



# POSGRADOS

---

## MAESTRÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

RPC-SO-20-NO.313-2022

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL

TEMA:

ANÁLISIS DE LA ASOCIATIVIDAD DE  
APIARIOS: SU INTERACCIÓN CON LA  
TEORÍA DE JUEGOS COOPERATIVOS EN  
LA INDUSTRIA APÍCOLA.

AUTORA:

KATERINE ELIZABETH OROZCO JARA

DIRECTOR:

FAUSTO LIBNI CAÑIZARES ZUÑIGA

CUENCA – ECUADOR  
2026

**Autora:****Katerine Elizabeth Orozco Jara**

Ingeniera Química.

Candidata a Magíster en Gestión de  
Proyectos por la Universidad Politécnica  
Salesiana – Sede Cuenca.

ktrnorozco@gmail.com

**Dirigido por:****Fausto Libni Cañizares Zuñiga**

Ingeniero en Administración de Empresas.

Magister en Administración y Marketing.

fcanizares@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

2026© Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

KATERINE ELIZABETH OROZCO JARA.

Análisis de la asociatividad de apiarios: su interacción con la teoría de juegos cooperativos en la industria apícola.

## ***DEDICATORIA***

Este proceso de aprendizaje deseo dedicarle en primera instancia a Dios por cada día permitirme levantarme, a mis padres por la vida, los valores que han sembrado en mí y darme el impulso para seguir adelante y seguir mejorando día a día, a mi abuelita x ser mi ángel guardián y una dedicatoria especial a mi primo Diego por siempre creer en mí y apoyarme en momentos importantes y ser un pilar importante para ejercer este proceso de maestría.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a la Ing. Gaby por estar pendiente de cada uno de nosotros en este proceso de estudio, a mi tutor Ing. Faustito por el apoyo en cada etapa del trabajo de culminación, y finalmente a mis compañeros Carlitos y Edwin por colaborarme y apoyarme para poder culminar juntos este proceso de aprendizaje.

## **Análisis de la Asociatividad de Apiarios: Su Interacción con la Teoría de Juegos Cooperativos en la Industria Apícola.**

La implementación y el impulso constante de crear y mejorar las estrategias asociativas para el sector apiario son factores claves en los cuales la sociedad apícola podría enfrentar de mejor manera los desafíos económicos, ambientales y de competitividad que enfrentan las pequeñas y medianas empresas frente a las grandes apícolas. Esta investigación permite estudiar, analizar y proponer un modelo con las diferentes dinámicas de asociatividad o las posibles coaliciones entre varios centros apícolas por medio de la teoría de juegos cooperativos, la cual permite generar beneficios colectivos mediante uniones estratégicas.

Al realizar un estudio profundo de la teoría de juegos cooperativos se tiene como objetivo mejorar la productividad de los apiarios, mediante el uso de herramientas matemáticas como la fórmula de Shapley, y un análisis descriptivo al sector apiario, que permita a los productores del sector tener la competitividad en el proceso logístico, productivo, económico y ambiental donde se pueda evaluar los incentivos y beneficios que estas coaliciones pueden tener.

Una de las razones importantes por las que estas asociatividades son relevantes es debido a que los apiarios se ven afectados drásticamente por factores que influyen en la productividad de estos, los apicultores se ven en la necesidad de implementar prácticas de manejo para que las abejas no agoten completamente su hábitat y su fuente de alimento.

Este artículo propone un modelo investigativo y analítico que pueda reunir las mejores y más eficientes estrategias para las asociaciones apícolas y de esta manera fortalecer la sostenibilidad de la industria apícola.

### **Abstract**

The implementation and constant promotion of creating and improving associative strategies for the beekeeping sector are key factors that could enable the beekeeping community to better face the economic, environmental, and competitiveness challenges that small and medium-sized enterprises face in relation to large beekeeping companies. This research allows us to study, analyze, and propose a model with different associative dynamics or possible coalitions between various beekeeping centers using cooperative game theory, which allows for the generation of collective benefits through strategic alliances.

By conducting an in-depth study of game theory, the objective is to improve the productivity of apiaries, in which the use of mathematical tools such as the Shapley formula, targeted surveys, and a descriptive analysis of the beekeeping sector will allow producers in the beekeeping sector to be competitive in the logistical, economic, and environmental processes and enable the evaluation of the incentives and benefits that these coalitions may have. One of the important reasons why these coalitions are relevant is because apiaries are drastically affected by climate change, and as a result,

beekeepers need to implement management practices so that bees do not completely deplete their habitat and food source.

This article proposes a research and analytical model that can bring together the best and most efficient strategies for beekeeping associations and thus strengthen the sustainability of the beekeeping industry.

**Palabras Claves:** asociatividad, apiarios, interacción, juegos cooperativos, industria apícola  
**Keywords:** Associativity, apiaries, interaction, cooperative games, beekeeping industry.

# **Análisis de la Asociatividad de Apiarios: Su Interacción con la Teoría de Juegos Cooperativos en la Industria Apícola.**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de investigación pretende identificar las principales estrategias de coalición mediante la teoría de juegos aplicada a la asociatividad de los apiarios y como esta puede generar grandes beneficios para el sector apícola y la productividad de los mismos, en el cual mediante el estudio de las principales variables que intervienen en el sistema logístico, productivo, económico y ambiental de los apiarios se establecerán técnicas metodológicas mediante el uso de ecuaciones matemáticas, como la teoría de Shapley que busca dividir equitativamente costos y beneficios entre los apicultores para lograr beneficios conjuntos. Las abejas han sido reconocidas desde tiempos ancestrales como uno de los insectos más importantes para la tierra por lo tanto la apicultura también ha sido considerada como una de las técnicas relevantes en el mantenimiento de la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas (Klein et al., 2007).

