

# Interdependencia estratégica y escenarios en la implementación tecnológica ganadera

## *Strategic interdependence and scenarios in livestock technology implementation*

Santiago Agustín Perez  
Universidad Nacional de La Pampa  
[sperez@agro.unlpam.edu.ar](mailto:sperez@agro.unlpam.edu.ar)  
<https://orcid.org/0000-0002-7679-8819>

Fecha de recepción: 10 de diciembre de 2024

Fecha de aprobación: 5 de marzo de 2025

Fecha de publicación: 26 de marzo de 2025

**Este trabajo analiza la implementación de caravanas electrónicas en el sector ganadero bovino argentino utilizando teoría de juegos y escenarios. Se exploran las decisiones del Senasa sobre la obligatoriedad o voluntariedad de la normativa y las respuestas de los productores: adopción forzada, autónoma o rechazo. El modelo se desarrolla en seis etapas, desde la definición del problema hasta la evaluación de resultados, considerando las implicancias económicas, sociales y territoriales de cada estrategia. Los resultados indican que las caravanas electrónicas mejoran la trazabilidad, facilitan el acceso a mercados internacionales, reducen costos sanitarios y aumentan la competitividad. Sin embargo, los impactos varían según la implementación; la obligatoriedad estandariza el sistema, aunque impone costos iniciales; mientras que la adopción autónoma fomenta la innovación, pero podría generar inequidades. El trabajo subraya la necesidad de políticas que fomenten la cooperación, incentivos para la adopción tecnológica y regulaciones claras que alineen intereses individuales y colectivos.**

**Palabras clave:** *teoría de juegos, prospectiva, innovación, competitividad, entramado ganadero.*

This paper analyses the implementation of electronic caravans in the Argentine cattle sector using game and scenario theory. It explores Senasa's decisions on the mandatory or voluntary nature of the regulations and the responses of producers: forced, autonomous adoption or rejection. The model is developed in six stages, from the definition of the problem to the evaluation of results, considering economic, social and territorial implications of each strategy. The results indicate that electronic caravans improve traceability, facilitate access to international markets, reduce health costs and increase competitiveness. However, the impacts vary depending on the implementation; mandatory standardization standardizes the system but imposes initial costs, while autonomous adoption encourages innovation but could generate inequities. The paper highlights the need for policies that encourage cooperation, incentives for technological adoption and clear regulations that align individual and collective interests.

Keywords: game theory, foresight, innovation, competitiveness, livestock network.

## 1. Introducción

La capacidad para integrar el análisis estratégico de la teoría de juegos con la prospectiva constituye una herramienta importante en la toma de decisiones bajo incertidumbre (Perez, 2021; López Niño, 2022). Esta combinación permite no solo anticipar cambios en entornos complejos, sino también evaluar las estrategias óptimas para diferentes agentes económicos, facilitando decisiones más informadas (Álvarez, 2016; Martelo, Ruiz y Moncada, 2019). La teoría de juegos, con su enfoque en la interdependencia estratégica, proporciona un marco matemático y estratégico para analizar conflictos y cooperaciones entre agentes racionales e inteligentes (Rasmusen, 2006; Vitoriano, 2007). En este contexto, un juego representa cualquier situación en la que el resultado final depende tanto de las decisiones individuales como de las acciones de los demás (Maddala y Miller, 1991; Nicholson, 2008).

Por su parte, la prospectiva se orienta hacia la exploración y construcción de posibles escenarios futuros para guiar la acción en el presente (Godet, 2007). En vez de predecir el futuro, busca identificar tendencias, incertidumbres y variables clave que podrían dar forma a diferentes configuraciones del entorno (Mojica, 2010). Dentro de este marco, la técnica de desarrollo de escenarios se destaca como una herramienta fundamental, al permitir a los agentes visualizar dinámicas futuras y formular estrategias resilientes (Godet, Monti, Meunier y Roubelat, 2000; Barahona, Sanguña, Murillo y Pantoja, 2019).

En el sector agropecuario argentino, la imposición de nuevas normativas, como la implementación del Sistema Nacional de Trazabilidad Electrónica Individual<sup>1</sup> en el ganado por parte del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa), presenta un escenario de interdependencia estratégica ideal para ser analizado mediante los marcos de la teoría de juegos y la prospectiva. Si bien estas regulaciones buscan mejorar la trazabilidad y sanidad animal, los costos asociados y las adaptaciones requeridas generan tensiones entre productores, proveedores tecnológicos y el propio organismo regulador (Antunes, 2023).

