



Scientia Agropecuaria

Web page: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>

Facultad de Ciencias
Agropecuarias

Universidad Nacional de
Trujillo

RESEARCH ARTICLE



Reduction of negative externalities due to the use of waste in product development: circular economy in the Chilean olive industry

Reducción de externalidades negativas por aprovechamiento de residuos en el desarrollo de productos: economía circular en la industria olivícola chilena

Werther Kern Falcón¹ ; Marco Schwartz Melgar² ; Ricardo Marchant Silva^{3*}

¹ Universidad San Sebastián, Facultad de Ingeniería. Chile.

² Universidad de Chile, Departamento de Agroindustria y Enología, Facultad de Ciencias Agronómicas. Chile.

³ Universidad de Santiago de Chile, Facultad Tecnológica, Dpto. Gestión Agraria. Chile.

* Corresponding author: ricardomarchant59@gmail.com (R. Marchant Silva).

Received: 15 October 2021. Accepted: 3 January 2022. Published: 14 February 2022.

Abstract

The circular economy, as a factor of sustainable development, is an innovative practice of resource allocation that considers the production of goods and the reuse of their waste. Society values the circular economy, since it contributes to the reduction of negative externalities arising from the operation of certain industries that generate waste that is harmful to the environment. In this work, the magnitude of the negative externality represented by the accumulation of the waste called "alperujo" in the olive sector in Chile is evaluated, identifying, and validating new businesses developed from its reuse. For this purpose, a portfolio of viable options for the valorization of alperujo was constituted, based on a contextual analysis, the application of Product-Market Fit and the participation of a focus group, which allowed estimating the reduction of the negative externality, because of the use of alperujo. This industry externality comes from the generation of 120,000 t/year of waste, with an estimated value of USD 10.48 million. The alperujo, in the form of paste or extract, can be incorporated in the production of snacks, antioxidant drinks and yogurt. The sum of the NPV of the three businesses reaches USD 11.63 million, which allows compensating the estimated negative externality with a favorable margin, using 1.8% of the alperujo generated annually in Chile. This study contributes to the validation of the circular business model in a relevant sector of the Chilean export economy.

Keywords: circular economy; olive industry; negative externalities; product market fit; waste valorization.

Resumen

La economía circular, como factor de desarrollo sustentable constituye una práctica innovadora de asignación de recursos, que considera la producción de bienes y la reutilización de sus residuos. La sociedad valora a la economía circular, puesto que ella contribuye a la reducción de las externalidades negativas, que surgen de la operación de determinadas industrias, generadoras de residuos, dañosos para el medio ambiente. En este trabajo, se plantea la evaluación de la magnitud de la externalidad negativa que representa la acumulación del residuo denominado "alperujo" en el sector olivícola de Chile, identificando y validando nuevos negocios desarrollados a partir de su reutilización. Para este cometido, se constituyó un portafolio de opciones viables de valorización del alperujo, a partir de un análisis contextual, la aplicación del ajuste Producto-Mercado y la participación de un *focus group*, lo cual permitió estimar la reducción desde la externalidad negativa, por efecto del empleo del alperujo. Esta externalidad de la industria proviene de la generación de 120.000 t/año del residuo, estimándose su valor en USD 10,48 millones. El alperujo en forma de pasta o extracto puede incorporarse en la producción de *snacks*, bebidas antioxidantes y yogurt. La suma de los VAN de los tres negocios alcanza a USD 11,63 millones, lo cual permite compensar con margen favorable la externalidad negativa estimada, utilizando un 1,8% del alperujo generado anualmente en Chile. Este estudio contribuye a la validación del modelo de negocio circular en un sector relevante de la economía exportadora chilena.

Palabras clave: Economía circular; industria olivícola; externalidades negativas; ajuste producto-mercado; valorización de residuos.

DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.002>

Cite this article:

Kern Falcón, W., Schwartz Melgar, M., & Marchant Silva, R. (2022). Reducción de externalidades negativas por aprovechamiento de residuos en el desarrollo de productos: economía circular en la industria olivícola chilena. *Scientia Agropecuaria*, 13(1), 15-23.

1. Introducción

La economía circular representa una derivación heurística de la economía sustentable. En este contexto, la atención tecnológica y económica, se enfoca en la transformación de residuos de procesos productivos, para atenuar la contaminación que ellos originan (Donald et al., 2015). Además, constituye un modelo de negocio basado en la reutilización de desechos (Arroyo, 2018; Ferasso et al., 2020; Pieroni et al., 2019), lo que puede contribuir a potenciar la productividad y competitividad de las empresas, que pretenden desarrollar procesos de producción más limpios (Chacin et al., 2015). La implementación de la economía circular ha debido superar barreras tecnológicas, de mercado, institucionales y culturales, según lo reportan Grafström & Aasma (2021). La circularidad aporta valor a industrias relacionadas, al ocuparse del desarrollo e innovación de nuevos productos. En este sentido, la sociedad valora implícitamente a la economía circular, puesto que ella puede contribuir a la reducción de las externalidades negativas, que surgen de la operación de determinadas industrias, generadoras de residuos, dañinos para el medio ambiente (Nuñez-Cacho, Górecki et al., 2018). Esto implica que los proyectos de inversión privados, realizados bajo la perspectiva circular, deberían incorporar como beneficio social, la reducción de tales externalidades negativas (Mosangini & Tunçer, 2019).

La evaluación costo-beneficio y las externalidades de las variables implicadas en los ciclos de productos es relevante, puesto que la emisión de residuos está vinculada a dichos ciclos (Albuquerque et al., 2019). La generación de residuos se considera como una externalidad negativa de los procesos productivos, configurando una falla de mercado. La regulación de este tipo de distorsiones se resuelve con: la aplicación de impuestos específicos a la actividad contaminadora, la sanción normativa de emisión de contaminantes y la generación de incentivos para el desarrollo de procesos de reciclaje. La creación de indicadores provenientes de la maximización del valor social del desecho utilizado permite realizar una mejor gestión correctiva de tales fallas de mercado, tal como consignan García-Barrigán et al. (2019).

Por otra parte, desde la perspectiva macroeconómica asociada a la teoría del crecimiento endógeno, la reducción de externalidades negativas contribuye positivamente a incrementar el PIB sectorial de largo plazo de la industria que las genera (Chirwa & Odhiambo, 2018).