Por medio de varias investigaciones se ha podido analizar una considerable reducción de las poblaciones de polinizadoras a nivel global, las cuales emergen por varios factores como la deforestación el uso indiscriminado de agroquímicos, la urbanización y, en particular, el cambio climático (IPBES, 2016).

La apicultura es la técnica utilizada con el objetivo de obtener productos provenientes de las abejas como: miel, polen, propóleo entre otros, la conservación de la polinización representa un valor importante en la biodiversidad en el cultivo de especies. La apicultura tiene un impacto enorme en la sostenibilidad de los ecosistemas: la actividad polinizadora de las abejas tiene efectos positivos muy importantes en la sostenibilidad ambiental y productividad de muchos cultivos agrícolas; y, por ende, en la soberanía alimentaria de los pueblos. La apicultura, de hecho, aporta a la diversificación productiva de las parcelas y fincas agrícolas y es un termómetro natural de la salud de nuestros cultivos. Donde hay abeja, hay vida. Ferenczi, A. F., Szűcs, I., & Bauerné Gáthy, A. (2023).

La sociedad apícola enfrenta diferentes retos para tener una productividad óptima, factores como; el cambio climático, el acceso a insumos, la competencia en el mercado de manera desigual, la ausencia de capacitaciones a los apicultores sobre el cuidado de las abejas y sus apiarios para mejorar la producción hace que las organizaciones apícolas operen en un entorno que presenta múltiples limitaciones estructurales y productivas, entre las que destacan la dificultad de acceso a insumos especializados, la escasa tecnificación y la desigualdad en los canales de comercialización, inciden directamente en la sostenibilidad económica de los apicultores reduciendo la eficiencia y la productividad del sector, especialmente en pequeños y medianos productores.

Frente a estos escenarios la aplicación de la Teoría de Juegos Cooperativos al ser un método para analizar como diferentes agentes pueden coalicionarse para obtener objetivos comunes y beneficios equitativos para el sector apícola, ofrece un enfoque innovador al aportar estrategias viables para una organización más eficiente y sostenible del sector, el desarrollo

de un modelo analítico que combina evidencia empírica de asociaciones apícolas con conceptos de la teoría de juegos cooperativos se fundamenta en la literatura que analiza los beneficios de la cooperación en sistemas productivos agrícolas.

Según Shapley (1953), la teoría de juegos cooperativos permite evaluar cómo los actores que colaboran pueden distribuir equitativamente los beneficios generados de manera conjunta, aportando una base matemática rigurosa para el análisis de alianzas productivas. En este sentido, Ostrom (1990) demuestra que la acción colectiva y la cooperación organizada fortalecen la gestión eficiente de recursos compartidos, especialmente en contextos rurales y comunitarios. Asimismo, estudios aplicados al sector agropecuario, como los de Bogetoft y Olesen (2004), evidencian que los modelos cooperativos incrementan la eficiencia económica, reducen costos de transacción y mejoran el acceso a mercados.

Por tanto, la integración de datos empíricos provenientes de asociaciones apícolas con herramientas analíticas de la teoría de juegos cooperativos constituye un enfoque científicamente válido para comprender y optimizar los procesos de asociatividad, competitividad y sostenibilidad del sector apícola, para analizar cómo los apicultores pueden organizarse estratégicamente para maximizar beneficios colectivos. La teoría de juegos mediante el uso de la fórmula de Shapley estudia las decisiones de agentes racionales que optan por cooperar, compartiendo recursos y resultados bajo acuerdos mutuamente beneficiosos (Osborne & Rubinstein, 1994).

Este artículo propone un modelo analítico que combina evidencia empírica de asociaciones apícolas con conceptos claves de la teoría de juegos cooperativos,

## **2. METODOLOGÍA**

Para desarrollar la siguiente investigación se utilizará el método analítico-sintético, se irá descomponiendo la información con las variables más importantes como: el número de colmenas existentes, las condiciones climáticas a las que éstas se enfrentan, la producción de miel y el porcentaje de producción que generan con la elaboración de miel. Mediante el análisis estas variables que mayormente incidan en la eficiencia colectiva de los apiarios se podrá aplicar la fórmula de Shapley para conocer el impacto que puede generar la asociatividad en una eficiente sostenibilidad de los apiarios.

La asociatividad apícola constituye un factor importante para la sostenibilidad económica, productiva y social de los apiarios, imprescindible repartir los beneficios, mediante la teoría de juegos se genera sinergias productivas y equitativas para que los apicultores puedan formar coaliciones y maximizar los beneficios comunes.

Para la aplicación de la fórmula de Shapley se tomará en cuenta cuatro factores como son eficiencia, simetría, nulidad y aditividad, cada uno desglosados de la siguiente manera: la eficiencia se medirá mediante el valor total de ganancias entre los apicultores donde el valor total se distribuye completamente; la simetría, los apicultores con la misma cantidad de aportes recibirán la misma remuneración; la nulidad donde los socios de los apiarios que no contribuyan al beneficio colectivo no obtendrán ganancias, y finalmente la aditividad será el resultado de juegos cooperativistas distintos que pueden sumar al beneficio colectivo.