Los sistemas de identificación electrónica han revolucionado la gestión ganadera, particularmente la bovina (Cayota, 2004; Aráoz, 2004). Estos sistemas posibilitan un eficiente seguimiento, recopilación de datos y una mejor trazabilidad desde la explotación hasta el consumidor (San Millán, Tabar, Gárriz, Nazabl y Maeztu, 2020). La investigación se ha centrado en el desarrollo de plataformas TIC para el seguimiento remoto del ganado, con la incorporación de dispositivos fijos y móviles para el seguimiento de variables biológicas y ubicación (Huircan, Bustos, Muñoz, Vivallo, Barriga, Donoso y Toneatti, 2009; Arce, Tech, Silva y Costa, 2020). La caravana electrónica facilita identificar animales a partir de un código único y vincular toda la información que se considere llevar de la vida del animal, donde el estado de la tecnología está disponible; no obstante, el grado de adopción en Argentina de estas tecnologías en el entramado ganadero es bajo (Capdeville, 2024). Giménez, Ciancio y Tinghitella (2024) plantean el uso de esta tecnología en conjunto con el pesaje electrónico individual, lo que permitiría beneficios al descartar animales con bajos registros de aumento de peso diario, al igual que una mejor estimación del uso en recursos forrajeros.

El problema radica en la coexistencia de intereses individuales y colectivos: los productores buscan minimizar costos, mientras que el Senasa prioriza el bienestar general

<sup>1</sup> Resolución 71/2024 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ministerio de Economía de Argentina.

del sistema productivo a través de la trazabilidad. En este contexto, surgen las siguientes preguntas esenciales: ¿cómo responden los diferentes actores a esta regulación?, ¿qué estrategias podrían maximizar el beneficio colectivo sin desincentivar la adopción tecnológica?, ¿qué resultados se pueden obtener según las decisiones que toma cada actor de manera individual?

El objetivo de este trabajo es analizar un caso de interdependencia estratégica relacionado con la adopción de caravanas electrónicas en el sector ganadero. A través de un modelo basado en teoría de juegos, se exploran escenarios prospectivos que consideran los costos, incentivos y sanciones involucradas, así como la interacción entre productores ganaderos y el Senasa. Este enfoque permitirá identificar las condiciones necesarias para equilibrar los intereses individuales y colectivos, para lo cual proporciona herramientas para el diseño de políticas públicas más efectivas y sostenibles en el entramado ganadero.

## 2. Teoría de juegos y prospectiva

La integración de la teoría de juegos con la prospectiva estratégica constituye una herramienta importante para analizar escenarios de toma de decisiones en contextos de alta incertidumbre (Perez, 2021). Esta sinergia hace posible anticipar cambios, evaluar interacciones estratégicas y diseñar estrategias más informadas y efectivas (Martelo et al., 2019). Cada uno de estos enfoques aporta perspectivas complementarias: la teoría de juegos modela la interacción estratégica entre agentes, mientras que la prospectiva explora y analiza posibles futuros para facilitar la planificación a largo plazo (Álvarez, 2016).

La teoría de juegos es un marco analítico que examina situaciones de interdependencia estratégica, en las que las decisiones de un agente afectan los resultados de otros y viceversa (Aguado, 2007). Este enfoque se sustenta en modelos matemáticos que facilitan analizar conflictos y colaboraciones entre agentes racionales e inteligentes (Rasmusen, 2006; Vitoriano, 2007). Un juego, entendido como cualquier situación en la que los individuos toman decisiones estratégicas, se caracteriza por la dependencia mutua de las decisiones y los resultados (Nicholson, 2008).

En este marco, el objetivo principal de la teoría de juegos es identificar estrategias óptimas para los jugadores, lo que implica analizar no solo las decisiones individuales, sino también las respuestas estratégicas de los demás agentes (Gintis, 2009). Este enfoque es especialmente útil en problemas de toma de decisiones complejas, donde los intereses individuales y colectivos pueden entrar en conflicto. Por ejemplo, en sectores como el agropecuario, la implementación de normativas tecnológicas o medidas de control pueden generar dilemas estratégicos entre los diferentes actores involucrados (Perez, 2024). Según Dixit y Nalebuff (2010), esta disciplina estudia cómo las estrategias adoptadas por los jugadores impactan el desenlace. Además, destacan la importancia del pensamiento estratégico divergente y la innovación como fundamentales para crear ventajas competitivas en escenarios dinámicos y de alta incertidumbre.