La economía circular, propone la reducción, reciclaje, reutilización, recuperación y/o valorización de los residuos, los cuales, al ser procesados alcanzan mayor valoración social (Sarvati, 2017), reconociéndose efectos positivos para la sociedad y beneficios económicos para la industria. Es así como, por ejemplo, Principato et al. (2019) han estimado, para el caso de la Unión Europea, que por cada dólar invertido en reciclaje se verifica una caída promedio de 14 dólares en los costos operativos de la industria.

El modelo de producción no circular genera una cantidad importante de residuos, como es en el caso de la industria agroalimentaria. Este sector ha sido afectado por la emisión de residuos de la economía lineal, lo cual se ha agravado por el cambio climático y la pérdida de

biodiversidad (Jurgilevich et al., 2016). Por ello, es imperativo que las cadenas de suministro se adapten a la economía circular (Esposito et al., 2020). En este sentido, Ju et al. (2017) plantean que las acciones circulares tendientes a disminuir las pérdidas de alimentos aumentan la eficiencia en el consumo de la población. Por otra parte, Secondi et al. (2019) establecen la posible reutilización del 85% de los desechos de la industria del tomate, revalorizando su uso. En tanto, otros autores plantean el uso de los desechos de la industria del aceite de oliva, para la obtención de etanol (Abu, Azaizeh, & Gerchman, 2020), biogás (Barros et al., 2020; Lovrak et al., 2022) y ramnolípidos (Chebbi et al., 2021). Otros compuestos de alto valor añadido como el tirosol, el hidroxitirosol, el oleocanthal, la oleuropeína, el ligstroside, el escualeno y ácidos grasos, también son susceptibles de obtener a partir de la biomasa del olivo (Otero et al., 2021).

De otra parte, Donner & Radic (2021b), considerando los grandes volúmenes de residuos nocivos que se producen en el sector olivarero de la cuenca del Mar Mediterráneo, revisan iniciativas empresariales que crean valor a partir de los subproductos del olivo, mediante enfoques de bioeconomía circular. Estos modelos de negocio pretenden potenciar el uso funcional de los olivos, trascendiendo los sistemas tradicionales de creación de valor. Estos autores subrayan el surgimiento de algunas empresas innovadoras especializadas en el ámbito de la valorización de los residuos del olivar, impulsadas por preocupaciones medioambientales y centradas en la producción de bioenergía. Sin embargo, el potencial global de la biomasa del olivo parece estar todavía infravalorado. En consecuencia, plantean como necesario la aplicación de modelos de negocio circulares, que contribuyan al desarrollo sostenible en el sector olivarero mediterráneo.

Los casos referidos ilustran que los residuos de la industria agroalimentaria pueden ser utilizados como materias primas para procesos productivos, en la lógica de la economía circular (Jurgilevich et al., 2016) y para ello, es necesario catalizar un ecosistema, por una parte, de innovación de alto impacto y escalable; y por otro, de fomento al emprendimiento y desarrollo de negocios, para que se desarrollen iniciativas tendientes a valorizar estos residuos, transformándolos en activos económico-sociales (Donner, et al., 2021a).

En este trabajo, se aborda una aplicación de la economía circular, en el ámbito de la agroindustria olivícola chilena. Se estima que en Chile hay más de 24.000 has plantadas de olivos cuyo destino principal es la extracción de aceite de oliva. En tanto, la producción de aceite, por esta agroindustria chilena alcanza a 22.000 t/año, lo cual origina cerca de 120 mil toneladas anuales de residuos, denominados bajo el nombre genérico de "alperujo", el cual, en la actualidad, se usa para "relleno" de hileras del campo o compost (ChileOliva, 2019).

Existen antecedentes que respaldan la posibilidad de aplicar la *praxis* de la economía circular en el caso de este residuo y otros provenientes de la industria olivícola, en los cuales se observan atributos interesantes, derivados de su origen: las olivas y su proceso de extracción de aceite (Donner & Radic, 2021b; Foti et al., 2021).

De hecho, prácticamente la mitad del peso de las olivas corresponde al alperujo sin semilla; su contenido de proteínas puede alcanzar en promedio un 2,5% de su peso, en tanto su concentración de aceite es de un 3,0-3,5%; los hidratos de carbono representan el 1,6%. Además, es rico en polifenoles (1,3%), con actividad antioxidante. Es necesario tener en cuenta, que tales valores nutricionales del alperujo son variables y dependen del proceso de extracción utilizado en cada temporada, la variedad de fruto, las condiciones climáticas, tiempo y condiciones de almacenamiento, contenido de aceite de la variedad procesada, entre otros (Gaona, 2011). En consideración de lo expuesto, en este trabajo, se planteó una aplicación del enfoque de economía circular, estimando la reducción de la externalidad negativa que representa la acumulación del residuo denominado "alperujo" en el sector olivícola de Chile e identificando y validando nuevos negocios desarrollados a partir de su reutilización.

2. Materiales y métodos

2.1. Estimación de la externalidad negativa de la industria de aceite de oliva

Se realizó una estimación numérica de la externalidad negativa generada por la actividad olivícola en Chile, sobre la base de la teoría de organización industrial y de datos observados de la industria. Considerando el supuesto de que el mercado del aceite de oliva exhibe un equilibrio propio de una industria en competencia imperfecta (oligopolio), como se muestra en la **Figura 1**, se utilizaron las principales propiedades estructurales que se establecen entre la curva de demanda residual, la curva de ingreso marginal y el índice de Lerner. Es por ello que se utilizó el margen comercial unitario, respecto del precio de venta del aceite de oliva de una empresa representativa de esta industria; con lo cual, se calculó el costo marginal privado (CMgp) sobre la base del Índice de Lerner (Perloff, Karp, & Golan, 2007), que relaciona el margen del precio, respecto al costo marginal, con el índice de concentración de la industria y la elasticidad demanda – precio del mercado, tal como se representa en la siguiente fórmula.

$$\frac{P_p - CMg_p}{P_p} = \frac{HHI}{\epsilon_{DP_p}} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde, Pp: precio privado; CMgp: costo marginal privado; HHI: índice de concentración de Herfindhal-Hirshman; εDPp: elasticidad demanda- precio; HHI/ εDPp: valor absoluto de la pendiente de la curva de demanda inversa residual, que enfrenta una empresa representativa de la industria, en competencia imperfecta (**Figura 1**). A partir de esta última expresión y por construcción sobre la base del modelo clásico de una empresa con poder de mercado, el valor absoluto de la pendiente de curva de ingreso marginal corresponde al doble de la pendiente de la curva de demanda inversa residual, es decir, 2 (HHI / εDPp).