La aplicación de estos cuatro axiomas brinda un valor cuantitativo a la asociatividad en la industria apícola, permite asignar un valor cuantitativo objetivo a la asociatividad en la industria apícola, al estimar de manera precisa el aporte marginal de cada apicultor dentro del apiario cooperativo. Este enfoque garantiza una distribución equitativa de los beneficios, sustentada en evidencia numérica verificable, reduciendo la subjetividad en los procesos de reparto y fortaleciendo la transparencia organizacional. Adicionalmente, la incorporación de variables empíricas relacionadas con la productividad apícola posibilita evaluar los impactos del cambio climático sobre los apiarios, tales como variaciones en la floración, estrés térmico y disminución de la disponibilidad de recursos nectaríferos, factores ampliamente documentados en la literatura científica (Le Conte & Navajas, 2008; Goulson et al., 2015).

En consecuencia, el uso de los axiomas de Shapley no solo permite evidenciar las pérdidas productivas atribuibles a factores climáticos, sino que también proporciona una herramienta analítica robusta para la toma de decisiones colectivas orientadas a la sostenibilidad y resiliencia del sector apícola.

### **3. DESARROLLO**

#### **3.1 Etapas para la aplicación del modelo de Shapley.**

##### **3.1.1 Objeto de Estudio: Enfoque Apícola**

Para garantizar un óptimo uso de la fórmula de Shapley se tiene que identificar el objeto de estudio, que en este caso consiste en analizar cómo beneficia la asociatividad de los apiarios en el Ecuador a través de la interacción con la teoría de juegos cooperativos en la industria apícola, para esto se realizó un análisis del número de apiarios registrados, la cantidad de miel que producen los mismos y las posibles ganancias que éstos tengan al aplicar la teoría de juegos cooperativos.

##### **3.1.2 Componentes principales para la teoría de Shapley:**

Como se había mencionado anteriormente la variación de los cambios climáticos representa una considerable disminución en las polinizadoras por lo que estos cambios generan que la producción de miel disminuya, se tomará en cuenta la productividad de miel kg/ colmena, también el número o la cantidad de apicultores que ya se encuentran en asociaciones o actúan independientemente y así evaluar como la cooperación de la teoría de juegos mejoraría la productividad de los apiarios.

##### **3.1.3 Tamaño de la muestra y muestreo**

###### **3.1.3.1 Recopilación de datos.**

Para el estudio de esta investigación se tomaron en cuenta datos recabados de fuentes como Agrocalidad, y el ministerio de agricultura, ganadería y pesca (MAGAP), en el cual en el año 2014 se cuenta con un registro catastrado de 902 apiarios y con un total de 12.188 colmenas, y en los últimos registros del 2021, presentes 2034 apicultores. Se aplica la metodología

sinéctica para tener una visión detallada de la influencia que tiene cada componente en la productividad del sistema apícola y una vez identificados los componentes se integra parcialmente los resultados obtenidos para generar o proponer estrategias de mejoras continuas y de esta manera fortalecer las redes de comercialización colectiva.

**Tabla 1.1:** Variable 1 (Número total de apiarios registrados en el Ecuador).

<b>REGISTRO DE APIARIOS</b>			
<b>Fuente</b>	<b>Año</b>	<b>Métrica</b>	<b>Valor</b>
AGROCALIDAD - Primer Catastro Nacional Apícolas	2014	Explotaciones apícolas (apiarios)	902

**Fuente:** Agrocalidad 2014.

**Tabla 2.1:** Desagregación de los apiarios registrados por provincia.

<b>Provincia</b>	<b>N.º de explotaciones apícolas (apiarios)</b>
Azuay	57
Bolívar	25
Cañar	38
Carchi	40
Chimborazo	55
Cotopaxi	21
El Oro	18
Esmeraldas	6
Guayas	13
Imbabura	74
Loja	183
Los Ríos	23
Manabí	124
Morona Santiago	5
Napo	7
Orellana	2
Pastaza	14
Pichincha	108
Santa Elena	24

Sucumbíos	5
Tungurahua	19
Zamora Chinchiipe	31
<b>TOTAL</b>	<b>902</b>

**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.2023

Esta información ha sido recabada de la base de datos de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (Agrocalidad) de la base de Datos de AGROCALIDAD, en cuanto a la cantidad de apiaros registrados.

**Tabla 3.1:** Apicultores registrados en el Ecuador.

<b>APICULTORES REGISTRADOS</b>			
<b>Año</b>	<b>Provincia</b>	<b>Fuente</b>	<b># apicultores</b>
2018	Nacional	Registro apícola (MAG)	1760
2022	Manabí	Organización apícola	41
2023	Manabí (Jipijapa, Rocafuerte, San Vicente, Portoviejo)	Emprendimientos apícolas (registro local)	143
			<b>1944</b>

**Fuente:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.2023.

Estos datos provienen del Ministerio de Agricultura y Ganadería tomando en cuenta que únicamente la provincia de Manabí presenta un registro de 41 apicultores pertenecientes a un gremio o asociación.

