

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA CERVEZA

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW OF BEER BY-PRODUCTS

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE SUBPRODUTOS DA CERVEJA

Alexa Janina Rojas Rivera, Mgs.
Instituto Superior Tecnológico Loja
arojas@tecnologicoloja.edu.ec
0000-0001-8370-1280

Adriana Carolina Rivera Chamba, Tglo.
Instituto Superior Tecnológico Loja
acrivera@tecnologicoloja.edu.ec
0000-0003-3526-3268

Resumen

El presente estudio de investigación se realizó con la finalidad de identificar las características químicas, nutritivas y funcionales; así como el potencial de usar a los subproductos de la industria cervecera como ingredientes funcionales en la elaboración de alimentos; son considerados subproductos generados durante la elaboración de la cerveza; la raicilla de malta, el bagazo o malta cocida y levadura; siendo el bagazo el que se produce en mayor cantidad con relación a los demás; estos son fuentes importantes de proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales. La metodología de este estudio se basó en el modelo de Torres con una adaptación de Kitchenham y Bacca. Teniendo como resultado a largo de esta revisión sistemática se evidenció que los subproductos generados durante la fabricación de la cerveza contienen múltiples beneficios debido a sus componentes químicos, proporcionan una fuente llena de propiedades beneficiosas para la salud.

Palabras claves: Control de calidad, cerveza, composición química, industria alimentaria.

Abstract

The present research study was carried out with the purpose of identifying the chemical, nutritional and functional characteristics; as well as the potential of using the by-products of the brewing industry as functional ingredients in food manufacturing; they are considered by-products generated during brewing; the malt root, the bagasse or cooked malt and yeast; being the bagasse the one that is produced in greater quantity in relation to the others; these are important sources of proteins, carbohydrates, lipids, vitamins and minerals. The methodology of this study was based on the Torres model with an adaptation from Kitchenham and Bacca. Having as a result that throughout this systematic review it is evident that the by-products generated during the manufacture of beer contain multiple benefits due to their chemical components, making them a source full of beneficial properties for health.

Keywords: Quality control, beer, chemical composition, food industry.

Resumo

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de identificar as características químicas, nutricionais e funcionais; bem como o potencial de utilização de subprodutos da indústria cervejeira como ingredientes funcionais na fabricação de

alimentos; são considerados subprodutos gerados durante a fabricação da cerveja; a raiz de malte, o bagaço ou malte cozido e a levedura; sendo o bagaço que é produzido em maior quantidade em relação aos demais; são fontes importantes de proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas e minerais. A metodologia deste estudo baseou-se no modelo de Torres com uma adaptação de Kitchenham e Bacca. Tendo como resultado que ao longo desta revisão sistemática fica evidente que os subprodutos gerados durante a fabricação da cerveja contêm múltiplos benefícios devido aos seus componentes químicos, tornando-os uma fonte repleta de propriedades benéficas para a saúde.

Palavras-chave: Controle de qualidade, cerveja, composição química, indústria alimentícia.

Introducción

La industria alimentaria es parte importante en el desarrollo de la sociedad actual, debido a que se adapta a los cambios que la población requiere para satisfacer sus necesidades y sus gustos alimenticios, en varias etapas de la elaboración de alimentos se generan los llamados subproductos, que son un resultado secundario a la elaboración de otro; estos son manejados como desechos de la industria y su único aprovechamiento es para la producción de abono, lo que provoca contaminación, puesto que al momento de descomponerse generan metano que es más perjudicial para el ambiente que el dióxido de carbono. (Baigorria, 2018).

La generación de subproductos en la industria alimentaria es un ámbito el cual debe ser profundamente investigado, aprovechado y analizado; pues en todas las industrias de alimentos no se toma en cuenta que poseen un gran potencial nutricional, químico y funcional. La industria de la cerveza no es la excepción, también durante su proceso de elaboración generan productos secundarios, mismos que en definitiva cuentan con grandes características nutricionales y por consiguiente con diversos e importantes aportes a la salud humana, siendo una fuente de oportunidades para nuevos usos.