Adicionalmente, se utilizó las conversiones técnicas de masa del aceite de oliva y de generación de residuos por unidad de volumen. En cuanto al margen de beneficio extraordinario, respecto al precio de venta se utilizó en este

trabajo un valor de 60%, de acuerdo con la información de una empresa representativa de la industria.

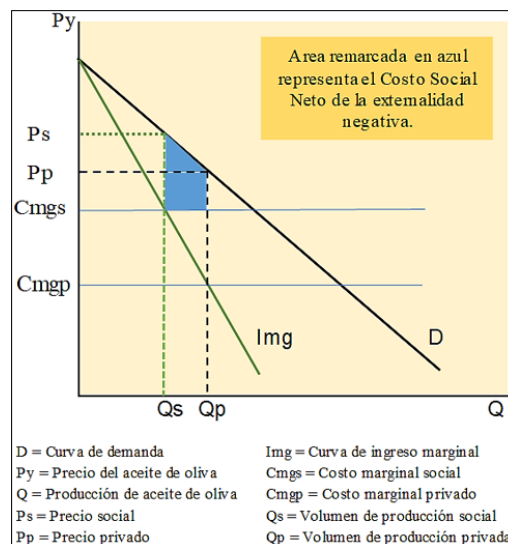


Figura 1. Equilibrio en oligopolio: costo social neto de la externalidad negativa de la industria en competencia imperfecta.

En el caso de la industria olivícola, se asume que el valor de la externalidad para ella es el costo de trasladar sus residuos, a vertederos o rellenos sanitarios, para ser depositados en forma segura y controlada. En el supuesto, que el costo unitario de retiro y traslado de 120.000 t anuales de residuos a una distancia de 20 km sea de USD 46,84/t, una estimación de la externalidad total de la industria correspondería a USD 5,62 millones. Por ende, el costo de la externalidad negativa por tonelada de aceite de oliva producida en Chile asciende a USD 255,45 considerando una producción de 22.000 t/año.

El costo marginal social, corresponde al costo marginal privado, más el costo social por cada tonelada de aceite de oliva producida. Si la industria incorpora en su estructura de costos la externalidad negativa (EN) en su totalidad, deberá disminuir su cantidad producida. Este efecto, se estimó como sigue:

- Variación porcentual del costo marginal, multiplicada por la pendiente de la curva de ingreso marginal, será igual a la variación porcentual en la cantidad producida de aceite de oliva.
- Efecto en el precio de mercado de la reducción de la producción privada, corresponde a la multiplicación de la variación porcentual de la cantidad y la pendiente de la curva de demanda residual, lo que indica la variación porcentual del precio del aceite.

En síntesis, la estimación de la externalidad negativa (EN) total de la industria, basada en el modelo gráfico corresponde a:

$$EN = (Q_p - Q_s) * \left[\left(\frac{P_s - P_p}{2} \right) + (P_p - CMg_s) \right] \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde, Qp: producción privada de aceite de oliva (t); Qs: producción social de aceite de oliva (t); Ps: precio social del aceite de oliva/t (USD/t); Pp: precio privado del aceite de oliva (USD/t); CMGs: costo marginal social (USD/t).

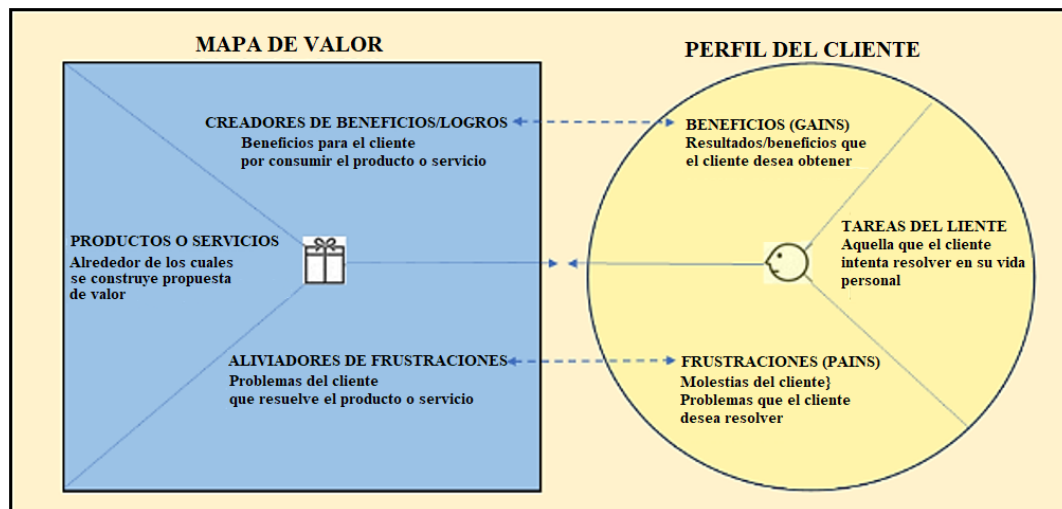


Figura 2. *Product market fit* (encaje producto mercado) (Elaborado sobre la base de Osterwalder, Pigneur, Bernarda, & Smith, 2016).

2.2. Identificación y validación de nuevos negocios a partir de la elaboración de productos utilizando alperujo

Se constituyó un portafolio seleccionado de opciones viables de reutilización del alperujo. Para ello, se procedió a desarrollar secuencialmente un análisis contextual, un ejercicio de Product-Market Fit y se constituyó una matriz de selección por expertos (*focus group*). El procedimiento desarrollado en cada caso se presenta a continuación.

2.2.1. Análisis tendencial de contexto socio- económico

Desde la óptica de generación de negocios fue necesario realizar un análisis de contexto socioeconómico, esto es, examinar las tendencias políticas, económicas, sociales, tecnológicas y legales, con el objeto de determinar si las condiciones reinantes facilitan la puesta en marcha de negocios. En este caso, se hizo especial referencia al crecimiento económico mundial y nacional, utilizando antecedentes del Banco Mundial (2020); al comportamiento de variables demográficas y a los cambios sociológicos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021 y Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile, 2020), que se observan en el mundo y en Chile.