**Tabla 4.1:** Registro del número de colmenas en el Ecuador.

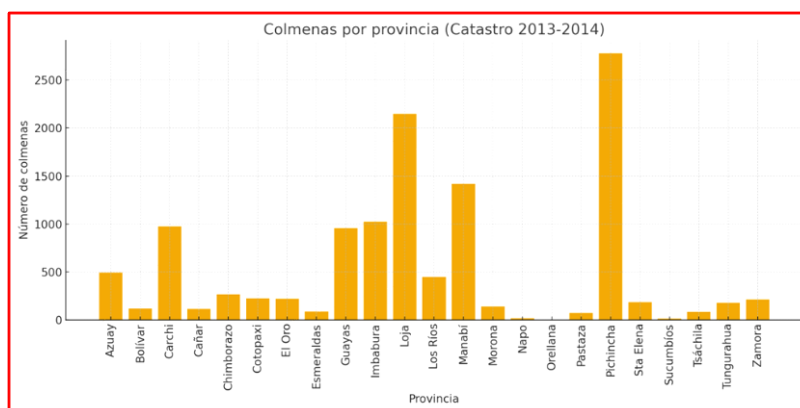
<b>Provincia</b>	<b>Colmenas 2013-2014</b>
Azuay	494
Bolívar	119
Carchi	974
Cañar	115
Chimborazo	267
Cotopaxi	224
El Oro	220
Esmeraldas	87
Guayas	957
Imbabura	1025
Loja	2146
Los Ríos	449
Manabí	1418
Morona	141
Napo	18

Orellana	2
Pastaza	74
Pichincha	2778
Sta Elena	184
Sucumbíos	16
Tsáchila	86
Tungurahua	180
Zamora	214
	<b>12188</b>

**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Fusión de datos Agrocalidad.

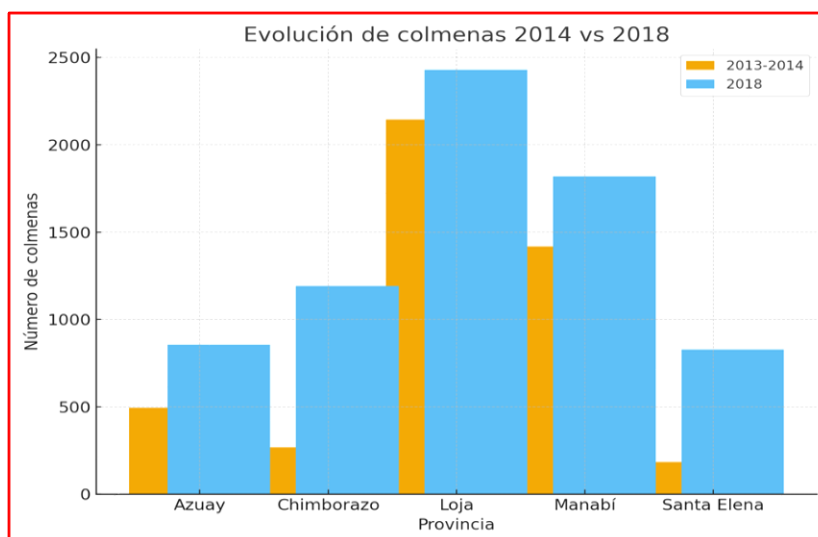
**Gráfico 1:** Aporte de las colmenas por provincia (2013-2014)



**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Elaboración propia con base en los datos del *Catastro Apícola Nacional 2013-2014*. (MAGAP)

**Gráfico 2:** Evolución de colmenas 2014 vs 2018



**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Elaboración propia con base en los datos del *Catastro Apícola Nacional 2014- 2018* (MAGAP).



## Fórmula de Shapley

$$\phi_i(N) = \sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{|S|!(|N| - |S| - 1)!}{|N|!} (v(S \cup \{i\}) - v(S))$$

Donde:

**N**: Conjunto de jugadores (Apícolas. Apicultores, Colmenas)

**S**: Coalición que no contiene a *i*.

El coeficiente  $\frac{|S|!(n-|S|-1)!}{n!}$  es la probabilidad en la que se puede formar la coalición.

$v(S \cup \{i\}) - v(S)$  es la combinación marginal de *i* cuando se une a *S*

*N* = 3 sus valores son simples.

Si *S* = ∅ = 1/3.

Si |*S*| = 1 = 1/6

El coeficiente:  $\frac{|S|!(n-|S|-1)!}{n!}$  es la probabilidad de que, en una coalición aleatoria de todos los jugadores, los miembros de *SSS* estén antes que *i* y el resto después; por eso promediamos la contribución marginal de *i* sobre todas las órdenes posibles.

Al tener **n=3** (jugadores) los pesos son muy simples:

Si **S**=∅ *S* = peso = 1/3.

Si: |**S**|=1 |*S*|=1 |*S*|=1 → peso = 1/6.

Efecto de la fórmula de Shapley en la función de las colmenas en coalición y las colmenas solas

$$\text{Efecto (equi - colm)} = \frac{v(S)}{v(\{\text{Colmenas}\})} - 1 \times 100$$

**v(S)** = es el valor, producción o beneficio obtenido cuando las colmenas trabajan dentro de una coalición (es decir, asociadas con otros apicultores).

**V({Colmenas})** = el valor, producción o beneficio que esas mismas colmenas obtendrían trabajando solas, sin asociarse.

El efecto que presentan las coaliciones de colmenas frente al trabajo unitario de estas cambia radicalmente potencializando la parte productiva de los apiarios

Para la aplicación de esta fórmula es necesario identificar los jugadores que en este caso son (Apiarios, Apicultores, número de colmenas), las ganancias que generan las

coaliciones aplicando la teoría de juegos cooperativos, una vez que se tenga las variables y el tipo de coalición que se va a realizar, se podrá definir  $v(S)$  que representa el valor alcanzado por el subequipo para la coalición y finalmente se podrá aplicar la fórmula de Shapley para saber cuáles son las contribuciones del sector apiaro.

