

Biodiversidad y contabilidad: Metodología composicional en el análisis contable del sector apícola

Núria Arimany-Serrat & Germà Coenders

RESUMEN: El declive de los polinizadores afecta la biodiversidad y la seguridad alimentaria, y preservar el sector apícola deriva del nuevo pacto por los polinizadores de la Comisión Europea de 2023. La salud de las abejas condiciona la salud financiera del sector y presentamos su diagnóstico entre 2016 y 2021 para ayudar a tomar decisiones empresariales. Empleamos análisis de datos composicionales por sus ventajas en análisis de estados contables, con medias geométricas de las ratios y análisis clúster para identificar los grupos de empresas más amenazadas. El mayor problema es el margen negativo, aunque se identifiquen dos clústeres con valores positivos.

Biodiversity and accounting: Compositional methodology in the accounting statement analysis of the beekeeping industry

ABSTRACT: The decline of pollinators affects biodiversity and food security, and preserving the beekeeping industry derives from the European Commission “new deal for pollinators, 2023”. The health of bees conditions the financial health of said industry and we present its diagnosis from 2016 to 2021 to help make appropriate managerial decisions. We use compositional data analysis due to its advantages in the analysis of accounting statements, with geometric ratio means and cluster analysis to identify the groups of threatened companies. Negative margins are the main threat, although we find two clusters with positive figures.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS: Análisis de datos composicionales (CoDa), análisis de estados financieros, apicultura, biodiversidad, ratios financieras / Compositional data analysis (CoDa), financial statement analysis, apiculture, biodiversity, financial ratios.

Clasificación JEL / JEL classification: C19, G30, M49, Q12, Q14.

DOI: <https://doi.org/10.7201/earn.2025.01.01>

^a Departamento de Economía y Empresa. Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya. E-mail: nuria.arimany@uvic.cat

^b Departamento de Economía. Universitat de Girona. E-mail: germa.coenders@udg.edu

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio Español de Ciencia, Innovación y Universidades y FEDER (proyecto PID2021-123833OB-I00), por el Departamento de Investigación y Universidades de la Generalitat de Catalunya (grupos consolidados 2021SGR01197 y 2021SGR00403, y proyecto 2023-CLIMA-00037), y por el Ministerio de Sanidad (grupo consolidado CIBERB06/02/1002)

Citar como: Arimany-Serrat, N. & Coenders, G. (2025). “Biodiversidad y contabilidad: Metodología composicional en el análisis contable del sector apícola”. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 25(1), 5-34. <https://doi.org/10.7201/earn.2025.01.01>

Dirigir correspondencia a: Germà Coenders

Recibido en enero de 2024. Aceptado en abril de 2024.

1. Introducción

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC), que fomenta organizaciones socialmente responsables y sostenibles, ha evolucionado y en el contexto actual se expresa con frecuencia como *Environmental, Social & Governance* (ESG) de forma generalizada. Así pues, la ESG es un medio para conseguir un desarrollo sostenible siguiendo lo que dispone la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que en 2015 propuso los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como retos a alcanzar en el año 2030. Estos ODS están en sintonía con el Pacto Verde Europeo de 2019 de la Comisión Europea, cuyo objetivo principal es la neutralidad climática en 2050, para transformar la UE en una sociedad equitativa y próspera, que responda al cambio climático, vele por la pérdida de biodiversidad y por la escasez de recursos naturales.

Los retos relevantes en sostenibilidad se concretan en los ODS de Naciones Unidas (2015), el Acuerdo de París (2015), el Plan de Acción de Finanzas Sostenibles y sus actualizaciones (2018, 2020, 2021), el Pacto Verde Europeo (2019), los mecanismos de recuperación y resiliencia NextGeneration UE (2020) y la Directiva 2022/2464 que normaliza los informes de sostenibilidad en Europa, con indicadores y métricas para comunicar el impacto de las empresas en las personas y en el medio ambiente, mediante procesos de verificación que se presentarán a partir de 2024 según la tipología de las empresas.

El Pacto Verde Europeo recoge medidas promovidas por la Comisión Europea para la neutralidad climática en 2050, junto con medidas que fomentan la biodiversidad y ofrecen una Política Agrícola Común (PAC) centrada en el Plan 2023-2027 que enfatiza el medio ambiente y la sostenibilidad (Massot, 2022). Además, el Pacto Verde Europeo permite Iniciativas para los ciudadanos de la UE para pedir a la Comisión Europea que legisle sobre temas alineados con los Tratados de la UE, como en el caso de la Iniciativa Ciudadana UE: “*Salvemos a las abejas y agricultores. Hacia una agricultura respetuosa con las abejas por un medio ambiente sano*” de 2019 (Zambrano-González & García-Aranda, 2022). Con voluntad de eliminar gradualmente los plaguicidas sintéticos en 2035, restaurar la biodiversidad a nivel de las abejas y apoyar a los agricultores hacia una agricultura a pequeña escala, diversa y sostenible, por mor de la biodiversidad misma (Reyes-Mandujano *et al.*, 2020) y para no perjudicar el medio ambiente y las abejas. Cabe destacar que la agricultura convencional utiliza muchos plaguicidas químicos que perjudican a los polinizadores (una de cada tres especies de abejas disminuye y una de cada diez está en riesgo de extinción). Además, las prácticas agrícolas intensivas, la pérdida de hábitats, los cambios en el uso de la tierra, la urbanización, el cambio climático y la llegada de especies exóticas invasoras han provocado muchos perjuicios a los polinizadores. De manera que el Pacto Verde Europeo ha dado respuesta a ello con diferentes acciones, como la Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad 2030 (con un 10 % de la superficie agrícola destinada a elementos paisajísticos, un 25 % de las tierras agrícolas de agricultura ecológica, y una mejora en la fertilidad

del suelo por los nutrientes), el Reglamento sobre la restauración de la naturaleza (restaurando la naturaleza bajo el suelo y una PAC 2023-2027 que potencia más márgenes, flores, árboles y estanques) y el Reglamento sobre el uso sostenible de los productos fitosanitarios (con una reducción del 50 % de los plaguicidas químicos en 2030, utilizando plaguicidas biológicos con microorganismos y nuevas técnicas genómicas), véase Massot (2022). La Comisión ha adoptado en 2023 un nuevo pacto para conservar los polinizadores y tratar las causas de su declive y las consecuencias en la seguridad alimentaria, la salud humana, y los ecosistemas. El nuevo pacto de los polinizadores 2023 establece: supervisar las especies polinizadoras y sus riesgos; crear corredores ecológicos para conectar zonas; promover prácticas agrícolas que respeten a los polinizadores; reducir los plaguicidas; movilizar empresas y jóvenes, y promocionar acciones a nivel nacional, regional y local.

Es de destacar que la merma de los polinizadores afecta a la biodiversidad y a la seguridad alimentaria, y preservar las abejas es una necesidad por su declive en la última década (Milla *et al.*, 2022; Wahengbam *et al.*, 2019; Ammar *et al.*, 2019; Neov *et al.*, 2019; Chantawannakul, 2018). Así se ha entendido en el objetivo 11 del pacto conocido informalmente como “pacto 30-30-30” alcanzado en la Conferencia para la Biodiversidad de las Naciones Unidas celebrado en Montreal, Canadá, en diciembre de 2022 (COP15). Además, es necesario proteger la apicultura en bien de la salud pública, ya que la mala salud de las colonias de abejas afecta a la agricultura de las muchas especies vegetales que requieren la polinización para fructificar, y por ende a la alimentación y la misma vida humana (Tlak Gajger *et al.*, 2021). Además, los cambios en el uso de la tierra y la producción de miel están relacionados, ya que, las grandes extensiones agrícolas reducen las plantas naturales necesarias para las actividades apícolas y, junto al cambio climático, restan vocaciones de apicultor (Sarı & Koyuncu Sarı, 2020; Hidalgo *et al.*, 2020). Así también, la pérdida de polinizadores supone una amenaza para el sector apicultor y junto con la propuesta de Ley de recuperación de la naturaleza de 2022, se pretende mejorar la conservación de los polinizadores, proteger las especies polinizadoras amenazadas y promover la planificación estratégica nacional, regional y local.

Las disposiciones de los estándares precisan de sectores más sostenibles, que den respuesta a las necesidades del presente, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones (Brundtland, 1987) y, el sector apícola, directamente ligado con la biodiversidad, no es una excepción. En concreto, el sector apícola español, es un sector digno de análisis financiero, por su producción anual (miel, cera y polen) estimada de 62 millones de euros, un papel fundamental en la conservación del medio natural, por la polinización de los cultivos y el mantenimiento de la biodiversidad y la representación de la ganadería menor con un censo de colmenas de un 16 % de la UE y un 80 % de apicultores profesionales (22 % de los de la UE), con dos modelos de gestión diferentes según la práctica o no de trashumancia de las abejas.

Así pues, atendiendo a la descrita importancia multifactorial del sector de la apicultura, la salud económica y financiera del sector apícola es una de las claves para su supervivencia futura. La abeja como activo biológico del sector y según la Iniciativa Ciudadana Europea de 2019 con respuesta en 2023, “Salvemos las abejas y los agricultores. Hacia una agricultura respetuosa con las abejas por un medio ambiente sano” evidencia la directa relación entre el análisis contable del sector apícola y la biodiversidad, en consonancia con el nuevo pacto de la Comisión Europea referida a los polinizadores “new deal for pollinators” en 2023 (Secall, 2023). Existen ya diversos estudios sobre la salud económica y financiera del sector apícola, que van desde el análisis de una empresa determinada (Feketéné Ferenczi *et al.*, 2023), recomendaciones de buenas prácticas (Tubene *et al.*, 2023), y análisis de costes (Bixby *et al.*, 2020), pero se echan en falta estudios que analicen un grupo representativo de ratios financieras de las empresas del sector con datos contables. Los estudios existentes, o bien se nutren de respuestas a encuestas (Al-Ghamdi *et al.*, 2017; Čavlin *et al.*, 2023; Şengül & Saner, 2023), de simulaciones (Feketéné Ferenczi *et al.*, 2023) o se centran en indicadores financieros concretos, como el margen (Bixby *et al.*, 2020; Blanc *et al.*, 2018).