2.2.2. Product Market Fit: selección de productos que satisfacen los dolores del mercado

Del clásico modelo de negocios Canvas que contempla 9 bloques (Segmento de Clientes, Propuesta de Valor, Canales, Relación con los clientes, Flujo de ingresos, Recursos Claves, Actividades Claves, Socios Claves y Estructura de Costos), se seleccionó dos de ellos: el perfil del (segmento) cliente y la propuesta de valor (Osterwalder et al., 2016). Al establecer una relación entre ambos, en el modelo de negocio, se generó el Product Market Fit o encaje producto-mercado.

El denominado *Product-Market Fit*, se derivó del modelo de negocio Canvas, en el cual los clientes/usuarios tienen un trabajo o tareas por hacer, cuya solución genera beneficios, sin embargo, tienen problemas u obstáculos para alcanzar dichos beneficios. Luego, la propuesta de valor es un conjunto de bienes y servicios que le ayudan

a hacer su trabajo, creando los beneficios que busca y aliviando los problemas que tienen para hacerlo. En esta perspectiva es posible asociar criterios de sostenibilidad (Joyce et al., 2016).

La conexión y características del *Value proposition* (propuesta de valor) y *Customer segment* (segmento de clientes), se muestra en la Figura 2. Se observa que la propuesta de valor- el producto innovador- podrá surgir de determinar las "ganancias", "tareas" y "frustraciones" que puede tener un segmento de potenciales clientes y su asociación con el o los productos que se propongan, como una consecuencia del análisis de contexto.

A partir de este ejercicio se originó, seleccionó y ordenó un portafolio de productos alimenticios que pueden incorporar al alperujo.

2.2.3. Matriz de selección de productos por un panel experto

La tercera fase consideró un segundo filtro, constituido por un conjunto de aspectos técnicos, de mercado y económicos, que deben ser tomados en cuenta para la selección de productos. Estos aspectos se sustentan principalmente en opinión experta de un *focus group* y son coherentes con una mirada estratégica del consumo alimentario. Es así como se seleccionaron aquellas opciones de negocios que resultan atractivos de desarrollar para el sector privado en el contexto de las empresas y del mercado. El marco conceptual que permitió proponer los criterios de selección indicados, se sostuvo en los siguientes axiomas: (a) La elección de las oportunidades de negocios, se realiza, sobre la base de un conjunto de características, exigibles a cada una de dichas oportunidades y que son valoradas por la empresa privada, y (b) Desde la perspectiva del análisis industrial, si en una determinada industria se presentan indicadores óptimos de elegibilidad, v.g. rentabilidad y externalidades positivas, esta condición también se cumple para una empresa representativa, de dicha industria. Para la selección de oportunidades de negocios atinente a la cadena olivícola, se plantearon los criterios que se describen a continuación:

1) Tamaño del mercado. Se considera como favorable si el volumen o valor del mercado global del producto es mayor que el nivel de potencial producción nacional.

2) Competitividad a nivel de Pequeña y Mediana Empresas (PYMES). Se consideró como favorable en términos de la externalidad positiva para el desarrollo nacional, que los productos sugeridos fueran susceptibles de ser desarrollados por empresas pequeñas y medianas.

3) Disponibilidad actual de infraestructura y soporte logístico. Para sostener la viabilidad del negocio seleccionado, se requiere contar con el soporte industrial en materia de infraestructura y que se pueda articular logísticamente (transporte y almacenaje) el negocio.

4) Demanda adicional de factor trabajo. El uso intensivo de factor trabajo por efecto de la puesta en marcha de nuevos negocios, puede considerarse un elemento discriminador positivo en Chile, atendiendo a su contribución a la reducción del desempleo regional y a la absorción de oferta laboral nacional y de inmigrantes.

5) Desarrollo de industria auxiliar. Es de interés social y económico, que el negocio seleccionado se encadene con el desarrollo de otras industrias, de tal manera de actuar como polo de desarrollo, al generar demanda intermedia por insumos y servicios.

6) Nivel de innovación. Se considera como un atributo de discriminación positiva el que los negocios seleccionados se adscriban a un concepto de innovación, tanto en tecnología de proceso, como de diversificación de productos.

7) Grado de sofisticación. El negocio seleccionado debe implicar avance en materia de desarrollo tecnológico, directo e indirecto (industrias relacionadas) de tal manera de agregar valor sobre la materia prima de origen.

8) Replicabilidad a otras cadenas agroindustriales. La tecnología asociada al producto debe poder utilizarse como modelo para otros encadenamientos productivos, que valoricen los residuos de procesos agroindustriales.

9) Escalabilidad. El negocio debe ser escalable, en cuanto a la provisión de la materia prima (residuos de procesamiento) para efectos de minimizar el riesgo en el abastecimiento, para la industria elaboradora.

2.3. Estimación de la reducción de la externalidad negativa

Para la estimación de esta reducción, se procedió a ejecutar la evaluación privada del efecto neto de la inclusión del alperujo en la cartera previamente seleccionada de productos y sus negocios asociados, evaluándose su viabilidad económica, sobre la base de la construcción del flujo incremental de ingresos y egresos de las opciones identificadas, en diversos escenarios determinados por supuestos de precios de venta; inversiones, costos directos de producción, entre otros parámetros. En esta evaluación incremental se plantearon supuestos de la situación con proyecto, los cuales se superpusieron sobre una línea base en la que, con antecedentes del mercado nacional e internacional de cada producto se estimó su proyección comercial a 10 años y se construyeron escenarios base en que, en cada caso, se representó la adopción parcial de cada producto, hasta niveles del 5 a 10% del mercado.

Se efectuó un ejercicio de sensibilización para cada producto, respecto de sus variables de precio, costo,

costo de transporte de la materia prima y posible aplicación de subsidio estatal. En cada escenario, se estimó los indicadores VAN, TIR y Payback, en un horizonte de evaluación de 10 años. Finalmente, se procedió a una última selección atendiendo a los resultados de los siguientes criterios: rentabilidad; menor riesgo (según dispersión del VAN en el ejercicio de sensibilización) y nivel de uso de alperujo.

3. Resultados y discusión

A continuación, se presentan los principales hallazgos de esta investigación, de acuerdo con los objetivos planteados.

3.1. Evaluación de la magnitud de la externalidad negativa, por efecto de la acumulación de los residuos de la industria olivícola

Considerando que el precio de mercado del aceite de oliva es de 9,6 USD/L su equivalente al precio a nivel de consumidor por tonelada, corresponde a USD 10.480. Entonces, a partir de la expresión correspondiente al índice Lerner (ecuación 1) es posible estimar que el valor del costo marginal privado corresponde a 4.192 USD/t de aceite de oliva.