En cuanto a la prospectiva, es una disciplina que busca explorar futuros posibles para apoyar decisiones estratégicas en el presente (Godet, 2007). Este enfoque se centra en la identificación de tendencias, incertidumbres y variables clave que podrían influir en la configuración del futuro (Mojica, 2010). Más allá de la predicción, la prospectiva se orienta

hacia la construcción de escenarios que favorezcan visualizar dinámicas futuras y formular estrategias adaptativas (Álvarez, 2016).

Los escenarios prospectivos son narrativas coherentes y plausibles sobre la forma en la que podrían evolucionar los sistemas bajo diferentes condiciones (Godet et al., 2000). Al facilitar la visualización de riesgos y oportunidades, estas herramientas permiten a los agentes diseñar estrategias flexibles y resilientes frente a la incertidumbre (Barahona et al., 2019). El pensamiento estratégico implica diseñar escenarios futuros, al igual que adaptarse continuamente a los cambios del entorno (Mojica, 2010).

La combinación de estos dos enfoques contribuye a analizar no solo cómo los agentes toman decisiones estratégicas en contextos de interdependencia, sino también cómo dichas decisiones impactan en escenarios futuros (Perez, 2021). En este contexto, la prospectiva hace posible construir escenarios donde se evalúan las consecuencias de diferentes niveles de adopción tecnológica, en tanto que la teoría de juegos ayuda a modelar la interacción estratégica entre productores, proveedores tecnológicos y reguladores (Godet, 2007). Este enfoque integrado facilita la identificación de incentivos, barreras y estrategias colectivas para maximizar la eficiencia general del sistema productivo. La integración de la teoría de juegos y la prospectiva, además de aportar un marco robusto para el análisis estratégico, se posiciona como una herramienta crucial para el diseño de políticas públicas y la gestión estratégica en sectores críticos.

### **3. Metodología**

Para alcanzar los objetivos del estudio, se empleó un enfoque metodológico basado en el método analítico-sintético, complementado con un estudio de caso (Gómez y Ruiz, 2004). Este enfoque permite desglosar el problema en sus componentes esenciales, analizar las relaciones entre ellos y sintetizar una solución aplicable en un contexto regulatorio.

El procedimiento inició con el análisis del problema central: la implementación obligatoria de caravanas electrónicas en el sector ganadero por parte del Senasa y las decisiones que puede tomar cada actor. Se identificaron las variables clave que influyen en esta dinámica, como los costos asociados, la resistencia de los productores, y los beneficios potenciales en trazabilidad y control sanitario.

Sobre esta base teórica, se desarrolló un juego de simulación que representa la interacción estratégica entre el Senasa y los productores ganaderos (Aguado, 2007). Asimismo, se incorporaron seis escenarios prospectivos que exploran las posibles dinámicas futuras según las decisiones de los actores involucrados, como la adopción masiva, la resistencia generalizada o el cumplimiento parcial.

Este enfoque metodológico permite analizar la interdependencia estratégica entre los productores y el organismo regulador, al evaluar cómo las decisiones individuales y colectivas influyen en la efectividad de la política implementada y en los objetivos de trazabilidad y seguridad sanitaria del Senasa. Además, ofrece reflexiones estratégicas para fomentar la cooperación y reducir la resistencia, contribuyendo a la mejora de las políticas públicas en el sector ganadero.

Para justificar la elección de estos marcos como enfoques metodológicos es fundamental comparar su aplicabilidad con otras herramientas de análisis estratégico. La teoría de juegos resulta especialmente adecuada para este estudio, ya que modela la interacción entre los productores ganaderos y el Senasa, considerando sus incentivos y estrategias en la adopción de caravanas electrónicas. Por su parte, la prospectiva facilita la construcción de escenarios futuros, pues evalúa de qué manera distintas decisiones pueden impactar la dinámica del sector a largo plazo.

