, 2003). El enfoque surge a partir del modelo de opciones financieras de Black y Scholes (1973), y los posteriores aportes de Merton (1973) y Cox *et al.* (1979).

Las metodologías tienen el objetivo de mejorar y optimizar los procesos aplicados tradicionalmente en las decisiones, considerando estados de naturaleza en los proyectos y variables que tienen la capacidad de afectar el negocio (Smit y Trigeorgis, 2006; Márquez, 2015). Kester (1984) indica a la metodología de las opciones reales como un elemento a evaluar a la hora de tomar una decisión estratégica con cuatro elementos fundamentales: A) duración de la decisión, con y sin opciones; B) riesgo de la decisión; C) tasa de interés; y D) relación de la empresa con el proyecto. Dixit y Pindyck (1994) agregan procesos estocásticos a la hora de calcular el valor presente de la decisión estratégica. En este marco, Kulatilaka y Perotti (1998) consideran el efecto de la incertidumbre sobre el valor de la inversión estratégica. Las opciones reales como un método de valoración, particularmente adecuado para especulaciones y decisiones con alta inestabilidad y gran volatilidad (Arasteh, 2017).

La metodología de opciones reales, como herramienta para la evaluación de toma de decisiones en proyectos de inversión o en estrategias de negocios, suma potencia cuando existe la flexibilidad (opcionalidad) de tomar en el futuro nuevas decisiones

(Álvarez Echeverría, 2015). Este método no busca reemplazar los análisis tradicionales, sino complementarlos, buscando arrojar resultados más confiables (Agüero Olivos, 2015). Permite tener en cuenta la presencia de nuevos estados de la naturaleza de los proyectos y reconocer variables que pueden afectar directamente la consecución de los objetivos, incorporando conceptos como volatilidad e incertidumbre (Duarte y Jiménez, 2006).

Existen distintas categorías y tipos de opciones reales que permite la aplicación de esta metodología (Milanesi, 2011, 2014a): a) opción de diferimiento (Mc Donal y Siegel, 1985; Majd y Pindyck, 1987; Paddock *et al.*, 1988; Ingersoll y Ross, 1992); b) opción de crecimiento (Myers, 1977; Trigeorgis, 1988; Smit, 1996; Amram y Kulatilaka, 1998; Brealey y Myers, 2000) c) opción de abandono (Myers y Majd, 1990; Hernández, 2007); d) opción de expandir-contrair la vida útil (Trigeorgis y Mason, 1987; Keema, 1988; Trigeorgis, 1995; Amran y Kulikata, 1999; Mascareñas, 2015); e) opción de cierre temprano o corte del proceso productivo (Brennan y Schwartz, 1985); f) opción de intercambio (Margrabe, 1978; Kulatilaka, 1995; Kulatilaka y Perotti, 1998); g) opción de insolvencia (Mason y Merton, 1985; Trigeorgis, 1993).

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. Las opciones reales se pueden dividir en opciones simples o combinadas (McIntyre y Chintakananda, 2013; Arasteh, 2016). Una opción simple es una opción de compra en la que el ejercicio de la opción conduce a la ganancia del activo subyacente (Milanesi, 2014a). En las opciones combinadas, el ejercicio de una opción conduce a la ganancia de otra opción en un momento futuro (Arasteh, 2016).

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 de tipo arco iris (Pesce *et al.*, 2019). El enfoque de opciones reales 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).

Un proceso de valuación económica-financiera de una estrategia es una actividad intelectual donde el conocimiento adquirido sobre una unidad de análisis se transforma en parámetros de valor cuantitativo, permitiendo simplificar el proceso de toma de decisión (Milanesi y Morales, 2020). La resolución analítica de los modelos de opciones reales utiliza ecuaciones estocásticas en tiempo continuo o mediante intervalos temporales discretos utilizando árboles de decisión o grillas binomiales y métodos de simulación (Cox *et al.*, 1979; Amram y Kulatilaka, 1998; Luherman, 1998; Copeland y Antikarov, 2003; Smit y Trigeorgis, 2004; Hull, 2005). Las OR permiten capturar a través de sus múltiples modelos las diferentes incertidumbres propias de estos mercados (Cuervo y Botero, 2014).

Diversos modelos de opciones reales suponen que todos los riesgos de la decisión son explicados y resumidos por la medida volatilidad (σ), correspondiente a la variabilidad de los flujos de fondos esperados, generados por el activo real (Milanesi, 2014a). 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 arcoíris son aquellas que incorporan y consideran más de un factor de incertidumbre o volatilidad a la hora de realizar una valuación de un flujo futuro del modelo de decisión (Maya Ochoa y Pareja Vasseur, 2014; Milanesi, 2014a). El valor de la opción también puede determinarse mediante la diferencia entre el flujo de fondos descontado con la posibilidad de ejercer la opción y sin considerar esta posibilidad, permitiendo agregar una visión más estratégica sobre el momento en el que se deben tomar las decisiones (Fernández, 2008; Rassiga, 2011; Támara y Aristizábal, 2012). En la tabla 1 se presentan las equivalencias entre el marco de opciones reales con las opciones financieras.

Tabla 1: Equivalencias entre opciones reales y opciones financieras.

Tipos de opciones reales	Opción de venta (<i>put</i>)	Opción de compra (<i>call</i>)
Esperar/diferir/retardar		X
Expandir		X
Prolongar/extender		X
Abandonar	X	
Reducir	X	
Vender una fracción	X	

Fuente: Elaboración propia en base a Támara y Aristizábal (2012).

Los dos modelos de valoración de opciones reales más utilizados son la fórmula de Black y Sholes (1973) o el método binomial (Mun, 2006; Vedovoto y Prior, 2015). El primero toma una trayectoria de tipo lognormal del precio del activo subyacente, donde el valor teórico de una se determina por la siguiente ecuación:

$$C = S \times N(d_1) - E \times e^{-rt} \times N(d_2) \text{ ec. 1}$$

Donde d_1 :

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \text{ ec. 2}$$

Y d_2 se obtiene a partir de d_1 y la volatilidad considerando el tiempo:

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \text{ ec. 3}$$

Referencias: C: Precio de la opción call; S: Precio del activo subyacente; E: Precio de ejercicio; r: Tasa de interés en tiempo continuo; t: Tiempo hasta la expiración de la opción (expresado en años); σ : Volatilidad del precio del subyacente (medida por la desviación estándar anualizada); N(i): Valores de la función de distribución normal estandarizada para i.

El método binomial plantea una distribución discreta considerando una evolución del precio del activo subyacente según el proceso binomial multiplicativo, tomando dos valores: uno al alza y otro a la baja, con probabilidades asociadas (Cox *et al.*, 1979). En este planteamiento, σ representa las fuentes de incertidumbre y su volatilidad, siendo u como el movimiento ascendente (ec. 1) y d (ec. 2) como el movimiento descendiente.

Estos movimientos se los define como coeficientes equivalentes ciertos se para el modelo binomial.

El supuesto simplificador constituye 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). Mediante el uso de los coeficientes equivalentes ciertos, la actualización de los flujos es una tasa libre de riesgo, ya que si no se debe utilizar una misma tasa sin ajustar al riesgo explícito de la decisión; este es uno de los principales defectos que presenta la metodología de árboles de decisión (Marín Sánchez, 2010; Milanesi, 2014a).

La manera del cálculo es a través de las ecuaciones 4 y 5, cuya función es modelar el recorrido estocástico discreto del subyacente (Milanesi, 2021). Estos coeficientes de ascenso (u) y descenso (d), a su vez, presentan asociados una probabilidad de estadios bueno (p) y malos ($1-p$) calculados a partir de la ecuación 6 (Cox *et al.*, 1979)

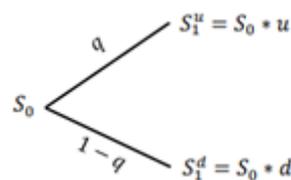
$$u = e^{\sigma\sqrt{t}} \text{ ec. 4}$$

$$d = \frac{1}{u} \text{ ec. 5}$$

$$p = \frac{(1+r)-d}{u-d} \text{ ec. 6}$$

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 con el método binomial (figura 3).

Figura 3: Planteó método binomial.



Fuente: Milanesi (2014a).

Referencias: S_0 : Precio del activo subyacente en el momento actual S_{u1} : Precio del activo subyacente en el momento 1 (al alza) S_{d1} : Precio del activo subyacente en el momento 1 (a la

baja) q : Probabilidad neutral al riesgo u : Factor al alza del precio del subyacente en un período
 d : Factor a la baja del precio del subyacente en un período.

Otro método de valoración es mediante simulación, más específicamente Monte Carlo. Mediante esta metodología se permite simular las distintas fuentes de incertidumbre que le dan un valor a la opción real de un proyecto (Támara y Aristizábal, 2012).

2.2.2 Marco de Teoría de Juegos

La aplicación de teoría de juegos, puesta en valor inicialmente por Von Neumann y Morgenstern (1944) para el análisis microeconómico y competitivo de la estrategia empresarial, se da cuando los resultados de la toma de decisiones de cada uno de los jugadores dependen de las acciones de los otros jugadores y las decisiones de los demás dependen de la suya (Smit y Trigeorgis, 2006; Gutiérrez Naranjo, 2015). En sentido amplio, busca modelar las interdependencias estratégicas y competitivas entre los actores que conforman un mismo ámbito sectorial (Gibbons, 1992). Puede definirse como juego a la situación donde los actores participantes toman decisiones que influyen y son influidas por otros actores que se podrían definir como competencia (Pindyck y Rubinfeld, 2009). Nicholson (2003) sostiene que un juego es cualquier situación en la que los individuos deben tomar decisiones estratégicas y en la que el resultado final depende de lo que cada uno decida hacer. Aplica a cualquier problema de toma de decisiones donde los resultados para un jugador dependen de sus propias decisiones y de las decisiones de las otras personas que participan (Maddala y Miller, 1991). Este marco permite un análisis formal de las interacciones competitivas en la economía y la estrategia empresarial, aunque su alcance e influencia se extendió a diversos campos como la ciencia política, el derecho, el deporte, la guerra, biología, entre otras ramas (Aguado-Franco, 2007).

Los componentes más esenciales que describen un juego son los jugadores, acciones, estrategias, información, matrices de pagos y equilibrios (Arasteh, 2017). La solución del juego se puede esbozar de distintas maneras, principalmente mediante la eliminación iterativa de estrategias o a través de la solución de Nash. El equilibrio de Nash define la situación en la que ninguno de los jugadores siente la tentación de cambiar

de estrategia, ya que cualquier cambio implicaría una disminución en sus pagos (Nash, 1951). Muchas veces no se necesita una sola estrategia como solución óptima, y se presentan múltiples equilibrios de Nash en juegos multijugador.

La teoría de juegos permite un análisis de la competencia y la cooperación que se deriva de la teoría de la decisión interdependiente (Roughgarden, 2010). El pensamiento estratégico requiere que los jugadores analicen los posibles resultados o recompensas que generan beneficios individuales o colectivos por parte de sus decisiones y la de los demás (Cader, 2014). La evolución de la teoría se puede apreciar en los diferentes tipos de juegos: de suma cero, siendo el marco donde lo que gana uno pierde el otro (Von Neumann y Morgenstern, 1944); cooperativos, donde los jugadores adoptan decisiones de manera coordinada (Nash, 1951; Kuhn, 1953); no cooperativos, donde los jugadores adoptan decisiones de forma individual, relacionándose con las decisiones de otros incorporando elementos de cooperación y rivalidad (Nash, 1951; Schelling, 1960); evolutivos o dinámicos, con información imperfecta y con repetición del juego (Schelling, 1980; Guintis, 2009). De acuerdo con estos tipos de juego se pueden encontrar cuatro tipos de soluciones (Gibbons, 1992): equilibrio de Nash, equilibrio de Nash perfecto en subjuegos, equilibrio bayesiano de Nash y equilibrio bayesiano perfecto.

Los conocimientos de la teoría de juegos se utilizan para ayudar a los decisores a comprender la rivalidad entre jugadores por medio de la interacción estratégica y determinar la estrategia competitiva óptima, ofreciendo predicciones y pensamiento crítico (Smit y Trigeorgis, 2004). En este marco, la teoría de los juegos ha demostrado una gran versatilidad para la resolución de problemas de decisión multipersonales (Gibbons, 1992).

La complejidad del modelo aumenta con la adición de varios factores a la ecuación, donde las decisiones estratégicas del jugador están influenciadas por su conocimiento del entorno del juego, la comunicación con el/los jugador/s (Cader, 2014) y la gestión de la incertidumbre (Dekel y Fudenberg, 1990). El conocimiento de la probable reacción de un competidor puede mejorar la capacidad de una empresa para seguir una mejor estrategia competitiva (Aguado-Franco, 2007). La anticipación de la respuesta de un competidor es un elemento esencial en el diseño de una estrategia competitiva (García y Velasco, 2017). Según Vitoriano (2007), hay dos tipos de estrategias: A) estrategias puras: la probabilidad de ser llevada a cabo es 1, donde se

plantea con información perfecta, y B) estrategias mixtas: donde las combinaciones lineales según de varias estrategias con varia probabilidad.

Los aportes de la TJ suman técnicas para tomar decisiones en situaciones de conflicto mediante el desarrollo de matrices formales (Soto y Valente, 2005) que ayudan a analizar el conflicto y las soluciones de una amplia variedad de áreas de exploración, desde los aspectos financieros, la ciencia y la aritmética hasta la ciencia política (Arasteh, 2017). Por lo tanto, lo que se busca es la determinación de los patrones de comportamiento racional en donde los resultados dependen de las acciones de los jugadores interdependientes (Gibbons, 1992).

Aplicando el marco de teoría de juegos, se permite modelar las situaciones de articulación estratégica, dentro de las cuales se encuentran los contratos de coordinación a lo largo de las cadenas de valor (Benítez González, 2016). En el marco de la teoría de costos de transacción, se busca diseñar mecanismos eficientes aplicables a las transacciones, enfatizando el rol de las instituciones (Williamson, 1985). Los contratos son considerados como una herramienta deseable para la competitividad sistémica del sector (Sánchez, 2020); brindan protección contra riesgos e incertidumbre que originan los costos de transacción (Milanesi y Tohmé, 2015). Las formas híbridas de gobernanza surgen como esfuerzos de alineación para minimizar los costos de transacción, ubicándose en una posición intermedia entre los extremos de integración vertical y de integración vía mercado (Caleman, 2010). Cuando se llega a celebrar un contrato, se asume que quienes se ponen de acuerdo tienen un fin beneficioso para ambas partes. Las relaciones de cooperación facilitan los procesos de aprendizaje a los integrantes de la trama y con ello sientan las bases para la mejor competitividad del conjunto (Bisang, 2003A). En el terreno de la administración, la reducción de la competencia en pos del cooperativismo es una estrategia que, dependiendo del mercado y cómo se la aplique, puede generar ganancias entre los actores (García y Velasco, 2017).

Los actores sociales buscan llegar a la mejor decisión posible (Gutiérrez Naranjo, 2015), ordenando y formalizando los principios de la toma de decisiones. Por lo tanto, estudiar el comportamiento estratégico entre los contrincantes dentro de un mismo juego, modelando la interacción de dos o más agentes, es muy útil por la capacidad de ofrecer predicciones precisas (Aguado-Franco, 2007). Smith y Trigeorgis (2004) indican que la

teoría de juegos sirve en algunas ocasiones para predecir comportamientos y resultados en alguna situación estratégica.

Los elementos esenciales, dentro del marco de teoría de juegos, son los jugadores que forman parte del modelo, los tipos de movimientos que se plantean para los jugadores, las estrategias propias a tomar por los jugadores, los pagos que reciben cada jugador y el/los equilibrio/s dentro del juego (Aguado-Franco, 2007).

2.3 Interdependencia y flexibilidad: Juegos de Opciones Reales.

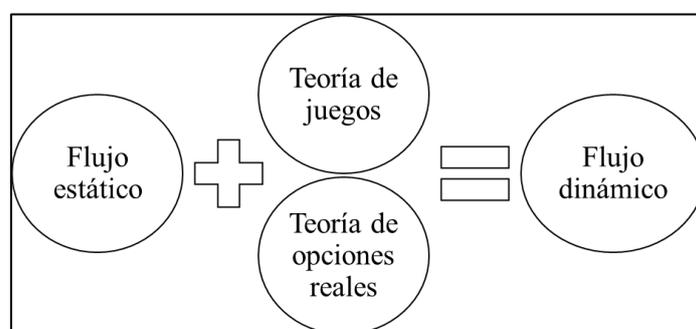
La combinación y conjugación entre la teoría de los juegos con las opciones reales es un marco teórico y metodológico dinámico de exploración y moderno en el campo de las finanzas y la estrategia (Smit y Trigeorgis, 2004; Arasteh, 2017; de Almeida *et al.*, 2018). Se adopta el marco de opciones reales de la literatura de economía financiera y se lo conecta con la literatura de empresas conjuntas de investigación de la organización industrial a través de teoría de juegos (Martzoukos y 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 (Smit y Ankum, 1993; Arasteh, 2017).

El marco de juegos de opciones reales comenzó con Smets (1993), quien desarrolló un modelo RO que considera la compensación entre el valor de la opción de retrasar una inversión extranjera directa (IED) y el valor de invertir primero en un mercado IED duopolístico simétrico ex-ante. A la hora de tomar una decisión, una organización no está sola en el mercado y, por lo tanto, debe contemplarse la incertidumbre asociada a las respuestas estratégicas de los actores con los que interactúa incorporando el valor de la flexibilidad en sus decisiones (Dixit y Pindyck, 1994; Zapata-Quimbayo, 2019). Una decisión de riesgo en mercados agresivos puede verse, en esencia, como un juego entre empresas (Grenadier, 1996; Arasteh, 2017). Se desarrolla como un análisis de valoración que incorpora las interacciones estratégicas con la toma de decisiones bajo incertidumbre y visualizar la cadena de opciones de decisiones dentro de un entorno competitivo más amplio (Arasteh, 2016; Zapata-Quimbayo, 2019). Es así como se presenta este marco integrando dos campos complementarios y considerado una

filosofía de pensamiento estratégico: estrategia y finanzas (Smit y Trigeorgis, 2004; Arango Márquez, 2015).

En este marco, Smit y Trigeorgis (2004) buscaron unir los aspectos de flexibilidad y competitividad en un marco holístico, adoptando un criterio de VAN ampliado (o estratégico), abordando la incertidumbre bajo varios tipos de competencia en los mercados de productos (figura 4). La volatilidad se estimó a partir de la serie histórica de precios correspondientes a los subproductos de la explotación forestal, considerados estos como cartera de productos y aplicando los conceptos de la Teoría Moderna de la Cartera (TMC) (Markowitz, 1991).

Figura 4: Modelo de juegos de opciones reales.



Fuente: Elaboración propia en base a Smit y Trigeorgis (2004).

La valoración de una decisión a través del flujo de fondos descontado supone que una tasa de descuento conocida y estática (no supone variación), sin importar la incertidumbre y riesgo del negocio (Márquez, 2015). El conocimiento que tiene cada parte del comportamiento probable (o la reacción) y la anticipación de las respuestas de los demás jugadores, así como la anticipación de sus respuestas, se vuelve fundamental y puede mejorar la capacidad para el diseño de estrategias de inversión (Smit y Trigeorgis, 2004). Ferreira *et al.* (2009) subrayan la importancia de que las empresas consideren tanto las interacciones estratégicas con sus competidores como la incertidumbre exógena (del mercado), sugiriendo la adopción de una herramienta de valoración que combine opciones reales con teoría de juego.

En este marco, Moreno Arias (2022) indica que el modelo de juegos de opciones reales propone a los modelos *payoff* como reemplazo de modelos de maximización de la utilidad. Esto permite analizar las decisiones bajo incertidumbre y el proceso de

optimización mediante la búsqueda de una ecuación de primer orden que maximice o minimice los pagos en el juego (Ziegler, 2012).