Para poder tener todos los datos de la fórmula de Shapley debemos calcular el  $v(S)$  que representa el valor de la coalición, es decir, la ganancia o beneficio que genera la unión de los jugadores y las posibles coaliciones con resultados equivalentes y representativos para generar beneficios comunes, al aplicar la fórmula con todos los datos con el reparto igualitario de la ganancia total promediado con las tres variables (apícolas, apicultores y número de colmenas).

Dentro de los jugadores se tomó en cuenta como jugador principal el número de colmenas registradas ya que es la variable con más información disponible, proponiendo valores asignados para apícolas del 0.10, apicultores 0.20 y al número de colmenas el valor de 0.70, debido a que al tener tres jugadores y buscar la repartición equitativa de las ganancias el enfoque será directamente proporcional a la capacidad productiva del sector apiaro.

**Tabla 5:1:** Posibles Coaliciones en base a las variables  $v(S)$  y % de Sinergia.

<b>Coalición</b>	<b><math>v(S)</math></b>	<b>Suma individuales</b>	<b>Ganancia % vs individuales</b>
Apícolas	19.748	19.748	0.00%
Apicultores	45.471	45.471	0.00%
Colmenas	7.246.907	7.246.907	0.00%
Apícolas + Apicultores	89.797	65.219	+37.68%
Apícolas + Colmenas	14.311.112	7.266.655	+96.94%
Apicultores + Colmenas	32.952.773	7.292.379	+351.88%
<b>Apícolas + Apicultores + Colmenas</b>	<b>65.074.766</b>	<b>7.312.127</b>	<b>+789.96%</b>

**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Elaboración propia con base en los datos del Catastro Apícola Nacional con la aplicación de la fórmula de Shapley.

La siguiente tabla resume cada coalición, su valor  $v(S)$ , la suma de los valores individuales de sus miembros y la ganancia (%) frente a operar separadamente (es decir, sin asociatividad de la teoría de juegos cooperativos)

Como se puede visualizar en la tabla, al aplicar la asociatividad de los apiarios con las diferentes variables, las apícolas + apicultores + colmenas, es la coalición más representativa ya que la ganancia es potencial frente a que los apiarios operen por separado, estas coaliciones juntas muestran la mayor ganancia relativa: casi +790% frente a que cada uno opere aislado (debido a la interacción multiplicativa: muchas colmenas + gestión y organización generan un salto grande en producción/valor).

Acorde con los valores arrojados en la aplicación de la fórmula la variable colmena aporta la mitad de las ganancias mientras que en el caso de los apicultores y apícolas representan la mitad completaría para cubrir el 100 % de ganancias en el sector apícola.

El efecto que presentan las coaliciones de colmenas frente al trabajo unitario de estas cambia radicalmente potencializando la parte productiva de los apiarios, este resultado se expresa por el % de rendimiento que se obtiene al momento las colmenas dentro de los apiarios trabajen en coalición.

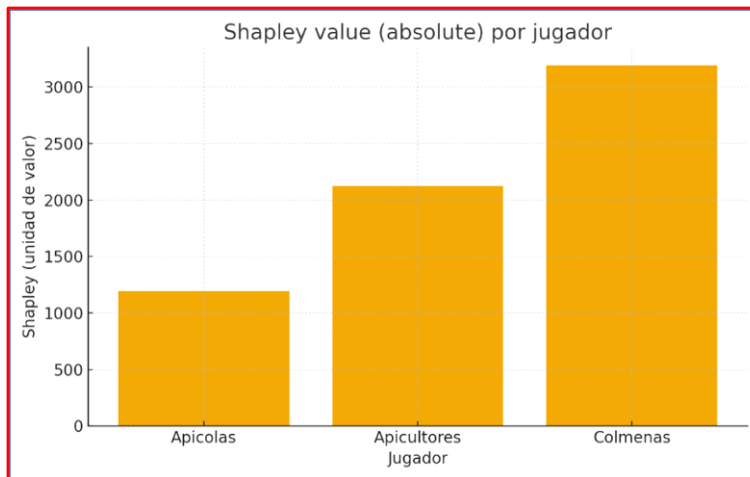
#### 4. RESULTADOS

##### 4.1 Resultados Obtenidos

Al tener una distribución equitativa los valores de Shapley  $\phi_i$  mantienen una proporción frente a las posibles enfermedades y alteraciones que se puedan presentar para los apiarios donde se necesita crear un fondo de reserva para cubrir emergencias climáticas que afecten la productividad de éstos, adquiriendo suplementos de alimentos que fortalezcan la vida de las abejas o para financiar compras colectivas.

Se debe realizar una inversión en costos sanitarios en el cual los apicultores que tengan una pérdida menor al 10 % deban destinar valores iguales o menores al 50% de su inversión total.

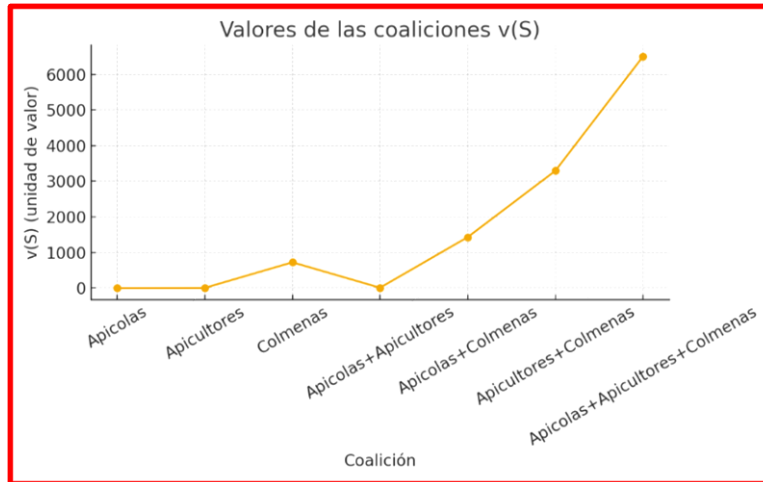
**Gráfico 1.1:** Representación gráfica de los resultados con la fórmula de Shapley.