El objetivo de esta investigación es presentar un diagnóstico de la salud económica y financiera del sector apícola español en el período 2016-2021 que permita establecer las debilidades y fortalezas para la supervivencia empresarial, de la que depende el futuro del sector y de la polinización misma. Para ello realizamos a su vez una propuesta metodológica. La metodología del estudio se basa en el uso de un conjunto de ratios financieras de uso común, calculadas sobre una muestra representativa de estados contables de empresas del sector. Para el análisis de dichas ratios se utiliza la metodología de datos composicionales (CoDa por su acrónimo *Compositional Data* en inglés) (Aitchison, 1986; Egozcue & Pawłowsky-Glahn, 2019; Pawłowsky-Glahn *et al.*, 2015). Las ventajas de la metodología CoDa en el análisis de estados financieros sectoriales ya han sido ampliamente contrastadas (Arimany-Serrat *et al.*, 2022; Carreras-Simó & Coenders, 2021; Coenders *et al.*, 2023a; Linares-Mustarós *et al.*, 2018; 2022) y conduce a resultados más fidedignos que los métodos de análisis de ratios sectoriales tradicionales.

En el cálculo de medias sectoriales, la metodología CoDa aplica medias geométricas en las ratios contables del sector objeto de estudio en lugar de medias aritméticas (Aitchison, 1997). La media geométrica es compatible con la ratio, y evidencia las diferencias relativas entre las masas patrimoniales y no sus valores absolutos, como en el caso de la media aritmética. Raramente los sectores tienen una estructura financiera homogénea y más que calcular ratios medias características de todo el sector es conveniente utilizar subgrupos de empresas de características similares. El análisis clúster con datos transformados según la metodología CoDa (Dao *et al.*, 2024; Jofre-Campuzano & Coenders, 2022; Linares-Mustarós *et al.*, 2018; Molas-Colomer *et al.*, 2024; Saus-Sala *et al.*, 2021; 2023; 2024) establece grupos de empresas apícolas con estructura y resultados financieros homogéneos y permite identificar los que tienen la supervivencia empresarial más asegurada o más

amenazada, a la vez que permite a cada empresario compararse con el grupo deseado y no necesariamente con la media de todo el sector.

Después de la introducción, se presenta la literatura referida a los problemas de las ratios contables clásicas en el análisis de estados contables sectoriales, se presenta a continuación la metodología alternativa de análisis CoDa y seguidamente la parte empírica analiza la salud económica financiera del sector apícola español en el período 2016-2021. Se presentan los resultados obtenidos, y se discuten los mismos en sintonía con la respuesta de la iniciativa ciudadana europea frente a la pérdida de biodiversidad en este sector para mostrar finalmente las conclusiones del estudio.

2. Problemas de las ratios contables clásicas

Las ratios contables, llamadas también ratios financieras, al estudiar las magnitudes relativas de las masas patrimoniales de las empresas, son una herramienta poderosa de análisis y diagnóstico empresarial, incluyendo aspectos como la solvencia a largo plazo y a corto plazo y la rentabilidad. Las ratios facilitan la toma de decisiones estratégicas, permiten evaluar el riesgo de las inversiones y predecir variables clave sobre el presente y futuro de las empresas (Amat Salas, 2020; Barnes, 1987; Horrigan, 1968; Lajara-Camilleri & Mateos-Ronco, 2012). Con respecto al objetivo del presente artículo, desde el trabajo pionero de Altman (1968) ha quedado demostrada la utilidad de las ratios en relación a la supervivencia de las empresas (Staňková & Hampel, 2023; Tascón *et al.*, 2018; Willer do Prado *et al.*, 2016).

Si bien las ratios contables clásicas ayudan a evaluar la situación financiera de empresas a nivel individual, lamentablemente, cuando en estudios estadísticos de diagnóstico de la salud económico-financiera de un sector se utilizan las ratios clásicas a modo de variables de entrada, la veracidad de los resultados de dicho diagnóstico es cuestionable.

Las ratios contables tienden a presentar asimetría, no normalidad, valores atípicos y relaciones no lineales que constituyen graves problemas en los análisis estadísticos (Cowen & Hoffer, 1982; Deakin, 1976; Ezzamel & Mar-Molinero, 1990; Faello, 2015; Lev & Sunder, 1979; Martikainen *et al.*, 1995; Mcleay & Omar, 2000) y no han recibido en el ámbito contable la atención que se merecen a pesar de los graves problemas que comportan. Estos mismos problemas han sido identificados en otras disciplinas científicas que usan ratios en su aparato metodológico (Isles, 2020).

Por añadidura, los resultados estadísticos no son coherentes si se permutan el numerador y el denominador de las ratios clásicas (Coenders *et al.*, 2023a; Frecka & Hopwood, 1983; Linares-Mustarós *et al.*, 2022; Molas-Colomer *et al.*, 2024). Estas permutaciones se realizan de manera habitual sin sospechar su incidencia en los resultados, por ejemplo, cuando se define la ratio de endeudamiento de pasivo sobre activo como alternativa a la ratio de solvencia o garantía de activo sobre pasivo.

La alternativa a las ratios clásicas consiste en la metodología CoDa, cuya validez de resultados ya ha sido extensamente contrastada en otros campos (van den Boogaart & Tolosana-Delgado, 2013; Coenders *et al.*, 2023b; Filzmoser *et al.*, 2018; Greenacre, 2018; Greenacre *et al.*, 2023; Pawlowsky-Glahn *et al.*, 2015). Aunque la metodología CoDa surgió en los campos de la geología y la química a finales del siglo pasado (Aitchison, 1986; Buccianti *et al.*, 2006) con el objetivo de estudiar la importancia relativa de los componentes de un análisis químico, se extendió a todos los ámbitos científicos, incluidos los ámbitos económico, empresarial y social (Coenders & Ferrer-Rosell, 2020; Martínez-García *et al.*, 2023) cuando las ratios entre magnitudes sean de interés para el investigador (Egozcue & Pawlowsky-Glahn, 2019). Así, se ha venido aplicando desde hace tiempo en distintas ramas de las finanzas, como los seguros (Belles-Sampera *et al.*, 2016), el crowdfunding (Davis *et al.*, 2017), el riesgo sistémico (Fiori & Coenders, 2025; Fiori & Porro, 2023), las finanzas familiares (Fry *et al.*, 1996), los tipos de cambio (Gámez-Velázquez & Coenders, 2020), los portafolios (Glassman & Riddick, 1996), la estructura de propiedad de los fondos propios (Hassan *et al.*, 2023), los mercados financieros (Ortells *et al.*, 2016), la calificación de bonos (Tallapally, 2009), y los presupuestos municipales (Voltes-Dorta *et al.*, 2014). Su aplicación al análisis de ratios contables es más reciente, a pesar de garantizar que los resultados sean los mismos al permutar denominador y numerador de cualquier ratio, al tiempo que reduce substancialmente la asimetría, la no normalidad, los valores atípicos y las relaciones no lineales (Arimany-Serrat *et al.*, 2023; Arimany-Serrat & Sgorla, 2024; Carreras-Simó & Coenders, 2020; Coenders, 2025; Creixans-Tenas *et al.*, 2019; Molas-Colomer *et al.*, 2024; Saus-Sala *et al.*, 2021; 2023; 2024). Lejos de tratarse de un refinamiento o lucimiento metodológico, los resultados hallados siempre han sido radicalmente diferentes cuando las ratios clásicas se han comparado con la metodología CoDa (Arimany-Serrat *et al.*, 2022; Carreras-Simó & Coenders, 2021; Coenders *et al.*, 2023a; Dao *et al.*, 2024; Jofre-Campuzano & Coenders, 2022; Linares-Mustarós *et al.*, 2018; 2022).

3. Material y métodos

3.1. Cálculo de medias sectoriales con la metodología CoDa

Se parte de los estados contables de una muestra de 139 empresas obtenida de la base de datos SabiINFORMA (Sistema de análisis de balances ibéricos, consultable en <https://www.einforma.com/soluciones-y-herramientas/sabi/>), extraída el mes de abril de 2023, con los siguientes filtros: empresas mercantiles (sociedades anónimas y sociedades limitadas), activas, en territorio español, durante el período 2016-2021 y del sector de la apicultura. Una vez eliminadas las empresas que no disponen de datos financieros suficientes la muestra se reduce a 94 empresas que representan más del 80 % de los ingresos de explotación del período analizado.