El costo marginal social, corresponde al costo marginal privado, más el costo social por cada tonelada de aceite de oliva producida:

$$CMGs = 4.192 + 255,45 = USD 4.447,45$$

Si la industria incorpora en su estructura de costos la externalidad negativa, en su totalidad, deberá disminuir su cantidad producida, desde Q_p a Q_s (Figura 1). Este efecto, puede estimarse como sigue:

a) Variación porcentual del CMGs $X (-1,2) =$ variación en la cantidad producida: $6,36 \times (-1,2) = -7,6\%$ (el valor $-1,2$ corresponde a la pendiente de la curva de ingreso marginal IMg). Por tanto, la producción sectorial debe disminuir en 7,6%, pasando de 22.000 toneladas a 20.328, cifra que corresponde a la cantidad social Q_s . Con una reducción de 1.762 toneladas, se anula el costo social de la externalidad negativa.

b) Efecto en el precio de mercado de la reducción de la producción privada:

Variación % de la cantidad $X (-0,6) =$ Variación porcentual del precio.

$-7,6 \times (-0,6) = 4,56\%$; es decir el precio social es un 4,56% mayor, respecto al precio privado, pasando de 10.479,8 USD/t a 10.957,7 USD/t, como precio social.

En definitiva, la estimación de la externalidad negativa total de la industria, basada en el modelo gráfico corresponde a:

$$EN = (22.000 - 20.328) [(10.958 - 10.480) / 2] + (10.480 - 4.448) = USD 10.480.096$$

Desde un punto de vista dinámico, se constata que la generación de residuos y la cuantía de la externalidad negativa, es directamente proporcional al incremento de la demanda interna y externa por aceite de oliva, tal como lo sostienen Chebbi et al. (2021), para la industria vitivinícola y olivícola de los países de la cuenca del mar Mediterráneo. Esta situación puede derivar en un incremento de la producción de aceite de oliva, lo que potenciaría la generación de economías de escala interna

y externa, en convergencia con lo establecido por **Nuñez-Cacho et al. (2019)**, para la industria de la construcción.

3.2. Identificación y validación de nuevos negocios a partir de la elaboración de productos utilizando el residuo

3.2.1. Análisis contextual

El análisis de contexto evidenció el siguiente panorama: las tendencias señaladas, tanto económicas, demográficas como sociológicas, que se observan en particular en el mundo desarrollado y emergente, configuran un escenario en el que las personas tienen mayor expectativa de vida, se conforman familias unipersonales, un número importante de personas mueren por ENT (enfermedades no transmisibles), hay aumento de los ingresos económicos y se fortalece la clase media. Es así como, los adultos de la tercera edad aspiran a prolongar su vida con calidad y, por tanto, deben consumir alimentos saludables; las familias reducidas requieren *convenient foods*; el consumidor está más informado y la legislación es más exigente respecto del rotulado de alimentos envasados. Los jóvenes "adictos" al consumo de alimentos "chatarra", deben ser convencidos que es posible consumir otro tipo de alimentos, que sean también adictivos pero saludables y así, contribuir a reducir la obesidad y sobrepeso imperante. Adicionalmente, las empresas pretenden ajustarse a modelos con RSE (responsabilidad social empresarial) y esto está asociado v.g. al concepto de "cero pérdidas", sustentación del medio ambiente y a la producción de alimentos que contribuyan a evitar las ENT. Es necesario destacar que existe la convicción de que la ruta hacia el crecimiento y desarrollo pasa por impulsar la innovación. El escenario descrito induce a orientar las oportunidades de negocio desde las industrias del aceite de oliva hacia los alimentos sanos (inocuos), saludables y organolépticamente aceptables.

Esta orientación es concordante con lo planteado por **Otero et al. (2021)** quienes observan que los avances logrados hasta la fecha en la valorización de los subproductos del aceite de oliva se centran en sus propiedades biológicas, incluyendo los efectos cardioprotectores, antioxidantes, anticancerígenos, antiinflamatorios y antidiabéticos. Una de las principales ventajas de la recuperación de moléculas valiosas de los subproductos de la oliva es su incorporación a los alimentos funcionales.

3.2.2. Primera selección de productos: *Product Market-Fit*

Con la aplicación de la herramienta *Product market-fit*, en la que las tareas por resolver sugieren la búsqueda de alimentos sanos y saludables, para contrarrestar el pasivo nutricional de las personas, sustentado en las ENT, por la obesidad y sobrepeso. Los productos seleccionados fueron los siguientes: a) pasta untable (*dip*), b) snacks en barras, c) *leather fruits* (láminas de fruta), d) extractos de alperujo para bebidas y lácteos y e) embutidos y hamburguesas; en estos últimos, parte de la grasa se sustituye con alperujo.

Considerando que el dolor de mercado está representado por la demanda de alimentos libre o reducidos en aquellos compuestos no-saludables (grasas saturadas y trans, sodio, colesterol y azúcares) y que al mismo tiempo sean beneficiosos para la salud, todos los productos

anteriores cumplen con este objetivo, por cuanto aportan fibra dietaria, un perfil lipídico similar al del aceite de oliva (alto en ácidos oleico y fracciones de linoleico y linolénico) y los antioxidantes α -tocoferol, carotenoides y polifenoles (**Foti et al., 2021; Sánchez et al., 2018; Schwartz et al., 2009; Schwartz et al., 2011**). Lo anterior, es coincidente, con una revisión realizada por **Gullón et al. (2020)** y **Berbe et al. (2018)**, los que plantean que los subproductos de la industria del aceite de oliva, al contener compuestos bioactivos, potencialmente pueden ser interesantes para formular alimentos funcionales.

En este trabajo, se validó y localizó la solución a los problemas a resolver, ligándola a la economía circular. La pregunta que subyace es cómo alcanzar el objetivo de minimizar las pérdidas en la industria de la oliva, con soluciones ambientalmente sustentables, apuntando a potenciales clientes y usuarios, que aspiran a resolver un problema (*Job to be done*) relacionado con disponer de una alimentación sana, saludable y atractiva sensorialmente, para evitar las enfermedades no transmisibles (ENT). Todo esto, aprovechando los residuos que arrojan los procesos productivos a lo largo de la cadena agroindustrial de la oliva.