**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Autoría propia en base a los datos obtenidos con la aplicación de la fórmula de Shapley.

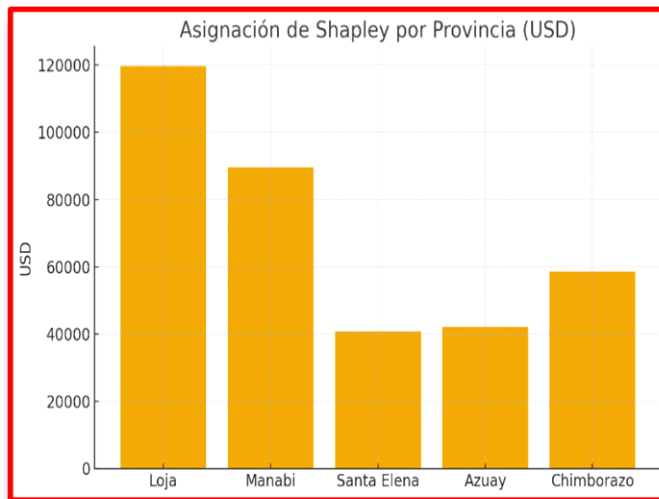
**Gráfico 1.2:** Representación gráfica de los resultados con la fórmula de Shapley acorde a las coaliciones.



**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Autoría propia en base a los datos obtenidos con la aplicación de la fórmula de Shapley para las posibles coaliciones.

**Gráfico 1.3:** Representación gráfica de los resultados con la fórmula de Shapley en crecimiento por provincia.



**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Autoría propia en base a los datos obtenidos con la aplicación de la fórmula de Shapley.

Los gráficos evidencian que la aplicación de la fórmula de Shapley incrementa de manera significativa la eficiencia en la mejora de los apiarios, tanto en los factores productivos como en los económicos. Asimismo, muestran que la conformación de coaliciones entre asociaciones apícolas, apiarios y colmenas genera beneficios medibles, traduciéndose en mayores ganancias y fortaleciendo la sostenibilidad del sector apícola.

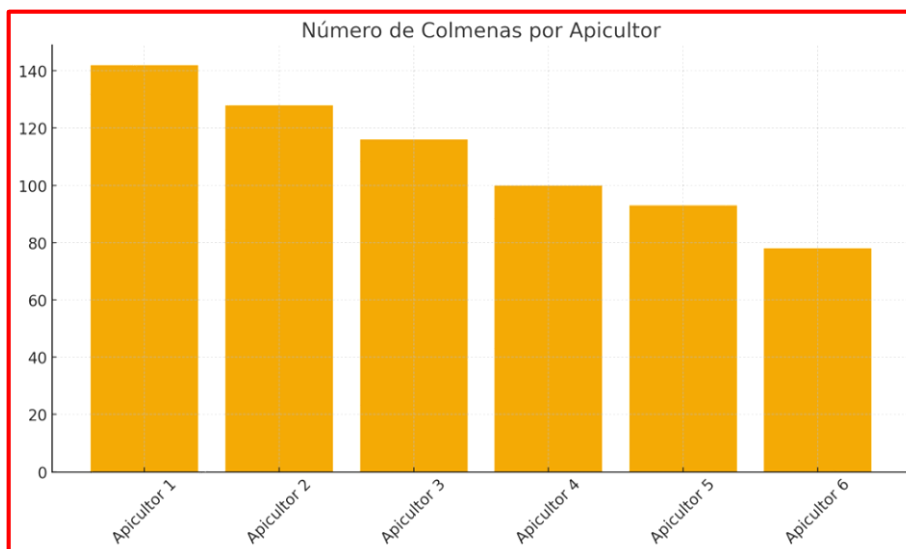
**Tabla 6.1:** Resultados de la fórmula de Shapley con la variable de apicultor.

#	Apicultor	Nº Colmenas	Valor Shapley (USD)	Pago Directo (60%)	Inversión Productiva (25%)	A Sanidad (30–50%)	Fondo Reserva (15%)	Pérdida %	Interpretación
1	Apicultor 1	142	≈ 2 940 USD	1 764	735	368 (>10%)	441	11%	Alto aporte marginal; debería liderar compra de equipos y recibir apoyo técnico sanitario.
2	Apicultor 2	128	≈ 2 550 USD	1 530	638	191 (<10%)	383	8%	Buen rendimiento; invertir en tecnificación y alimentación proteica.
3	Apicultor 3	116	≈ 2 310 USD	1 386	578	173	347	9%	Aporta estabilidad productiva; ideal para funciones logísticas compartidas.
4	Apicultor 4	100	≈ 1 990 USD	1 194	498	249 (>10%)	299	12%	Requiere apoyo sanitario; priorizar control de abejas adultas.
5	Apicultor 5	93	≈ 1 860 USD	1 116	465	140	279	7%	Potencial de crecimiento medio; fortalecer canales de venta.
6	Apicultor 6	78	≈ 1 560 USD	936	390	195 (>10%)	234	13%	Alta pérdida; destinar parte de inversión a renovación de colmenas.