En el presente trabajo se realizó una revisión sistemática bajo la metodología de Torres et al., (2018), por ende el objetivo es identificar las características nutricionales, químicas y los distintos beneficios que contienen los subproductos generados por la industria cervecera, además de determinar cuál es la cantidad que se genera de los mismos, de tal forma que se evite el desperdicio e identificar

el potencial nutricional que los subproductos contienen puedan ser aprovechados para la realización de nuevos productos o sean implementados como parte de un ingrediente funcional. Estos puntos se van a analizar mediante cuatro cuestionamientos, cada pregunta abarca a profundidad puntos clave que se deben conocer para determinar la importancia del aprovechamiento de los subproductos.

Al finalizar el reporte de revisión se busca evitar que estos subproductos sean considerados como desechos y, por tanto, se reduzca la contaminación ambiental que estos provocan, siendo aprovechadas todos sus beneficios en la elaboración o enriquecimiento de productos alimenticios, que generan una fuente extra de ingresos y satisfaga el mercado actual, que no busca únicamente alimentos nuevos, sino también alimentos funcionales y sobre todo que ofrezcan beneficios a la salud.

Metodología

En el presente trabajo de investigación se realizó una revisión sistemática de la literatura bajo el método de Torres et al., (2018) lo cual se adaptó del método de revisión sistemática por Kitchenham (2010) y Bacca el al. (2014), el cual se divide en tres fases: Planificación, revisión y reporte.

Planificación

Identificación de la necesidad de la revisión. Las bebidas alcohólicas han sido parte de nuestra civilización durante miles de años, sin embargo, pese a que son catalogados como productos aptos para el consumo humano no han sido considerados como alimentos indispensables en la dieta diaria a diferencia de carnes o cereales que se deben consumir para alimentarnos de forma adecuada, esto se debe a que su aporte calórico es apreciado como un aporte vacío, pues carece de micronutrientes. Con base en los resultados de la investigación realizada por Quintana y Aguilar (2018), hoy en día las personas disfrutan las cervezas por la satisfacción que brinda al degustar y por la frescura que aportan.

El estado actual de las alternativas con los subproductos de la cerveza. A nivel nacional según las estadísticas proporcionadas por la Asociación de Cervecerías del Ecuador (ASOCERV) (2018) se han producido 5. 200.000 Alta de cerveza los cuales el 98% se produce industrialmente, el 1,4% se tratan de cervezas importadas y solo el 0,59% se trata de cerveza producida por cervecerías artesanales.

Por otro lado, un estudio realizado por Baigorria (2018), se menciona que el bagazo representa un 85% del total de residuos. A pesar de representar un porcentaje tan alto de residuos aún ha sido posible darles un valor agregado. El mayor problema que existe con el bagazo de cerveza es que tiene dos destinos finales: el primero una parte de éste se destina a vertederos donde inicia su descomposición, el cual es un problema ambiental al ser una descomposición anaeróbica genera metano, un gas de efecto invernadero que es 25 veces más

potente que el dióxido de carbono seguido a este gran problema sus residuos pueden persistir por varias décadas y como segundo destino se conoce que es usado para la alimentación animal. La ASOCERV (2018), afirma que las cervecerías artesanales nacionales venden este producto a la Secretaría de Ambiente de Quito, los cuales llevan un monitoreo de la cantidad recolectada y el destino que se les dio.

En relación al trabajo descrito por Jurado (2017), se menciona el contenido de macronutrientes carbohidratos, proteína, lípidos y cenizas, de los productos secundarios; sus cantidades en estos valores varían por distintos factores como son el tipo de malta, el estilo de cerveza y los procesos aplicados para la elaboración.

De acuerdo al autor Torrente (2019), la cocción o lupulado se realiza con el objetivo de que el amargor y aroma que se encuentran en el lúpulo se hagan presentes, y pasa seguido a la fermentación una vez que el mosto pasa por la cocción se deja enfriar para sembrar la levadura que realizará la fermentación convirtiendo los azúcares fermentables en alcohol y CO₂; finalizando este proceso se obtiene el último subproducto que la industria cervecera brinda es la levadura la cual para la elaboración de cerveza se usa la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, procedentes de la filtración del mosto fermentado.