Atendido lo anterior, para definir los productos viables y factibles derivados de la industria de la oliva, fue necesario relacionar la propuesta de valor, con el segmento de clientes. Para este propósito, como se indicó previamente, se utilizó el lienzo de diseño de la propuesta de valor (*Value Proposition Designer*) constituido por dos bloques del modelo de negocios Canvas.

Customer Jobs: se esbozó un perfil de clientes y usuarios y las tareas que intentan realizar y completar, así como los problemas o sus necesidades que pretende resolver. En este caso, los clientes son los que están dispuestos a pagar por la utilización industrial del residuo y se identifican como los empresarios o emprendedores que observan una oportunidad de negocio interesante, que consiste en elaborar alimentos sanos, saludables y amigables con el medio ambiente.

Los usuarios son las personas que requieren una alimentación exenta o reducida de nutrientes críticos (sal, grasas saturadas, azúcares) y que contengan compuestos saludables (funcionales) y que, por ello, prefieren alimentos que no les planteen riesgo de adquirir enfermedades no transmisibles (ENT) para ellos, sus familias y amistades o aquellas instituciones que intermedian con estos productos o servicios, como es el caso de los proveedores institucionales de alimentos. En estas circunstancias se estaría en presencia de un negocio típicamente Business to Business to Customer (B2B2C).

Es evidente que los usuarios padecen o temen contraer alguna de las ENT, tal como diabetes, hipertensión, obesidad, sobrepeso, dislipidemias (elevada concentración de colesterol y triglicéridos en la sangre), entre otras afecciones, que contribuyen a la morbilidad y mortalidad de la gente. Las ENT, son enfermedades crónicas, tienden a ser de larga duración y resultan de la combinación de factores genéticos, fisiológicos, ambientales y conductuales, siendo las principales las afecciones vasculares (como los infartos y los accidentes cerebrovasculares), el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes.

Customer pains: se identifican las posibles emociones negativas, los costos y situaciones no deseadas y los riesgos que experimenta o puede experimentar el cliente antes, durante y después de realizar el trabajo (*job done*). En esta fase los sustitutos al consumo de alimentos saludables y a la actividad física, son los fármacos que contribuyen a disminuir los riesgos de muerte o de graves problemas, tales como amputaciones y ceguera, en el caso de diabéticos e incluso serios accidentes cardiovasculares. Las ENT son la causa del fallecimiento de aproximadamente 40 millones de personas al año, equivalente al 70% de las muertes que se producen en el mundo. Las enfermedades cardiovasculares constituyen la mayoría de las muertes por ENT (17,7 millones cada año), seguidas del cáncer (8,8 millones), las enfermedades respiratorias (3,9 millones) y la diabetes (1,6 millones). Estos cuatro grupos de enfermedades son responsables de más del 80% de todas las muertes prematuras por ENT. Estas afectan desproporcionadamente a los países de ingresos bajos y medios, donde se registran más del 75% (31 millones) de las muertes por ENT al año (OMS, 2021).

Según la OMS (2021) la obesidad y el sobrepeso alcanzó proporciones epidémicas a nivel mundial, y cada año mueren, como mínimo 2,8 millones de personas a causa de ellas. Es necesario consignar que, aunque anteriormente se consideraba un problema confinado a los países de altos ingresos, en la actualidad la obesidad también es prevalente en los países de ingresos bajos y medianos.

Customer gains: se trata de describir los beneficios que el cliente espera, desea o de los cuales se sorprendería. Esto incluye la utilidad funcional, las ganancias sociales, las emociones positivas y el ahorro de costos.

Los potenciales clientes que utilizarían el material residual de la industria de la oliva debieran estar satisfechos de producir alimentos sanos y saludables, a partir de esta materia y probablemente a un costo menor y por tanto precio menor, contribuir a participar activamente en el desarrollo regional donde se producen estos residuos, generar empleo y salvar un inconveniente que tienen las grandes empresas, que se refiere a las nuevas normas chilenas sobre etiquetado de alimentos. v.g. se podrá producir *snacks* sin rotulados de advertencia.

Products and services: con el perfil del cliente, se abordó la propuesta de valor. Para ello, se formuló un listado preliminar de productos en los que se basó la definición de la propuesta de valor, para atender la demanda actual o potencial de los segmentos de clientes identificados (empresarios que elaboran alimentos saludables).

Es necesario preguntarse qué productos ofrecer para ayudar a que el cliente obtenga un *just to be done* funcional, social o emocional, o ayudarlo a satisfacer sus

intereses o la demanda potencial (intereses) de los usuarios.

Los productos y servicios pueden ser tangibles (v.g., productos manufacturados, servicios al cliente), digitales / virtuales (v.g., descargas, recomendaciones en línea), intangibles (v.g., derechos de autor, garantía de calidad) o financieros (v.g., fondos de inversión, servicios de financiación).

3.2.3. Segunda selección (matriz multicriterio y panel de expertos)

Utilizando la matriz multicriterio que contenía el vector de criterios señalado en el punto 3 de la metodología, un panel constituido por 8 expertos economistas y especialistas en tecnología de alimentos, priorizó los siguientes tipos de productos incluyentes de alperujo en su formulación, como oportunidades de negocios a evaluar: Pasta untable; *Snack* (barra de cereal); *Leather*; Embutidos; Lácteos (helados, yogurt, leche líquida) y Bebidas antioxidantes.

3.3. Estimación de la reducción de la externalidad negativa

Desde la perspectiva de la economía circular, la valorización del alperujo debe a lo menos corresponder a una cifra superior a USD 10,48 millones, valor de la externalidad negativa estimada. En otras palabras, el VAN de los negocios propuestos debe ser mayor a este valor, cuestión que se verificó en este caso.

Del portafolio seleccionado finalmente como opciones técnicamente viables para la utilización del alperujo, se descartó provisionalmente a la pasta unttable y a los *leather*, por la reducida demanda detectada para estos productos a nivel nacional, sin perjuicio de la consideración que esta puede ser impulsada con una adecuada campaña de marketing. De otro lado, se desechó también la opción de los embutidos al advertir que el costo por kg del alperujo supera al costo de la grasa animal, la cual pretendía ser sustituida en la formulación de este producto.

La evaluación económica de las otras opciones restantes: *snack* (barra de cereal), bebida antioxidante con extracto de alperujo y el yogurt enriquecido con dicho extracto, se desarrolló por medio de un ejercicio incremental cuyos supuestos para la situación "con proyecto" se presentan en la **Tabla 1**.