El análisis de las ratios financieras medias sectoriales se realiza con la metodología CoDa con medias geométricas (Aitchison, 1997), ya que dicha metodología, igual

que las ratios, estudia las diferencias entre magnitudes en términos relativos, que es lo que hacen las medias geométricas. Las ratios son compatibles con las medias geométricas porque unas y otras toman en consideración las diferencias relativas y no las absolutas, como corresponde con las llamadas escalas de ratio (Stevens, 1946). Por ejemplo, la ratio entre 32 y 8 ($32 / 8 = 4$) es la misma que la ratio entre 8 y 2 ($8 / 2 = 4$) lo cual indica que 8 es el centro entre 2 y 32 en términos relativos. De acuerdo con esto, la media geométrica entre 2, 8 y 32 es 8 y se calcula como la raíz cúbica del producto $2 \times 8 \times 32$. En cambio, la media aritmética entre 2, 8 y 32 es 14, más cercana al valor absoluto mayor, que es 32. Saus-Sala *et al.* (2021) ponen de manifiesto una propiedad adicional de las medias geométricas en el análisis contable sectorial: la ratio de dos medias geométricas es igual a la media geométrica de las ratios de las dos masas patrimoniales involucradas. La media aritmética no tiene esta propiedad. El cálculo de las medias aritméticas de las masas patrimoniales, primero a nivel del sector y luego las ratios financieras clásicas sobre dichas medias, puede estar en contradicción con los resultados del cálculo de las ratios clásicas primero para cada empresa y luego la media aritmética de dichas ratios. Otra propiedad de las medias geométricas (Arimany-Serrat & Sgorla, 2024) es que sus conclusiones no cambian al permutar el numerador y el denominador de la ratio como a veces se hace (e.g., ratio de endeudamiento de pasivo sobre activo vs. ratio de garantía de activo sobre pasivo).

La Tabla 1 muestra, con un ejemplo de tres empresas ficticias, en primer lugar, la divergencia entre calcular la ratio entre las medias aritméticas de dos masas patrimoniales cualesquiera representadas por x_1 y x_2 y la media aritmética de las ratios x_1 / x_2 de las empresas individuales. También muestra la coincidencia entre calcular la ratio entre las medias geométricas y la media geométrica de las ratios, que en el ejemplo dan 1 tanto para x_1 / x_2 como para x_2 / x_1 . Además, la divergencia entre calcular la ratio entre las medias aritméticas de x_1 / x_2 ($9,33/14 = 0,67$) y la media aritmética de las ratios ($(1 + 0,5 + 2)/3 = 1,17$) puede ser muy considerable, como en el ejemplo, en el cual una de las dos soluciones es mayor que uno, dando a entender que en general la masa patrimonial x_1 supera x_2 y la otra menor que uno, dando a entender que en general la masa patrimonial x_1 es superada por x_2 . Los tres valores de las ratios del ejemplo, a saber 1, 0,5 y 2 muestran claramente que las ratios son simétricas entorno a la unidad, realidad que solo sale a la luz con sus medias geométricas iguales a la unidad ($\sqrt[3]{1 \times 0,5 \times 2} = 1$). Decir que una masa patrimonial es igual a 2 veces la segunda es lo mismo que decir que la segunda es 1/2 de la primera.

La misma contradicción encontramos si comparamos las ratios permutadas x_1 / x_2 e x_2 / x_1 . Las medias geométricas de ambas ratios son iguales a 1 y siempre muestran correctamente la igualdad promedio entre x_1 e x_2 . La media aritmética de la ratio x_1 / x_2 (1,17) muestra una aparente superioridad de x_1 sobre x_2 , y la media aritmética de la ratio x_2 / x_1 que también es 1,17 muestra una aparente superioridad de x_2 sobre x_1 .

TABLA 1

Divergencia de las medias aritméticas y geométricas y sus ratios para las masas patrimoniales x_1 e x_2

	x_1	x_2	x_1/x_2	x_2/x_1
Empresa 1	8	8	1	1
Empresa 2	16	32	0,5	2
Empresa 3	4	2	2	0,5
Media aritmética de las masas patrimoniales	9,33	14		
Media geométrica de las masas patrimoniales	8	8		
Media geométrica de los ratios			1	1
Ratio entre las medias geométricas			1	1
Media aritmética de los ratios			1,17	1,17
Ratio entre las medias aritméticas			0,67	1,50

Fuente: Elaboración propia.

Las ratios que se utilizan en este artículo para el análisis de estados financieros del sector apícola español en el período 2016-2021 se construyen con las seis siguientes masas patrimoniales:

- x_1 : activo no corriente,
- x_2 : activo corriente,
- x_3 : pasivo no corriente,
- x_4 : pasivo corriente,
- x_5 : ingresos de explotación,
- x_6 : gastos de explotación.

Las masas patrimoniales pueden ser cualesquiera necesarias para calcular las ratios deseadas por el investigador de acuerdo con dos condiciones (Creixans-Tenas *et al.*, 2019). En primer lugar, no pueden tener valores negativos como corresponde con las escalas de ratio (Stevens, 1946). Por ejemplo, esto implica tomar los activos y pasivos corrientes de forma separada en lugar del fondo de maniobra que, en tanto

que diferencia, podría ser negativo, o los ingresos de explotación y los gastos de explotación de forma separada en lugar del resultado de explotación que en tanto que diferencia podría ser negativo. En segundo lugar, las masas patrimoniales no deben solaparse. Por ejemplo, esto implica tomar pasivos no corrientes y pasivos corrientes; no se podrían tomar el pasivo total junto al pasivo corriente porque la parte corriente se solaparía con el total.

Los valores de masas patrimoniales iguales a cero no son de importancia relativa y no tiene sentido calcular las ratios financieras ni es posible calcular medias geométricas. Al contrario que la metodología de análisis de estados contables tradicional, la metodología CoDa tiene un instrumental avanzado para la imputación de ceros bajo supuestos muy generales (Martín-Fernández *et al.*, 2012). En el sector analizado el pasivo no corriente tenía un 32,17 % de ceros, el activo no corriente un 4,78 % de ceros y el pasivo corriente un 0,87 % de ceros que fueron imputados por el método EM (Palarea-Albaladejo & Martín-Fernández, 2008) incluido en el programa CoDaPack2.03.06. Se trata de un programa informático especializado en análisis CoDa de libre distribución (disponible en <https://ima.udg.edu/codapack/>) y funcionamiento por menú (Thió-Henestrosa & Martín-Fernández, 2005). El mismo programa calcula las medias geométricas y otros estadísticos con datos composicionales. Para una introducción a su manejo en el análisis de estados contables véase Coenders & Arimany-Serrat (2023).

Las ratios sectoriales calculadas sobre las medias geométricas en nuestro análisis son las siguientes, donde $g(x_j)$ representa la media geométrica sectorial de la masa patrimonial j -ésima. Para el análisis de la situación financiera a corto plazo:

$$\text{Solvencia a corto plazo} = \frac{g(x_2)}{g(x_4)} \quad [1]$$

Para el análisis de la situación financiera a largo plazo:

$$\text{Endeudamiento} = \frac{g(x_3) + g(x_4)}{g(x_1) + g(x_2)} \quad [2]$$

$$\text{Calidad de la deuda} = \frac{g(x_4)}{g(x_3) + g(x_4)} \quad [3]$$

Para el análisis de rentabilidad:

$$\text{Rotación} = \frac{g(x_5)}{g(x_1) + g(x_2)} \quad [4]$$

$$\text{Rotación del activo corriente} = \frac{g(x_5)}{g(x_2)} \quad [5]$$

$$\text{Margen} = \frac{g(x_5) - g(x_6)}{g(x_5)} \quad [6]$$

$$\text{Apalancamiento} = \frac{g(x_1) + g(x_2)}{g(x_1) + g(x_2) - g(x_3) - g(x_4)} \quad [7]$$

$$\text{Rentabilidad económica (ROA)} = \frac{g(x_5) - g(x_6)}{g(x_1) + g(x_2)} = \text{margen} \times \text{rotación} \quad [8]$$

$$\text{Rentabilidad financiera (ROE)} = \frac{g(x_5) - g(x_6)}{g(x_1) + g(x_2) - g(x_3) - g(x_4)} = \text{ROA} \times \text{apalancamiento} \quad [9]$$

Para el análisis de la estructura del activo:

$$\text{Inmovilización del activo} = \frac{g(x_1)}{g(x_1) + g(x_2)} \quad [10]$$

Las medias geométricas pueden calcularse para todo un sector, por tipologías de empresas definidas según el criterio que se estime oportuno, o por ejercicios económicos, para observar la evolución a lo largo del tiempo.

3.2. Clasificación de estructuras económico-financieras con la metodología CoDa

Raramente los sectores tienen una estructura financiera homogénea, y más que calcular ratios características de todo el sector tiene utilidad hacerlo para subgrupos de empresas de características similares.

La clasificación, llamada también análisis clúster, es una familia de métodos de análisis estadístico multivariado que pretende dividir una muestra de casos en grupos mutuamente excluyentes, de forma que las empresas de un mismo grupo o clúster sean lo más similares posible y las empresas de grupos distintos sean lo más diferentes posible, con respecto a las variables de interés, en este caso los ratios contables (Kaufman & Rousseeuw, 1990). La clasificación composicional puede, por lo tanto, ser utilizada para identificar los grupos de empresas que tengan resultados y estructura financieros similares (Dao *et al.*, 2024; Jofre-Campuzano & Coenders, 2022; Linares-Mustarós *et al.*, 2018; Molas-Colomer *et al.*, 2024; Saus-Sala *et al.*, 2021; 2023; 2024).

Hemos visto que la metodología CoDa substituye las medias aritméticas por las geométricas. Cuando se trata de realizar análisis estadísticos multivariantes como el análisis clúster, la metodología CoDa implica además la transformación previa de las variables. Ello es así porque, como se ha comentado, los ratios contables clásicos adolecen de asimetría y valores atípicos. En el caso del análisis clúster, los ratios clásicos conducen a clústeres difíciles de interpretar, que contienen muy pocas empresas, a veces tan solo una (Dao *et al.*, 2024; Feranecová & Krigovská, 2016; Linares-Mustarós, *et al.*, 2018; Jofre-Campuzano & Coenders, 2022; Sharma *et al.*, 2016).