Actualmente, los subproductos que se generan en el proceso de elaboración de cerveza no son aprovechados en su totalidad para la generación de ingresos económicos, normalmente la industria destina estos subproductos a la generación

de abonos y a la alimentación animal. En este caso, el bagazo que representa un 85% del total de los subproductos es destinada a la alimentación de animales específicamente a bovinos, ya que se ha observado una mejor producción de leche, en si las levaduras son el único subproducto que es aprovechado dentro de la industria cervecera, después de su recuperación por ser reutilizadas (Kao, 2018).

Definición de las preguntas de investigación

Para la investigación y el análisis del potencial de los subproductos que se generan en la industria alimentaria centramos la investigación en las siguientes preguntas:

RQ1- ¿Cuáles son los subproductos de la cerveza y su razón de proporcionalidad?

RQ2- ¿Cuáles son los usos que se le dan actualmente a los subproductos de la cerveza?

RQ3- ¿Cuál es la composición química de los subproductos de la cerveza?

RQ4- ¿Cuáles son los beneficios de los subproductos de la cerveza?

MENTEFACTO CONCEPTUAL

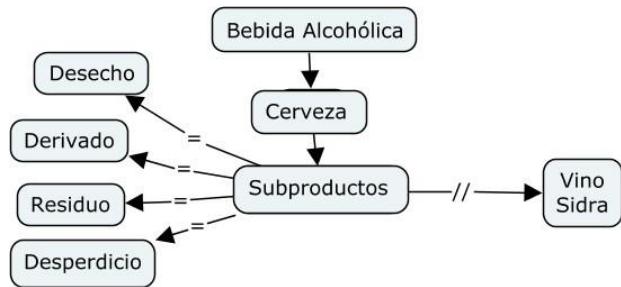


Gráfico N°1. Mentefacto Conceptual

Estructura Semántica de búsqueda

Tomando como base el mentefacto para la realización de la búsqueda semántica, se divide el método de búsqueda en etapas importantes; la primera etapa es definida como L1, que hace referencia a los subproductos, dato principal para realizar la búsqueda; la etapa L2, que es la cerveza, genera los subproductos; la etapa L3, se dirige a los usos de subproductos; la etapa L4 donde se abarca la composición nutricional; y por último está la etapa L5 que se centra en los beneficios que aporta a la salud. Información que se detalla en Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1.

Estructura Semántica de la búsqueda.

Subproducto	Cerveza	Usos	Composición química	Beneficios
Subproducto				
Derivado				
Residuo				
Desecho				
	Cerveza	Usos Empleo	Composición química	Ventajas

Fuente: Adaptado por las autoras.

Tabla 2.

Etapas de la búsqueda semántica.

L1	Subproductos	(BY-PRODUCTS OR DERIVATIVE OR WASTE OR RESIDUE)
L2	Cerveza	AND (BEER)
L3	Usos	AND (USES OR EMPLOYMENT)
L4	Composición Química	AND (CHEMISTRY COMPOSITION)
L5	Beneficios	AND (BENEFITS OR ADVANTAGE)

Fuente: Adaptado por las autoras.

Revisión Sistemática Relacionada

Se realizó el hallazgo de la información usando fuentes de internet seguras y de fácil acceso como Google Scholar, Scielo, Dspace, Readalyc, ScienceDirect, donde se consiguió la información incluida en la Tabla 3.

Tabla 3.

Revisiones sistemáticas relacionadas con el aprovechamiento de los subproductos de la cerveza.

Estudio	Análisis	Artículos revisados
(Karlović et al., 2020)	By-Products in the Malting and Brewing Industries—Re-Usage Possibilities	106

Fuente: Adaptado por las autoras

Desarrollo del protocolo de búsqueda

Definición de criterios de inclusión y exclusión. A lo que concierne al desarrollo de búsqueda de información como paso primordial es la definición de criterios y de las condiciones de búsqueda, las cuales será importante para seleccionar la

información correcta y relevante conforme a los objetivos planteados, tomando como referencia las preguntas de investigación.

Criterios generales.