En un mercado global cada vez más incierto y dinámico, la adaptabilidad estratégica se ha vuelto esencial para que las empresas aprovechen las oportunidades de decisión futuras favorables o no tomar decisiones desfavorables, respondiendo de manera adecuada a los movimientos competitivos positivos y limiten las pérdidas de los desarrollos adversos del mercado (Milanesi, 2021).

2.3.1 Antecedentes empíricos de juegos de opciones reales

Los modelos de Teoría de Juegos y Opciones Reales se pueden subdividir en dos grupos (Azevedo y Paxson, 2014; Milanesi, 2021): 1) modelos simples de teoría de juegos y opciones reales (SROG) y 2) modelos complejos de teoría de juegos y opciones reales (NSROG).

Los modelos SROG se caracterizan por ser simples, discretos y que permiten moldearse al análisis estratégico. Relacionan el marco de teoría de juegos y opciones reales resolviendo problemas de toma de decisiones incorporando la valoración de la opción de la flexibilidad e interacción estratégica entre dos jugadores que interactúan de la firma. Entre los trabajos que se destacan con la aplicación de estos modelos se encuentran Smit y Ankum (1993); Dixit y Pindyck (1994); Grenadier (1996); Kulatilaka y Perotti (1998); Smit (2003); Smit y Trigeorgis (2004); Costa y Samanez (2008); Ferreira *et al.* (2009); Azevedo y Paxson (2014); Milanesi (2014a); de Almeida *et al.* (2018), entre otros. Milanesi (2021) indica que dentro de estos modelos se pueden dar dos líneas de estudios: los que desarrollan el análisis a partir del valor esperado para estrategias de iniciativa (*preemption game*) y las estrategias de desgaste de esperar y mover segundo (*war of attrition game*).

Los modelos NSROG plantean los análisis a partir de dos o más variables estocásticas en tiempo continuo con modelos matemáticos de solución cerrada e incorporando supuestos clásicos de la teoría microeconómica como el grado de competencia, asimetrías entre jugadores, opciones de salida, participaciones en el mercado, entre otras (Milanesi, 2021). Entre los trabajos que se destacan en este tipo de modelos se encuentran Fudenberg y Tirole (1985); Ghemawat y Nalebuff (1985);

Lambrecht (2001); Grenadier (2000); Grenadier (2002); Lambrecht y Perraudin (2003); Paxson y Pinto (2003); Murto (2004); Smit y Trigeorgis (2004); Kong y Kwok (2007); Pawlina y Kort (2006); Hsu y Lambrecht (2007); Paxson y Melmane (2009); Armada *et al.* (2011); Thijssen (2010); Graham (2011); Boyer *et al.* (2012); Grasselli *et al.* (2013); Arasteh (2016); Arasteh (2018); Delaney (2018); Dai *et al.* (2022); entre otros.

Los pioneros en proponer el marco de simple juegos de opciones reales fueron Smit y Ankum (1993), permitiendo la construcción de una metodología de análisis para la valoración de estrategias, que incorpora las interacciones estratégicas y funcionamiento del mercado con la flexibilidad a la toma de decisiones bajo incertidumbre (Zapata-Quimbayo, 2015; de Almeida *et al.*, 2018). Asimismo, Grenadier (1996; 2000; 2002; 2005) es uno de los propulsores en la aplicación empírica del marco de juego de opciones reales con diversos antecedentes.

Dixit y Pindyck (1994) propusieron el modelo básico de juegos de opciones reales para mercados en donde existen solamente dos jugadores, evaluando el momento de tomar una decisión, incorporando el valor de la flexibilidad e interacción estratégica entre los jugadores. Murto y Keppo (2002) indican que la metodología de un juego de oligopolios con demanda estocástica, en tiempo discreto y siguiendo un movimiento browniano geométrico. Smit y Trigeorgis (2006) desarrollaron el análisis de teoría de juegos y valoración de opciones reales para considerar oportunidades de decisiones originales, en condiciones de incertidumbre y competencia.

Thijssen *et al.* (2012) desarrollan el marco para la decisión bajo incertidumbre, resolviendo un problema de coordinación que ocurre con frecuencia en los modelos de oligopolio. Milanesi y Tohmé (2015) modelaron acuerdos contractuales para eventos contingentes y escenarios, incorporando a la teoría de juegos y opciones reales el marco de costos de transacción. Zapata-Quimbayo (2015) plantea los pasos para modelar y valorar un proyecto de inversión mediante juegos de opciones reales. Estos pasos se encuentran divididos en 5 etapas: 1) cálculo del valor presente sin flexibilidad; 2) analizar las incertidumbres; 3) construir el árbol de eventos; 4) incorporar flexibilidades y 5) estimar el valor de la opción real.

En este marco, Rychlowska-Musial (2020) incorpora en el análisis de juegos de opciones reales simples (SROG), la cooperación entre los jugadores. Milanesi (2021)

propone un modelo numérico simple de juegos de opciones reales incorporando fuentes de riesgo múltiple a la hora de analizar estrategias en un ambiente competitivo, análisis de acuerdos entre jugadores y penalidades para su sostenibilidad. Moreno Arias (2022) desarrolla la valoración de un proyecto de inversión a través del ROG, incorporando escenarios de flexibilidad e incertidumbre en estructuras de mercado como monopolio y oligopolio. Dai *et al.* (2022) presentan un modelo de juegos de duopolio en el que las empresas analizan las decisiones de tiempo de entrada a un mercado específico, incorporando la valoración mediante opciones reales.

Dentro de las formas de valorar juegos de opciones reales se plantean tres tipos (Tamara y Aristizábal, 2012): A) Método Black-Scholes, donde se evalúan decisiones como una opción de compra tipo europea; B) Método de Árboles binomiales, que se basan en trabajar un modelo discreto en el tiempo a partir de otro modelo continuo en el tiempo; C) Simulación Monte Carlo, simulando diferentes fuentes de incertidumbre que afectan al valor de una opción real.

Asimismo, existen diversos antecedentes empíricos que aplican el marco de juegos de opciones reales a distintos tipos de decisiones y proyectos. En la tabla 2 se los subdividió en 6 diferentes objetos de estudio. En comparación, entre los antecedentes que aplican el marco de juegos de opciones reales no se encontraron hacia el sector agropecuario como unidad de caso.

Tabla 2: Recopilación de antecedentes empíricos de juegos de opciones reales estructurados según el objeto de estudio.

Objeto de estudio	Autor/es (año)
Innovaciones tecnológicas	Huisman (2000); Weeds (2002); Huisman y Kort (2003); Miltersen y Schwart (2004); Kong y Kwok (2007); Ferreira <i>et al.</i> (2009); Azevedo y Paxson (2011; 2014); Yin-Ching (2011); Nishihara (2011); Martzoukus y Zacharias (2013); Wu et al. (2012); Nguyen Huu (2013); Grasseli et al. (2013); Arasteh (2016; 2017; 2018); Anzilli y Villani (2022).
Mercado inmobiliario	Grenadier (1996); Grenadier (2005); Williams (1993); García Sáenz (2004); Costa y Samanez (2008); Grenadier y

	Malenko (2011); De Almeida <i>et al.</i> (2018).
Telecomunicaciones	Murto y Keppo (2002); Smit y Trigeorgis (2006).
Sector aeronáutico	Schackleton <i>et al.</i> (2002); Smit (2003).
Sector farmacéutico	Lo Nigro <i>et al.</i> (2013); Morreale <i>et al.</i> (2017).
Mercado petrolero	Grenadier (2000).

Fuente: Elaboración propia.

En base a lo planteado, en la presente tesis se plantea el marco teórico a utilizar de juegos de opciones reales aplicado al sector agropecuario (Smit y Trigeorgis, 2004; Azevedo y Paxson, 2014). Mediante este marco se desarrolla mediante un modelo versátil que resuelva el desafío de valorar fuentes de incertidumbre internas y al mismo tiempo brindar un tratamiento dinámico a la volatilidad de mercado con probabilidades propias de la actividad ganadera. Agregando el marco de teoría de juegos que permita modelar las interdependencias en la cadena de valor bajo estudio. Se propone la evaluación de decisión comercial del momento de venta de actividad de cría ganadera con sus incertidumbres mediante enfoque de opciones reales y la evaluación comercial de la fase inicial de la cadena de valor con la siguiente etapa de producción mediante el modelo de teoría de juegos.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el cumplimiento de los objetivos propuesto en la tesis, se propone un enfoque metodológico de orden cuantitativo. El alcance es exploratorio-explicativo, indagando desde una perspectiva innovadora la evaluación de las decisiones comerciales y productivas del sector ganadero (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). Se empleó el método estudios de casos como técnica de investigación de las ciencias de la administración, bajo un enfoque descriptivo que persigue explicar y evaluar diferentes situaciones y eventos de un determinado fenómeno a investigar (Castro-Monge, 2010; Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

Como objeto de estudio se proponen dos casos típicos de la fase inicial de la cadena de valor ganadera de la provincia de La Pampa, Argentina: la cría e invernada. Se focalizará en las decisiones comerciales y productivas de ambos casos y entre sí. Los datos serán obtenidos a partir de los modelos técnicos-económicos-productivos desarrollados por Arzubi y Vidal (2022). Estos autores elaboran los boletines trimestrales de *Resultados Económicos Ganaderos* para ganadería bovina de Argentina desde el año 2012 hasta marzo 2022, publicados por la Secretaría (Ministerio) de Agricultura, Ganadería y Pesca de Nación (MAGyP). Los boletines consideran las distintas actividades y producciones ganaderas bovinas, subdivididas en categorías, localizaciones y modelos productivos. Proporcionan una simplificación y abstracción del funcionamiento del sistema de producción y económicos, facilitando el análisis y evaluación de las decisiones a tomar (Ferrán *et al.*, 2020). Dentro de los modelos se encuentra la producción ganadera de cría e invernada bovina, con sus determinadas estructuras productivas, flujos de ingresos, costos e indicadores económicos del momento en análisis. Se utilizan estos modelos porque son útiles para avanzar en aproximaciones razonables a la realidad y poder darle dinámica en el tiempo a datos generales de un sector (Eppen *et al.*, 2000).

Para realizar el modelado de las decisiones mediante el marco de juegos de opciones reales es necesario conocer la dinámica del negocio a lo largo del tiempo. Por lo tanto, se utilizaron datos *proxy* a los resultados económicos para cada estrategia y jugador bajo análisis. Los datos caracterizan la complejidad del negocio ganadero de La Pampa, con diversidad de riesgos inherentes de tipo operativo o económico tales como

son el precio del ganado, el costo de producción, el sistema de producción, aspectos ambientales, entre otros. Esto determina en parte los riesgos de mercado y los riesgos tecnológicos del negocio, que se deben considerar para evaluar y modelar una decisión. Mediante el cálculo de la volatilidad de los resultados, dependiente de las características del propio modelo, se obtienen los riesgos de mercado. La utilización de los datos brindados por los modelos productivos-comerciales de los boletines técnicos busca estructurar los modelos productivos para las actividades ganaderas con sus resultados económicos y obtener la volatilidad de los márgenes obtenidos a partir de los resultados pasados. Esto permite obtener una noción sobre la dinámica en el tiempo de los resultados económicos de la actividad. La volatilidad se estimó a partir de la serie histórica (2012-2022) de los resultados netos de las actividades de ganadería y aplicando los conceptos de la Teoría Moderna de la Cartera (TMC) (Markowitz, 1991).

En los boletines se desarrollan los resultados económicos en pesos corrientes; los valores monetarios fueron llevados a dólares estadounidenses al tipo de cambio oficial minorista del Banco Central de la República Argentina (BCRA) para cada período analizado. El indicador considerado a la hora de analizar los resultados netos entre las estrategias y articulaciones fue: US\$/cabeza. La herramienta utilizada para estos análisis fue el software MS Excel ®. A continuación, se describen las características modales de cada uno de los casos bajo análisis. Específicamente los actores de la producción ganadera de cría e internada:

Producción 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 modelo de estudio hace referencia a un productor ganadero de cría de la región centro-este de la provincia de La Pampa, donde el objetivo de la presente forma de negocio es la obtención de terneros/as a partir de la conformación de un rodeo y vientres (Carletti y Selva, 2012). Siguiendo a Arzubi y Vidal (2022), el modelo inicial de cría consta con 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.

Este modelo supone un productor con una superficie de 2100 ha (85% campo natural y 15% praderas), con una carga de vientres de 0,21 cab/ha., 450 vacas madres, tasa de destete del 70%, edad del destete 6 meses. El ingreso que se obtiene es por venta de 158 terneros (180 kg/cab), 51 terneras (170 kg/cab), 62 vacas gordas (428 kg/cab) y 21 vacas de conserva (361 kg/cab).

Producción de recría e invernada: Los invernadores son aquellos que compran terneros/as luego de su destete para realizar la recría y engorde final. 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. Se pueden encontrar dos tipos de modalidades de invernada: a) la tradicional donde mediante pasturas y suplementaciones estratégicas se logra el producto final y b) el *feedlot* que mediante un sistema de producción intensivo se acelera la producción a corral mediante raciones (Carletti y Selva, 2012). La modalidad del presente caso de estudio es de invernada tradicional.

El costo se encuentra formado por personal, sanidad, alimentación, estructura e impuestos y amortizaciones. La compra del ternero se plantea como ingreso neto. La alimentación se encuentra formada por pasturas, verdeos de invierno, rollos y suplementación. El modelo de productor de invernada se tomó como análisis el propuesto para la región Pampeana Subhúmeda de alta producción presentado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca -MAGyP- de Argentina. Este modelo 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. La cantidad de cabezas que se producen finales es de 1373 novillos. Los costos que se indican en el modelo de negocio de invernada se encuentran subdivididos en un 62% de compras de terneros, 20% en alimentación, 9% costos comerciales, 4% estructura e impuestos, 3% costos de personal, 1% sanidad y 0,7% en amortizaciones.

Dentro de las herramientas metodológicas para cumplir los objetivos de la tesis se utilizaron árboles de decisión según los actores, los modelos planteados y la toma de decisiones. Los árboles binomiales se consideran como las posibles trayectorias que puede tomar el precio de un activo en un futuro determinado, considerando distintos

escenarios y probabilidades que afectan (García y Romero, 2009). El tipo de juego planteado es simultáneo. Las modalidades de presentación de la aplicación del marco de juegos de opciones reales se encuentran de manera matricial y extensiva. Para esto, se realiza el desarrollo de una matriz 2x2 con las estrategias de cada uno de los jugadores y los pagos obtenidos a partir de su decisión y de la decisión del rival.

Con la finalidad de contribuir a los procesos de toma de decisiones, se diseñan y valoran los flujos de ingresos y egresos futuros posibles, incorporando el valor de la flexibilidad al análisis. El modelo extensivo y el uso de árboles de decisiones se constituyen en una herramienta de suma utilidad a la hora de analizar problemas de opciones secuenciales a lo largo del tiempo (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. El árbol de decisión describe los eventos que pueden ocurrir con sus probabilidades y los resultados asociados con las combinaciones de decisiones. Permite capturar el valor de la flexibilidad, ya que se enfoca en las decisiones a tomar y, además, posibilita visualizar y comprender las relaciones de un conjunto de opciones secuenciales (Milanesi, 2014a).

En las realidades competitivas y dinámicas, el planteamiento, la formulación, valoración y decisión de estrategias o caminos para alcanzar un objetivo requiere de considerar diversas fuentes de incertidumbre que estas conllevan (González *et al.*, 2019). La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, relativa a esta actividad, 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, 2014a). 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 ganadero, pero no se encuentra explicitado y cuantificado como un componente más que agrega flexibilidad al negocio (Ponssa *et al.*, 2017).

A la hora de valorar los costos, el método utilizado es el costeo por absorción, donde a partir de un ingreso neto se descuentan los costos clasificados como directos para llegar al margen bruto (Ferro Moreno, 2017). Luego, se descuentan los costos indirectos y se obtiene el margen neto del período en análisis. Los indicadores económicos que se obtienen son el margen bruto, resultado neto y rentabilidad sobre capital (Arzubi y Vidal, 2022; Fillat *et al.*, 2022).

$$\textit{Margen bruto} = \textit{Ingreso bruto} - \textit{costos directos} \quad \textit{ec. 7}$$

$$\textit{Margen neto} = \textit{margen bruto} - \textit{costos indirectos} \quad \textit{ec. 8}$$

$$\textit{Rentabilidad} = \textit{margen neto/capital} \quad \textit{ec. 9}$$

Cada capítulo de resultados pondrá en valor el marco metodológico utilizado para el logro de los objetivos específicos.

CAPÍTULO 4²

VALORACIÓN DE FLEXIBILIDAD EN DECISIONES GANADERAS

El presente capítulo aplica un modelo de valoración de decisiones ganaderas mediante el enfoque de opciones reales posicionado desde la producción de cría bovina para carne. Este agente económico tiene la capacidad y posibilidad de tomar diversas estrategias comerciales y productivas a la hora de tener el producto final de su propia actividad. Esta oportunidad le brinda flexibilidad a la hora de valorar la decisión. Esta flexibilidad en los modelos tradicionales no es tomada en cuenta, ni valorada. En este marco, se propone la metodología de opciones reales considerando a estas diferentes estrategias como una opción financiera de tipo *call*, al considerar al criador la decisión de avanzar sobre la cadena de valor y los resultados a obtener de cada decisión.

4.1 Flexibilidad en cadena de valor ganadera

Dentro de los modelos de producción ganaderos existen diversas etapas en las que el animal va evolucionando, cambiando de categorías, hasta llegar a su estado 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. En una primera etapa, denominada *cría*, las madres del rodeo son preñadas y luego de la etapa de gestación, se llegan a la obtención de terneros como objetivo final de la etapa. Luego les siguen las etapas de *recría* y *engorde*, donde el objetivo es obtener un animal finalizado para su comercialización y proceso de faena. Dentro de la etapa existen distintas modalidades de poder llegar al producto final.

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 desde el nacimiento hasta la salida de la hacienda para faena. En este marco, López (2015) indica que se pueden definir 3 tipos de etapas con sus tiempos determinados en la producción ganadera (figura 5): a) *cría*: etapa en la que se generan como productos

² Los resultados fueron publicados en la revista *Perspectivas de las Ciencias Económicas y Jurídicas*, vol. 13(1), y expuestos en el XXVIII Jornada de Intercambio de Conocimientos Científicos y Técnicos. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Río Cuarto (7/12/2021).

finales terneros/as; b) recría: momento donde se desarrollan los terneros/as; y c) engorde: etapa de finalización del ternero/a con destino faena.

Figura 5: Ciclo ganadero primario.

PERÍODO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
AÑO 1	Servicio											
	Gestación											
										Parición		
AÑO 2	Destete (160 kg.)											
					Recría (220 kg.)							
							Engorde (400 kg)					

Fuente: Elaboración propia en base a López (2015).

La decisión del modelo de producción, comercial y la/s etapa/s a realizar depende de varios factores relacionados como las aptitudes agroecológicas del establecimiento, situación climática del momento, variables culturales del actor, aspectos económicos de la situación, variables financieras del momento, situación comercial de la cadena de valor, entre otras. Es así, como a la hora de tomar una decisión sobre qué etapas y decisión productiva a tomar, el proceso de valoración es una actividad fundamental para la eficacia del modelo general. En este sentido, el desarrollo extensivo de árboles de decisión es una herramienta de suma utilidad para el diseño y modelización de las secuencias de producción. Asumiendo que el objetivo de la organización ganadera es el beneficio económico, el fin que se persigue a la hora de planificar las estrategias de producción es encontrar las actividades más rentables con los recursos y capacidades que se cuentan.