La llamada transformación por log-ratios centradas (clr) (Aitchison, 1983) además de reducir la asimetría y los valores atípicos de los ratios contables (Jofre-Campuzano & Coenders, 2022; Saus-Sala *et al.*, 2021; 2023), hace que la distancia euclidiana entre dos empresas sea igual a la distancia de Aitchison, muy utilizada en análisis CoDa (Aitchison *et al.*, 2000). De este modo, se puede utilizar cualquier algoritmo estándar de clasificación basado en la distancia euclidiana (Ferrer-Rosell & Coenders, 2018). En este caso, se usa el algoritmo de las k-medias con 25 centros iniciales aleatorios para evitar óptimos locales, que es la opción por defecto del programa CoDaPack.

Cada clr compara una de las masas patrimoniales con la media geométrica de todas las masas patrimoniales consideradas para una misma empresa. Nótese que aquí se calculan las medias de las masas dentro de cada empresa y no las medias de las empresas dentro de cada masa como se hacía en el subapartado anterior.

$$\begin{aligned}
 \text{clr}_1 &= \log \left(\frac{x_1}{\sqrt[6]{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6}} \right) \\
 \text{clr}_2 &= \log \left(\frac{x_2}{\sqrt[6]{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6}} \right) \\
 &\quad \dots \\
 \text{clr}_6 &= \log \left(\frac{x_6}{\sqrt[6]{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6}} \right)
 \end{aligned} \tag{11}$$

Una vez calculados los clústeres con las transformadas $\text{clr}_1, \text{clr}_2, \dots, \text{clr}_6$ como variables de entrada, pueden calcularse las medias geométricas de las ratios clásicas representativas de cada clúster como en el subapartado anterior. La interpretación de las clr es, pues, innecesaria.

4. Resultados

4.1. Medias geométricas globales

Las medias geométricas globales y las ratios globales para el conjunto de todas las empresas y años se reflejan en la Tabla 2 redondeados a tres decimales. En conjunto, la solvencia a corto plazo y el endeudamiento son muy aceptables, siendo las principales amenazas los márgenes, ROA y ROE negativos y la calidad de la deuda que indica que el 85 % de los fondos ajenos son a corto plazo. A partir de las medias geométricas de las masas patrimoniales, las ratios medias sectoriales se calculan como se ha dicho según las fórmulas habituales, por ejemplo, el valor medio 1,535 de la ratio de rotación del activo corriente se calcula como $0,275 / 0,179$. Una vez calculadas correctamente con las medias geométricas, las ratios se usan e interpretan del modo habitual, para trazar la evolución de la salud financiera del sector en el tiempo como se indica en el subapartado siguiente.

TABLA 2

Medias geométricas de las seis masas patrimoniales normalizadas a suma unitaria y ratios sectoriales medias combinando todas las empresas y años ($n = 460$)

Masa patrimonial	Media	Ratio	Media
Activo no corriente	0,137	Solvencia corto plazo	1,783
Activo corriente	0,179	Endeudamiento	0,373
Pasivo no corriente	0,018	Calidad deuda	0,851
Pasivo corriente	0,101	Rotación	0,870
Ingresos de explotación	0,275	Rotación activo corriente	1,535
Gastos de explotación	0,291	Margen	-0,057
		Apalancamiento	1,596
		ROA	-0,050
		ROE	-0,079
		Inmovilización activo	0,433

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Evolución de las medias sectoriales por ejercicios

La Tabla 3 muestra las medias sectoriales de las ratios separadas por ejercicios. Su evolución se presenta gráficamente en las figuras 1, 2 y 3 para las ratios seleccionadas y agrupadas según indicadores. La Figura 1 muestra las ratios de la situación financiera a corto y a largo plazo. En concreto, la solvencia a corto plazo y el endeudamiento son aceptables, aunque baja la solvencia a corto plazo en 2018 y 2019 para posteriormente regresar a sus niveles anteriores no preocupantes. Cabe destacar que la baja calidad de la deuda, financiada en más del 80 % a corto plazo, no presenta ningún cambio relevante en el período analizado.

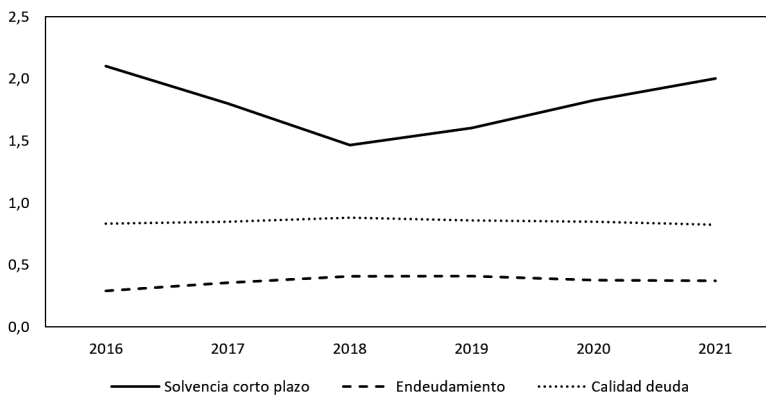
La Figura 2 muestra la evolución de dos de los factores que podrían contribuir a la rentabilidad: la rotación y el apalancamiento. En concreto, el apalancamiento sigue el patrón del endeudamiento. La rotación del activo total tiende a mejorar en el período de estudio, aunque la del activo corriente se estanca a partir de 2018 y retrocede a partir de 2020, con consecuencias en la rentabilidad.

TABLA 3
Ratios sectoriales medias por ejercicios

Ratio	2016 <i>n</i> = 57	2017 <i>n</i> = 63	2018 <i>n</i> = 71	2019 <i>n</i> = 84	2020 <i>n</i> = 92	2021 <i>n</i> = 93
Solvencia corto plazo	2,101	1,801	1,464	1,605	1,825	2,005
Endeudamiento	0,293	0,360	0,407	0,409	0,378	0,375
Calidad deuda	0,834	0,849	0,882	0,861	0,850	0,826
Rotación	0,643	0,849	0,859	0,895	0,943	0,954
Rotación activo corriente	1,250	1,544	1,636	1,581	1,608	1,537
Margen	-0,230	-0,031	-0,121	-0,031	-0,030	0,017
Apalancamiento	1,415	1,561	1,686	1,693	1,608	1,600
ROA	-0,148	-0,026	-0,104	-0,028	-0,029	0,017
ROE	-0,209	-0,041	-0,175	-0,047	-0,046	0,027
Inmovilización activo	0,486	0,450	0,474	0,434	0,414	0,379

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 1
Evolución de las ratios de situación financiera

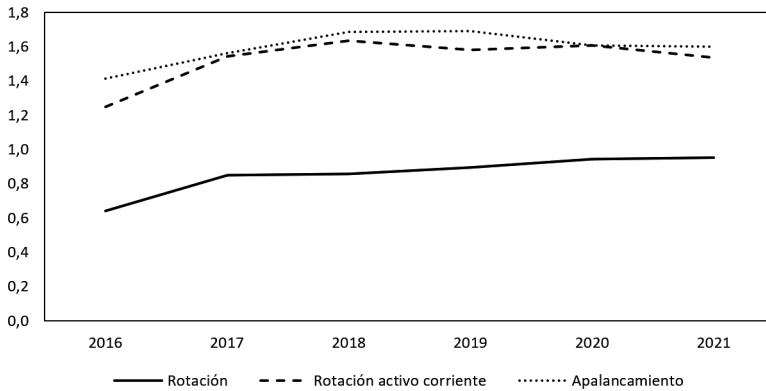


Fuente: Elaboración propia.

La ratio de inmovilización del activo en la Tabla 3 muestra que a partir de 2020 hay un aumento del peso del activo corriente dentro del total del activo que puede corresponder a stocks no vendidos o a morosidad de los clientes y contribuir a la peor rotación del activo corriente.

FIGURA 2

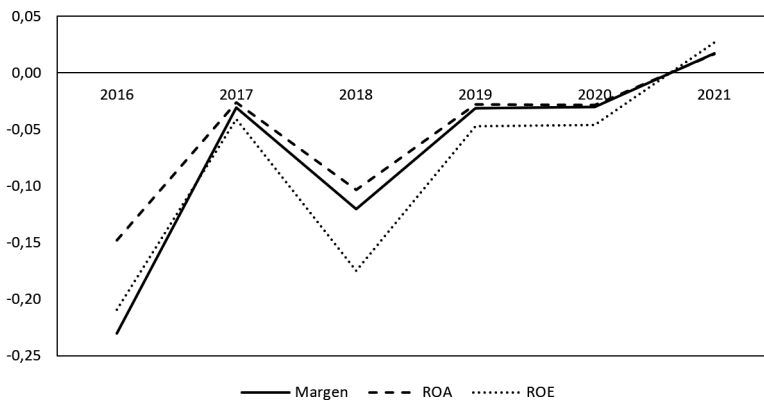
Evolución de las ratios de rotación y apalancamiento



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 3

Evolución de las ratios de margen y rentabilidad



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3 muestra la evolución del margen que contribuye a la rentabilidad, y la rentabilidad sobre activos (rentabilidad económica o ROA) y sobre patrimonio neto (rentabilidad financiera o ROE). La evolución similar de los tres ratios indica que la contribución a la rentabilidad de la rotación y el apalancamiento es muy marginal. En efecto, el principal problema planteado a la rentabilidad del sector es el margen generalmente negativo, salvo en 2021 que es solo ligeramente positivo. Destacan dos años con pésimos resultados, 2016 y 2018, además el ejercicio 2018 también presenta un empeoramiento de la solvencia a corto plazo.