La evaluación económica incremental (comparativa de la producción de los tres productos con incorporación de pasta o extracto de alperujo versus la producción de sus pares sin agregación de los derivados del residuo) permitió arribar a los resultados que se presentan en la **Tabla 2**, todo esto tras la sensibilización de sus principales parámetros supuestos.

Tabla 1

Matriz de parámetros supuestos para ejercicio de evaluación de opciones de utilización del alperujo

		Snack	Bebida	Yogurt
Inversión incremental	USD	666.666,7	1.000.000,0	1.000.000,0
Precio internacional	USD/kg	7,0	1,20	1,20
Precio nacional (Chile)	USD/kg	5,3	1,07	1,17
Costo	USD/kg	3,4	0,6	0,49
Volumen de ventas nacionales al año 10	t/año	386	76.116	19.881
Volumen de ventas internacionales al año 10	t/año	58	11.417	2.982
Tasa de descuento	%	8,5	7,2	14,65
Uso de alperujo	t/año	155	1.751	229

Tabla 2

Matriz de resultados de la evaluación económica de opciones de utilización del alperujo

	Snack			Bebida			Yogurt		
	VAN (MMUSD)	TIR (%)	PAY BACK (años)	VAN (MMUSD)	TIR (%)	PAY BACK (años)	VAN (MMUSD)	TIR (%)	PAY BACK (años)
Escenario base	0,21	13	9	7,9	43	6	3,53	43	6
Mejor escenario	1,27	37	6	28,3	106	3	7,93	84	3
Peor escenario	-0,56	Indet*	Indet	-16,0	Indet	Indet	-0,48	Indet	Indet
Promedio	0,37			7,5			3,76		
Desviación estándar	0,47			12,8			2,44		
Coefficiente de variación (%)	127			171			65		

Indet*: Indeterminado.

Los indicadores de evaluación obtenidos permitieron concluir que la inclusión de derivados del alperujo en cada producto era económicamente viable.

La suma de los VAN promedio generados por los tres negocios evaluados, alcanzó a USD 11,63 millones, lo cual permitió compensar con un margen favorable la externalidad negativa global de la industria olivícola, La reducción en la externalidad negativa sobre el medio ambiente es un efecto previsto en los fundamentos de la economía circular, como lo consigna Nuñez-Cacho et al (2019). Este efecto es complementario a la creación de valor privado, en la forma de la generación de nuevos productos alimenticios tales como los que incorporan el alperujo, como uno de sus componentes. En el caso estudiado, los resultados son consistentes con estos lineamientos.

Un elemento destacable, es que el resultado que registra este estudio, la reducción de la externalidad se alcanzó con la utilización de solamente 2.135 toneladas, equivalente a un 1,8% del alperujo generado anualmente en Chile. Esto es convergente con lo planteado por Donner & Radic (2021b), respecto a que el potencial global de la biomasa del olivo disponible en Chile, así como en la zona mediterránea europea, parece estar todavía infravalorado.

Desde otra perspectiva se puede señalar que las bebidas antioxidantes con extracto de alperujo demostraron el mejor resultado, aun cuando una mayor dispersión en sus indicadores de rentabilidad, como se observa en la Tabla 2. En tanto, el yogurt con extracto de alperujo y las barras de cereal con la pasta de alperujo, si bien se observaron como alternativas también viables, representaron niveles menos atractivos de VAN, TIR, Payback y volumen de utilización del residuo.

4. Conclusiones

La actividad olivícola en Chile genera externalidades negativas por efecto de la generación de residuos (120.000 t/año), cuyo valor anual se estima en USD 10,48 millones. En este contexto es factible innovar en la generación de productos con valor agregado, utilizando uno de los residuos principales de esta industria, el "alperujo". Este, en forma de pasta o extracto, puede incorporarse en la producción económicamente viable de snacks (barras de cereal), bebidas antioxidantes y yogurt, los que en conjunto requerirían para su elaboración 2.135 t/año del residuo. Estos tres negocios valorizados originan un VAN agregado de USD 11,63 millones, lo cual permite compensar con margen favorable la externalidad negativa

de la industria olivícola, con la utilización del 1,8% del alperujo generado anualmente en Chile. En particular, de los productos generados, el negocio de la bebida antioxidante que incorpora extracto de alperujo origina un VAN de USD 7,5 millones, constituyéndose en la principal opción viable de utilización de este residuo. En definitiva, la valorización del material residual de la industria del aceite de oliva en productos que representan un aporte en valor apunta en la dirección de potenciar la economía circular en Chile.

Este trabajo se hace cargo del 1,8% del material residual de la industria olivícola en Chile. Esta fracción, que pudiera parecer menor, permite reducir la externalidad negativa que ocasiona. Respecto del 98,2% restante de alperujo, en investigaciones posteriores deberían surgir otras opciones para utilizarlo y no necesariamente orientadas hacia la producción de alimentos saludables, sino que también a la obtención de compuestos bioactivos que pudieran ser utilizados como ingredientes funcionales o como fuente de energía.

Agradecimiento

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por el Programa Transforma Alimentos de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) del Ministerio de Economía de Chile.

ORCID

W. Kern Falcón  <https://orcid.org/0000-0002-3943-9702>

M. Schwartz Melgar  <https://orcid.org/0000-0001-9998-545X>

R. Marchant Silva  <https://orcid.org/0000-0003-1494-5091>

Referencias bibliográficas

- Abu, H., Azaïzeh, H., & Gerchman, Y. (2020). Circular economy in olive oil production – olive mill solid wasted to ethanol and heavy metal sorbent using microwave pretreatment. *Journal of Waste Management*, 113, 321–328.
- Albuquerque, T., Mattos, C., Scor, G., & Kissimoto, K. (2019). Life cycle costing and externalities to analyze circular economy strategy: comparison between aluminum packaging and tinplate. *Journal of Cleaner Production*, 234, 477–486.
- Arroyo, F. (2018). The circular economy as a sustainable development factor of the productive sector. *Innova Research Journal*, 3(12), 78–98.
- Banco Mundial (2020). Estadísticas de Chile. Recuperado de <https://www.worldbank.org/>
- Barros, M. V., Salvador, R., de Francisco, A. C., & Piekarski, C. M. (2020). Mapping of research lines on circular economy practices in agriculture: From waste to energy. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 131, 109958.
- Berbe, J., Gutiérrez-Martín, C., & La Cal, J. (2018). Valorización de los subproductos de la cadena del aceite de oliva. *Mediterráneo económico*, 31, 273–289.