## 4. Resultados

### 4.1. Descripción del modelo

El modelo propuesto para vincular la teoría de juegos con el análisis de escenarios consta de una serie de pasos diseñados para estructurar y analizar la interdependencia estratégica entre los actores involucrados. A continuación, se detallan los pasos más relevantes del proceso:

- **Definición del alcance y objetivos del modelo**

El primer paso es delimitar el problema de interdependencia a explorar, con el objetivo de establecer claramente lo que se busca lograr con el desarrollo de escenarios. Esto puede incluir la identificación de oportunidades y amenazas, la preparación para futuros inciertos, la formulación de lineamientos estratégicos para el futuro o la mejora de la toma de decisiones estratégicas en contextos complejos.

- **Recopilación de la información**

**Elementos de un juego**

a) jugadores: son los agentes que han de tomar las decisiones, con el supuesto de que buscan siempre obtener los mejores pagos posibles (maximizar su utilidad).

b) Acciones-estrategias: cada una de las posibles alternativas que un jugador puede ejercer en cada momento en el que debe tomar una decisión. Se hace foco en la maximización de su utilidad y deberá tener en cuenta tanto los posibles estados de la naturaleza que se puedan presentar como las posibles acciones que los otros jugadores puedan ejecutar.

c) Información: es el grado de conocimiento del que se dispone siempre sobre los valores de los distintos elementos.

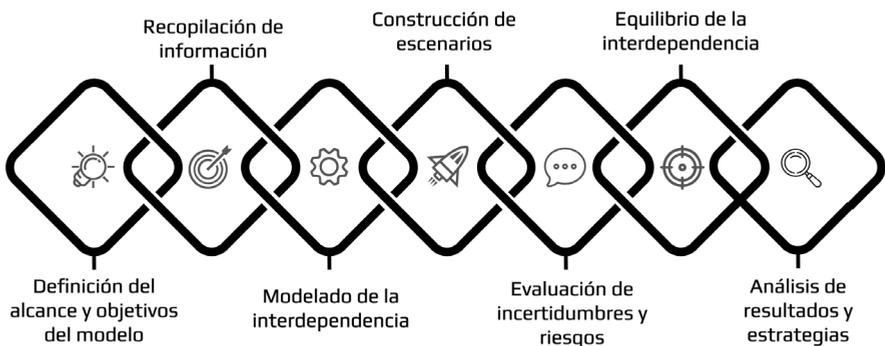
d) Pagos, recompensas y soluciones: representan los resultados de las estrategias por cada uno de los jugadores, reflejados luego en los escenarios.

e) Reglas: condiciones que definen las posibles jugadas.

f) Equilibrio: es el conjunto de estrategias que los jugadores llevan a cabo como solución del juego.

- **Modelado de la interdependencia:** este paso involucra la construcción de una matriz de pagos basada en la información recopilada. La matriz muestra cómo las diferentes estrategias de los jugadores afectan sus pagos y las interacciones entre ellos, lo que permite visualizar las consecuencias de las decisiones tomadas por cada actor.
- **Construcción de escenarios:** a partir de la matriz de pagos y las incertidumbres más críticas, se desarrollan narrativas detalladas para cada escenario posible. Estos escenarios incorporan las estrategias identificadas en la fase anterior y consideran las posibles evoluciones futuras del entorno, basándose en la teoría de juegos.
- **Evaluación de incertidumbres y riesgos:** en este paso, se analiza la forma en la que las incertidumbres impactan los pagos y las decisiones de los jugadores. Las incertidumbres clave, como el comportamiento de los actores externos (por ejemplo, las autoridades regulatorias o la situación económica global), se incorporan en los escenarios para evaluar los posibles resultados bajo diferentes condiciones.
- **Equilibrio de la interdependencia:** en esta fase se busca identificar el equilibrio del juego. Este puede lograrse mediante estrategias dominantes (aquellas que siempre son óptimas para un jugador, sin importar lo que hagan los demás jugadores) o mediante el equilibrio de Nash, donde cada jugador elige su mejor estrategia en función de las estrategias elegidas por los otros jugadores. En un equilibrio de Nash, ninguno de los jugadores tiene incentivos para cambiar su estrategia, lo que implica estabilidad en el sistema.
- **Análisis de resultados y estrategias:** finalmente, los resultados obtenidos a partir del juego de simulación y los escenarios se analizan para identificar las estrategias más efectivas para los jugadores. Se evalúa el impacto de las decisiones individuales y colectivas sobre los resultados generales y se proponen recomendaciones para optimizar las decisiones estratégicas en el contexto estudiado.