4.3. Medias sectoriales por clústeres

Siguiendo el método de clasificación de estructuras económico-financieras con la metodología CoDa, se obtienen cuatro clústeres representativos del conjunto de datos estudiado, cuyas ratios medias figuran en la Tabla 4 y que pueden resumirse como sigue.

- El primer clúster contiene el 25,4 % de los datos, y destaca por tener margen medio negativo y los peores ROA y solvencia a corto plazo, aunque tenga el endeudamiento total más bajo. La deuda es casi totalmente a corto plazo.
- El segundo clúster contiene el 35,7 % de los datos y destaca por tener el margen positivo más alto, sin destacar favorable ni desfavorablemente por ningún otro indicador, todos los cuales toman además valores adecuados, reflejando una solvencia y una rentabilidad suficientes. Habiendo sido identificado más arriba el margen como el indicador clave en el sector, éste debe ser considerado el mejor de los cuatro clústeres.
- El tercer clúster contiene el 25,7 % de los datos y es el más alejado de los resultados positivos, teniendo las peores rotaciones, márgenes (por mucha diferencia) y ROE. La proporción del activo no corriente en el total del activo es la más elevada, y de acuerdo con esto su deuda es mayoritariamente a largo plazo, lo cual tiene el efecto indirecto de mejorar su solvencia a corto plazo. Su baja actividad es la causa de sus reducidos stocks y cuentas por cobrar que reducen correspondientemente su activo corriente, pero los reducidos ingresos son un problema todavía peor, pues a pesar del reducido activo corriente su rotación no es satisfactoria. Esta baja actividad también se refleja en un pasivo corriente anormalmente bajo, con lo que los datos favorables de liquidez y calidad de la deuda pecan algo de ilusorios. En conjunto este clúster debe pues considerarse el peor de los cuatro, por detrás del primer clúster.
- El cuarto clúster contiene el 13,3 % de los casos y en cierto modo es de características opuestas al anterior. Su margen, aunque bajo, es positivo y merced a unas rotaciones muy favorables y a un elevado apalancamiento

consigue las mejores cifras de ROA y ROE. Es el clúster más endeudado, característica combinada con tener la virtual totalidad de la deuda a corto plazo. Aunque comparta con el clúster segundo la característica de tener ROA y ROE positivos, estos se sustentan sobre un margen muy bajo susceptible de devenir negativo en un futuro, cosa que junto al elevado endeudamiento a corto plazo podría poner el clúster en una situación vulnerable, puesto que prácticamente ningún inmovilizado podría ponerse como garantía de eventuales créditos a largo plazo.

TABLA 4
Ratios sectoriales medias por clústeres

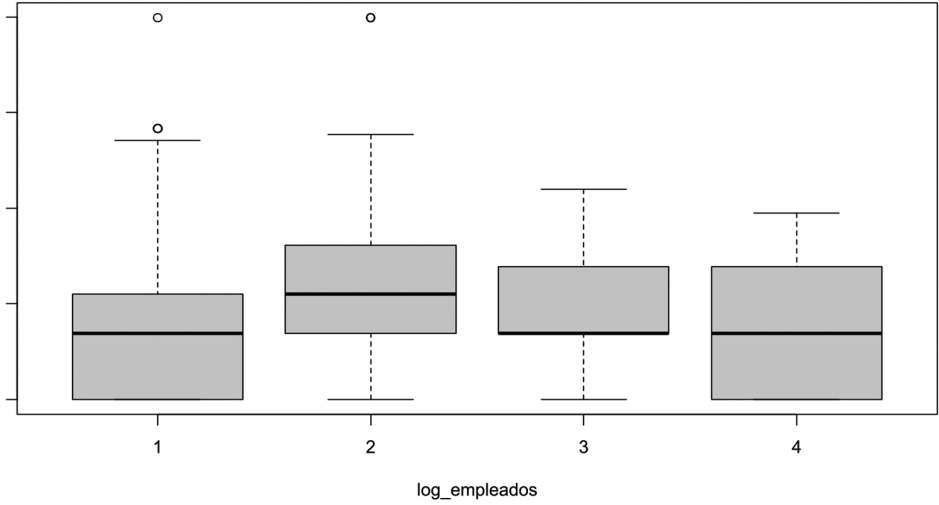
Ratio	Clúster 1 n = 117	Clúster 2 n = 164	Clúster 3 n = 118	Clúster 4 n = 61
Solvencia corto plazo	1,484	1,910	2,034	1,636
Endeudamiento	0,324	0,552	0,555	0,602
Calidad deuda	0,994	0,626	0,120	0,998
Rotación	0,588	1,218	0,145	2,805
Rotación activo corriente	1,230	1,847	1,073	2,855
Margen	-0,082	0,082	-0,322	0,041
Apalancamiento	1,479	2,231	2,249	2,512
ROA	-0,048	0,100	-0,047	0,114
ROE	-0,071	0,224	-0,105	0,287
Inmovilización activo	0,522	0,341	0,864	0,018

Fuente: Elaboración propia.

Los diagramas de caja de la Figura 4 muestran la relación entre el número de empleados entendido como indicador del tamaño de las empresas y la clasificación. Si nos fijamos en la mediana, trazada en línea gruesa dentro de cada caja, el clúster segundo, que asociábamos a una buena salud financiera y sobre todo económica, corresponde a las empresas mayores en número de empleados. En el diagrama de mosaico de la Figura 5 la anchura de las barras representa el número de empresas disponibles cada año, y la altura de la parte correspondiente a cada clúster indica la proporción de empresas que pertenecen a cada clúster durante el año en cuestión. De acuerdo con la mejora paulatina del margen observada en la Figura 3, la Figura 5 muestra un aumento paulatino del tamaño del clúster 2 caracterizado por su margen más alto. Esto sucede a expensas de la reducción en tamaño del primer clúster. Se mantiene en cambio el tamaño del peor de los clústeres que es el tercero, y la supervivencia de cuyas empresas es la más amenazada.

FIGURA 4

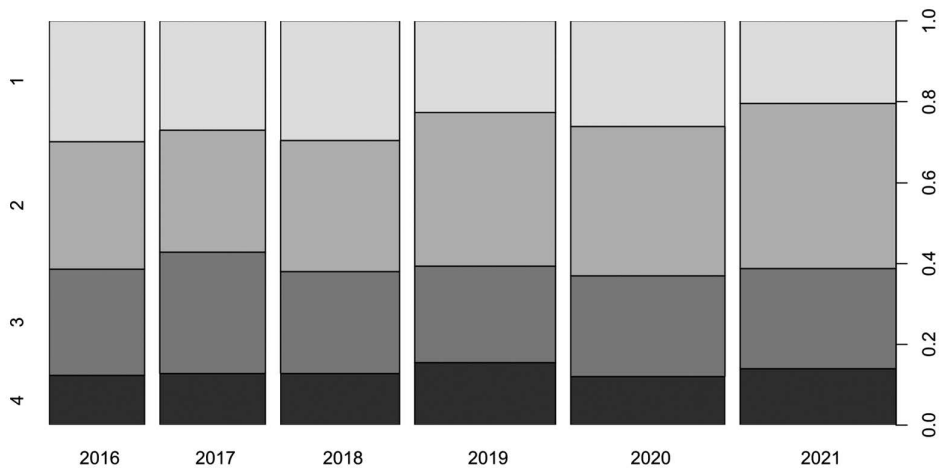
Diagramas de caja del logaritmo del número de empleados por clústeres



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 5

Diagrama de mosaico de años por clústeres



Fuente: Elaboración propia.

5. Discusión

Los resultados reflejan que los márgenes negativos son preocupantes para el sector apícola (especialmente en 2016 y 2018) afectando a la rentabilidad financiera y económica, ya que, el principal activo biológico del sector se ha visto afectado por prácticas agrícolas intensivas, pérdida de hábitats, cambios en el uso de la tierra, el cambio climático y la llegada de especies exóticas invasoras. En este escenario se requiere de inversiones con una financiación sostenible en el sector apicultor, ya que, la mala salud de las colonias de abejas implica mala salud en los estados financieros, a pesar de disponer de un endeudamiento aceptable (aunque no de buena calidad) con una solvencia a corto plazo baja, especialmente en 2018, junto con un activo corriente estancado por poca rotación de existencias y la potencial morosidad de los clientes.

Por otra parte, los efectos de la pandemia no suponen grandes diferenciales en el período objeto de estudio, aunque puede peligrar la supervivencia del sector si no se innova en las inversiones requeridas y se fortalece el sector en tamaño empresarial para conseguir la salud financiera de las empresas apícolas. Otra vía puede ser la obtención de ingresos suplementarios, por ejemplo, a través de cobrar por el servicio de polinización (Blanc *et al.*, 2018), o a través del que ya viene llamándose apiturismo (González-Arnedo *et al.*, 2022; Izquierdo-Gascón & Rubio-Gil, 2023; Topal *et al.*, 2021) que también tiene el efecto de concienciar a los turistas sobre la importancia de la apicultura y la polinización.

Los resultados de la metodología que proponemos se interpretan igual que las ratios clásicas, una vez reemplazados los ceros y calculadas las medias geométricas permitiendo analizar la evolución del sector a lo largo del período analizado, con un método sencillo, que trata los estados financieros como CoDa.

Respecto a los cuatro clústeres analizados los resultados indican que el mejor clúster es el segundo, con márgenes positivos, en un sector que en conjunto no los tiene y cada empresa se puede comparar con la media de ese clúster más que con la global del sector. Además, el segundo clúster contiene el 35,7 % de los datos con el margen positivo más alto, con una solvencia a corto plazo y una rentabilidad aceptable.