Es así como 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. El marco de opciones reales permite cuantificar y seleccionar el mejor curso de acción, contribuye a comprender las fuentes de incertidumbres para los sistemas productivos y la flexibilidad en la toma de decisiones. Al haber múltiples decisiones a tomar, existe un valor adicional de la flexibilidad operativa que no es tomado en cuenta en los métodos tradicionales.

En las diferentes etapas de la producción ganadera existen diversas opciones de cursos de acción y decisión que se deben tomar; que aportan flexibilidad al sistema, permitiendo su adaptación a situaciones cambiantes o inciertas. El momento de venta y tipo de sistema de engorde a desarrollar del animal son decisiones clave para las empresas ganaderas, principalmente debido a la irreversibilidad e incertidumbre involucradas en el

proceso. 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 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.

El capítulo se enfoca en el objetivo específico 1 y 2 planteado en la introducción, buscando evaluar decisiones productivas/comerciales que tendría un productor 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 capítulo se estructura presentando una metodología específica de árboles de decisión y opciones reales, desarrollando los modelos y tipologías para su adaptación en la evaluación del complejo ganadero bovino. Luego se explicitan los resultados del capítulo, 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 reflexiones finales del capítulo desarrollado.

4.2 Metodología propuesta de opciones reales

Se propone un modelo cuatrinomial, empleando opciones exóticas de tipo arcoíris, con el tratamiento de fuentes de incertidumbre de manera independiente (Maya Ochoa y Pareja Vasseur, 2014; Milanesi, 2022). Henderson y Hobson (2002) y Hugonnier *et al.* (2015) también consideran el caso de análisis multidimensional, donde fuentes adicionales de riesgo, ortogonales al riesgo de mercado, afectan el valor del subyacente de la verdadera opción a ajustar. Estos autores aplican un enfoque basado en la utilidad, pero permiten cierto nivel de diversificación a través de la negociación de la cartera de mercado; el riesgo idiosincrático restante afecta la valoración de la opción real. Sin embargo, sus reglas de fijación de precios no se originan dentro de un marco de equilibrio y no se presentan a través de un núcleo de fijación de precios.

El tipo de método de valoración es el multinomial donde a partir de Copeland y Antikarov (2003), el valor actual de un proyecto como una función de dos fuentes de riesgo, $V = (F1; F2)$. Cada una de estas fuentes presenta sus propias características, como momento en el que se presenta en el proyecto, volatilidad intrínseca y duración. A la hora

de analizar la volatilidad, puede desarrollar movimientos ascendentes y descendentes a partir de su sigma. Esto se indica como $F1 (\sigma_1; u_1; d_1)$ y $F2 (\sigma_2; u_2; d_2)$.

Para obtener la volatilidad de cada una de las estrategias, se calculó mediante el desvío estándar de los resultados económicos trimestrales desde marzo de 2012 hasta marzo de 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 tasa de destete para cría y de vida o muerte de los animales en el caso de invernada.

Desagregar los riesgos requiere de la utilización del uso del modelo multinomial para valorar opciones reales (Smit y Nau, 1995; Rubinstein, 2000; Brous, 2011; Haahtela, 2011). Se utilizan dos fuentes de incertidumbre de manera articulada: $V = (F_1; F_2)$ (Zapata-Quimbayo, 2019; Milanesi, 2021). A diferencia del método binomial se incorpora una nueva fuente de incertidumbre que es el riesgo tecnológico. Cada una de estas fuentes tiene una evolución positiva y negativa por clase de riesgo.

$$Vpu = p * v \quad \text{ec. 10}$$

$$Vpd = q * v \quad \text{ec. 11}$$

$$NVcc = nvc * v \quad \text{ec. 12}$$

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:

$$E(NPV) = (Vpu * FF_u + Vpd * FF_d + NVc * Cx) * e^{-rt} \quad \text{ec. 13}$$

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.

El valor terminal de la flexibilidad estratégica es la expresión $\max (E(NPV) - X)$. Esto representa el valor terminal de la opción en el horizonte t , considerando las probabilidades de mercado y tecnológicas.

Obtenidos los resultados para los negocios de cría y ciclo completo, se desarrolla 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 final. 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 16 se obtiene el valor expandido (ve).

$$Vu = (vcc * u - vc * u; 0) \quad \text{ec. 14}$$

$$Vd = (vcc * d - vc * d; 0) \quad \text{ec. 15}$$

$$ve = \frac{p*Vu+q*Vd}{(1+rf)} \quad \text{ec. 16}$$

4.3 Valuación de decisiones ganaderas de ciclo completo simple

El engorde a corral es un sistema de producción de carne bovina, que consiste en suministrar diariamente alimentación a los animales en corrales hasta el logro del peso definido como meta, de acuerdo con el mercado destino. Los objetivos son obtener una alta producción de carne, de calidad y con alta eficiencia de conversión. Ayarra (2011) indica que, con relación al engorde a campo, cuenta con varios beneficios: A) mayores ganancias diarias de peso, B) menores tiempos de engorde, C) mayor eficiencia energética, D) uso alternativo a cereales, E) independencia de factores climáticas, F) aprovechamiento a factores de producción, G) estandarización de productos finales (calidad y tamaño), H) diferencial de precios, I) terneza y color de grasa y J) oferta a lo largo del año. También se pueden encontrar distintos puntos críticos que lo diferencian, como mayor costo y riesgo, más volumen de inversión en infraestructura, requerimiento de mayor conocimiento, entre otros (Ayarra, 2011).

Los resultados económicos se obtienen con indicadores productivos máximos, a los que luego se les descuenta el riesgo tecnológico de cada actividad, para obtener los resultados netos finales antes de impuestos nacionales y provinciales y costos financieros asociados. Es importante antes de todo análisis económico, incorporar las características particulares de cada decisión. Los resultados para cada una de las categorías de los animales comercializados se encuentran en la tabla 3.

Tabla 3: Precios por categoría marzo 2022.

Categoría	Precios US\$/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	1,95	580

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

Estrategia 1: Venta en cría

La primera estrategia es la venta total de la producción de terneros/as en el momento de destete. En esta estrategia, los animales son destetados y vendidos de forma directa. Para esto, se considera que el modelo obtendrá como productos finales 225 terneros, 117 terneras, 108 vacas de reposición y 3 toros (tabla 4). Esta cantidad se obtiene considerando el máximo de producción en el rodeo. La volatilidad estimada para la estrategia es del 22,5% para los años 2012-2022, según las estimaciones de Arzubi y Vidal (2022). A partir de esta volatilidad, los coeficientes de ascenso y descenso son: $u=1,153$ y $d=0,798$.

Tabla 4: Modelo estrategia 1.

Categoría	Cantidad	US\$
Terneros	225	123.613
Terneras	117	56.730
Vacas	108	71.843
Toros	3	3.450
Novillos	0	0
Vaquillonas	0	0
INGRESOS		255.636
Personal		13.273

Sanidad		3.942
Alimentación		19.368
Estructura e impuestos		20.940
Amortización		6.902
Alquiler		0
Reposición		15.085
Comercial		12.066
COSTOS TOTALES		91.576
RES. NETO		164.060
RES. NETO US\$/CAB		364,6

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

Estrategia 2: Venta de la mitad de los terneros criados y engorde de la otra mitad en campo propio

Esta estrategia se fundamenta en la venta del 50% de los terneros al destete y el restante 50% se deriva a engorde en campo propio mediante el aprovechamiento forrajero de la implantación de pasturas. Las ventas se encuentran conformadas por 113 terneros, 58 terneras, 3 toros, 108 vacas de descarte, 113 novillos y 59 vaquillonas (tabla 5). La volatilidad estimada para el modelo es del 25,5%. Los valores crecientes son de $u=1,290$ y $d=0,775$.

Tabla 5: Modelo estrategia 2.

Categoría	Cantidad	US\$
Terneros	113	61.807
Terneras	58	28.122
Vacas	108	71.843
Toros	3	3.450
Novillos	113	124.141
Vaquillonas	59	55.550

INGRESOS		344.913
Personal		18.495
Sanidad		4.700
Alimentación		35.332
Estructura e impuestos		30.467
Amortización		6.902
Alquiler		0
Reposición		15.085
Comercial		24.770
COSTOS TOTALES		135.751
RES. NETO		209.162
RES. NETO US\$/CAB		464,8

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

Estrategia 3: Alquiler de campo externo para engorde

La estrategia número 3 hace referencia al engorde del total de terneros obtenidos en el proceso de cría, alquilando campo externo específicamente para esta actividad. Los resultados para esta estrategia se exponen en la tabla 6. La superficie empleada para engordar los animales propuestos es de 200 has, alquiladas a un valor típico de la región centro de La Pampa de 65 kg/novillo por hectárea. La volatilidad para la estrategia es de 42,3%, siendo movimientos ascendentes de $u=1,153$ y $d=0,655$.

Tabla 6: Modelo estrategia 3.

Categoría	Cantidad	US\$
Terneros	0	
Terneras	0	
Vacas	108	71.843
Toros	3	3.450
Novillos	225	248.283

Vaquillonas	117	111.099
INGRESOS		434.675
Personal		18.495
Sanidad		5.463
Alimentación		51.295
Estructura e impuestos		30.467
Amortización		6.902
Alquiler		61.043
Reposición		15.085
Comercial		27.378
COSTOS TOTALES		216.129
RES. NETO		218.545
RES. NETO US\$/CAB		485,7

Fuente: 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 terceros de manera intensiva, sus resultados se exponen en la tabla 7. El sistema de hotelería de engorde está compuesto por establecimientos que brindan el servicio de engorde a corral a terceros. Esto permite que cualquier productor/a ganadero/a o inversionista pueda realizar el engorde sin poseer propiedad de algún establecimiento o recursos necesarios para esta actividad. Se deben incorporar los costos de la alimentación de los animales en el *feedlot*, los sanitarios y de estadía de los animales. La volatilidad de esta estrategia se estima a partir de la evolución del costo de hotelería. Este valor es de 32,4 %, obteniendo unas medidas de ascenso $u=1,383$ y de descenso $d=0,723$.

Tabla 7: Modelo estrategia 4.

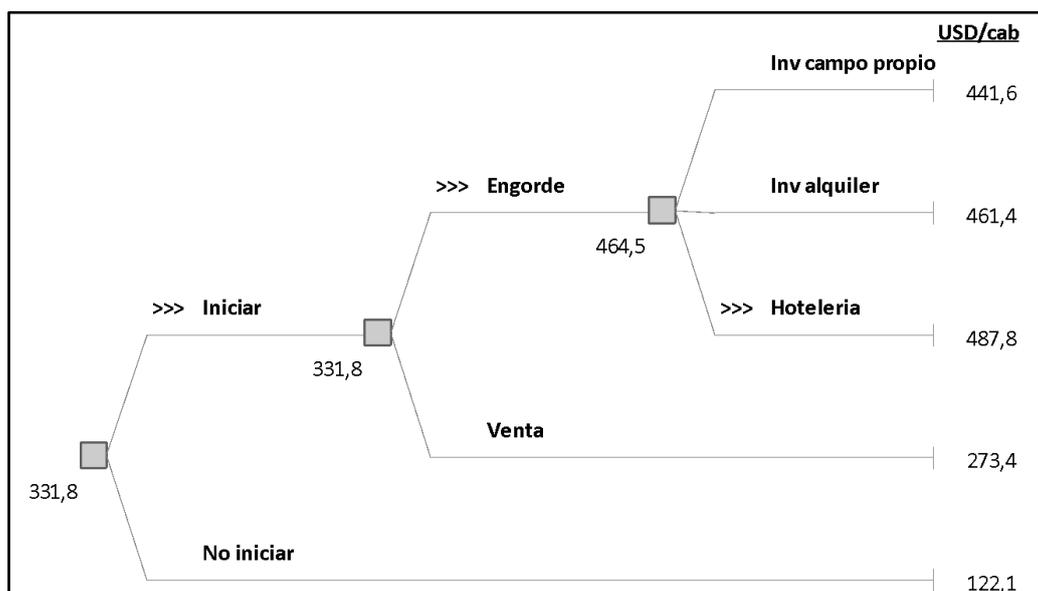
Categoría	Cantidad	US\$
Terneros	0	
Terneras	0	
Vacas	108	71.843
Toros	3	3.450
Novillos	225	248.283
Vaquillonas	117	111.099
INGRESOS		434.675
Personal		13.273
Sanidad		5.463
Alimentación		19.368
Estructura e impuestos		25.703
Amortización		6.902
Alquiler		90.457
Reposición		15.085
Comercial		27.378
COSTOS TOTALES		203.630
RES. NETO		231.045
RES. NETO US\$/CAB		513,4

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

4.4 Valuación de decisiones ganaderas de ciclo completo extensivo

En la figura 6 se sintetizan los resultados a obtener para cada estrategia y los pagos específicos de una manera simple. El gráfico no incorpora los diversos riesgos tecnológicos y de mercado para cada una de las estrategias. La decisión de no iniciar considera la oportunidad de alquilar el establecimiento.

Figura 6: Árbol de decisión simple.



Fuente: Elaboración propia.

Propuestos los pagos obtenidos de manera simple se exponen, en la tabla 8, los resúmenes de los movimientos ascendentes y descendentes sobre las cuatro estrategias planteadas para los modelos de cría. Además, se calculan las probabilidades del riesgo de mercado de éxito y fracaso y el riesgo tecnológico.

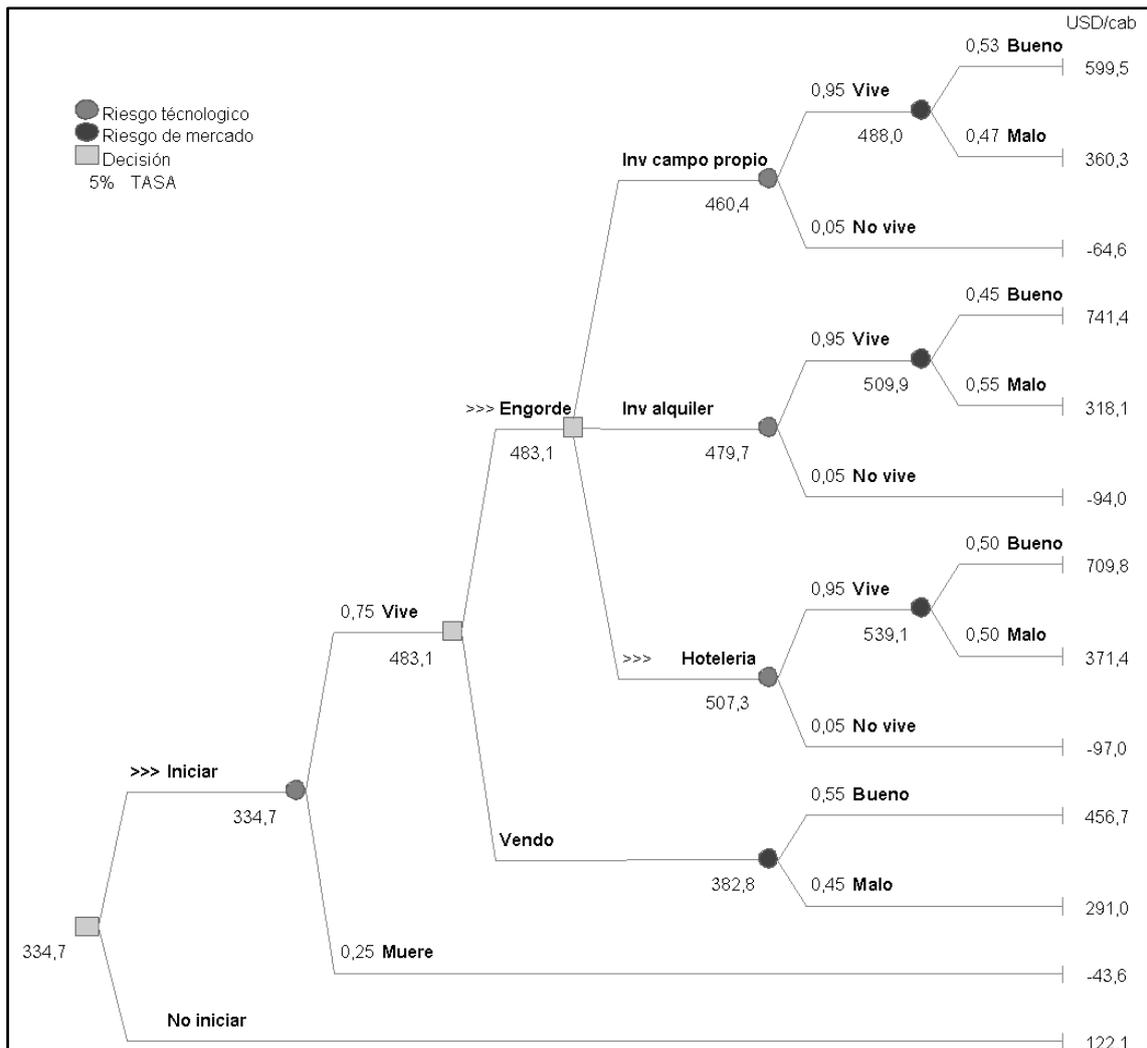
Tabla 8: Resumen de movimientos y probabilidades por estrategias.

Probabilidades		Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4
Riesgo de mercado	Éxito (p)	0,55	0,53	0,45	0,50
	Fracaso (1-p)	0,45	0,47	0,55	0,50
Riesgo tecnológico	Vive	0,75	0,95	0,95	0,95
	No vive	0,25	0,05	0,05	0,05
Coeficiente ascendente	u	1,253	1,290	1,527	1,383
Coeficiente descendente	d	0,798	0,775	0,655	0,723
Volatilidad		22,5%	25,5%	42,3%	32,4%

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el árbol de decisión (figura 7) se puede observar de manera extensiva los resultados para cada una de las estrategias analizadas, 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 334,7 US\$/cabeza.

Figura 7: Árbol de decisión expandido.



Fuente: Elaboración propia.

Como se expuso anteriormente, el valor de la flexibilidad para cada estrategia debe ser considerada en los resultados finales para el cálculo final. Se tuvieron en cuenta las tres decisiones, realizando las diferencias entre la de mayor valor para cada escenario bueno (positivo) o malo (negativo) mediante el uso de rejilla binomial para un periodo

(Cox *et al.*, 1979). Los métodos tradicionales de valoración de estrategias aplican un valor simple que no incorpora la toma de decisiones. Dentro del modelo de producción ganadera existen 3 tipos de decisiones a abordar, descritas en el árbol de decisión (figura 7). La primera decisión de iniciar o no iniciar el proceso productivo, donde se pueden obtener dos tipos de resultados, uno considerando esta flexibilidad en la decisión (flujo expandido) y otro sin considerarlo (flujos simples). En la tabla 9 se valoran los flujos simples como expandidos de la decisión a tomar. El valor de la opción real de expandir en este caso es de 2,9 USD/cabeza.

Tabla 9: Flujos de decisión 1.

	Iniciar	No iniciar
Flujo expandido	334,7	122,1
Flujo simple	331,8	122,1
Opción real	2,9	0

Fuente: Elaboración propia.

Para la decisión 2, engordar los terneros obtenidos del proceso de la cría o realizar la venta de estos, se presentan los flujos a obtener considerando la incorporación de la flexibilidad según los riesgos de cada una de las alternativas y el valor de la opción real al considerarlos (tabla 10). La decisión de realizar engorde presenta mayor riesgo futuro, obteniendo un valor de la opción real más alto (opción de 18,6 USD/cabeza) con relación a decidir vender los terneros.

Tabla 10: Flujos de decisión 2.

	Engorde	Vendo
Flujo expandido	483,1	382,8
Flujo simple	464,5	364,6
Opción real	18,6	18,2

Fuente: Elaboración propia.