Figura 1. Resumen de los pasos del modelo



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Análisis del juego y escenarios

El análisis de los costos y beneficios asociados a la implementación de caravanas electrónicas en el sector ganadero revela una serie de aspectos importantes. En cuanto a los costos asociados, se incluye la implementación de las caravanas electrónicas, que abarca su compra, instalación y la capacitación necesaria para su uso adecuado por parte de los productores. Además, si el Senasa decide hacer obligatoria la normativa, los costos por sanciones o multas por incumplimiento se convierten en una preocupación adicional. A su vez, el Senasa incurre en costos de monitoreo y regulación para asegurar que se cumpla con las nuevas normativas.

En términos de beneficios potenciales, la adopción de estas caravanas podría mejorar significativamente la trazabilidad del ganado, lo que abre la puerta a la mejora en el acceso a mercados premium para los productores. Asimismo, la reducción de problemas sanitarios derivados de un mejor control sanitario podría llevar a un aumento en la productividad ganadera. También se prevé que, a largo plazo, el Senasa podría experimentar ahorros en costos regulatorios y de control sanitario derivados de una mejor supervisión de los procesos productivos.

Por último, las externalidades de esta medida pueden generar efectos tanto positivos como negativos en el sector. Por un lado, una adopción voluntaria podría generar desigualdades entre los productores que deciden adoptar las caravanas y los que no, a raíz de las diferencias en sus capacidades económicas o en el acceso a la tecnología. Por otro lado, si la implementación es forzada, se podría lograr una estandarización del sistema, pero también podrían surgir resistencias entre los actores del sector.

Con base en estos aspectos, se construye la matriz de pago (Tabla 1), considerando las dos estrategias que puede tomar el Senasa (obligatoriedad de la implementación o hacerlo de forma opcional) y el productor ganadero (decidir mediante la implementación de manera forzosa, de manera autónoma o no adoptar).

**Tabla 1. Matriz de pagos**

		Senasa	
		Obligatorio	Opcional
Productor ganadero	Adopta forzosamente	E1 (-10; 30)	E2 (-5;10)
	Adopta de manera autónoma	E3 (15; 10)	E4 (10; 20)
	No adopta	E5 (-20; -10)	E6 (-5; -5)

**Fuente: Elaboración propia.**

El equilibrio de Nash ocurre cuando el productor decide incorporar las caravanas electrónicas de forma autónoma y el Senasa opta por una regulación opcional. Para identificar este equilibrio, buscamos una situación en la que ningún jugador tenga incentivos para modificar su estrategia. En nuestra matriz, el equilibrio de Nash se alcanza cuando el Senasa implementa la regulación de manera opcional y el productor ganadero adopta la tecnología voluntariamente.

Se desarrollan seis escenarios para cada una de las interacciones entre los agentes y sus debidas decisiones a tomar:

- **Escenario 1** (Senasa obligatorio/productor adopta forzosamente): el Senasa implementa una normativa obligatoria que exige que todos los productores ganaderos incorporen el uso de caravanas en sus animales para el registro sanitario. El productor, aunque inicialmente reacio a este nuevo costo, se ve obligado a adoptarlo por la legislación vigente. Esto genera un costo para el productor, quien debe afrontar la inversión en tecnología, tiempo y recursos para cumplir con los requisitos, lo que le genera una pérdida de -10 en su rentabilidad. Sin embargo, el Senasa se beneficia con la implementación obligatoria, dado que tiene un control más eficaz sobre el ganado y la trazabilidad, lo que mejora la seguridad alimentaria y la confianza del mercado, y resulta en un beneficio de +30 para el organismo regulador. La estandarización de la normativa puede mejorar la reputación del sector ganadero argentino en mercados internacionales. Sin embargo, podría generar tensiones sociales si los pequeños productores no logran asumir los costos, lo cual aumentaría la desigualdad en el acceso a tecnologías y fomentaría migraciones rurales. El sistema logra una mayor trazabilidad y un control sanitario más efectivo, lo que beneficia a largo plazo tanto a productores como al Senasa, al reducir riesgos de brotes epidemiológicos y mejorar la exportación. No obstante, el cumplimiento forzoso podría limitar la autonomía de los productores y generar tensiones con el regulador.
- **Escenario 2** (Senasa opcional/productor adopta forzosamente): aunque el Senasa establece que la incorporación de caravanas es opcional, el productor decide adoptarlas forzosamente debido a sus propios intereses comerciales, como mejorar la trazabilidad y el acceso a mercados más exigentes en términos de calidad sanitaria. La decisión no es impulsada por la normativa, pero el productor enfrenta costos de implementación, capacitación y ajuste de sus operaciones, lo cual le genera una pérdida de -5. El Senasa, al ver que el productor adopta la medida de forma voluntaria, recibe un beneficio de +10, ya que logra mejorar su base de datos y la calidad del control sanitario sin necesidad de imponer una normativa obligatoria. El incumplimiento fragmenta el sistema de trazabilidad y debilita la confianza en el sector. Esto podría generar tensiones entre los actores que cumplen y los que no, y afectar la cohesión del sector agropecuario. En casos extremos, podría derivar en sanciones internacionales que repercutan en la exportación de productos cárnicos bovinos. La falta de adopción limita las posibles mejoras del sistema en términos de trazabilidad y control sanitario, lo que deja al territorio vulnerable a problemas epidemiológicos. Además, el incumplimiento crea un entorno de desigualdad y falta de competitividad entre productores.
- **Escenario 3** (Senasa obligatorio/productor adopta autónomamente): en este caso, el productor decide adoptar de forma autónoma la medida de las caravanas electrónicas incluso antes de que el Senasa implemente una normativa obligatoria. Esto refleja una estrategia proactiva del productor para anticiparse a posibles exigencias regulatorias y aprovechar beneficios adicionales como el acceso a mercados internacionales o mayor eficiencia