**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Autoría propia en base a los datos obtenidos con la aplicación de la fórmula de Shapley.

**Gráfico 1.4:** Representación de las ganancias al aplicar la fórmula de Shapley en los apicultores.

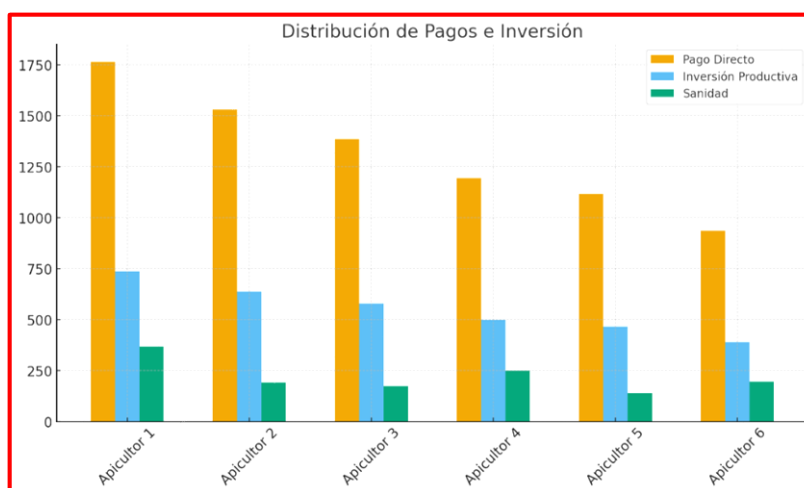


**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Autoría propia en base a los datos obtenidos con la aplicación de la fórmula de Shapley.

Al analizar este gráfico se puede visualizar que el apicultor 1 obtiene el mayor valor Shapley generando un valor de \$2 940 USD, seguido por los apicultores 2 y 3 en cuanto a ganancias, mientras que el apicultor 6 obtiene la menor ganancia \$1 560 USD). Este análisis indica que el aporte económico conjunto crece proporcionalmente con la escala productiva de cada apicultor, validando que el modelo cooperativo favorece a quienes aportan más recursos al sistema.

**Gráfico 1.5:** Distribución de los pagos de inversión que refleja el uso de la fórmula de Shapley.

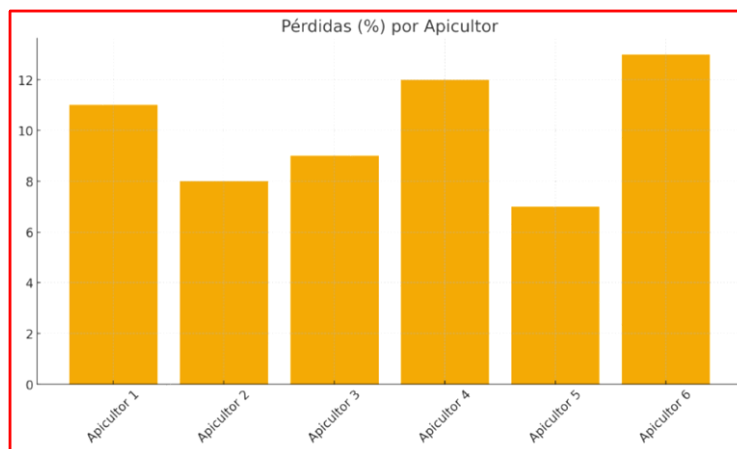


**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Autoría propia en base a los datos obtenidos con la aplicación de la fórmula de Shapley variable apicultor.

Los gráficos muestran una asignación equilibrada del valor generado con el 60% destinado a pago directo al apicultor que representa el retorno inmediato del esfuerzo productivo, igual el 25% a inversión productiva, lo que apoya la tecnificación, alimentación y mejora de infraestructura para la productividad de las colmenas; otro de los factores es que entre el 10 al 50% de gastos, representa la inversión en cuanto a con la sanidad, donde se observa que los apicultores 1, 4 y 6, destinan más recursos por presentar mayores riesgos sanitarios, mientras que los apicultores con mejores condiciones sanitarias usan menos porcentaje, por lo que representan menos gastos de inversión. Ésto evidencia políticas cooperativas diferenciales, donde los fondos se ajustan a las necesidades reales de cada unidad productiva.

**Gráfico 1.6:** Distribución de los pagos de inversión que refleja el uso de la fórmula de Shapley.



**Elaborado por:** Katerine Orozco

**Fuente:** Autoría propia en base a los datos obtenidos con la aplicación de la fórmula de Shapley en base a las pérdidas que tendrían por apicultor.

De acuerdo con este gráfico el nivel de pérdidas se refleja en base a los indicadores sanitarios y de manejo de las colmenas donde las mayores pérdidas se observan en Apicultor 6 (13%) y del apicultor 4 (12%), mientras que las menores pérdidas se presentan en el apicultor 5 (7%) y en el apicultor 2 que es el valor del (8%). El aporte económico de cada apicultor está directamente relacionado con su escala productiva, validando el uso del método de Shapley en la distribución del valor generado.

La inversión productiva y sanitaria está siendo aplicada de forma estratégica, destinando más recursos a quienes presentan mayor riesgo o necesidad técnica, al igual que la cooperatividad de los apiarios mejora la sostenibilidad, ya que existe un fondo de reserva fortalecido por todos los socios.