Si se toma la decisión de realizar el engorde a los animales, como se hizo en el planteamiento, se pueden tomar 3 estrategias. Esto permite incorporar el valor de la flexibilidad para cada camino a tomar, debiendo sumarse al flujo final y a la decisión a elegir. En la tabla 11, se presentan los flujos expandidos, simples y el valor de la opción

real para cada una de las estrategias a tomar según la incertidumbre que se presenta para cada una. La estrategia 3 es la de mayor valor de opción. Más allá del orden en importancia de las decisiones es similar entre los flujos simples y expandidos, la diferencia entre los resultados por estrategia difiere.

Tabla 11: Flujos de decisión 3.

	Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3
Flujo expandido	460,4	479,7	507,3
Flujo simple	441,6	461,4	487,8
Opción real	18,8	18,4	19,5

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Consideraciones finales

La valuación de estrategias es un proceso intelectual donde el conocimiento sobre el negocio es traducido a una medida de valor que permite 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, que muchas veces no son considerados a la hora de valorar las decisiones.

Los modelos de producción ganaderos presentan diferentes opciones de decisión y acción a lo largo de los procesos productivos. Suelen ser construidos a partir de herramientas determinísticas que se alejan, en muchas ocasiones, de la realidad empresarial. La valoración y determinación en el impacto de valor estratégico del momento de venta de los animales (productos) es fundamental para la adopción de estrategias empresariales y decisiones productivas a llevar a cabo.

El análisis de opciones reales es una herramienta de evaluación económica que permite valorar adecuada y simplificada 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 capítulo fue modelar y valorar decisiones en el complejo ganadero bovino, considerando las opciones de venta en distintos momentos del tiempo del ciclo productivo ganadero bovino. Estos modelos fueron analizados para la región pampeana centro de Argentina.

Los resultados indican que el proceso a seguir es del ciclo completo, en comparación con realizar la venta total al momento de cría. Si incorporamos la valuación de opción real de realizar la venta en el momento de cría, se obtiene un valor de 65,6 US\$/cabeza como resultado neto de la decisión. La decisión tanto en flujos simples como expandidos es la estrategia de engorde con el servicio de hotelería. A la hora de incorporar la flexibilidad, esta estrategia tiene mayor valor de opción con relación a las demás estrategias.

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. El modelo propuesto incorpora la flexibilidad en la decisión y los escenarios que se pueden plantear en el futuro inmediato. La incorporación de la opción permite indicar el valor del derecho de modificar una estrategia como respuesta a la evolución de la incertidumbre de las variables que condicionan las decisiones que se deben implementar.

El tratamiento de la volatilidad ha sido uno de los aspectos que mayor atención y desarrollo ha recibido la literatura en los últimos tiempos, siendo el principal insumo para proyectar el comportamiento del activo real. En el caso de la evaluación de decisiones ganaderas existe una separación entre los riesgos tecnológicos internos a las organizaciones y el riesgo de mercado que configura los resultados económicos de las estrategias a desarrollar.

CAPÍTULO 5 ³

PAGOS ENTRE CRÍA E INVERNADA EN GANADERA BOVINA MEDIANTE TEORÍA DE JUEGOS

En el proceso de toma de decisiones debe considerarse la interdependencia entre actores dentro de una cadena de valor, contemplando competidores actuales y potenciales, proveedores, clientes u otros *stakeholders* de la organización. La teoría de juegos es uno de los marcos de la organización industrial, de gran desarrollo en los últimos tiempos, que permite modelar estas relaciones. En el presente capítulo se plantea la modelización de la cadena de valor según distintas estrategias comerciales entre producción ganadera de cría y producción ganadera de invernada, aplicando el marco de teoría de juegos. En un primer apartado, se desarrolla una introducción al tema, luego la metodología de teoría de juegos aplicada, los resultados obtenidos en la modelización y por último las conclusiones del capítulo.

5.1 Interdependencia entre jugadores

Los estudios de dinámica comercial y estratégica, aplicados al complejo ganadero bovino cárnico, son de gran interés a nivel nacional y de La Pampa en particular. Al complejo se lo considera con altos problemas de transacción y sin una consolidada cadena de valor entre los actores que lo conforman (Sánchez, 2015; Paturllanne, 2019). Es así como las diversas situaciones de decisión que se atraviesan en el sector agropecuario demandan interacciones entre actores, con el objeto de seleccionar cursos de acción que condicionen los resultados propios y de las partes con las que se articula.

Las interdependencias estratégicas entre actores de un entramado productivo pueden ser modelizadas y evaluadas mediante el marco de teoría de juegos, con herramientas matemáticas de apoyo para la toma de decisiones estratégicas ante situaciones de conflictos de intereses (Aguado-Franco, 2007). La teoría de los juegos ha demostrado una gran versatilidad para la resolución de este tipo de problemas. La

³ Los resultados fueron publicados en la revista *Gestionar: revista de empresa y gobierno*, 2(5), 119-133 (Perez *et al.*, 2022) y, en el I Workshop interdisciplinario: Redes Complejas en Economía. Organizado por NetLab: Laboratorio de Redes y Sistemas Complejos. Instituto Interdisciplinario de Economía Política, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires – CONICET (IIEP-UBA-CONICET) (06/09/2022).

aplicación de esta teoría se da cuando los resultados de las acciones seleccionadas por cada uno de los jugadores dependen, al menos en parte, de las acciones elegidas por otros. Gracias a la teoría de juegos es posible modelar cómo los jugadores toman decisiones e interactúan entre ellos y, a su vez, cómo debería ser el proceso contractual.

En este capítulo se propone un análisis de la coordinación en la cadena de valor ganadera bovina cárnica de la provincia de La Pampa. El objetivo es modelar la cadena de valor comercial y negociación entre un productor de cría con un invernador ganadero bovino, aplicando el marco teoría de juegos y considerando distintos escenarios que pongan en juego la volatilidad en los resultados de los modelos. Lo novedoso se basa en la utilización de la teoría de juegos para analizar las estrategias y el uso de rejillas binomiales para calcular los flujos futuros a obtener y equilibrios que se pueden lograr en la cadena de valor bajo estudio.

5.2 Metodología de teoría de juegos

En base a los resultados económicos de los casos modales de producción de cría y de invernada de La Pampa, se desarrollan los resultados de las estrategias de comercialización mediante la utilización de canales de articulación indirectos y canales directos. Como canal indirecto se considera la articulación a través de remates ferias; mientras que el directo es sin la utilización de intermediarios en la negociación. Se plantearon las simulaciones de interdependencia comercial utilizando el marco teoría de juegos. Las variables operativas y elementos de la teoría de juegos son: A) los jugadores, B) las estrategias a seguir, C) el momento en que se esbozan las mismas y, D) los pagos o valores correspondientes de las estrategias (Aguado-Franco, 2007). Para el caso en análisis, se supone un mercado en el que existen dos jugadores, un productor agropecuario ganadero de cría (proveedor) y un productor agropecuario de invernada (cliente), que articulan entre sí para continuar el proceso de engorde de la cadena de valor ganadera bovina para carne. Para modelar el juego, se considera la relación entre las partes en un ambiente tecnológico estable.

Las matrices de pago y equilibrios se construyeron a partir de dos supuestos principales de la teoría de juego de tipos estáticos: A) racionalidad: los jugadores son racionales y saben encontrar la máxima utilidad y para ello son capaces de hacer todos los cálculos necesarios; B) conocimiento común de la racionalidad: lo que quiere decir es

que un jugador sabe que el resto de jugadores son racionales y sabe además que ellos saben que él lo es, por lo que va a ser posible buscar la mejor respuesta de las mejores opciones. La representación del juego se puede dar de dos maneras. Una matricial, utilizada principalmente cuando hay dos jugadores poniendo énfasis en sus posibles estrategias y resultados, según la decisión del otro jugador. O se desarrolla de manera extensiva o de árbol, donde se muestra la misma información, pero ordenada y graficada de manera diferente.

Los equilibrios se obtienen a partir de la resolución de Nash (1951). El equilibrio de Nash se da cuando los jugadores que forman parte del juego eligen la mejor estrategia que maximiza sus ganancias individuales, en base a las elecciones que puede tomar el jugador rival (Gibbons, 1992). En este sentido, el juego de estrategias de coordinación entre los actores primarios del complejo ganadero bovino permite establecer un sistema de incentivos y penalidades, orientado al comportamiento de los actores económicos.

Obtenido los resultados iniciales del modelo de cadena de valor mediante estrategias comerciales entre cría e invernada, se plantea el desarrollo de distintos escenarios considerando los movimientos para cada uno de los modelos de negocio. Para el cálculo de distintos escenarios de interdependencia se supone el proceso estocástico geométrico browniano, al que se ajustan los márgenes de ambos jugadores para un periodo futuro y en tiempo discreto explicado por un proceso binomial. Se proyectan dos estados para ambos modelos: 1) En buenas condiciones de precios y costos, con un coeficiente de ascenso (u), (planteado como favorable) y 2) en malas condiciones, como factor de descenso (d) (planteado como desfavorable). Estos valores fueron estimados a partir de la volatilidad de los rendimientos de los precios y costos para los productores de cría e invernadores en el período de 2012 hasta 2022. Esto implica suponer que la volatilidad (desvío) se mantiene constante y crece geométricamente. Las ecuaciones utilizadas para los coeficientes se encuentran en el anterior capítulo. A partir de estos coeficientes, se calcularon las rejillas binomiales de los márgenes, tanto para la cría como para invernada, y las distintas situaciones de interdependencia entre los jugadores, según el comportamiento de las variables.

5.3 Matrices de cadena de valor e interdependencias: Jugadores de cadena de valor Criador bovino

Se calculan los costos para el modelo de producción de cría, considerando los rubros personales, sanidad, alimentación, estructura e impuestos y amortización. La composición de los costos e ingresos totales para marzo 2022 se encuentra en la tabla 12. El tipo de articulación para la venta con invernada, planteada en este sistema de costos, es de tipo directo. Se realiza el cálculo de los resultados económicos para el modelo de producción propuesto. Los resultados económicos son el resultado neto total y por cabeza comercializada.

Tabla 12: Resultados económicos cría.

Categoría	Cantidad	US\$
Terneros	225	123.613
Terneras	117	56.730
Vacas	108	71.843
Toros	3	3.450
Novillos	0	0
Vaquillonas	0	0
INGRESOS		255.636
Personal		13.273
Sanidad		3.942
Alimentación		19.368
Estructura e impuestos		20.940
Amortización		6.902
Alquiler		0
Reposición		15.085
Comercial		12.066
COSTOS TOTALES		91.576
RES. NETO		164.060
RES. NETO US\$/CAB		273,4

Fuente: Elaboración propia en base a Arzubi y Vidal (2022).

Invernador bovino

El invernador bovino obtiene el ternero/a del criador para realizar la etapa del engorde del animal, previo a la faena de este. En base a los resultados económicos para el mes de julio de 2022, que se plantean según las ventas para cada categoría de animales que se comercializan (Arzubi y Vidal, 2022), se calculan los resultados netos, considerando los ingresos y egresos de la propia actividad (tabla 13).

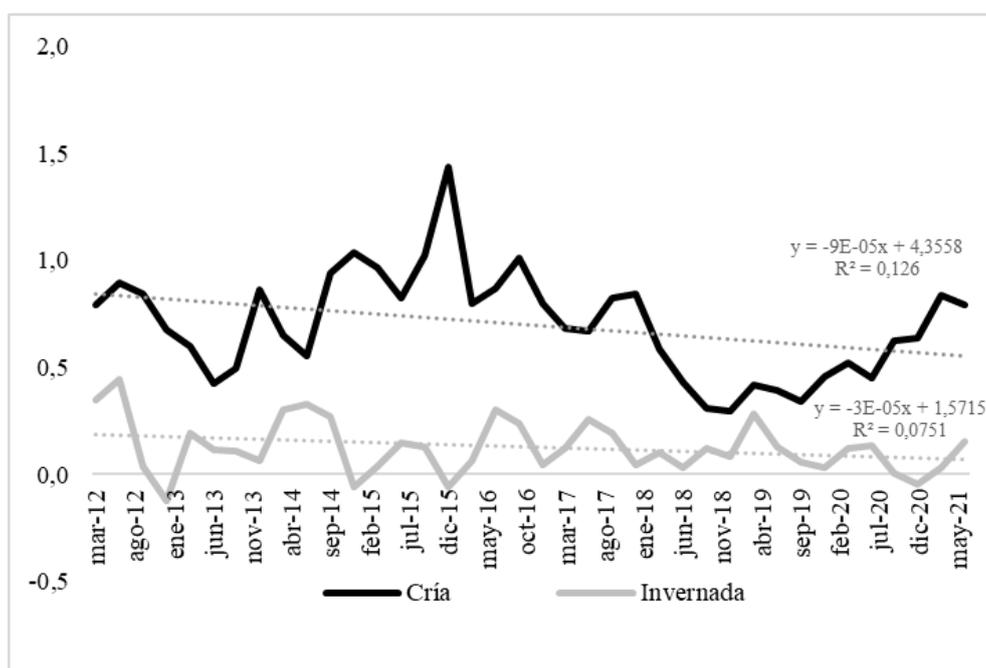
Tabla 13: Resultados económicos modelo invernada.

Categoría	Cantidad	US\$
Terneros	0	0
Ternas	0	0
Vacas	0	0
Toros	0	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
Amortización		1.935
Alquiler		0
Reposición		180.343
Comercial		25.157
COSTOS TOTALES		287.170
RES. NETO		72.212
RES. NETO US\$/CAB		152,4

Fuente: Elaboración propia en base a Arzubi y Vidal (2022).

A la hora de evaluar comparativamente la evolución de los resultados netos de ambas actividades (cría e invernada) se puede observar que la invernada presenta un nivel de variabilidad mayor, llegando a obtener hasta valores negativos en varios periodos (figura 8). La rentabilidad libre de tierra, promedio desde marzo 2012 a marzo 2022 para la cría fue del 11,0 % medida en dólares. Mientras que para la invernada fue de 8,4 %. Si analizamos las tendencias, ambos resultados netos presentan tendencias negativas siendo de mayor magnitud para el caso de la invernada que para la cría.

Figura 8: Evolución de resultados netos de cría e invernada (mar-12 a mar-22).



Fuente: Elaboración propia en base a Arzubi y Vidal (2012-2022).

5.4 Estrategias, pagos y equilibrios

Una vez descritos los jugadores y sus resultados económicos, se desarrollan las estrategias y reglas del juego. Los juegos son simultáneos, donde la decisión del jugador de cría es al mismo tiempo que la del invernador, y no cooperativos. La decisión para seleccionar es si la articulación comercial se desarrolla de manera directa o mediante un canal indirecto. Este canal indirecto se lo supone como si el criador vende, o el invernador compra, en remate feria comercial. El costo de transacción mediante este canal comercial promedio en la región Pampeana es del 5% sobre el costo de venta/compra (Sánchez, 2006; Arzubi y Vidal, 2022). Este costo se encuentra representado por la comisión de la casa rematadora, el depósito de garantía y la financiación, derecho de piso, seguro de

carga, clasificación y aparte e impuestos de sellos provinciales (Sánchez, 2006; Diez, 2020). En base a estadísticas de SENASA (2022) en los animales transportados en los meses de agosto 2021 y agosto 2022, con origen de la provincia de La Pampa y destino a invernada un 21% se articularon mediante remate feria. El restante 79% se dieron hacia establecimientos sin haber una transacción en el medio (mismo productor cría cuenta con invernada). Por lo tanto, se puede plantear que la cantidad de animales que utilizan los canales indirectos desde la cría a la invernada es importante para la cadena de valor ganadera.

Además de indicar los resultados de acuerdos, ya sea mediante canal directo o indirecto, se desarrollan dos situaciones donde uno de los jugadores no acepta la articulación. La primera, orientada al resultado que quiere llegar el criador, comprendido como el valor intrínseco del ternero/a. Este valor fue calculado a partir del precio que paga el invernador por canales directos más el margen económico de la invernada. En promedio, desde marzo 2012 hasta marzo 2022, la rentabilidad de invernada fue del 8,4%. En la otra articulación, el invernador quiere pagar sobre el precio del ternero/a el costo que tuvo el productor para criarlo. El objetivo del invernador es pagar el precio más bajo posible por el producto. Y lo contrario para el criador, busca obtener el mayor precio posible. Es así como se configuran cuatro diferentes precios a la hora de comercializar la cría, uno de manera directa mediante contrato, otro de manera indirecta sin contrato yendo a remate feria, otro a partir del costo del producto y otro a partir del precio y el margen de la invernada.

5.5 Equilibrio actual

La TJ permite el análisis de situaciones en las que, tanto las acciones que realicen los individuos como los resultados que quedan esperar de ellas, dependen de las acciones que otros puedan llevar a cabo. El estudio se centra en los posibles resultados que el individuo pueda obtener en función de sus acciones y de lo que ocurra por fuerzas sobre las que él no tiene ningún control o influencia.

En base a los resultados económicos propuestos para cada uno de los jugadores del complejo ganadero bovino de carne, se desarrolla la matriz de resultados según la estrategia elegida (tabla 14).

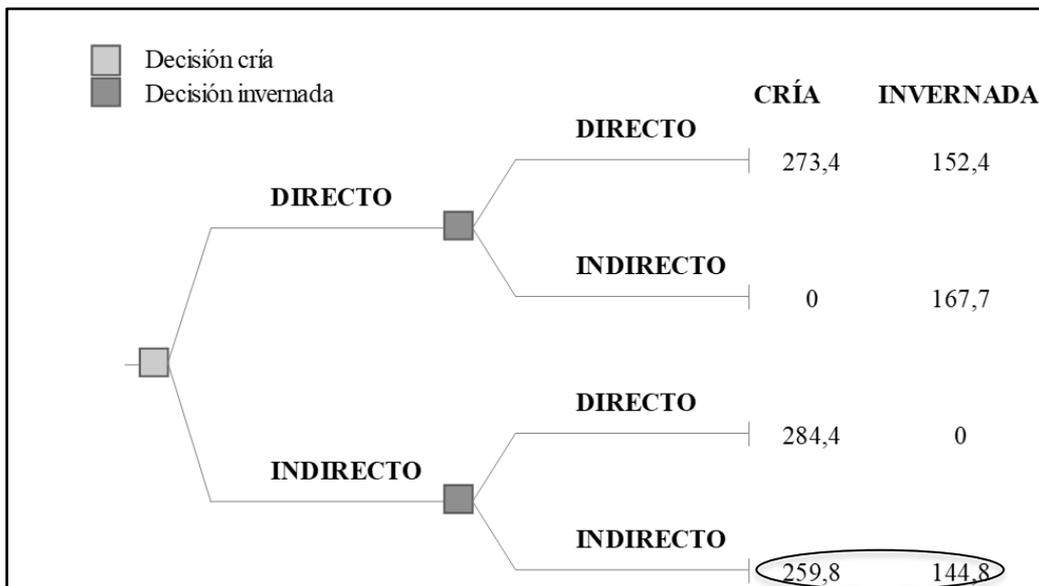
Tabla 14: Matriz de pago actual.

		Invernada			
		Directo		Indirecto	
Cría	Directo		152,4		<u>167,7</u>
		273,4		0	
	Indirecto		0		<u>144,8</u>
		<u>284,4</u>		<u>259,8</u>	

Fuente: Elaboración propia.

El equilibrio en este juego es indirecto-indirecto, siendo este resultado un subóptimo de Pareto. De manera extensiva se pueden observar los resultados propuestos tanto para productor de cría como para productor de invernada, considerando las decisiones comerciales que cada uno de los jugadores tome (figura 9).

Figura 9: Resultados de pagos extensivos.



Fuente: Elaboración propia.

Analizando los pagos obtenidos a partir de las estrategias del juego, más allá que si nos enfocamos desde el lado del criador o del invernador, se plantea que si se coopera conjuntamente en un acuerdo de negociación entre ambos jugadores les será conveniente

para ambos jugadores. Es así como la definición de un precio de venta/compra sobre el ternero sería el punto de clave a la hora de evaluar esta estrategia.