El tercer clúster con el 25,7 % de los datos y con resultados negativos, presenta malas rotaciones, y márgenes, ROA y ROE negativos. Los reducidos stocks y pocas cuentas por cobrar reducen el activo corriente, aunque el peligro más destacado son los insuficientes ingresos del clúster, que se traducen en empresas que, como se ha dicho, deberían abordar más de una actividad económica para poder sobrevivir. Es el peor clúster de los cuatro y sus empresas son las que tienen la supervivencia más amenazada.

6. Conclusiones

El sector apicultor es un sector determinante para preservar la biodiversidad, pero requiere de inversiones sostenibles que permitan su supervivencia, con una financiación sostenible como la derivada los fondos NextGeneration. Además, el nuevo pacto de los polinizadores 2023 establece: supervisar las especies polinizadoras y sus riesgos; crear corredores ecológicos para conectar zonas; promover prácticas agrícolas que respeten a los polinizadores; reducir los plaguicidas; movilizar empresas y promocionar acciones a nivel nacional, regional y local, y todo ello requiere fondos o subvenciones para acometer los cambios a los que se tiene que enfrentar el sector.

La salud de las abejas se traduce en la salud económica y financiera del sector, ya que la abeja es su principal activo biológico. Las empresas apícolas tienen una trascendencia relevante a nivel de seguridad alimentaria, por lo que velar por su salud económica y financiera es crucial, y analizar sus estados financieros con una metodología fidedigna como la de CoDa, permite tomar las decisiones oportunas al respecto. En este análisis temporal y por clústeres del sector, los márgenes de las empresas condicionan en gran manera su salud financiera, por lo que se debe velar por su supervivencia con subvenciones y una financiación sostenible para mantener la deseada seguridad alimentaria.

La trashumancia de las abejas, el aire acondicionado en las colmenas y trabajar la tierra con pesticidas más orgánicos, entre otras acciones y actuaciones son claros ejemplos de las inversiones e innovaciones que el sector apícola y el sector agrícola deben acometer. Por otra parte, la figura del apicultor debe sobrevivir para que sobreviva el sector y las políticas alineadas en esta dirección ayudarán a la salud económica y financiera del sector.

Hay que destacar que la metodología CoDa permite muchos otros análisis estadísticos con datos contables sectoriales. Destacamos el biplot composicional para visualizar el conjunto de empresas de un sector con respecto a todas las ratios, y los modelos de regresión estática o dinámica para relacionar variables contables y no contables (Carreras-Simó & Coenders, 2020; 2021; Coenders, 2025; Saus-Sala *et al.*, 2021, 2023; Arimany-Serrat *et al.*, 2023). En el caso concreto de la clasificación pueden usarse también otros métodos como la clasificación jerárquica (Linares-Mustarós *et al.*, 2018), la clasificación ponderada (Dao *et al.*, 2024; Jofre-Campuzano & Coenders, 2022) o la clasificación borrosa (Molas-Colomer *et al.*, 2024). La metodología CoDa ha sido ya aplicada con éxito a análisis en los sectores farmacéutico (Linares-Mustarós *et al.*, 2018), confección (Linares-Mustarós *et al.*, 2018), hospitalario (Creixans-Tenas *et al.*, 2019), distribución alimentaria (Carreras-Simó & Coenders, 2020), comercio al por menor (Carreras-Simó & Coenders, 2021), elaboración de vinos (Arimany-Serrat *et al.*, 2022; 2023; Coenders, 2025; Linares-Mustarós *et al.*, 2022), elaboración de cervezas (Arimany-Serrat & Sgorla,

2024; Coenders *et al.*, 2023a), turismo rural (Saus-sala *et al.*, 2021; 2023; 2024), empresas pesqueras y conserveras (Dao *et al.*, 2024) y combustible de automoción (Jofre-Campuzano & Coenders, 2022). Estos desarrollos afianzan la metodología CoDa como complemento al análisis clásico de ratios financieras cuando se pretende estudiar estadísticamente todo un sector y tienen gran potencial de aplicación y generalización, por ejemplo, a medidas alternativas a la media sectorial (Linares-Mustarós *et al.*, 2013; 2023). Para una mayor simplicidad de la exposición, en este artículo se han considerado solo $D = 6$ masas patrimoniales. Nada impide subdividir las en un número mayor, por ejemplo, considerando los acreedores comerciales y los deudores comerciales como partes separadas de los pasivos y activos corrientes, separando los inmovilizados materiales de los inmateriales, separando los gastos de explotación por tipos, etc. (Carreras-Simó & Coenders, 2020). La única limitación es que un detalle excesivo pudiera elevar los porcentajes de ceros más allá de los que aconsejan los procedimientos de imputación. Nada impide tampoco introducir variables no contables, siempre que no tomen valores negativos y den lugar a ratios de interés, como por ejemplo el número de empleados, que da lugar a las ratios de ventas medias por empleado, activos medios por empleado, salario medio, etc. (Carreras-Simó & Coenders, 2020; Linares-Mustarós *et al.*, 2022). Por último, nada impide usar partidas de otros estados financieros además del balance y la cuenta de resultados, como el estado de flujos de efectivo (Arimany-Serrat *et al.*, 2022). Una información estadística de mayor calidad y robusta a la asimetría, la no normalidad, los valores atípicos y las relaciones no lineales debe permitir una mejor toma de decisiones tanto de las empresas como del sector público, y a ello aspira la aplicación de la metodología CoDa al análisis sectorial de estados financieros.

Referencias

- Aitchison, J. (1983). "Principal component analysis of compositional data". *Biometrika*, 70(1), 57-65. <https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.57>
- Aitchison, J. (1986). *The Statistical Analysis of Compositional Data. Monographs on Statistics and Applied Probability*. Londres: Chapman and Hall.
- Aitchison, J. (1997). "The one-hour course in compositional data analysis or compositional data analysis is simple". En Pawlowsky-Glahn, V. (Ed.): *Proceedings of the IAMG'97—The 3rd Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology* (pp. 3-35). Barcelona: International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE).
- Aitchison, J., Barceló-Vidal, C., Martín-Fernández, J.A. & Pawlowsky-Glahn V. (2000). "Logratio analysis and compositional distances". *Mathematical Geology*, 32(3), 271-275. <https://doi.org/10.1023/A:1007529726302>

-
- Al-Ghamdi, A.A., Adgaba, N., Herab, A.H. & Ansari, M.J. (2017). “Comparative analysis of profitability of honey production using traditional and box hives”. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5), 1075-1080. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.01.007>
- Altman, E.I. (1968). “Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy”. *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609. <https://doi.org/10.2307/2978933>
- Amat Salas, O. (2020). “Caso práctico de utilización de ratios para la detección de fraudes contables”. *Técnica Contable y Financiera*, 33, 98-105.
- Ammar, D., Savinien, J. & Radisson, L. (2019). “The makers’ beehives: Smart beehives for monitoring honeybees’ activities”. Comunicación presentada en la *9th International Conference on the Internet of Things*, Bilbao. <https://doi.org/10.1145/3365871.3365887>
- Arimany-Serrat, N., Farreras-Noguer, A. & Coenders, G. (2022). “New developments in financial statement analysis. Liquidity in the winery sector”. *Accounting*, 8, 355-366. <https://doi.org/10.5267/j.ac.2021.10.002>
- Arimany-Serrat, N., Farreras-Noguer, A. & Coenders, G. (2023). “Financial resilience of Spanish wineries during the COVID-19 lockdown”. *International Journal of Wine Business Research*, 35(2), 346-364. <https://doi.org/10.1108/IJWBR-03-2022-0012>
- Arimany-Serrat, N. & Sgorla, A.F. (2024). “Financial and ESG analysis of the beer sector pre and post COVID-19 in Italy and Spain”. *Sustainability*, 16(17), 7412. <https://doi.org/10.3390/su16177412>
- Barnes, P. (1987). “The analysis and use of financial ratios: A review article”. *Journal of Business Finance & Accounting*, 14(4), 449-461. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5957.1987.tb00106.x>
- Belles-Sampera, J., Guillen, M. & Santolino, M. (2016). “Compositional methods applied to capital allocation problems”. *Journal of Risk*, 19(2), 15-30. <https://doi.org/10.21314/JOR.2016.345>
- Bixby, M., Hoover, S.E., McCallum, R., Ibrahim, A., Ovinge, L., Olmstead, S., Pernal, S.F., Zayed, A., Foster, L.J. & Guarna, M.M. (2020). “Honey bee queen production: Canadian costing case study and profitability analysis”. *Journal of Economic Entomology*, 113(4), 1618-1627. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa102>

- Blanc, S., Brun, F., Di Vita, G. & Mosso, A. (2018). "Traditional beekeeping in rural areas: Profitability analysis and feasibility of pollination service". *Calitatea*, 19(S1), 72-79. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/traditional-beekeeping-rural-areas-profitability/docview/2018601110/se-2>
- Brundtland, G. (1987). *El Desarrollo Sostenible. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo*. Obtenido de: Asamblea General de las Naciones Unidas. <https://desarrollosostenible.wordpress.com/2006/09/27/informe-brundtland>
- Buccianti, A., Mateu-Figueras, G. & Pawlowsky-Glahn, V. (2006). *Compositional Data Analysis in the Geosciences: From Theory to Practice*. Londres: Geological Society of London. <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2006.264>
- Carreras-Simó, M. & Coenders, G. (2020). "Principal component analysis of financial statements. A compositional approach". *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 29, 18-37. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.3580>
- Carreras-Simó, M. & Coenders, G. (2021). "The relationship between asset and capital structure: a compositional approach with panel vector autoregressive models". *Quantitative Finance and Economics*, 5(4), 571-590. <https://doi.org/10.3934/QFE.2021025>
- Čavlin, M., Prdić, N., Ignjatijević, S., Vapa Tankosić, J., Lekić, N. & Kostić, S. (2023). "Research on the determination of the factors affecting business performance in beekeeping production". *Agriculture*, 13(3), 686. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030686>
- Chantawannakul, P. (2018). "Honey bees in modernized South East Asia: Adaptation or extinction?". En Lopez, M. & Suryomenggolo, J. (Eds.): *Environmental Resources Use and Challenges in Contemporary Southeast Asia. Asia in Transition, vol 7* (pp. 169-186). Singapur: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8881-0_8
- Coenders, G. (2025). "Application aux ratios financiers". En Bertrand, F., Gégout-Petit, A. & Thomas-Agnan, C. (Eds.): *Données de Composition*. Paris: Éditions TECHNIP.
- Coenders, G. & Arimany-Serrat, N. (2023). "Accounting statement analysis at industry level. A gentle introduction to the compositional approach". *arXiv*, 2305.16842. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.16842>