- Artículos y estudios referentes a la generación de subproductos en la industria cervecera.
- Artículos y estudios publicados en el lapso del 2017 al 2022.

Criterios específicos: Deben cumplir los documentos donde será extraída la información son: Artículos y estudios relacionados a la industria alimentaria específicamente a la industria cervecera, en donde se analicen y describan los subproductos que se generan en todo el proceso de elaboración de la cerveza, además que estudien la composición de los mismos y los beneficios que brindan el aprovecharlos industrialmente.

Criterios de exclusión: Se excluyen los subproductos generados en los procesos productivos de elaboración de otras bebidas fermentadas con bajo contenido alcohólico como en el vino, sidra y además de subproductos de distintas bebidas alcohólicas con alto grado alcohólico.

Definición de Categorías de Análisis: Las categorías que se han planteado son referentes a cada tema que se menciona en cada una de las preguntas. Estas categorías brindan la posibilidad de relacionar los estudios con distintos puntos de vista y de esta manera permiten obtener las respuestas adecuadas a las preguntas de investigación (RQ).

Resultados y discusión

Ahora bien, como parte de los resultados obtenidos se detallan las preguntas aplicadas en dicho estudio:

Tabla 4.

Subproductos de la cerveza y su razón de proporcionalidad.

RQ1	¿Cuáles son los subproductos de la cerveza y su razón de proporcionalidad?		f
Subproductos	Raicilla de malta	(Romero, 2020) (Baigorria, 2018)	1
	Bagazo	(Camacho y Grande, 2021) (Ferrari et al., 2017) (Jurado, 2017)	4
	Levadura	(Negash, 2021)	1

Fuente: Adaptado por las autoras.

Los subproductos que se generan durante la elaboración de la cerveza son tres, el primero es la raicilla de cebada o también conocida como germen de malta que es generada después del malteado, son brotes que se generan en la germinación controlada y se obtienen 5 kg de raicillas por cada 100 kg de cebada lo cual corresponde al 5% del total del peso de la cebada (Romero, 2020).

Siguiendo de manera secuencial el proceso de elaboración, como segundo subproducto está el bagazo de malta o malta cocida que es subproducto de mayor proporción equivale al 85% del total de los residuos producidos y equivale a un 31% del peso inicial de la malta que se usa durante el proceso productivo. (Camacho y Grande, 2021). Finalmente, se adquiere la levadura en lo posterior de la fermentación y su proporcionalidad se sitúa en 2 kg por cada 100 lt de cervezas elaboradas (Negash, 2021).

Tabla 5.

Uso actual de subproductos de cerveza.

RQ2	¿Cuáles son los usos que se le dan actualmente a los subproductos de la cerveza?	f
Usos		
	Destinados a la alimentación animal	
	Alimentación humana	(Hejna, 2022)
	Extracción de compuestos bioactivos	(Rachwał et al., 2020)
	Producción de energía	2

Fuente: Adaptado por las autoras.

Actualmente a los subproductos se les dan diversos usos en los cuales se encuentran los siguientes:

- Destinados a la alimentación animal

El bagazo es usado con mayor frecuencia para alimentación animal por sus propiedades y su contenido nutricional, el contenido de nitrógeno es preciso para la alimentación de aves, porcinos, cabras, bovinos y peces. Por su alto contenido de humedad hace que este subproducto sea de fácil digestión para el ganado además que está comprobado que puede proporcionar los aminoácidos esenciales al ganado cuando es mezclado con fuentes de nitrógeno baratas, se han visto grandes cambios al aumentar la eficiencia de producción de ganado sin afectar a la fertilidad adicional aumenta el rendimiento y composición de la leche, ya que aumenta el contenido de grasa y proteína en la leche (Hejna, 2022).

- Alimentación humana

Al contener fibra y proteínas que son constituyentes de la dieta humana hacen especialmente al bagazo un producto que puede mejorar el valor de los alimentos además que contiene más ventajas al consumirlo una de ellas el prevenir

enfermedades crónicas como cáncer, diabetes y enfermedades gastrointestinales. La levadura gastada también es usada como ingrediente su mayor limitante es el fuerte sabor amargo el cual se debe por la presencia de lúpulo (Hejna, 2022).