En la tabla 15 se plantea la matriz de los precios de articulación para el ternero/a según cada tipo de canal comercial y las decisiones que toma cada jugador. Para el caso del criador será el precio US\$/kg que obtendrá por el ternero/a, y para el invernador el precio que deberá pagar para incorporar el animal a su proceso productivo. El caso de equilibrio obtenido (subóptimo de Pareto eficiente) plantea que el precio pagado por el invernador es mayor y el obtenido por el criador es menor, siendo el intermediario quien se queda con la renta.

Tabla 15: Matriz de precios de cría presente (US\$/kg).

		Invernada			
		Directo		Indirecto	
Cría	Directo		2,95		2,84
		2,95		0	
	Indirecto		0		3,01
		3,07		2,82	

Fuente: Elaboración propia.

5.6 Escenarios de equilibrio

Escenario “Favorable-Favorable”

Planteado el modelo de equilibrio actual, se desarrolla el escenario de que ambos jugadores tienen dinámica de modelo de negocio favorable (tabla 16). Para el caso del criador se obtuvo una volatilidad del 22,5%, siendo el coeficiente de crecimiento $u=1,253$. Para el invernador la volatilidad fue de 83,4%, con un coeficiente de crecimiento $u=2,303$. Para este escenario las penalidades para el criador serán de 17,1 US\$/cab y para el invernador de 17,6 US\$/cab.

Tabla 16: Matriz precios escenario “Favorable-Favorable”.

		Invernada			
		Directo		Indirecto	
Cría	Directo		351,0		<u>389,6</u>
		342,5		0	
	Indirecto		0		<u>333,5</u>
		<u>371,3</u>		<u>325,4</u>	

Fuente: Elaboración propia.

Escenario “Desfavorable-Desfavorable”

En este escenario los modelos de ambos jugadores son de resultados negativos (considerados desfavorables) (tabla 17). Las penalidades en este caso son menores que el anterior escenario. El coeficiente desfavorable obtenido para el modelo de cría es de $d=0,798$. Para el jugador de invernada el coeficiente negativo es de $d=0,434$. Las penalidades para cría serán de 10,9 US\$/cab y para invernada de 3,3 US\$/cab.

Tabla 17: Matriz precios escenario “Desfavorable-Desfavorable”.

		Invernada			
		Directo		Indirecto	
Cría	Directo		66,2		<u>72,8</u>
		218,3		0	
	Indirecto		0		<u>62,9</u>
		<u>227,0</u>		<u>207,4</u>	

Fuente: Elaboración propia.

Escenario “Favorable-Desfavorable”

En el presente juego se sostiene un escenario en donde el modelo productivo de cría tiene un resultado favorable (coeficiente de ascenso), mientras que el modelo de internada es desfavorable (coeficiente de descenso) (tabla 18). El equilibrio de Nash sigue siendo indirecto-indirecto, donde las penalidades que se desarrollan para el desarrollo de un acuerdo de coordinación son de 37,1 US\$/cab para el criador y 3,3 US\$/cab para internada.

Tabla 18: Matriz precios escenario “Favorable-Desfavorable”.

		Internada			
		Directo		Indirecto	
Cría	Directo		66,2		<u>72,8</u>
		342,5		0	
	Indirecto		0		<u>62,9</u>
		<u>371,3</u>		<u>325,4</u>	

Fuente: Elaboración propia.

Escenario “Desfavorable-Favorable”

En el último juego desarrollado, se propone que el modelo de cría obtiene resultado malo (desfavorable), mientras que el de internada es bueno (favorable) (tabla 19). Los valores de las penalidades son de 10,9 US\$/cab para cría, y de 17,6 US\$/cab para internada.

Tabla 19: Matriz precios escenario “Malo-Bueno”.

		Internada			
		Directo		Indirecto	
Cría	Directo		351,0		<u>389,6</u>
		218,3		0	

			0		<u>333,5</u>
	Indirecto	<u>227,0</u>		<u>207,4</u>	

Fuente: Elaboración propia.

5.7 Consideraciones finales

El objetivo del marco de teoría de juegos es la modelización de las interdependencias y decisiones entre actores de un complejo productivo particular o relación particular. Además, permite obtener los equilibrios a partir de la decisión que tome cada uno de los actores, considerando la decisión del otro jugador. En este marco, en el presente capítulo se realizó la modelización de la interdependencia estratégica según la decisión comercial del canal de articulación para jugadores del complejo ganadero bovino; específicamente el productor de cría y el de invernada. La TJ, como marco de modelado y mediante la suposición de completa información para la toma de decisiones de los jugadores (cría-invernada), permite formalizar la dinámica de negociación de precios y pagos y desarrollar un mecanismo de iteración para mantener relaciones sostenibles entre estos.

Las articulaciones entre jugadores y los canales comerciales que existen en el complejo ganadero bovino tienen características diferenciadoras de los demás complejos productivos agropecuarios. Las modalidades que se consideraron para esta tesis son: Articulación mediante canales directos y articulación de canales indirectos (remate feria). Para este último, se incorporaron los costos que conlleva esta articulación. La modelización de la cadena de valor y decisiones permite obtener una visión sobre cómo las decisiones que tome el otro jugador impactan en los propios resultados.

Dentro de un complejo productivo, existen diversos intereses entre los actores que lo conforman; en términos generales, el objetivo de éstos es obtener el mayor rédito posible a sus actividades. En juegos competitivos, el marco de teoría de juegos permite analizar las posibles acciones estratégicas de los jugadores y, como consecuencia de ello, cuáles son los incentivos que definen la conducta y las posibles soluciones de equilibrio. El equilibrio que se logró obtener es del tipo dilema del prisionero, donde la búsqueda de acuerdos entre los jugadores mejoraría los resultados de ambos actores.

CAPÍTULO 6⁴

INTEGRACIÓN DE OPCIONES REALES Y TEORÍA DE JUEGOS EN LA TOMA DE DECISIONES GANADERA CÁRNICA BOVINA

En el capítulo 4 de la presente tesis se aplicó la metodología de opciones reales para un productor de cría bovina sobre qué decisión productiva debe tomar, incorporándose el valor de la flexibilidad al modelo de valuación productiva. En el capítulo 5 se propuso la metodología de teoría de juegos para modelizar la interdependencia entre jugadores de cría e invernada según la decisión de canal comercial a tomar para cada actor y considerando los resultados según el estado del caso (bueno o malo) aplicando el marco de teoría de juegos. En el presente capítulo, se desarrolla una integración entre los dos modelos, planteando el marco de juegos de opciones reales aplicado en el complejo ganadero bovino, considerando la flexibilidad a la hora de modelar las decisiones comerciales y la interdependencia estratégica en la valuación de las alternativas de articulación entre los actores. Se busca desarrollar un modelo de interacción entre productor ganadero de cría y productor ganadero de invernada, según canales de articulación, incorporando a los resultados económicos de las estrategias el valor de la flexibilidad.

En un primer apartado del capítulo se desarrolla una introducción al problema a resolver, luego la metodología aplicada mediante el marco de simples juegos de opciones reales (SROG) aplicado a las decisiones y articulaciones en el complejo productivo bovino. Se obtienen los resultados para los modelos de cría e invernada y se desarrolla el diseño de acuerdos colaborativos y cuantificación de penalidades como estrategias de cooperación. Por último, se plantean las conclusiones obtenidas.

6.1 Flexibilidad e interdependencia en decisiones

La gestión organizacional de un negocio de producción ganadera es un proceso de toma de decisiones que busca alcanzar objetivos, sujeto a distintos riesgos implícitos del negocio (Ferrán *et al.*, 2020). Asimismo, Benson y Smith (1993) indican que en el

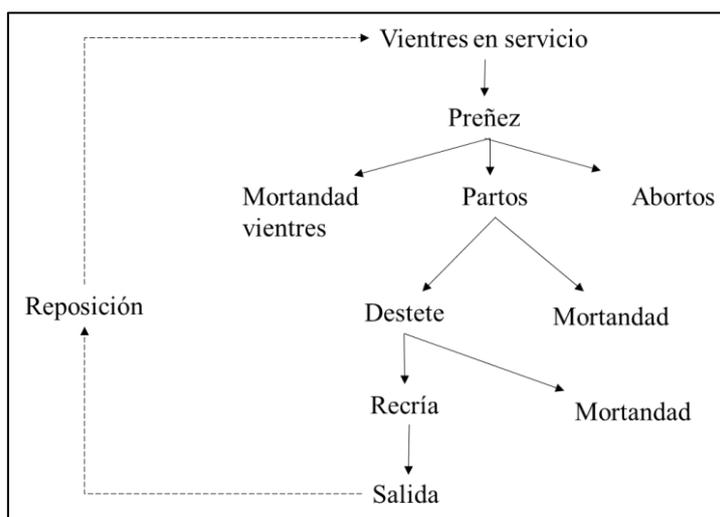
⁴ Los resultados fueron publicados en la revista *Estudios de Administración*, 29(2), 127-143 (Perez *et al.*, 2022B) y, expuestos en el VI Congreso Financiero Internacional, de la Universidad Sur Colombia (03/11/2022).

sector agropecuario existen siete tipos de riesgo: los de producción y rendimiento, riesgos de mercado y precio, riesgos del negocio y financiero, riesgos por tecnología y obsolescencia, riesgos por pérdidas debidas a accidentes, riesgos sociales y legales y riesgos humanos. Los nuevos sistemas productivos, la volatilidad de los mercados, las políticas sectoriales y aspectos relacionados con el ambiente hacen necesario innovar y desarrollar nuevos modelos de negocios ganaderos (Ponssa *et al.*, 2009; Ferrán *et al.*, 2020; Bisang *et al.*, 2022). La incertidumbre dentro del negocio ganadero bovino hace que los actores se esfuercen en obtener una mejor previsión sobre posibles resultados y, a su vez, desarrollar estrategias y decisiones que mejor se adapten al medio con el objetivo de minimizar los riesgos (Maya Ochoa y Pareja Vasseur, 2014). El proceso de planificación se ha vuelto una práctica indispensable, en pos de reducir las incertidumbres y riesgos inherentes al negocio y orientar la toma de decisiones (Barioni *et al.*, 2004; Ponssa *et al.*, 2009).

Dentro de las incertidumbres y riesgos, los ambientes de negocio del sector ganadero se caracterizan y se pueden subdividir en factores y variables tecnológicas de producción y de mercado (Helguera y Lanfranco, 2006; Milanese, 2021). El enfoque de flujo de fondo para la valoración de las decisiones de empresas agropecuarias no es adecuado para capturar las incertidumbres y capacidad de toma de decisiones (Smit y Trigeorgis, 2004). Dentro del negocio ganadero, existen distintas condiciones que, por su naturaleza, influyen en las fuentes de incertidumbre; éstas son diversas y se pueden sintetizar en incertidumbres de mercado, climáticas, políticas, tecnológicas, financieras, entre otras (Alonso y Szpak, 2020; Sigaud y Terré, 2021; Ghiglione, 2022).

Los riesgos tecnológicos a los que se enfrentan las actividades ganaderas se los pueden identificar de acuerdo con los eventos relacionados a su ciclo de vida (Ponssa *et al.*, 2009). En la figura 10 se puede observar el ciclo productivo ganadero de cría y recría tradicional, considerando los riesgos tecnológicos que conlleva la actividad. Se comienza con los vientres disponibles en servicio, donde a partir del servicio se preñan, gestan y paren, obteniéndose terneros/as como producto comercializable. Estas etapas conllevan abortos y mortandad de vientres. A partir de los partos se da la actividad de crianza de terneros/as, hasta llegar a la etapa del destete de estos, con riesgo de mortalidad. Luego, se avanza hacia la recría, dando la salida de terneros/as de la actividad cría y avanzando hacia la invernada. Muchas veces las hembras vuelven al ciclo productivo mediante mecanismos de reposición de vientres que salen del propio sistema ganadero.

Figura 10: Ciclo productivo ganadero.



Fuente: Elaboración propia a partir de Ponssa *et al.* (2009).

El riesgo precio en la actividad ganadera puede correlacionarse con variables que impactan en la oferta (condición climática del momento de venta, estacionalidad de la producción, relaciones de reemplazo, costos de oportunidad, corrimiento de la frontera agrícola, intervenciones estatales, entre otras) y en la demanda (poder adquisitivo del mercado, elasticidad precio, bienes sustitutos, mercado externo, tipo de cambio, estacionalidad, entre otras) (Iriarte, 2008; Iglesias y Ghezan, 2010; Berger *et al.*, 2015; Paturllane, 2019; Ferro Moreno *et al.*, 2021; Bisang *et al.*, 2022). Asimismo, Carletti y Selva (2012), demuestran la dificultad que conlleva consolidar los ciclos biológicos con los financieros y los consecuentes plazos de realización de ganancias.

Los modelos de valuación de estrategias comerciales y productivas constituyen una herramienta indispensable para el proceso de toma de decisiones y análisis de factibilidad y comparación de estas (Ferreira, 2015; Ferrán *et al.*, 2020). En la actividad ganadera se presentan diversas incertidumbres y riesgos con volatilidades implícitas en los resultados a obtener (Pagliettini y Gonzalez, 2013). Cuantificar y decidir el mejor curso de acción requiere que se plantee una metodología que comprenda las fuentes de riesgo tanto internas (tecnológicas) como externas (de mercado), mediante modelos numéricos como herramientas de soporte en la toma de decisiones para cuantificar el valor estratégico de la toma de decisión y las posibles conductas de los rivales y otros agentes (Milanesi, 2021).

En este marco, es necesario anticipar los posibles escenarios, incorporando flexibilidad estratégica a la hora de valorar y enfrentar el proceso de toma de decisiones en organizaciones ganaderas, buscando obtener mejores resultados económicos-financieros (Ponssa et al., 2017). Además, las situaciones de interdependencia y articulaciones entre los actores en la toma de decisiones (Aguado-Franco, 2007).

Los modelos de juegos de opciones reales incorporan la valoración de la flexibilidad estratégica de una decisión mediante opciones reales con la teoría de juegos para resolver un problema de toma de decisiones, considerando la interacción estratégica entre dos organizaciones que se articulan (Smit y Trigeorgis, 2004). Los modelos SROG permiten valorar estrategias cooperativas, diferenciándose con los juegos suma cero (Axelrod, 1986). A la hora de asegurar el cumplimiento de un juego cooperativo, se debe incentivar los acuerdos y conductas que permitan la colaboración entre los jugadores, donde una de las herramientas a desarrollar son las sanciones monetarias o penalidades en el acuerdo (Argyres y Liebeskind, 1999; Rese y Roemer, 2004; Milanesi y Tohmé, 2015; Milanesi, 2021). En base a los modelos de producción planteados se desarrollan las situaciones y equilibrios que se pueden dar entre cada jugador.

6.2 Metodología de juegos de opciones reales

En un *modelo de juego estándar de opciones reales* el valor de la decisión se trata como una variable de estado que sigue un proceso conocido (Azevedo y Paxson, 2014). La aplicación de modelos SROG se desarrolla 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 (Axelrod, 1986). Se busca valorar las estrategias de articulación directa e indirecta para los jugadores de cría e invernada ganadera bovina, considerando los riesgos tecnológicos y de mercado mediante opciones exóticas de tipo arco iris (Pesce *et al.*, 2019).

Como primera etapa, se describen los resultados obtenidos para los pagos simples, según las estrategias que tome cada jugador. En este caso, el criador y el invernador. Posteriormente, se incorporan los valores de la flexibilidad mediante el cálculo de las opciones reales. Obtenidos los equilibrios entre jugadores, se propone una metodología de acuerdos y el cálculo de penalidades que le den sostenibilidad a las articulaciones. En la ecuación 17 se plantea la obtención de las penalidades.

$$Pen.: \text{Max}(fcd - fci; fid - fii) \text{ (ec. 17)}$$

Siendo fcd el flujo de cría mediante canal directo; fci flujo de cría por canal indirecto; fid flujo invernada por canal directo y fii flujo invernada por canal indirecto.

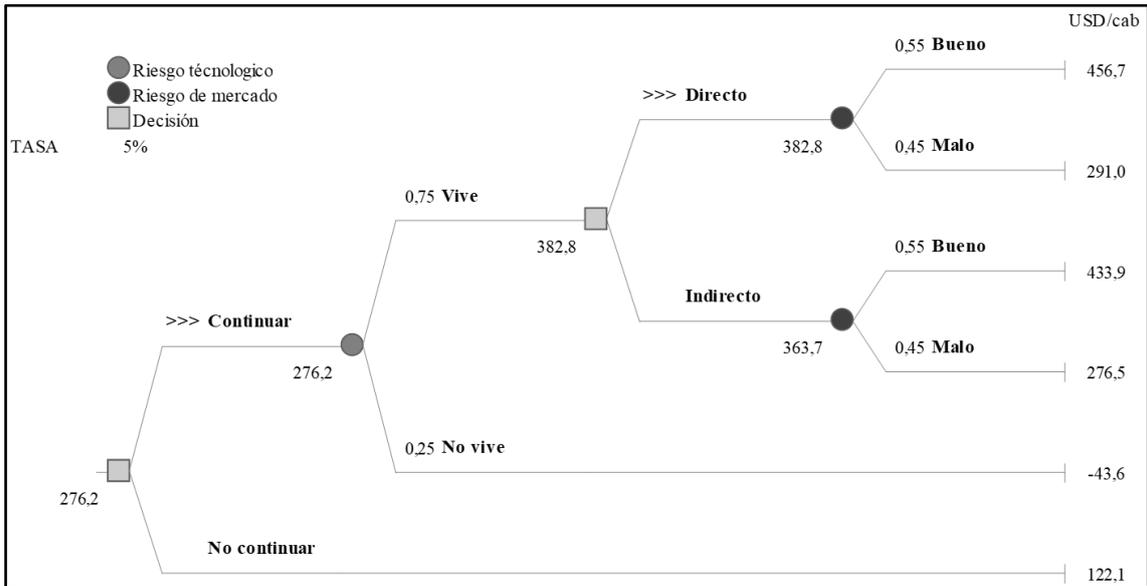
Finalmente, mediante matemática borrosa, específicamente modelos en tiempo discreto *fuzzy* (Muzzioli y Torricelli, 2004; Garcia Sastre y Roselló Miralle, 2007), se les incorpora a las penalidades obtenidas lógica borrosa estimando los movimientos ascendentes y descendentes para cada modelo de negocio y los valores posibles de las penalidades para cada jugador (Milanesi, 2014b).

6.3 Resultados de flexibilidad en decisión e interdependencia entre jugadores

A partir de los resultados simples propuestos en el capítulo número 5 de la presente tesis, para cada una de las estrategias de articulación se presentan los árboles de decisión expandidos. Para esto, primero se obtienen para cada estrategia el valor según los escenarios y la volatilidad de estos. Los escenarios se plantean como 1) positivo/bueno y, 2) negativo/malo. Estos escenarios fueron calculados con los coeficientes de ascenso y descenso descritos en la metodología. Luego, de manera recursiva, se obtiene el valor expandido de cada una de las estrategias y escenarios mediante los coeficientes equivalentes ciertos. En ambos casos la incertidumbre tecnológica se resuelve en $t=1$ y la incertidumbre de mercado en $t=2$.

En la figura 11 se desarrolla un árbol expandido para el caso de la cría ganadera bovina. Considerando los riesgos tecnológicos y de mercado específicos de la actividad, al igual que las estrategias que tome el actor con que se articula.