- Coenders, G., Egozcue, J.J., Fačevicová, K., Navarro-López, C., Palarea-Albaladejo, J., Pawlowsky-Glahn, V. & Tolosana-Delgado, R. (2023b). “40 years after Aitchison’s article “The statistical analysis of compositional data”. Where we are and where we are heading”. *SORT. Statistics and Operations Research Transactions*, 47(2), 207-228. <https://doi.org/10.57645/20.8080.02.6>
- Coenders, G. & Ferrer-Rosell, B. (2020). “Compositional data analysis in tourism. Review and future directions”. *Tourism Analysis*, 25(1), 153-168. <https://doi.org/10.3727/108354220X15758301241594>
- Coenders, G., Sgorla, A.F., Arimany-Serrat, N., Linares-Mustarós, S. & Farreras-Noguer, M.A. (2023a). “Nuevos métodos estadísticos composicionales para el análisis de ratios contables”. *Revista de Comptabilitat i Direcció*, 35, 133-146. https://accid.org/wp-content/uploads/2024/08/Nous-metodes-estadistics-composicionals_watermark.pdf
- Cowen, S.S. & Hoffer, J.A. (1982). “Usefulness of financial ratios in a single industry”. *Journal of Business Research*, 10(1), 103-118. [https://doi.org/10.1016/0148-2963\(82\)90020-0](https://doi.org/10.1016/0148-2963(82)90020-0)
- Creixans-Tenas, J., Coenders, G. & Arimany-Serrat, N. (2019). “Corporate social responsibility and financial profile of Spanish private hospitals”. *Heliyon*, 5(10), e02623. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02623>
- Dao, B.T.T., Coenders, G., Lai, P.H., Dam, T.T. & Trinh, H.T. (2024). “An empirical examination of financial performance and distress profiles during Covid-19: The case of fishery and food production firms in Vietnam”. *Journal of Financial Reporting and Accounting*. <https://doi.org/10.1108/JFRA-09-2023-0509>
- Davis, B.C., Hmieleski, K.M., Webb, J.W. & Coombs, J.E. (2017). “Funders’ positive affective reactions to entrepreneurs’ crowdfunding pitches: The influence of perceived product creativity and entrepreneurial passion”. *Journal of Business Venturing*, 32(1), 90-106. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2016.10.0060883-9026>
- Deakin, E.B. (1976). “Distributions of financial accounting ratios: some empirical evidence”. *The Accounting Review*, 51(1), 90-96. <https://www.jstor.org/stable/245375>
- Egozcue, J.J. & Pawlowsky-Glahn, V. (2019). “Compositional data: the sample space and its structure”. *TEST*, 28(3), 599-638. <https://doi.org/10.1007/s11749-019-00670-6>

- Ezzamel, M. & Mar-Moliner, C. (1990). "The distributional properties of financial ratios in UK manufacturing companies". *Journal of Business Finance & Accounting*, 17(1), 1-29. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5957.1990.tb00547.x>
- Faello, J. (2015). "Understanding the limitations of financial ratios". *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 19(3), 75-85.
- Feketéné Ferenczi, A., Szűcs, I. & Bauerné Gáthy, A. (2023). "Economic sustainability assessment of a beekeeping farm in Hungary". *Agriculture*, 13(6), 1262. <https://doi.org/10.3390/agriculture13061262>
- Ferancová, A. & Krigovská, A. (2016). "Measuring the performance of universities through cluster analysis and the use of financial ratio indexes". *Economics & Sociology*, 9(4), 259-271. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2016/9-4/16>
- Ferrer-Rosell, B. & Coenders, G. (2018). "Destinations and crisis. Profiling tourists' budget share from 2006 to 2012". *Journal of Destination Marketing & Management*, 7, 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2016.07.002>
- Filzmoser, P., Hron, K. & Templ, M. (2018). *Applied Compositional Data Analysis with Worked Examples in R*. Nueva York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96422-5>
- Fiori, A.M. & Coenders, G. (2025). "Turning points in core-periphery displacement of systemic risk in the Eurozone: Constrained weighted compositional clustering". *Risks*, 13(1), 21. <https://doi.org/10.3390/risks13020021>
- Fiori, A.M. & Porro, F. (2023). "A compositional analysis of systemic risk in European financial institutions". *Annals of Finance*, 19, 325-354. <https://doi.org/10.1007/s10436-023-00427-0>
- Frecka, T.J. & Hopwood, W.S. (1983). "The effects of outliers on the cross-sectional distributional properties of financial ratios". *Accounting Review*, 58(1), 115-128. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2017.10.003>
- Fry, J.M., Fry, T.R.L. & McLaren, K.R. (1996). "The stochastic specification of demand share equations: Restricting budget shares to the unit simplex". *Journal of Econometrics*, 73(2), 377-385. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(95\)01727-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(95)01727-5)
- Gámez-Velázquez, D. & Coenders, G. (2020). "Identification of exchange rate shocks with compositional data and written press". *Finance, Markets and Valuation*, 6(1), 99-113. <https://doi.org/10.46503/LDAW9307>

- Glassman, D.A. & Riddick, L.A. (1996). "Why empirical international portfolio models fail: Evidence that model misspecification creates home asset bias". *Journal of International Money and Finance*, 15(2), 275-312. [https://doi.org/10.1016/0261-5606\(95\)00046-1](https://doi.org/10.1016/0261-5606(95)00046-1)
- González-Arnedo, E.A., Izquierdo-Gascón, M. & Rubio-Gil, Á. (2022). "Ecovillages as a development model and the case of api-tourism in sustainable settlements". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 20(5), 1143-1161. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2022.20.077>
- Greenacre, M. (2018). *Compositional Data Analysis in Practice*. Nueva York: Chapman and Hall/CRC press. <https://doi.org/10.1201/9780429455537>
- Greenacre, M., Grunsky, E., Bacon-Shone, J., Erb, I. & Quinn, T. (2023). "Aitchison's compositional data analysis 40 years on: A reappraisal". *Statistical Science*, 38(3), 386-410. <https://doi.org/10.1214/22-STS880>
- Hassan, A., Elmaghrabi, M., Burton, B. & Dunne, T. (2023). "Corporate internet reporting in Egypt: a pre-and peri-uprising analysis". *International Journal of Organizational Analysis*, 31(6), 2409-2440. <https://doi.org/10.1108/IJOA-09-2021-2970>
- Hidalgo, H.A., Nicolas, A.R. & Cedon, R. (2020). "Development barriers of stingless bee honey industry in Bicol, Philippines". *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 10(3), 1245-1251. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.10.3.4747>
- Horrigan, J.O. (1968). "A short history of financial ratio analysis". *The Accounting Review*, 43(2), 284-294. <https://www.jstor.org/stable/243765>
- Isles, P.D.F. (2020). "The misuse of ratios in ecological stoichiometry". *Ecology*, 101, e03153. <https://doi.org/10.1002/ecy.3153>
- Izquierdo-Gascón, M. & Rubio-Gil, Á. (2023). "Theoretical approach to api-tourism routes as a paradigm of sustainable and regenerative rural development". *Journal of Apicultural Research*, 62(4), 751-766. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2079285>
- Jofre-Campuzano, P. & Coenders, G. (2022). "Compositional classification of financial statement profiles. The weighted case". *Journal of Risk and Financial Management*, 15(12), 546. <https://doi.org/10.3390/jrfm15120546>
- Kaufman, L. & Rousseeuw, P.J. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. Nueva York: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470316801>