en la gestión de su ganado bovino. El productor obtiene un beneficio de +15 por esta decisión autónoma. El Senasa también se ve beneficiado porque el sector se ha adaptado de manera anticipada, lo que mejora el control sanitario y la trazabilidad en la cadena de producción. Por lo tanto, recibe un beneficio de +10 al lograr sus objetivos de regulación. La adopción autónoma crea disparidades entre productores, lo cual genera ventajas competitivas para aquellos que implementan la tecnología. Esto podría marginar a los pequeños productores y aumentar las brechas socioeconómicas en el sector. Sin embargo, la adopción gradual y voluntaria podría funcionar como un modelo piloto mediante el cual se identifican fallas antes de una implementación masiva. Los productores que adoptan autónomamente pueden acceder a mercados premium y mejorar su productividad, al optimizar el manejo sanitario. No obstante, el sistema general carece de uniformidad, lo que limita los beneficios para el sector en su conjunto.

- **Escenario 4** (Senasa opcional/productor adopta autónomamente): el Senasa deja la adopción de las caravanas electrónicas como una medida opcional para los productores. En este contexto, el productor, al reconocer las ventajas de implementar esta tecnología para la mejora de la trazabilidad y la competitividad de su producción, decide adoptarlas de manera voluntaria. El productor recibe un beneficio de +10 al mejorar su eficiencia operativa y la calidad de su producto. El Senasa también obtiene beneficios considerables (+20), puesto que logra fortalecer la base de datos sanitaria y mejorar el monitoreo del sector sin necesidad de imponer normativas obligatorias, lo que reduce los costos regulatorios y administrativos. Además, este escenario fomenta un ambiente de innovación y confianza en el sector, dado que los productores que adoptan la tecnología se convierten en líderes y promotores de buenas prácticas, e incentivan a otros a seguir su ejemplo. Esta situación impulsa mejoras significativas en la calidad de la producción y en la competitividad del agro argentino en mercados internacionales. La adopción voluntaria demuestra que los incentivos basados en beneficios concretos pueden ser más efectivos que las regulaciones obligatorias para generar cambios positivos y sostenibles. Este enfoque también refuerza el compromiso sectorial con la mejora continua, lo que reduce los riesgos sanitarios, mejora la gestión y fortalece la reputación del país como proveedor confiable en el comercio agroalimentario global.
- **Escenario 5** (Senasa obligatorio/productor no adopta): el Senasa impone la obligación de incorporar las caravanas a los productores ganaderos, pero algunos productores deciden no adoptarlas. Esto puede ocurrir debido a la falta de recursos para implementar el sistema o a la resistencia a los cambios y moverse en el ámbito de la informalidad. El productor incurre en una fuerte penalización de -20, que refleja tanto la multa por no cumplir con la regulación como el costo asociado a las posibles sanciones económicas y quedar fuera del mercado formal. El Senasa, al no conseguir la adopción generalizada de la medida, enfrenta una pérdida de -10, ya que no se logra un control sanitario



## 5. Conclusiones

El análisis de las interacciones estratégicas entre el Senasa y los productores ganaderos en relación con la implementación de caravanas electrónicas de identificación, de manera forzosa o voluntaria, demuestra la complejidad de la toma de decisiones en el sector agropecuario. A través del modelo de juego de simulación, se puede observar de qué forma las decisiones de los agentes impactan directamente en los resultados de ambos, lo cual revela la interdependencia estratégica que caracteriza a este entorno.