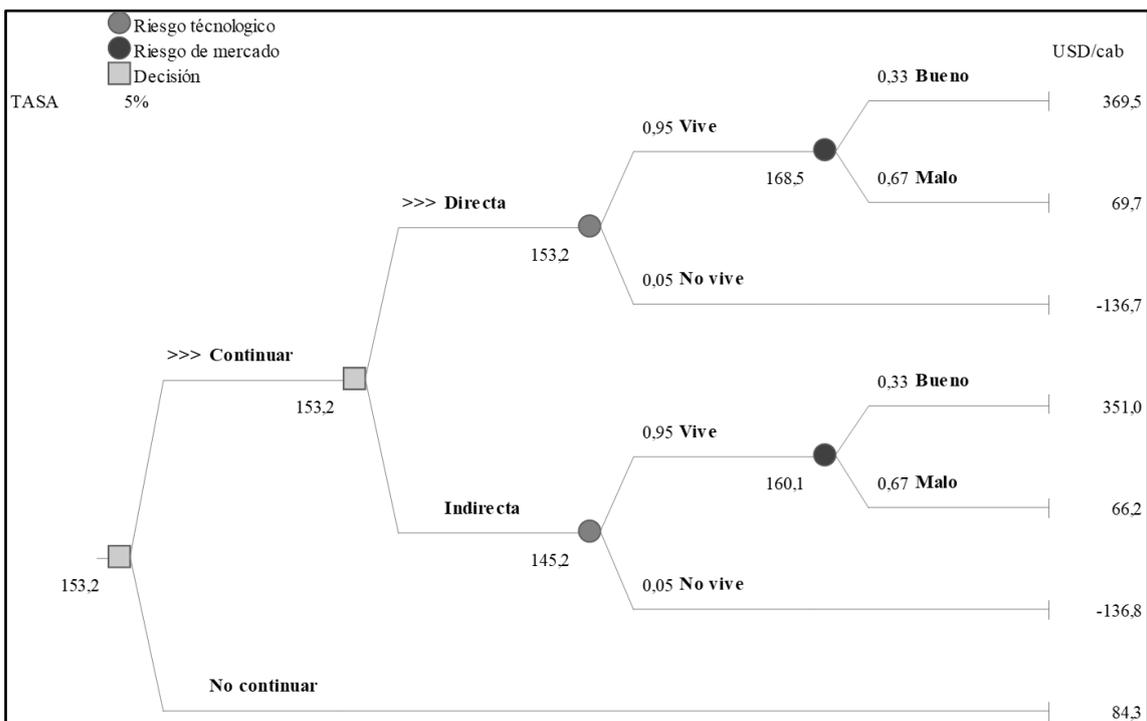
Figura 11: Árbol de decisiones expandido para productor de cría.



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el árbol expandido considerando los coeficientes de ascenso y descenso para un productor de invernada, considerando que viven los animales. 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 (figura 12).

Figura 12: Árbol de decisiones expandido para productor de invernada.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se incorporan a los terceros a cada uno de los modelos para cada jugador. De esta manera se obtienen las decisiones para los jugadores de cría y de invernada, según los resultados de cada jugador considerando la decisión del otro. Es así que se obtuvo como equilibrio de Nash, la articulación indirecta-indirecta. A este equilibrio se lo clasifica como subóptimo paretiano (Aguado-Franco, 2007).

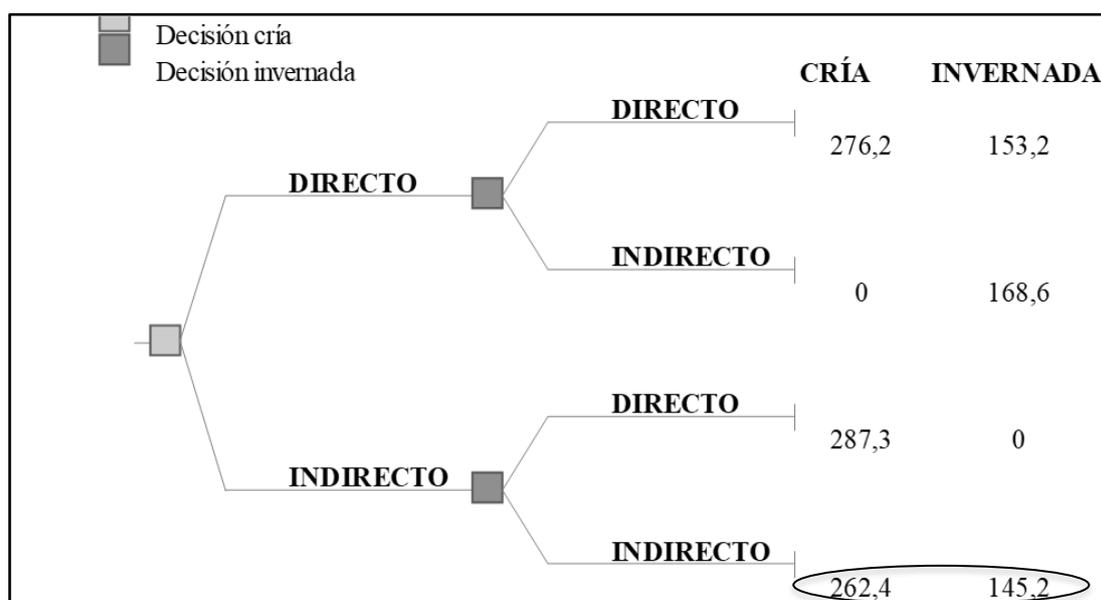
Tabla 20: Matriz juegos opciones reales.

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

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13 se generó la matriz de resultados de manera extensiva, visualizando los jugadores, decisiones y los pagos para cada uno de los jugadores según la decisión que tome el mismo, y la decisión que tome el otro jugador.

Figura 13: Planteó extensivo SROG.



Fuente: Elaboración propia.

Considerando los pagos 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 21).

Tabla 21: Flujos simples y expandidos para cría.

	Directa-Directa	Indirecta-Directa	Indirecta-Indirecta
Simple	273,4	284,4	259,8
Expandido	276,2	287,3	262,4
Opción real	2,8	2,9	2,6

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22 se presentan los resultados de flujos simples, expandidos y el valor de las opciones reales para el caso de la invernada considerando las estrategias de articulación propias como las del productor de cría.

Tabla 22: Flujos para invernada.

	Directa-Directa	Indirecta-Directa	Indirecta-Indirecta
Simple	152,4	167,7	144,8

Expandido	153,2	168,6	145,2
Opción real	0,8	0,9	0,4

Fuente: Elaboración propia.

6.4 Propuestas de acuerdos sostenibles entre actores

Desarrollados los planteamientos de la cadena de valor entre los jugadores, aplicando la metodología de juegos de opciones reales, se pudo obtener 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 la generación de acuerdos sostenibles entre los actores (Milanesi y Tohmé, 2015). Este formato de alianza genera un tipo de juego cooperativo entre ambos jugadores, cría e invernada bovina, permite mejorar la eficiencia de los sistemas comerciales con el desarrollo de contratos de suministro (Palau, 2006). Iglesias (2004) plantea la existencia de una gran “asimetría de información” a lo largo de toda la cadena de la carne bovina, haciendo que haya pérdidas de sinergias entre los actores del entramado. En este marco, 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 (Milanesi, 2022). Bisang *et al.* (2022) indican que los contratos entre agentes del sector agropecuario argentino tienen un creciente peso como instrumento de relación entre las partes.

Estos acuerdos deben estar solventados por el planteamiento de penalidades para su cumplimiento. La sostenibilidad de los mismos implica que ninguno de los jugadores rompa el acuerdo, permitiendo la estabilidad en las relaciones comerciales 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 conveniente de la penalidad contractual es de 13,8 US\$/cab, mientras que para el invernador la penalidad del contrato será de 8,0 US\$/cab.

Aplicando los métodos de matemática borrosa, se puede obtener una variabilidad entre estos valores de penalidad considerando los escenarios positivos o negativos para cada modelo de negocio. Para el caso del criador bovino estos valores penalidad pueden

ir de 17,3 US\$/cab a 11,0 US\$/cab. Mientras que para el invernador los valores de las penalidades pueden ir de 18,4 US\$/cab a 3,5 US\$/cab (tabla 23). A partir de estos valores puede evaluarse la diferencia de amplitud de penalidades considerando los movimientos de cada modelo de negocio. La invernada es quien presenta mayor volatilidad, haciendo que las posibilidades de penalidades a obtener sean de una mayor amplitud comparado con la actividad de cría.

Tabla 23: Valores máximos y mínimos de penalidades.

Valor penalidad/jugador	Cría	Invernada
Máximo	17,3 US\$/cab	18,4 US\$/cab
Mínimo	11,0 US\$/cab	3,5 US\$/cab

Fuente: Elaboración propia.

Obtenidos estos valores permitirá el desarrollo de un acuerdo de articulación entre ambos jugadores de cría e invernada que le de sostenibilidad y mayor eficiencia al funcionamiento del complejo productivo. Más allá de este acuerdo que plantea una estrategia *ganar-ganar*, se deben plantear los aspectos críticos de rigidez que conlleva un acuerdo contractual (Milanesi y Tohmé, 2015; Scoponi *et al.*, 2021).

6.5 Consideraciones finales

A partir de los primeros modelos de valoración de flexibilidad estratégica (BSM) (Black y Scholes, 1973; Merton 1973), pasando por Cox Ross y Rubinstein (Cox *et al.*, 1979) y Rendleman y Bartter (Rendleman y Bartter, 1979) se evolucionó incorporando características y complejidades propias de las decisiones, estrategias y negocios a valorar mediante el marco de opciones reales. Estos modelos presentaban la falta de incorporación interdependencia entre los actores de un complejo propio, mediante el marco de teoría de juegos. Es así como el modelo propuesto combina los conceptos y métodos del análisis de la teoría de juegos y la teoría de opciones reales. Una decisión de articulación en un mercado competitivo puede verse como un juego entre empresas, ya que las organizaciones toman en cuenta implícitamente las reacciones de otras empresas a sus propias acciones de articulación.

Los modelos SROG abordan cuestiones relacionadas con las decisiones y problemas de inversión, y contribuyen a una mejor comprensión de la naturaleza compleja del comportamiento de inversión de las empresas en mercados donde cobra importancia

la incertidumbre y la competencia entre los jugadores. La mayoría de los modelos SROG se desarrollan para mercados en los que no se permite la Combinando RO y TJ se desarrolla una metodología para analizar los costos y beneficios que se pueden obtener al momento de diseñar acuerdos que permitan la sostenibilidad de las relaciones.

La incorporación de distintos escenarios y movimientos considerando las situaciones de cada actividad (cría e invernada) permite observar la manera en que se modifican los movimientos de los jugadores y pagos que se pueden obtener considerando los riesgos específicos de las actividades. Siguiendo a Milanesi y Tohmé (2015) y Milanesi (2021), se propone calcular e incorporar penalidades a la hora de evaluar contratos entre jugadores, en este caso de un complejo productivo particular.

Diversos autores sostienen al complejo ganadero bovino como desarticulado, donde la existencia de costos de transacción y asimetrías generan deficiencias que, mediante contratos de articulación, podrían mejorar su desempeño. El marco de SROG permite cuantificar el piso de penalidades monetarias, permitiendo incentivar el cumplimiento de los acuerdos de colaboración y asegurar de esta manera una conducta cooperativa entre los jugadores. Aunque no se debe olvidar que, en la práctica, la cooperación implica también diversos costos y problemas que deben considerarse. Es así como a la hora de plantear estos valores de penalidades que permitan la sostenibilidad de los acuerdos entre los actores, para el criador se plantean valores más elevados. Esto se puede plantear por el menor nivel de poder que encuentra el sector dentro de la cadena de valor, con mayor nivel de atomización y más dependencia en el mercado con relación al invernador. Pero a la hora de evaluar la amplitud de las penalidades considerando los riesgos entre ambas actividades, el invernador presenta una mayor diferencia entre máximos y mínimos. Esto se puede observar como un proxy de correlación de fuerzas entre poder y riesgo.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

La valuación de proyectos, estrategias y decisiones requiere de métodos numéricos que consideren los riesgos de las decisiones a tomar, las características propias de la naturaleza de la actividad productiva, los movimientos de los actores con los que se articula el decisor, los posibles resultados y costos de oportunidad de cada una de las decisiones a tomar.

Al combinar los conceptos de los marcos de teoría de opciones reales y teoría de juegos, una decisión de producción o comercial en un mercado competitivo puede verse como un juego entre actores, ya que estos toman en cuenta implícitamente las reacciones de otros jugadores a sus propias decisiones. Además, incorporando lógica borrosa se pueden valorar las posibles penalidades para orientar las relaciones sostenibles entre jugadores.

La presente tesis realiza un aporte al marco conceptual de las ciencias de la administración, específicamente sobre los procesos de toma de decisiones relacionados con la incorporación de la flexibilidad estratégica e interdependencia en la valuación de decisiones de actores que conforman el sector ganadero primario. Analizar, desarrollar y aplicar un marco para valorar decisiones y acuerdos sostenibles que permita consolidar y mejorar la competitividad de los actores es de suma importancia para este tipo de negocios. A su vez, agregar aspectos del marco de teoría de la organización industrial, mediante teoría de juegos, y variables de finanzas corporativas, mediante teoría de opciones reales y matemática borrosa, permite mejorar la capacidad y aplicabilidad de las herramientas de administración estratégica.

Las estrategias de los actores se encuentran desarrolladas en base a recursos, capacidades, intereses y objetivos contrapuestos. Para mejorar su comprensión, se proponen métodos numéricos y de decisión que incorporan los riesgos propios del negocio. Se desarrolla un modelo numérico que permite valorar las estrategias considerando las fuentes de riesgos propios de modelos de negocios ganaderos, como son la variabilidad de mercado sobre los resultados económicos de los modelos de producción como riesgo tecnológico considerando las características de cada territorio (tasa de destete/mortalidad).

Se propone un marco para el estudio y diseño de articulaciones comerciales en la cadena de valor del complejo ganadero bovino, más específicamente entre las etapas de producción de terneros/as e invernada ganadera bovina. Para esto, se aplicó el marco de teoría de juegos en busca de obtener un equilibrio y modelización de las estrategias comerciales. Además, se incorporaron distintos escenarios, según el riesgo implícito para cada uno de los jugadores, mediante coeficientes de ascenso y descenso.

Los equilibrios de *Nash* resultantes se dan mediante articulaciones en canales indirectos, compatibilizando con la concepción del dilema del prisionero o subóptimo de Pareto eficiente. Si ambas empresas se pusieran de acuerdo y cooperarán entre sí integrándose, las utilidades para cada una de ellas serían mayores. Para obtener esta articulación, se plantea el desarrollo de contratos, incorporando valores de penalidades que apunten a dar sostenibilidad a los acuerdos. Para el caso del criador, estas penalidades serán mayores, posicionándose como el actor de menor poder y, por lo tanto, el más motivado a la búsqueda de una mayor integración en la cadena de valor. Mientras que, para el invernador, se estiman penalidades menores, pero con una amplitud mayor a la del criador. Con estos resultados, se puede observar los riesgos que conlleva la actividad específica del invernador, más dependiente de la volatilidad de precios de *commodities*, los riesgos climáticos y los riesgos asociados a la escala de producción.

Con estos modelos se puede calcular la mejora potencial proveniente de estrategias de mayor integración entre los actores de la cadena; si las partes acuerdan de manera sostenible y bajo un formato ganar-ganar, cada una de ellas podría obtener mayores utilidades. Analizando los flujos para cada jugador, el que mayores pérdidas tendría en este modelo de articulación sería el invernador bovino. Además, las penalidades en el acuerdo entre los jugadores tendrán una mayor amplitud para el invernador con relación al criador.

El modelo propuesto constituye un instrumento para establecer marcos de articulación, valorando las penalidades en el diseño de contratos entre los actores de la cadena de valor. Además, constituye una herramienta que permite calcular los valores de las penalidades que permiten incentivar y sostener el cumplimiento de compromisos de acuerdos estratégicos entre los jugadores de un complejo productivo. La matemática borrosa permite incorporar intervalos máximos y mínimos de las penalidades, con el fin de obtener rangos que se adapten a diversos casos.

Resumiendo, los aportes de la presente investigación plantean el uso de modelos de opciones reales mediante el método binomial como una herramienta que permite evaluar diferentes estrategias en los procesos de toma de decisiones. Con la teoría de juegos se suma la interdependencia estratégica entre los actores, buscando incorporar herramientas y métodos alternativos a los usados tradicionalmente en el sector agropecuario en general y el ganadero bovino en particular. Asimismo, se incorporan escenarios de flexibilidad a la hora de analizar estas interdependencia y acuerdos sostenibles como estrategias ganar-ganar para los actores primarios de la cadena de valor ganadera bovina. Se plantea la incorporación de penalidades en los acuerdos entre jugadores y mediante borrosidad incorporar máximos y mínimos que reflejen los riesgos de actividades explícitas. Los resultados se relacionan con la naturaleza propia del negocio, como son la estacionalidad, atomización de actores, poder dentro de la cadena de valor y otros aspectos. Mediante la implementación de estos modelos se busca mejorar los procesos de toma de decisiones y aumentar la competitividad en la cadena de valor general.

Dentro de las limitaciones del trabajo, se podría mencionar que existen canales y precios diferenciales donde se articulan productores de cría e invernada, cuya dinámica se podría considerar en la construcción de próximos modelos que valoran la flexibilidad en esos contextos diversos. La consideración del riesgo de mercado, medida con un único indicador de desvío, basado en el pasado es un punto que se podría mejorar; a futuro se pueden incorporar otros métodos más eficientes para el cálculo del riesgo (simulación monte carlo, pronósticos, entre otros). Otro aspecto para mejorar es la suposición de que los precios obtenidos para los distintos canales comerciales se toman similares, y en el canal informal se incorporan los costos comerciales de dicho canal. Esto muchas veces no se condice con la realidad. También los casos modales, intereses contrapuestos extremos y los resultados económicos obtenidos para un momento del tiempo específico, donde muchas veces no es conducente con los resultados y estructuras planteadas para una organización ganadera de La Pampa.

Como líneas de investigación futuras se plantea la propuesta de modelos de juegos evolutivos que valoren la flexibilidad en contextos diversos, como la incorporación de otras fuentes de riesgo (climática, cultural, entre otra). También el desarrollo de juegos secuenciales y estrategias mixtas, y el planteo de otros métodos para el cálculo del riesgo (por ejemplo, simulación monte carlo, pronósticos, entre otros). Asimismo, se podría

pensar la incorporación de un tercer jugador importante en esta dinámica, como es el intermediario de remate feria. Desde el punto de vista teórico, la incorporación del marco de teoría de costos de transacción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguado-Franco, J. C. (2007). *Teoría de la decisión y de los juegos*. Madrid: Delta Publicaciones.

Agüero Olivos, C. E. (2015). *Valoración de opciones reales. Mineros en el Perú mediante el enfoque de Opciones Reales*. Tesis Doctorado Internacional en Administración y Dirección de Empresas. Universidad Politécnica de Cataluña.

Aguar, F. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 8, 139-160.

Akerman, C. y Cardin, R. (2018). *Informe de cadena de valor cárnica vacuna*. Ministerio de hacienda de la Nación, Año 3. N° 35.

Alonso, C. y Szpak, C. (2020). Mercado internacional de carne vacuna: evolución reciente de los flujos comerciales y situación de Argentina. *Saberes*, 12(1), 21-43.

Álvarez Echeverría, F. (2015). *Implementación de nuevas tecnologías: valuación, variables, riesgos y escenarios tecnológicos*. 1° ed. San Salvador: UFG ediciones.

Amram, M. y Kulatilaka, N. (1998). *Real Options*. 1a ed. Harvard Business School Press Boston.

Amram, M. y Kulatilaka, N. (1999). Disciplined Decisions Aligning Strategy with the Financial Markets. *Harvard Business Review*, 77 (1), 95-104.

Angulo Agudelo, O. M. (2018). *Agro cadenas de la carne bovina argentina y colombiana*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de La Plata.

Anzilli, L, y Villani, G. (2022). Cooperative R&D investment decisions: A fuzzy real option approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 151: 1-21.