- Lajara-Camilleri, N. & Mateos-Ronco, A. (2012). "Financial structure and business achievement in agricultural cooperatives: an empirical approach". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 12(2), 77-101. <https://doi.org/10.7201/earn.2012.02.04>
- Lev, B. & Sunder, S. (1979). "Methodological issues in the use of financial ratios". *Journal of Accounting and Economics*, 1(3), 187-210. [https://doi.org/10.1016/0165-4101\(79\)90007-7](https://doi.org/10.1016/0165-4101(79)90007-7)
- Linares-Mustarós, S., Coenders, G. & Vives-Mestres, M. (2018). "Financial performance and distress profiles. From classification according to financial ratios to compositional classification". *Advances in Accounting*, 40, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2017.10.003>
- Linares-Mustarós, S., Farreras-Noguer, M. A., Arimany-Serrat, N. & Coenders, G. (2022). "New financial ratios based on the compositional data methodology". *Axioms*, 11(12), 694. <https://doi.org/10.3390/axioms11120694>
- Linares-Mustarós, S., Farreras-Noguer, M.À., Ferrer-Comalat, J.C. & Merigó, J.M. (2023). "The ordered weighted average sector liquid return index: A method for determining financial recovery from sectoral debt". *Mathematics*, 11(23), 4839. <https://doi.org/10.3390/math11234839>
- Linares-Mustarós, S., Farreras-Noguer, M.A., Ferrer-Comalat, J.C. & Rabaseda-Tarrés, J. (2013). "Una nueva ratio sectorial. La ratio de retorno líquido". *Cuadernos del CIMBAGE*, 15, 57-72. <https://ojs.economicas.uba.ar/CIMBAGE/article/view/503>
- Martikainen, T., Perttunen, J., Yli-Olli, P. & Gunasekaran, A. (1995). "Financial ratio distribution irregularities: Implications for ratio classification". *European Journal of Operational Research*, 80(1), 34-44. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)E0134-J](https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)E0134-J)
- Martín-Fernández, J.A., Hron, K., Templ, M., Filzmoser, P. & Palarea-Albaladejo, J. (2012). "Model-based replacement of rounded zeros in compositional data: classical and robust approaches". *Computational Statistics & Data Analysis*, 56(9), 2688-2704. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2012.02.012>
- Martinez-Garcia, A., Horrach-Rosselló, P. & Mulet-Forteza, C. (2023). "Mapping the intellectual and conceptual structure of research on CoDa in the 'Social Sciences' scientific domain. A bibliometric overview". *Journal of Geochemical Exploration*, 252, 107273. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2023.107273>

- Massot, A. (2022). "Hacia una gobernanza marco y multinivel de la Política Agrícola Común post 2023: un análisis institucionalista". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 22(2), 5-29. <https://doi.org/10.7201/earn.2022.02.01>
- Mcleay, S. & Omar, A. (2000). "The sensitivity of prediction models to the non-normality of bounded and unbounded financial ratios". *The British Accounting Review*, 32(2), 213-230. <https://doi.org/10.1006/bare.1999.0120>
- Milla, L., Schmidt-Lebuhn, A., Bovill, J. & Encinas-Viso, F. (2022). "Monitoring of honeybee floral resources with pollen DNA metabarcoding as a complementary tool to vegetation surveys". *Ecological Solutions and Evidence*, 3(1), e12120. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12120>
- Molas-Colomer, X., Linares-Mustarós, S., Farreras-Noguer, M.À. & Ferrer-Comalat, J.C. (2024). "A new methodological proposal for classifying firms according to the similarity of their financial structures based on combining compositional data with fuzzy clustering". *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, 43, 73-100. <https://www.oldcitypublishing.com/journals/mvlsc-home/mvlsc-issue-contents/mvlsc-volume-43-number-1-2-2024/mvlsc-43-1-2-p-73-100/>
- Neov, B., Georgieva, A., Shumkova, R., Radoslavov, G. & Hristov, P. (2019). "Biotic and abiotic factors associated with colonies mortalities of managed honeybee (*apis mellifera*)". *Diversity*, 11(12), 237. <https://doi.org/10.3390/d11120237>
- Ortells, R., Egozcue, J.J., Ortego, M.I. & Garola, A. (2016). "Relationship between popularity of key words in the Google browser and the evolution of worldwide financial indices". En Martín-Fernández, J.A. & Thió-Henestrosa, S. (Eds.): *Compositional Data Analysis. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Vol. 187* (pp. 145-166). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44811-4_10
- Palarea-Albaladejo, J. & Martín-Fernández, J.A. (2008). "A modified EM algorithm for replacing rounded zeros in compositional data sets". *Computers & Geosciences*, 34(8), 902-917. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2007.09.015>
- Pawlowsky-Glahn, V., Egozcue, J.J. & Tolosana-Delgado, R. (2015). *Modeling and Analysis of Compositional Data*. Chichester: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119003144>
- Reyes-Mandujano, I.F., Fernández, F.J., Mercado, W., Gómez, L. & Ponce, R.D. (2020). "Systematic review: Analysis of the economic modeling of biodiversity in rural agricultural households, recommendations for future reports". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 20(1), 53-75. <https://doi.org/10.7201/earn.2020.01.03>

- Sarı, F. & Koyuncu Sarı, F. (2020). "Land use change assesment for beekeeping in Southeast Anatolia". *Uludağ Arıcılık Dergisi – Uludag Bee Journal*, 20(1), 51–61. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.684608>
- Saus-Sala, E., Farreras-Noguer, M.À., Arimany-Serrat N. & Coenders, G. (2021). "Compositional DuPont analysis. A visual tool for strategic financial performance assessment". En Filzmoser, P., Hron, K., Martín-Fernández, J.A. & Palarea-Albaladejo, J. (Eds.): *Advances in Compositional Data Analysis. Festschrift in Honour of Vera Pawlowsky-Glahn* (pp. 189-206). Cham: Springer. 189–206. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71175-7_10
- Saus-Sala, E., Farreras-Noguer, M.À., Arimany-Serrat, N. & Coenders, G. (2023). "Análisis de las empresas de turismo rural en Cataluña y Galicia: rentabilidad económica y solvencia 2014-2018". *Cuadernos del CIMBAGE*, 25(1), 33–54. [https://doi.org/10.56503/cimbage/vol.1/nro.25\(2023\)p.33-54](https://doi.org/10.56503/cimbage/vol.1/nro.25(2023)p.33-54)
- Saus-Sala, E., Farreras-Noguer, M.À., Arimany-Serrat, N. & Coenders, G. (2024). "Financial analysis of rural tourism in Catalonia and Galicia pre- and post COVID-19". *International Journal of Tourism Research*, 26(4), e2698. <https://doi.org/10.1002/jtr.2698>
- Secall, P.P. (2023). "Perspectiva del derecho del medio ambiente y de las políticas ambientales de la Unión Europea (Primer semestre 2023)". *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 14(1), 1-26. <https://doi.org/10.17345/rcda3569>
- Şengül, Z. & Saner, G. (2023). "Assessing the sustainability of beekeeping farms in Turkey: Case of the Aegean region". *New Medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, 22(3), 85-106. <https://doi.org/10.30682/nm2303e>
- Sharma, S., Shebalkov, M. & Yukhanaev, A. (2016). "Evaluating banks performance using key financial indicators—a quantitative modeling of Russian banks". *The Journal of Developing Areas*, 50(1), 425-453. <https://www.jstor.org/stable/24737357>
- Staňková, M. & Hampel, D. (2023). "Optimal threshold of data envelopment analysis in bankruptcy prediction". *SORT. Statistics and Operations Research Transactions*, 47(1), 129-150. <https://doi.org/10.57645/20.8080.02.3>
- Stevens, S.S. (1946). "On the theory of scales of measurement". *Science*, 103, 677-680. <https://doi.org/10.1126/science.103.2684.677>
- Tallapally, P. (2009). *The Association between Data Intermediaries and Bond Rating Classification Model Prediction Accuracy*. Obtenido de: Louisiana Tech University. <https://core.ac.uk/download/236621592.pdf>

- Tascón, M.T., Castaño, F.J. & Castro, P. (2018). “A new tool for failure analysis in small firms: frontiers of financial ratios based on percentile differences (PDFR)”. *Spanish Journal of Finance and Accounting*, 47(4), 433-463. <https://doi.org/10.1080/02102412.2018.1468058>
- Tlak Gajger, I., Mañes, A.M., Formato, G., Mortarino, M. & Toporcak, J. (2021). “Veterinarians and beekeeping: What roles, expectations, and future perspectives? -a review paper”. *Veterinarski Arhiv*, 91(4), 437-443. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.1444>
- Thió-Henestrosa, S. & Martín-Fernández, J.A. (2005). “Dealing with compositional data: The freeware CoDaPack”. *Mathematical Geology*, 37(7), 773-793. <https://doi.org/10.1007/s11004-005-7379-3>
- Topal, E., Adamchuk, L., Negri, I., Kösoğlu, M., Papa, G., Dârjan, M. S., Cornea-Cipcigan, M. & Mărgăoan, R. (2021). “Traces of honeybees, api-tourism and beekeeping: From past to present”. *Sustainability*, 13(21), 11659. <https://doi.org/10.3390/su132111659>
- Tubene, S., Kulhanek, K., Rennich, K. & Vanengelsdorp, D. (2023). “Best management practices increase profitability of small-scale US beekeeping operations”. *Journal of Economic Entomology*, 116(1), 47-55. <https://doi.org/10.1093/jee/toac174>
- van den Boogaart, K.G. & Tolosana-Delgado, R. (2013). *Analyzing Compositional Data with R*. Berlín: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36809-7>
- Voltes-Dorta, A., Jiménez, J.L. & Suárez-Alemán, A. (2014). “An initial investigation into the impact of tourism on local budgets: A comparative analysis of Spanish municipalities”. *Tourism Management*, 45, 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.02.016>
- Wahengbam, J. Raut, A.M., Pal, S. & Banu, A.N. (2019). “Role of bumble bee in pollination”. *Annals of Biology*, 35(2), 290-295.
- Willer do Prado, J., de Castro Alcântara, V., de Melo Carvalho, F., Carvalho Vieira, K., Cruz Machado, L.K. & Flávio Tonelli, D. (2016). “Multivariate analysis of credit risk and bankruptcy research data: a bibliometric study involving different knowledge fields (1968–2014)”. *Scientometrics*, 106(3), 1007-1029. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1829-6>
- Zambrano-González, K. & García-Aranda, C. (2022). “El camino de la Unión Europea hacia la neutralidad climática: retos de la transición energética y ecológica tras el Pacto Verde Europeo”. *Quaderns IEE, Revista Instituto de Estudios Europeos*, 1(1), 199-213. <https://doi.org/10.5565/rev/quadernsiee.14>