Una de las conclusiones más importantes es que la obligación de adoptar las caravanas impuesta por el Senasa puede generar costos inmediatos para los productores, pero también ofrece beneficios a largo plazo, como el acceso a mercados internacionales y la mejora de la trazabilidad y gestión en la producción. No obstante, la opción de implementación autónoma por parte de los productores refleja una tendencia a evitar el costo inicial, aunque esto podría generar una mayor incertidumbre en el mercado y en la calidad de los productos, lo que afectaría tanto a los productores como a la reputación del sector. Este comportamiento pone de manifiesto el dilema entre la autonomía y la cooperación forzada, al igual que el impacto que las decisiones individuales pueden tener en el bienestar colectivo de los actores del sector agropecuario.

Desde la perspectiva de la teoría de juegos, se observa que las estrategias de los jugadores dependen de las decisiones del otro. La adopción obligatoria puede ser vista como un equilibrio de Nash en ciertos contextos, donde ninguno de los jugadores puede mejorar su situación individual cambiando unilateralmente su estrategia, pero donde se minimizan los riesgos colectivos asociados a la implementación tardía o incompleta de las caravanas. Sin embargo, este equilibrio es inestable si el productor tiene la posibilidad de elegir la opción autónoma, lo que puede generar una falta de coordinación y aumentar el riesgo de no cumplir con los estándares exigidos por el mercado.

El análisis de este juego subraya la importancia de la regulación pública para alcanzar un equilibrio socialmente deseable. Es necesario que el Senasa diseñe políticas que no solo impongan sanciones a quienes no adopten las medidas de manera adecuada, sino que también promuevan incentivos para la adopción voluntaria de estas prácticas de manera que se alinee el interés individual con el bienestar colectivo. La coordinación entre los actores del sector puede mejorar la trazabilidad de la producción ganadera, lo que resultaría en beneficios a largo plazo para la competitividad del sector a nivel global.

Como propuestas específicas para la implementación de la tecnología en el sector ganadero se sugiere una implementación progresiva de las caravanas electrónicas con normativas flexibles y colaboración público-privada, junto con incentivos como subsidios, financiamiento y beneficios fiscales para reducir costos. Además, es decisivo ofrecer capacitaciones, desarrollar plataformas digitales accesibles e integrar la tecnología con sistemas ya utilizados en el sector. Los organismos reguladores deberían simplificar trámites, establecer mecanismos de monitoreo y fomentar la cooperación internacional para adaptar buenas prácticas. Estas medidas facilitarían una transición eficiente y equitativa hacia un sistema de trazabilidad mejorado.

En conclusión, el estudio de las decisiones estratégicas entre el Senasa y los productores ganaderos demuestra cómo un enfoque colaborativo y la implementación de

políticas públicas adecuadas pueden mitigar los efectos negativos de la toma de decisiones individuales. La gestión de las caravanas de identificación, tanto de manera forzosa como autónoma, debe considerar las interacciones entre los actores involucrados, con el objetivo de alcanzar un equilibrio que maximice los beneficios económicos y sociales para todos los jugadores del sector y que permita evaluar los diferentes escenarios según los resultados de las interacciones estratégicas.