## 4.2 ANALISIS DE RESULTADOS

El resultado al aplicar la fórmula de Shapley es positivo, ya que al crear la asociatividad entre los apiarios en base a la producción generada por las colmenas se incrementa con un porcentaje mayor al 50%, por lo que, en este caso, la aplicación de la fórmula permite medir las mejoras al coalicionarse las colmenas frente a que éstas trabajen

conjuntamente, donde se puede cuantificar el impacto de cooperación dentro de la teoría de juegos aplicada en la apicultura.

Este análisis permite evidenciar que al no realizarse las coaliciones el resultado para los apicultores sea negativo, ya que en este caso las apícolas conjuntamente con las colmenas superan el valor de ganancia en un 97.48% respecto a las colmenas que trabajan por separado, pero evidentemente acorde con los resultados obtenidos al aplicar la fórmula de Shapley al coalicionarse las apícolas + los apicultores + colmenas superan nueve veces las ganancias que se pueden obtener para el sector apícola.

Dentro de este análisis también podemos analizar el beneficio productivo al aplicar este modelo en tener colmenas con mejor rendimiento en factores como la sanidad, la alimentación y el manejo de las colmenas. En el caso de los insumos la compra conjunta de éstos incrementa las prácticas de manejo en las escalas de trabajo y por ende esto facilita la capacidad de certificación de funcionamiento y diversificación.

Dentro de los beneficios económicos al coalicionarse éstos tres factores los valores económicos se incrementan, la generar una mayor producción y mejorar la calidad de producción de miel y en consecuencia a esto los costos de venta mejorarían para el crecimiento apiario, y su acceso a los mercados.

El impacto generacional de los apiarios al formar asociaciones permite una mejor gobernanza promoviendo que los apiarios puedan compartir técnicas de mejora, y generando mejores estrategias con el fin de que el sector apiario tenga ganancias mas considerables.

## **5 CONCLUSIONES**

- ✓ Mediante este estudio podemos evidenciar que la asociatividad de los apiarios representa un sistema cooperativo con el uso de sinergias medibles y verificables en donde la cooperación entre éstos genera un incremento sustentable del valor económico frente al valor económico generado individualmente, siendo un mecanismo estratégico para la sostenibilidad en el mercado.
- ✓ El uso de las teorías de Shapley nos permitió repartir equitativamente los beneficios para cada uno de los apiarios en base al tipo de cooperación, en los cuales se pueden realizar divisiones transparentes y justas promoviendo el reparto de las alianzas para la productividad apícola.
- ✓ Analizando los resultados obtenidos podemos visualizar que el enfoque de esta aplicación no nos brinda resultados lineales si no estratégicos en donde las provincias con menor productividad e incluso las provincias con menor cantidad de colmenas al coalicionarse pueden generar una mayor rentabilidad mejorando la eficiencia colectiva y el ingreso al mercado
- ✓ Finalmente, la aplicación de esta teoría nos permite brindar diferentes estrategias de coalición y ofrecer a las organizaciones apícolas una herramienta matemática eficiente para evaluar diferentes escenarios de cooperación interprovinciales y por

qué o internacionales para la optimización de recursos y así poder realizar alianzas estratégicas que maximicen la producción de miel y de la sostenibilidad apícola.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Sánchez Bravo, R. E. (2020). *Modelo de producción asociativa para la asociación APIVIDA del cantón Chone*. Trabajo de titulación, ESPAM MFL. Esta investigación propone un modelo de producción asociativa para apicultores, destacando la importancia de la asociatividad en la competitividad del sector apícola. repositorio.esпам.edu.ec
- Huamán Cuya, A., Yupanqui Huacre, M., & Nolasco Carbajal, E. (2023). *Estrategia asociativa para la competitividad de los apicultores*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(1), 7049-7066. Este artículo analiza cómo la estrategia asociativa influye en la competitividad de los apicultores, proporcionando un enfoque cuantitativo que podría integrarse con modelos de teoría de juegos cooperativos. Ciencia Latina
- Guerrero Ochoa, T. L., & Encalada Jumbo, D. C. (2018). *Diagnóstico económico y social de los productores de miel de abeja de la Asociación Agro Artesanal de Productores Ecológicos de Palanda y Chinchipe APECAP*. Trabajo de titulación, UTPL. Este estudio ofrece un análisis socioeconómico de los apicultores en Ecuador, útil para contextualizar la dinámica de asociatividad en el sector. Repositorio Institucional UTPL
- Ponce Vaca, L. A., Velasco Zambrano, G. M., & Enriquez Obregón, B. (2020). *Modelo de gestión empresarial para la administración de la asociación de apicultura "ASOPROAPIMIEL" del sitio Quimis del cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador*. Revista UNESUM-Ciencias, 4(4), 41-50. Este artículo presenta un modelo de gestión empresarial para una asociación apícola, proporcionando una perspectiva práctica que puede complementarse con análisis de teoría de juegos cooperativos.
- Martínez Moncaleano, C. J., Amézquita Lizcano, J., & Leiva Morantes, L. E. (2019). "Aplicación de un modelo de teoría evolutiva de juegos en procesos de cooperación". Revista Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, 9(1), 30-37. Este estudio aplica la teoría evolutiva de juegos para analizar la cooperación entre productores y acopiadores de cacao en Colombia, utilizando simulaciones del dilema del prisionero iterado para evaluar estrategias cooperativas.
- Alonso Ferrer, A. M. (2020). "Análisis de la actividad apícola desde los sistemas socio-ecológicos complejos". Pensamiento y Acción Interdisciplinaria. Este artículo examina la apicultura como un sistema socio-ecológico complejo, destacando la importancia del capital social y la cooperación en la gestión sostenible de los recursos apícolas. revistaucmaule.ucm.cl