- Chacin, N., Abreu, J., & Yoleida, J. (2015). Green logistic and circular economics. *International Journal of Good Conscience*, 10(3), 80–91.
- Chebbi, A., Franzetti, A., Duarte-Castro, F., Gomez, F., Tazzari, M., Sbaffoni, S., et al. (2021) Potentials of Winery and Olive Oil Residues for the Production of Rhamnolipids and Other Biosurfactants: A Step Towards Achieving a Circular Economy Model. *Waste Biomass Valor*, 12, 4733–4743.
- ChileOliva (2019). Informe anual mercado nacional de aceite de oliva. Recuperado de <https://www.chileoliva.cl/wp-content/uploads/2017/04/informe-anual-mercado-nacional-de-aceite-de-oliva-2019.pdf>
- Chirwa, T., & Odhiambo, N. (2018). Exogenous and endogenous growth models: A critical review. *Comparative Economic Research*, 21(4), 63–84.
- Donald, G., Lin, B., & Chen, Y. (2015). A circular economy model of economic growth. *Environmental modelling and software*, 73, 60–63.
- Donner, M., Verniquet, A., Broeze, J., Kayser, K., & De Vries, H. (2021a). Critical success and risk factors for circular business models valorising agricultural waste and by-products. *Resources, Conservation and Recycling*, 165, 105236.
- Donner, M., & Radic, I. (2021b). Innovative Circular Business Models in the Olive Oil Sector for Sustainable Mediterranean Agrifood Systems. *Sustainability*, 13, 2588–2609.
- Espósito, B., Sessa, M., & Malandrino O. (2020). Towards circular economy in the agri-food sector. A systematic literature reviews. *Journal of Sustainability*, 12, 7401–7422.
- Ferasso, M., Beliaeva, T., Kraus, S., Clauss, T., & Ribeiro-Soriano, D. (2020). Circular economy business models: The state of research and avenues ahead. *Bus. Strategy Environ*. 29, 3006–3024.
- Foti, P., Romeo, F.V., Russo, N., Pino, A., Vaccalluzzo, A., Caggia, C., et al. (2021). Olive Mill Wastewater as Renewable Raw Materials to Generate High Added-Value Ingredients for Agro-Food Industries. *Appl. Sci*, 11(16), 7511.
- Gaona, R. (2011). Efecto de la incorporación de alperujo en la alimentación de corderos sobre las características de la canal. Tesis de Pregrado. Universidad de Chile. Chile.
- García – Barrigán, J., Eyckmans, J., & Rousseau, S. (2019). Defining and measuring the circular economy: A mathematical approach. *Journal of Ecological Economics*, 157, 369–372.
- Grafström, J., & Aasma, S. (2021). Breaking circular economy barriers. *Journal of Cleaner Production*, 292, 126002–126017.
- Gullón, P., Gullón, B., Astray, G., Carpena, M., Fraga-Corral, M., Prieto M. A., et al. (2020). Valorización de subproductos de la industria del aceite de oliva y aplicaciones de valor añadido para alimentos funcionales innovadores. *Food Res Int*. 137, 109683.
- Joyce, A., & Paquin, R. L. (2016). The triple layered business model canvas: A tool to design more sustainable business models. *J. Clean. Prod.*, 135, 1474–1486.
- Ju, M., Osako, M., & Harashina, S. (2017). Food loss rate in food supply chain using material flow analysis. *Journal of Waste Management*, 81, 443–454.
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., & Schösler, H. (2016). Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability*, 8, 69–83.
- Lovrak, A., Pukšec, T., Grozdek, M., & Duić, N. (2022). An integrated Geographical Information System (GIS) approach for assessing seasonal variation and spatial distribution of biogas potential from industrial residues and by-products. *Energy*, 239, 122016.
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2020). Estadísticas de Chile. <http://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/>
- Mosangini, G., & Tunçer, B. (2020). Circular economy business strategies: Conceptual Framework to Guide the Development of Sustainable Business Models. UN Environment MAP Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production (SCP/RAC).
- Núñez-Cacho, P., Górecki, J., Molina-Moreno, V., & Corpas-Iglesias, F. (2018). What Gets Measured, Gets Done: Development of a Circular Economy Measurement Scale for Building Industry. *Sustainability*, 10(7), 2340.
- Organización Mundial de la Salud (2021). Enfermedades no transmisibles. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Otero, P., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., Barral-Martinez, M., Chamorro, F., Echave, J., et al. (2021). Applications of by-products from the olive oil processing: Revalorization strategies based on target molecules and green extraction technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 1084–1104.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2016). *Diseñando la propuesta de valor*. Bogotá, Colombia: Editorial Planeta Colombiana.
- Perloff, J., Karp, L., & Golan, A. (2007). *Estimating Market Power and Strategies*. Cambridge, Estados Unidos, Ed. Cambridge University Press.
- Pieroni, M. P., McAloone, T., & Pigosso, D. A. C. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, 215, 198–216.
- Principato, L., Ruini L., Guidi M., & Secondi L. (2019). Adopting the circular economy approach on food loss and waste: The case of Italian pasta production. *Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 144, 82–89.
- Sarvatli, F. (2017). Linear economy versus circular economy: a comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability. *Visegrad Journal of Bioeconomy and Sustainable Development*, 6(1), 31 – 34.
- Sánchez, A., Roaño, M., Bermed, H., & Valenzuela, C. (2018). Incidence of hydrocolloid type on quality parameters in mango leathers (*Mangifera indica* L.) Yulima variety. *Food Sci. Technol, Campinas*, 38(Suppl. 1), 109–115.
- Schwartz, M., Quiral, V., & Daccarett, C. (2011). Efecto de la adición de ajo en la estabilidad y calidad sensorial de la pasta de aceituna. *Grasas y aceites*, 62(3), 337–343.
- Schwartz, M., Dacarett, C., Callejas, R., & Quiral, V. (2009). Desarrollo de pasta untable de aceituna variedad Sevillana. *Grasas y aceites*, 60(5), 451–457
- Secondi, L., Principato, L., Ruini, L., & Guidi, M. (2019). Reusing food waste in food manufacturing companies: the case of the tomatoes – source supply chain. *Journal of Sustainability*, 11, 2154.