## bibliografía

- Aguado, J. C.**  
2007 *Teoría de la decisión y de los juegos*. Delta Publicaciones.
- Álvarez, F.**  
2016 Planeación prospectiva: escenarios y clústeres normativos. *Realidad y Reflexión*, 16(44), 119-137.
- Antunes, D. B.**  
2023 *Empleo de caravanas electrónicas como herramienta práctica estratégica en un manejo ganadero*. Universidad Nacional del Sur.
- Aráoz, L. F.**  
2004 *Trazabilidad de la carne bovina en la Argentina*. Proyecto FAO - Países del Mercosur ampliado, "Apoyo a la Integración del Sector Agropecuario del Cono Sur para Contribuir a las Políticas de Seguridad Alimentaria" (TCP/RLA/2910). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
- Arce, A., Tech, A., Silva, A. y Costa, E.**  
2020 Monitorización de rebaños de bovinos a través de redes de sensores inalámbricos. *Archivos de Zootecnia*, 58(222), 253-263.
- Barahona, A., Sanguña, C., Murillo, A. y Pantoja, L.**  
2019 Modelos prospectivos: análisis teóricos, revisión de literatura de estudios desarrollados por Godet y Mojica. *Tambara*, 8(47), 655-669.
- Capdeville, B.**  
2024 Tecnologías de la comunicación y la información, digitalización y trabajo en la ganadería bovina argentina del siglo XXI. *ReLaER*, 9(17), 1-29.
- Cayota, S.**  
2004 *Perfeccionamiento de la trazabilidad y la identificación individual del ganado bovino en Uruguay*. Proyecto de Cooperación Técnica (FAO/TCP/2910). Apoyo a la integración agropecuaria en el Mercosur ampliado.
- Dixit, K. y Nalebuff, B.**  
2010 *The Art of Strategy: A Game Theorist's Guide to Success in Business and Life*. W. W. Norton & Company. ISBN: 978-0393337174.
- Giménez, V., Ciancio, N. y Tinghitella, G.**  
2024 *Ficha de Tecnología #3: sistemas de identificación y pesaje individualizado electrónico*. CREA. <https://media.contenidoscrea.org.ar/adjuntos/334/documentos/000/006/0000006657.pdf>
- Gintis, H.**  
2009 *Game Theory Evolving* (2.a ed.). Princeton University Press.
- Godet, M.**  
2007 *Prospectiva Estratégica: problemas y métodos* (2.a ed.). Lipsor, Prospektiker.
- Godet, M., Monti, R., Meunier, F. y Roubelat, F.**  
2000 *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. Lipsor, Prospektiker.
- Gómez, G. y Ruiz, J.**  
2004 Teoría de juegos: aportaciones al proceso de investigación y consultoría de empresas agropecuarias. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 8(15), 352-368.

## bibliografía

- Huircan J., Bustos, J., Muñoz, C., Vivallo, G., Barriga, V., Donoso, G. y Toneatti, M.**  
2009 *TICs y ganadería: manejo electrónico de*  
3 y 4 de *ganado*. Workshop Internacional EIG 2009.  
diciem- Universidad de La Frontera.  
bre
- López Niño, D.**  
2022 Los acuerdos de paz en perspectiva:  
una mirada mediante técnicas analíticas  
estructuradas. *Revista de las Fuerzas*  
*Armadas*, 260, 115-126.
- Maddala, G. y Miller, E.**  
1991 *Microeconomía: teoría y aplicaciones* (1.a ed.).  
McGraw-Hill.
- Martelo, R., Ruiz, A. y Moncada, J.**  
2019 Implementación de la técnica teoría de juegos  
para definir situaciones de colaboración o  
competencia entre los jugadores a partir de  
estrategias. *Ciencia e Ingeniería*, 6(2), 20-30.
- Mojica, F.**  
2010 *Introducción a la perspectiva estratégica para*  
*la competitividad empresarial*. Centro de  
Pensamiento Estratégico y Prospectiva.
- Nicholson, W.**  
2008 *Teoría microeconómica, principios básicos y*  
*aplicaciones* (9.a ed.). Cengage Learning.
- Perez, S. A.**  
2021 Incertidumbre, COVID-19 y teoría de juegos.  
*Revista Americana de Empreendedorismo e*  
*Inovação*, 3(2), 7-30.
- Perez, S. A.**  
2024 Interdependencia estratégica y escenarios:  
aplicación agrícola ante la amenaza de la  
chicharrita. *Revista Negocios Agroalimentarios*,  
9(2), 11-18.
- Rasmusen, E.**  
2006 *Games and Information*. Blackwell.
- San Millán, M., Tabar, F., Gárriz, I., Nazabl, M. y Maeztu, F.**  
2020 Modernización de la gestión y mejora de la  
trazabilidad ovina. *Navarra Agraria*, 238, 41-43.
- Vitoriano, B.**  
2007 *Teoría de la decisión: decisión con*  
*incertidumbre, decisión multicriterio y teoría*  
*de juegos*. Universidad Complutense Madrid.