Arango Marquez, D. (2015). *Opciones reales en la gerencia de proyectos*. Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Gerencia de Proyectos. Escuela de Administración, Universidad de EAFIT, Medellín.

Arasteh, A. (2016). Combination of real options and game-theoretic approach in investment analysis. *Journal of Industrial Engineering International*, 12, 361-37.

Arasteh, A. (2017). Considering the investment decisions with real options games approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1282–1294. doi:10.1016/j.rser.2016.10.043

Arasteh, A. (2018). Application of option games in investment analysis. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(1), 81-100.

Argyres, N. y Liebeskind, J. (1999). Contractual commitments, bargaining power and governance inseparability: Incorporating history into transaction cost theory. *Academy of Management Review*, 24(1), 49-63.

Armada, M., Kryzanowski, L. y Pereira, P. (2009). Optimal investment decisions for two positioned firms competing in a duopoly market with hidden competitors. *European Financial Management*, 17, 305–330.

Arrow, K. (1971). *Essays in the Theory of Risk Bearing*. Amsterdam: New Holland.

Arzubi, A., Mc Cormick, M., Lynch, G., Soria, R., Simonetti, L., Giola, P. y 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.

Arzubi, A. y 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/>

Axelrod, R. (1986). *La Evolución de la Cooperación*. Madrid, España: Alianza Editorial S.A.

Ayarra, M. D. (2011). *Balanced Scorecard para una compañía de hotelería de ganado*. Tesis presentada para Maestría de dirección de empresas. Universidad del CEMA.

Azevedo, A., y Paxson, D. (2011). *Uncertainty and competition in the adoption of complementary technologies*. In Presented at the real options conference, Turku.

Azevedo, A. y 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>

Balestri, L. A., Ferrán, A., Giorgis, A., Saravia, D., Larrea, A., Castaldo, A., Poma, K. y Pariani, A. (2001). La toma de decisiones en las empresas agropecuarias del norte de la provincia de La Pampa. *Ciencia Veterinaria, UNLPam*, 3, 113-130.

Barioni, L. G., Woodward, S. J. R., Martha Jr, G. B., Machado, C. F., Oltjen, J. W. y Sainz, R. D (2004). *Current and potential contributions of mathematical modeling to the management of grazing systems*. II Symposium on Grassland and Ecophysiology and Grazing Ecology.

Belton, V. y Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science+Business Media Dordrecht.

Benítez González, D. (2016). *Estrategias de negociación y contratos en juegos no cooperativos*. Tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Aplicadas. Centro de Investigación en Matemáticas, A. C.

Benson, F. y Smith, D. B. (1993). *The Concept of Risk*. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Service. Risk Management Series, F-313.

Bergaglio, O. E. y Lamas, M. F. (2014). *Estrategias de coordinación de la cadena de carne vacuna: Casos Programa Quickfood y Forward ganadero implementado por Rosgan*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Berger, A., De Ladaga, S. y 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>

Bisang, R., Carciofi, R., Piñeiro, M. y Tejeda Rodriguez, A. (2022). *Agroindustria: transformaciones recientes y su papel en el desarrollo argentino*. Editorial Teseo.

Bisang, R. (2003A). *Las Tramas de Carnes Bovinas en Argentina*. Oficina de la CEPAL-ONU en Buenos Aires, a solicitud de la Secretaría de Política Económica, Ministerio de Economía de la Nación.

Bisang, R. (2003B). *Eficiencia y redes productivas: La industria de las carnes en la Argentina*. Instituto de industria. Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires.

Bisang, R. (2017). *Problemas actuales y perspectivas futuras de la producción y comercialización de granos*. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/libros/Bisang-Pierrri_Problemas-actuales-y-perspectivas-futuras-2017.pdf

Black, F. y Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. <https://www.jstor.org/stable/1831029>

Blanco-Mesa, F. (2020). La ciencia de la decisión. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 193-197.

Boer, P. (2002). *The Real Options Solutions: Finding Total Value in a High-Risk World*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Bonatti, P. (2014). *Teoría de la decisión*. Prentice Hall - Pearson.

Boyer, M., Lasserre, P. y Moreaux, M. (2012). A dynamic duopoly investment game without commitment under uncertain market expansion. *International Journal of Industrial Organization*, 30, 663–681.

Brealey, R. A. y Myers, S. C. (2000). *Principles of Corporate Finance*. 6th ed., McGraw-Hill, New York.

Brennan, M. J. y Schwartz, E. S. (1985). Evaluating natural resource investments. *Journal of Business*, 58(2): 135-157.

Brous, P. (2011). Valuing an Early-Stage Biotechnology Investment as a Rainbow Option. *Journal of Applied Corporate Finance*, 23(2), 94-103.

Cader, A. A. (2014). An Analysis of Nontechnical Game Theory on Laboratory Sales Trainees in Saudi Arabia. *International Journal of Applied Management and Technology*, 13(1), 36-51.

Caleman, S. (2010). *Falhas de coordenação em sistemas agroindustriais complexos: uma aplicação na agroindústria da carne bovina*. Universidade de Sao Paulo.

Calle, A. M. y Tamayo, V. M. (2009). Decisiones de inversión a través de opciones reales. *Estudios Gerenciales*, 25(111), 107–126.

Callegaris, P. (2017). Un análisis de la composición y estructura de la cadena de carne bovina argentina: Procesos y actores. *Apuntes Agroeconomicos*, 11(16).

Camarda, M. (2018). Teoría de juegos en el campo de la eficiencia energética: Análisis de la dinámica industrial en la búsqueda de un equilibrio de Nash eficiente. *Investigación operativa*, 44. 41-60.

Carletti, M. y Selva, A. (2012). *Operaciones en Ganadería Bovina: Estructura impositiva y comercialización*. Bolsa de Cereales de Rosario. <http://www.capacitacion.bcr.com.ar/Documentos/EdicionesBCR/16/Comercio%20Ganadero.pdf>

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>

Colares-Santos, L., Shanoyan, A. y Schiavi, S. (2020). Contractual arrangements in the cattle beef chain: an analysis of trust. *Ciencia Rural*, 50(10).

Colombo, F., Olivero Vila, J. y Zorroaquin, T. (2007). *Normas de Gestión Agropecuaria*. 1º edición. Asociación Argentina de Consorcios de Experimentación Agrícola. Editorial Temas.

Copeland, T. y Antikarov, V. (2003). *Real Options: A practitioner's guide*. New York: Cengage Learning.

Costa, F. y Samanez, C. (2008). Teoria dos jogos e opções reais: uma aplicação no mercado imobiliário brasileiro. *Revista Brasileira de Economia de Empresas*, 8(2), 57-72.

Cox, J., Ross, S. y 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)

Cuervo, F. I. y Botero, S. (2014). Aplicación de las opciones reales en la toma de decisiones en los mercados de electricidad. *Estudios Gerenciales*, 30(133), 397-407.

Dai, M., Jiang, Z. y Wang, N. (2022). Strategic Real Option Exercising and Second-Mover Advantage. *National Bureau of Economic Research*, 30150. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4143460>

de Almeida, G., Guimarães Dias, M., Teixeira Brandao, L. E. y Mercado Samanez, C. P. (2018). A Real Options Model with Games Applied to the Rio de Janeiro Residential Real Estate Market. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 21(1), 118-135.

De Batista, M. (2016). *Gobernanza y coordinación en la cadena de la carne bovina argentina. Focalización en el Sudoeste Bonaerense*. Tesis de Doctorado en Ciencias de Administración. Universidad Nacional del Sur.

Dekel, E. y Fudenberg, D. (1990). Rational behavior with payoff uncertainty, *Journal of Economic Theory*, 52(2), 243-267.

Delaney, L. (2018). Symmetric equilibrium strategies in game theoretic real option models with incomplete information. *Economics Letters*, 174, 42-47. [doi:10.1016/j.econlet.2018.10.020](https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.020)

Días, A. (2011). *Las herramientas*. En Bonatti (coord.), *Teoría de la decisión* (139-169). 1° edición – Buenos Aires: Prentice Hall - Pearson.

Diez, M. A. (2020). *Circuitos de comercialización de hacienda vacuna en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires*. Trabajo final de grado de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur.

Dixit, A. y Pindyck, R. (1994). *Investment under uncertainty*. New Jersey: Princeton University Press.

Dopchiz, M. Y. (2008). *La implementación de un mercado de futuros en el sector ganadero argentino*. Tesis de Licenciatura en Economía. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Duarte, T. y Jiménez, R. E. (2006). Evaluación de inversiones bajo opciones reales. *Scientia et Technica*, 12(30), 295-299.

Duku-Kaakyire, A. y Nanang, D. M. (2004). Application of real options theory to forestry investment analysis. *Forest Policy and Economics*, 6(6), 539–552. [doi:10.1016/s1389-9341\(03\)00003-0](https://doi.org/10.1016/s1389-9341(03)00003-0)

Eppen, G. D., Gould, F. J., Schmidt, C. P., Moore, J. H. y Weatherford, L.R. (2000). *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa*. 5° edición. PRENTICE-HALL, México,

Fernández, P. (2008). *Valoración de opciones reales: dificultades, problemas y errores*. IESE Business School – Universidad de Navarra. <https://media.iese.edu/research/pdfs/DI-0760.pdf>

Ferrán, A., Giorgis, A. y Castaldo, A. (2020). *Toma de decisiones, planeamiento y control en la empresa ganadera*. 1º edición. Editorial UNLPam.

Ferreira, C. A. (2015). *Valuación de empresas y proyectos de base tecnológica. Propuesta de un modelo considerado: Teoría de opciones reales y momentos estocásticos de orden superior*. Tesis de doctor en Ciencias de la Administración. Universidad Nacional del Sur.

Ferreira, N., Kar, J. y Trigeorgis, L. (2009). Option games: The key to competing in capital-intensive industries. *Harvard Business Review*, 87(3), 101-107.

Ferro Moreno, S., Paturllane, J., Mariano, R. y 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>

Ferro Moreno, S., Perez, S. A., Mariano, R. C., Murcia, M., Prieto, R., Carassay, L., y Folmer, O. (2019). Perspectivas sobre la evolución del agro argentino y pampeano en el siglo XXI. *Revista Negocios Agroalimentarios*, 4(2), 34-39.

Ferro Moreno, S. (2017). *Costos para la administración. Aplicaciones en negocios agroalimentarios*. EdUNLPam.

Fillat, F. A., Cabrini, S. M. y Paolilli, C. (2022). *Indicadores económicos e informes técnicos: márgenes brutos de la producción ganadera bovina de carne de ciclo completo*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/indicadores-economicos-e-informes-tecnicos>

Fudenberg, D. y Tirole, J. (1985). Preemption and rent equalization in the adoption of new technology. *Review of Economic Studies*, 52(3), 383–401.

Galperin, C. y Molina, A. (2018). *El potencial exportador de la carne vacuna argentina: un ejercicio de diagnóstico mediante el benchmarking*. LIII Reunión Anual. Asociación Argentina de Economía Política. <https://aaep.org.ar/anales/works/works2018/galperin.pdf>

García, F. A. y Romero, R. E. (2009). Caracterización y análisis de modelos de evaluación económica de proyectos de inversión bajo incertidumbre. *Revista Ingeniería Industrial*, 8(1), 35-50.

García, M. y Velasco, F. (2017). Aplicaciones de la Teoría de Juegos en el Proceso de Gestión Estratégica. *INNOVA Research Journal*, 2(8), 26-33.

García Saenz, M. (2004). *Applying game theory and real options to competitiveness in construction businesses*. American Society for Engineering Education: Annual Conference & Exposition.

García Sastre, M. y Roselló Miralles, M. (2007). *La lógica borrosa para valorar la incertidumbre en la técnica de valoración de opciones reales*. XX Congreso anual de AEDEM, Vol. 2.

Ghemawat, P. y Nalebuff, B. (1985). Exit. *Journal of Economics*, 16(2), 184–194.

Ghiglione, A. G., Lema, R. D., Ferro Moreno, S. y Braun, R. O. (2022). 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>

Ghiglione, F. A. (2022). *Modelización del proceso de toma de decisiones comerciales de los productores de ganado bovino de la provincia de La Pampa*. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Ciencias Agropecuarias. <http://ri2.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2022ghiglionefrancoalaxis.pdf>

Ghiglione, F. A. y Braun, R. O. (2022). Caracterización socioeconómica del productor ganadero. el caso de la provincia de La Pampa, Argentina. *Business Innova Sciences*, 3(1), 95-102.

Gibbons, R. (1992). *A primer in Game Theory*. Harvester Wheatsheaf.

González, J., Salazar, F., Ortiz, R. y 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>

Graham, J. (2011). Strategic real options under asymmetric information. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(6), 922–934.

Grasseli, M. R., Leclère, V. y Ludkovski, M. (2013). Priority option: the value of being a leader. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 16(1), 1-37.

Grenadier, S. (1996). The strategic exercise of options: Development cascades and overbuilding in real state markets. *Journal of Finance*, 51(5), 1653-1679.

Grenadier, S. (2000). Options exercise games: The intersection of real options and game theory. *Journal of Applied Corporate Finance*, 13(2), 99-107.

Grenadier, S. (2002). Option Exercise Games: An Application to the Equilibrium Investment Strategies of Firm. *Review of Financial Studies*, 15(3), 691-721.

Grenadier, S. (2005). An equilibrium analysis of real estate leases. *Journal of Business*, 78(4), 1173-1213.

Grenadier, S. y Malenko, A. (2011). Real options signaling games with applications to corporate finance. *Review of Financial Studies* 24(12): 3993-4036. <https://www.jstor.org/stable/41302006>

Guintis, H. (2009). *Game Theory Evolving*. 2a ed. United Kingdom: Princeton University Press.

Gutiérrez Naranjo, F. (2015). Introducción a la teoría de juegos y los contratos. *Universidad EAFIT*, 6(2), 108-119.

Haahtela, T. (2011). *Displaced Diffusion Binomial Tree for Real Option Valuation*. 10th Annual International Conference on Real Option. <http://ssrn.com/abstrac=1932408>.

Helguera, L. y Lanfranco, B. (2006). *Riesgo y rentabilidad en empresas ganaderas*. Serie Técnica N° 157. Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807150257.pdf>

Henderson, V. y Hobson, D (2002). Real Options with Constant Relative Risk Aversion. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 27(2), 329-355.

Hernández, M. (2007). Aplicación de la teoría de opciones reales en un contexto de globalización financiera. *Inter Sedes: Revista de las Sedes Regionales*, VIII(14), 65-73. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66615071006>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6a edición. México D.F.: McGraw-Hill.

Hsu, Y. y Lambrecht, B. (2007). Pre-emptive patenting under uncertainty and asymmetric information. *Annals of Operations Research*, 151, 5–28.

Hugonnier, J., Malamud, S. y Morellec, E. (2015). Capital supply uncertainty, cash holdings, and investment. *The Review of Financial Studies*, 28(2), 391-445.

Huisman, K., y Kort, P. (2003). Strategic investment in technological innovations. *European Journal of Operational Research*, 144, 209–223.

Huisman, K. (2000). *Technology investment: A game theoretic real options approach*. Netherlands: Tilburg University.

Hull, J. (2005). *Options, Futures and Others Derivatives*. Prentice Hall, New Jersey.

Iglesias, D., Iturrioz, G., Chimenó, P., Saravia, D., Torrado, J. y Olea, M. (2005). *Articulaciones en la cadena de la carne bovina de la provincia de La Pampa*. IV jornadas interdisciplinarias de estudios agrarios y agroindustriales.

Iglesias, D. (2001). *Competitividad de las PYMES agroalimentarias: el papel de la articulación entre los componentes del sistema agroalimentario*. San Jose, Costa Rica. Instituto Iteramericano

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>

Iglesias, D. y Ghezan, G. (2010). *Análisis de la cadena de la carne bovina en Argentina*. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Ingersoll, J. y Ross, S. (1992). Waiting to Invest: Investment and Uncertainty. *Journal of Business*, 65(1), 1-29. <https://www.jstor.org/stable/2353172>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (I.N.D.E.C.) (2021). *Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados generales*. 1a ed. digital. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Iriarte, I. (2008). *Comercialización de Ganados y Carnes*. Cámara Argentina de Consignatarios de Ganado.

Iturrioz, G. y D. H. Iglesias (2006). Los márgenes brutos de comercialización en la cadena de la carne bovina de la provincia de La Pampa. *Cuadernos del CEAgrO*, 8, 51-56.

Jack, L. (2009). *Benchmarking in Food and Farming: Creating Sustainable Change*. Aldershot, Reino Unido: Gower Publishing Company.

Juarena, G., Pordomingo, A., Strizler, N. y Viglizzo, E. (2019). *Oportunidades y amenazas para la ganadería Argentina*. XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal.

Keema, A. (1988). *Options in Real and Financial Markets*. Working Paper Ph.D diss, Erasmus University, Finance, Erasmus.

Kester, W. (1984). Today's Options for Tomorrow's Growth. *Harvard Business Review*, 62(1), 153-160.

Kong, J. J. y Kwok, Y. K. (2007). Real options in strategic investment games between two asymmetric firms. *European Journal of Operational Research*, 181(2), 967–985. [doi:10.1016/j.ejor.2006.07.006](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.006)

Kraemer, J.E., Ferrari, F.C., Macías, D.E., Núñez, V., Molina, J., Frete, M., Martínez, S. y Bendersky, D. (2020). Sistema comercial ganadero para pequeños productores. *Agrotecnia*, 29: 35-43

Kuhn, H.W. (1953). *Extensive games and the problem of information*, in: Kuhn, H.W. and A.W. Tucker (eds.), *Contributions to the Theory of Games*, Vol. II, *Annals of Mathematical Studies* No. 28, Princeton University Press, Chapter 3, 193–216.

Kulatilaka, N. (1995). *Operating Flexibilities in Capital Budgeting: Substitutability and Complementary in Real Options*. *Real Options in Capital Investment: Models, Strategies and Applications*. Westport Connecticut, Praeger.

Kulatilaka, N. y Perotti, E. C. (1998) Strategic Growth Options. *Management Science*, 44(8): 1021-1031. [http:// dx.doi.org/10.1287/mnsc.44.8.1021](http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.44.8.1021)

Lamas, M. F. y Ponti, D. (2014). *Logística integral, etapa de producción primaria: de la cabaña al frigorífico*. Serie logística Pecuaria, n° 3. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes_historicos/archivos//000094=Log%C3%ADstica/000002-Log%C3%ADstica%20integral%20etapa%20de%20producci%C3%B3n%20primaria.pdf

Lambrecht, B. (2001). The impact of debt financing on entry and exit in a duopoly. *Review of Financial Studies*, 14(3), 765–804.

Lambrecht, B. y Perraudin, W. (2003). Real options and preemption under incomplete information. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 27, 619–643.

León, O. G. (2001). *Tomar decisiones difíciles*, 2a ed. Universidad Autónoma de Madrid.

Li, Y. y Sick, G. (2011). *Investment under uncertainty: A equilibrium between competition and cooperation*.

Lo Nigro, G., Morreale, A., Robba, S. y Roma, P. (2013). Biopharmaceutical alliances and competition: a real options games approach. *International Journal of Innovation Management*, 17(6), 1340023. [doi:10.1142/S1363919613400239](https://doi.org/10.1142/S1363919613400239)

López, A. H. (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>.

Luherman, T. (1998). Investment opportunities as real options: Get starting with the numbers. *Harvard Business Review*, 4, 51-67.

Maddala, G. y Miller, E. (1991). *Microeconomía: teoría y aplicaciones*. 1a ed. McGraw-Hill.

Majd, S. y Pindyck, R. S. (1987). Time to build, option value and investment decisions. *Journal of Financial Economics*, 18(1) 7–27. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(87\)90059-6](https://doi.org/10.1016/0304-405X(87)90059-6)

Maples, J., Lusk, J. y Pell, P. (2019). Technology and evolving supply chains in the beef and pork industries. *Food Policy*, 83: 346-354.

Margrabe, W. (1978). The value of an exchange option to exchange one asset for another. *The Journal of Finance*, 33(1), 177–186. <https://doi.org/10.2307/2326358>

Marín Sanchez, F. (2010). Árboles binomiales para la valoración de opciones sobre procesos derivados de la ecuación diferencial estocástica autónoma. *Ingeniería y Ciencia*, 6(12), 145-170.

Markowitz, H. (1991). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. 2a ed. Cambridge, Massachusetts: Blackwell Publishers.

Márquez, D. A. (2015). *Opciones reales en la gerencia de proyectos*. Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Gerencia de Proyectos. <https://core.ac.uk/download/pdf/47252838.pdf>

Martzoukos, S. H. y Zacharias, E. (2013). Real option games with R&D and learning spillovers. *Omega*, 41(2), 236-249.

Martzoukos, S. y 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>

Mascareñas, J. (2015). *Opción Real de Abandonar un Proyecto de Inversión*. Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas, 37. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2316746>

Mason, S. y Merton, R. (1985). *The Role of Contingent Claims Analysis in Corporate Finance*. En Altman y Subrahmanyam (ed.) *Recent Advances in Corporate Finance*. New York: Homewood Irwin.

Maya Ochoa, C. y Pareja Vasseur, J. (2014). Valoración de opciones reales a través de equivalentes de certeza. *Revista Ecos de Economía*, 18(39), 49-72. <http://dx.doi.org/10.17230/ecos.2014.39.3>

McDonald, R. L. y Siegel, D. R. (1985). Investment and the valuation of firms when there is an option to shut down. *International Economic Review*, 28(2) 331–349. <https://doi.org/10.2307/2526587>

McIntyre, D. P. y Chintakananda, A. (2014). Competing in network markets: Can the winner take all? *Business Horizons*, 57(1), 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2013.09.005>.

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>

Milanesi, G. S. (2014a). *Teoría de opciones: modelos específicos y aplicaciones para valorar estrategias, activos reales e instrumentos financieros*. 1a ed. Ediuns. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4234>

Milanesi, G. S. (2014b). Valuación de opciones reales: análisis comparativo entre el modelo binomial y su versión borrosa. *Investigación operativa*, año XXII, N° 35, 78-97.

Milanesi, G. S. (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. S. (2022). Opciones reales secuenciales cuadrinomiales y volatilidad cambiante: incertidumbres tecnológicas. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas, Nueva Época*, 17(1), 1-26.

Milanesi, G. S. (2011). Flexibilidad estratégica, teoría de opciones reales y convergencia con el valor actual neto empleando probabilidades “del mundo real” y coeficientes equivalentes ciertos. *SaberEs*, 3, 47-60.

Milanesi, G. S. y Morales, P. A. (2020). Valuación de un contrato de concesión petrolera: Descuento de flujos de fondos, simulación, opciones reales y volatilidad Cambiante. *Cuadernos de investigación. Serie Administración*, 2, 48-69.

Milanesi, G. y Tohmé, F. (2015). Un modelo consolidado de opciones reales, teoría de juegos y análisis de costos de transacción para el diseño de acuerdos contractuales. *Revista Economía Política de Buenos Aires*, año 9, vol. 14, 59-81. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4259>

Miller, K. y Waller H. (2003). Scenarios, Real Options, and Integrated Risk Management. *Long Range Planning*, 36, 93 - 107.

Miltersen, K. R. y Schwartz, E. S. (2004). R&D Investments with Competitive Interactions. *Review of Finance*, 8, 355-401.

Mitnik, F. (2011). *Políticas y programas de desarrollo de cadenas productivas, clústeres y redes empresariales*. Fondo Multilateral de Inversiones, Banco Interamericano de Desarrollo, Agencia para el Desarrollo Económico de Córdoba.

Molina, C. y 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

Mongrut, S. y Wong, D. (2005). Un examen empírico de las prácticas de presupuesto de capital en el Perú. *Estudios Gerenciales*, 21(95), 95-111.

Moreno Arias, J. M. (2022). Valoración de inversiones mediante Juegos de Opciones Reales. *Odeon*, 20, 51-92. <https://doi.org/10.18601/17941113.n20.03>

Morreale, A., Robba, S., Lo Nigro, G. y Roma, P. (2017). A real options game of alliance timing decisions in biopharmaceutical research and development. *European Journal of Operational Research*, 16(3), 1189-1202.

Mun, J. (2004). *Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investment and Decisions*. 1a. ed. New York, Estados Unidos: John Wiley and Sons.

Murto, P. (2004). Exit in duopoly under uncertainty. *RAND Journal of Economics*, 35(1), 111–127.

Murto, P. y Keppo, J. (2002). A game model of irreversible investment under uncertainty. *International Game Theory Review*, 4(2), 127-140.

Muzzioli, S. y Torricelli, A. (2004). A multiperiod binomial model for pricing options in a vague world. *Journal of Economics and Dynamics Control*, 28, 861-867.

Myers, S. (1977). Determinants of Corporate Borrowing. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 147-176.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304405X77900150>

Myers, S. y Majd, S. (1990). Abandonment Value and Project Life. *Advances in Futures and Options Research*, 4, 1-21.

Nash, J. F. (1951). Non-cooperative games. *Annals of Mathematics*, 54, 286 - 295.

Nguyen Huu, A. (2013). Investment under uncertainty, competition and regulation. *Journal of Dynamics and Games*, 1(4): 579-598. [doi:10.3934/jdg.2014.1.579](https://doi.org/10.3934/jdg.2014.1.579)

Nicholson, W. (2003). *Teoría Microeconómica: Principios básicos y ampliaciones*. 8a ed. Madrid: McGraw-Hill.

Nishihara, M. (2011). *A Real Options Game Involving Multiple Projects*. Proceedings of the international multiconference of engineers and computer scientists. Vol. II.

Onda Misi, S., Giancola, S., Pellerano, L., Calvo, C., Balbuena, O., D'angelo, M., Buschiazzo, M., Di Giano, S., Gatti, N. y Ferber, O. (2015). *Problemáticas de la innovación en la ganadería bovina de la provincia de Chaco: enfoque cualitativo*. Buenos Aires: INTA. 123 p

Paddock, J., Siegel, D. y Smith, J. (1988). Option Valuation of Claims on Physical Assets: The Case of Offshore Petroleum Lease. *Quarterly Journal of Economics*, nº 103, 479-508.

Pagliettini, L. y Gonzalez, M. (2013). *Los costos agrarios y sus aplicaciones. Primera edición ampliada y actualizada*. Editorial Facultad de Agronomía. FA-UBA.

Palau, H. (2006). *Los sistemas de aseguramiento de origen y calidad en las carnes vacunas argentinas*. En H. Palau, H. Ordóñez y S. Senesi (Eds.), Guía para la identificación y trazabilidad animal en las carnes argentinas. Inforcampo.

Paturianne, J. (2019). *Factores sistémicos que afectan la competitividad de los complejos cárnicos*. Tesis de Magíster en Economía Agraria y Administración Rural, Universidad Nacional del Sur.
<http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4566>

Pawlina, G. y Kort, P. (2006). Real options in an asymmetric duopoly: Who benefits from your competitive disadvantage? *Journal of Economics and Management Strategy*, 15(1), 1–35.

Paxson, D. y Melmane, A. (2009). Multi-factor competitive internet strategy evaluations: Search expansion, portal synergies. *Journal of Modeling Management*, 4(3), 249–273.

Paxson, D. y Pinto, H. (2003). *Leader/follower real value functions if the market share follows a birth/death process*. In D. Paxson (Ed.), *Real R&D options* (pp. 208–227). Butterworth-Heinemann.

Pellerano, L., Balbuena, O. y 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/sites/default/files/inta_-_analisis_economico_financiero_de_modelos_de_cria_este_de_chaco.pdf

Peña Ruiz, E. J. (2019). *La generación de escenarios y la toma de decisiones. Cómo influye la Teoría de Juegos y el factor emocional. El caso iraní*. Congreso Análisis de Inteligencia y Prospectiva. Universidad de Granada. <https://www.ugr.es/~gesi/congreso/comunicacion31-10.pdf>

Perez, S. A., Ferro Moreno, S. y Milanesi, G. S. (2022). Valoración de estrategias en la ganadería bovina: aplicación del marco de opciones reales. *Gestionar: revista de empresa y gobierno*, 2(5), 119-133. <https://revistagestionar.com/index.php/rg/article/view/48>

Perez, S. A., Ferro Moreno, S. y Milanesi, G. S. (2022B). Análisis de estrategias en la ganadería bovina: Aplicación del marco de juegos de opciones reales. *Estudios de Administración*, 29(2), 127-143. <https://estudiosdeadministracion.uchile.cl/index.php/EDA/article/view/67905/72373>

Perez, S. A., Milanesi, G. S. y Ferro Moreno, S. (2023). Modelización de articulaciones en el entramado ganadero bovino: aplicación del marco de Teoría de Juegos. *Perspectivas de las Ciencias Económicas y Jurídicas*, 13(1), 87-101. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index./perspectivas/article/view/6972> d

Pesce, G., Pedroni, F., Chávez, E., Moral, M., Rivero, M. A. y Milanesi, G. S. (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>

Pindyck, R. S. y Rubinfeld, D. L. (2009). *Microeconomía*. 7a Ed. Pearson Educación, S.A., Madrid.

Ponssa, E., Machado, C. F., Mangudo, P. A., Arroqui, M. Ottonello, A. y Marcos, C. A. (2009). *Desarrollo de un sistema de la dinámica de rodeo de cría bovina y de los recursos de alimentación para su aplicación a la planificación productiva y económica*. 38° JAIIO - Congreso Argentino de AgroInformática: 48-60.

Ponssa, E., Rodríguez, G. A., Sánchez Abrego, D. y 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.

Ponti, D. (2011). *Canales de comercialización de carne vacuna en el mercado interno*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes_historicos/_archivos//000099=Canales%20de%20comercializacion%20de%20carne%20bovina/00005-Canales%20de%20comercializacion%20de%20carne%20bovina.pdf

Pordomingo, E., Paturllane, E. y Márquez, M. (2019). Control de gestión en sistemas pastoriles de producción de carne bovina en la pampa semiárida. *Revista Perspectivas de las Ciencias Económicas y Jurídicas*, 9(2), 125-144.
<http://dx.doi.org/10.19137/perspectivas-2019-v9n2a07>

Pordomingo, E. (2018). *Decisiones agropecuarias: estrategia y gerenciamiento*. Libro Académico de Interés Regional, Ed. UNLPam.

Quiroga, E. (2017). *La gestión de la competitividad de Argentina en el mercado mundial de carne vacuna. Un análisis de las variables del mercado global y de la cadena de valor local a partir de la experiencia del período 2005-2014*. Trabajo final para optar al título de Doctor en Ciencias de la Administración. Universidad Nacional de La Plata.

Ramírez Ríos, D. G. (2008). *Cooperación en la cadena de suministro de energía eléctrica en Colombia*. Universidad del Norte, Colombia.

Rampello, S. M. (2019). Los sesgos en la toma de decisiones. *Revista Perspectivas de las Ciencias Económicas y Jurídicas*, 9(1), 85-94. <http://dx.doi.org/10.19137/perspectivas-2019-v9n1a06>

Rassiga F. (2011). *Manual de Decisiones de Inversión y Financiamiento de Proyectos*. Fondo Editorial Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Rendleman, R. y Bartter, B. (1979). Two State Option Pricing. *The Journal of Finance*, 34(5), 1093-1110.

Rese, M. y Roemer., E. (2004). Managing commitments and flexibility by real options. *Industrial Marketing Management*, 33(6), 501-512.

Roughgarden, T. (2010). Algorithmic game theory. *Communications of the ACM*, 53(7), 78-86. [doi:10.1145/1785414.1785439](https://doi.org/10.1145/1785414.1785439)

Rubinstein, M. (2000). *On the Relation Between Binomial and Trinomial Option Pricing Model*. Berkeley, Research Program in Finance-292. California: UC Berkeley.

Rychłowska-Musiał, E. (2020). Real options games between two competitors: the case of Price war. *Computational Economics and Econometrics*, 10(1).

Sánchez, C. O. (2006). *La invernada bovina realizada por pequeños y medianas empresas de la provincia de La Pampa. Factores técnicos y económicos a considerar para lograr mayor rentabilidad*. Tesis Maestría en Gestión Empresarial. Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas, Universidad Nacional de La Pampa. http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tespo/e_sanlai957.pdf

Sánchez, C. O. (2015). Mercado argentino de bovinos para carne: caracterización y mejoras en su comercialización. *Escritos Contables y de Administración*, 6(1), 87-114.

Sánchez, C. O. (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>

Sánchez, R. (2020). *La repercusión de los “contratos incompletos” sobre las concesiones de infraestructura de larga duración*. Boletín FAL, 378, CEPAL.

Santangelo, F. y García de la Torre, P. (2004). *Costos de transacción en la cadena de carne vacuna argentina*. Trabajo Presentado en el Cuarto Seminario Hereford.

Santi, A. y Scoponi, L. (2018). Costos de transacción en mercados electrónicos de hacienda: caso Meganar. *Centro de Estudios de Administración*, 2(2), 42-59. <https://revistas.uns.edu.ar/cea/article/view/1347/814>

Schelling, T. (1980). *The Strategy of Conflict*. 2a ed. Cambridge: Harvard University Press.

Schelling, T. (1980). *The strategy of conflict*. Cambridge, M. A.: Harvard University Press.

Schröder, D. (2020). Real options, ambiguity, and dynamic consistency—A technical note. *International Journal of Production Economics*, vol. 229, 107772. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107772>

Scoponi, L. M., Pacheco Dias, M. F. y Piñeiro, V. (2021). Fallas en la consolidación de redes inter organizacionales: Análisis de Experiencias en la cadena de carne vacuna Argentina. *Ciencias Administrativas*, Núm. 17, 1-33 <https://doi.org/10.24215/23143738e072>

SENASA (2022). Estadísticas de animales transportados. <https://public.tableau.com/app/profile/ugiy.senasa/viz/SENASA-Animalestransportadosenlostimos12meses/DTE>

Shackleton, M. B., Tsekrekos, A. E. y Wojakowski, R. (2004). Strategic entry and market leadership in a two-player real options game. *Journal of Banking & Finance*, 28(1), 179–201. [doi:10.1016/s0378-4266\(02\)00403-x](https://doi.org/10.1016/s0378-4266(02)00403-x)

Shapiro, A. C. (1985). Corporate Strategy and the Capital Budgeting Decision. *Midland Corporate Finance Journal*, 3(1), 22–36.

Sigauco, D. y 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>

Simon, H. (1955). A Behavioral Model of Rational Choice. *The Quarterly Journal of Economics*, 69(1), 99–118. <https://doi.org/10.2307/1884852>

Simon, H. (1980). *The behavioral and social sciences*. Nueva York, U.S.A.: Science.

Smets, F. (1993). *Essays on foreign direct investment*. PhD thesis, Yale University,

Smit, H. (1996). The Valuating of Offshore Concessions in the Netherlands. *Financial Management*, 26(2), 5-17.

Smit, H. (2003). Infrastructure investment as a real options game: The case of European airport expansion. *Financial Management*, Winter, 5-35.

Smit, H. y Ankum, L. (1993). A real options and game-theoretic approach to corporate investment strategy under competition. *Financial Management*, 22(3), 241-250. <https://doi.org/10.2307/3665941>

Smit, H. y Trigeorgis, L. (2004). *Strategic Investment: Real Options and Games*. 1a Ed. New Jersey (USA): Princeton University Press.

Smit, H. y Trigeorgis, L. (2006). Real options and games: Competition, alliances and other applications of valuation and strategy. *Review of Financial Economics*, 15: 95-112.

Smith, J y Nau, R. (1995). Valuing Risky Projects: Option Pricing Theory and Decision Analysis. *Management Science*, 5, 795-816. <https://doi.org/10.1287/mnsc.41.5.795>

Soto, A. y Valente, M. R. (2005). Teoría de juegos: vigencia y limitaciones. *Revista de Ciencias Sociales*, 11(3), 497-516. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28011308>

Sotomayor, O., Ramírez, E. y Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/65). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Támara, A. L. y Aristizábal, R. E. (2012). Las opciones reales como metodología alternativa en la evaluación de proyectos de inversión. *Ecos de Economía*, 35, 29-44.

Tapia, G. L. (2010). *Estrategias comerciales de los productores agropecuarios del departamento Catriló (La Pampa) desde los 90 hasta la actualidad*. Trabajo de Tesis Magister en Agroeconomía. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tarjizán, J. y Paredes, R. (2012). *Organización industrial para la estrategia empresarial*. 3a ed. Pearson.

Thijssen, J., Huisman, K. y Kort, P. (2012). Symmetric equilibrium strategies in game theoretic real option models. *Journal of Mathematical Economics*, 48(4), 219-225.

Thijssen, J. (2010). Preemption in a real option game with a first mover advantage and player-specific uncertainty. *Journal of Economic Theory*, 145, 2448–2462.

Tonelli, V. (2001). *Integración de la cadena de carnes. Una necesidad impostergable*. IDIA XXI INTA. Buenos Aires.

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 doctoral, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

Torrado Porto, R. y Sili, M. E. (2020). Toma de decisiones y gestión productiva en el sector agropecuario del Noreste de La Pampa (Argentina). *Revista de Economía e Sociología Rural*, 58(2). <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.198357>

Trigeorgis, L. (1988). A Conceptual Options Framework for Capital Budgeting. *Advances in Futures and Options Research*, (3), 145-167.

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

Trigeorgis, L. (1995). *Real Options in Capital Investment: Models, Strategies and Applications*. 1a ed. London, United Kindgon: Praeger

Trigeorgis, L. y Mason, S. (1987). Valuing Managerial Flexibility. *Midland Corporate Finance*, 5, 14-21.

Vedovoto, G. L. y Prier, D. (2015). Opciones reales: una propuesta para valorar proyectos de I+D en centros públicos de investigación agraria. *Contaduría y Administración*, 60(1), 145-179.

Vidal, J. (2012). Teoría de la decisión: proceso de interacciones u organizaciones como sistemas de decisiones. *Cinta de Moebio*, 44, 136-152.

Vitoriano, B. (2007). *Teoría de la decisión: Decisión con Incertidumbre, Decisión Multicriterio y Teoría de Juegos*. Universidad Complutense Madrid.

Von Neumann, J. y Morgenstern, O. (1944). *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press

Weeds, H. (2002). Strategic delay in a real options model R&D competition. *The Review of Economic Studies*, 69(3), 729-747.

Williams, J. (1993). Equilibrium and options on real assets. *The Review of Financial Studies*, 6(4), 825-850.

Williamson, O. (1985). *The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting*. The Free Press, New York.

Wu, L.C., Li, S. H., Ong, C. S. y Pan, C. (2012) Options in technology investment games: the real world TFT-LCD industry case. *Technol Forecast Soc Change*, 79(7), 1241–1253.

Yin-Ching, J. (2011). Strategic investment in Taiwan chain and Franchise stores: a real options and game-theoretic approach. *Global Journal of Business Research*, 5(4), 25-37.

Zapardiel Quirós, C. (2014). *La teoría de juegos y sus aplicaciones en la economía actual*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Pontificia de Madrid. <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/1184/retrieve>

Zapata-Quimbayo, C. A. (2015). Juegos de opciones reales: un enfoque para valoración para inversiones bajo incertidumbre. *Cuadernos de CIPE*, 32, 1-22.

Zapata-Quimbayo, C. A. (2019). Valoración de opciones reales con múltiples incertidumbres mediante modelos K dimensionales. *ODEON*, 16, 97-121. <https://doi.org/10.18601/17941113.n16.05>

Ziegler, A. C. (2012). *A game theory analysis of options: Corporate finance and financial intermediation in continuous time*. Springer Science & Business Media.