- Extracción de compuestos bioactivos

Los subproductos son usados en la recuperación de compuestos bioactivos que luego pueden ser usados como ingredientes alimentarios funcionales como por ejemplo la malta cocida se encuentran los arabinoxilanos y compuestos fenólicos, además, es rico en ácidos fenólicos como ácidos ferúlicos que están presentes en la cáscara. (Rachwał et al., 2020).

- Producción de energía

Es la manera más rápida de eliminar los desechos generados por la industria, ya que reducen los costos de producción, se pueden quemar, pero provoca un problema grave de contaminación debido a su alto contenido de nitrógeno lo cual genera óxidos de nitrógeno, o se habla también de una fermentación microbiana del bagazo en bioetanol que se aplica como biocombustible (Hejna, 2022).

Tabla 6.

Composición química de los subproductos de la cerveza.

RQ3	¿Cuál es la composición química de los subproductos de la cerveza?		f
Composición química	Macronutrientes y Micronutrientes	(Kao, 2018) (Karlovic et al., 2020)	2

Fuente: Adaptado por las autoras.

Cada subproducto contiene un gran potencial químico que lo hacen apto para su utilización como ingrediente en la realización de nuevos productos:

- Raicillas de cebada

Las características químicas dependen de las condiciones de germinación, son una buena fuente de proteínas, vitaminas, minerales, en la germinación se aumenta la cantidad de proteína, vitamina B, fibra, aminoácidos, ácidos grasos y fitoesteroles. Su composición química contiene los siguientes valores en la materia seca 91-96%, la proteína bruta 20 a 25%, carbohidratos 46%, minerales 0,69% de fósforo, 0.19% de calcio y magnesio contiene 0.17% (Karlović et al., 2020).

- Bagazo

En este subproducto están presentes la celulosa, hemicelulosa y lignina contienen proteínas, aminoácidos esenciales, minerales y azúcares simples. Pero la composición se ve afectada por varios factores como lo son el tipo de cebada, la época en la cual fue sembrada, el grado en la cual se muele y el malteado. (Kao, 2018).

En lo que se refiere a su composición el producto húmedo contiene materia seca en un 20-25%, hemicelulosa corresponde a un 20-25%, la celulosa está presente en un 12-25%, la proteína en un 19-30%, la lignina generalmente está entre 12-28%, los lípidos 10% y el porcentaje de cenizas 2-5%. Los minerales presentes en el bagazo son el calcio que corresponde a 1040 ppm, de fósforo contiene 2000 ppm, de magnesio 690 ppm y silicio 240 ppm. En vitaminas es rico en colina, niacina, ácido pantoténico, riboflavina, tiamina, piridoxina, ácido fólico y biotina (Karlović et al., 2020).

- Levadura

La composición química de la levadura es muy distinta al resto de subproductos, en su mayoría lo compone el carbono que representa un 50% del peso seco, oxígeno 30-35%, el nitrógeno 5%, además contiene helio 5% aproximadamente y fósforo 1%. Además de eso contiene celulosa 17-25%, proteínas 15-24%, lignina 8-28%, de lípidos 10% y de cenizas 5%. (Karlovic et al., 2020).

Tabla 7.

Beneficios de los subproductos de la cerveza.

RQ4	¿Cuáles son los beneficios de los subproductos de la cerveza?		f
Beneficios	Anticancerígenos Prebióticos	(Torrente, 2019) (Pantoja, 2020)	2
	Salud cardiovascular		

Fuente: Adaptado por las autoras.

Los beneficios que se obtienen de los subproductos son varios y de gran importancia para la salud, por lo tanto resulta ser un producto beneficioso para el ser humano; con potencial para enriquecer alimentos o productos por su composición química, también sirven de sustituto de materias primas alimentarias.

En cuanto a los beneficios raicillas de malta estos poseen un elevado porcentaje de fibra en mayor cantidad la celulosa, restos de β -glucopiranosa, componente principal de las paredes de células vegetales y estas a su vez están asociadas a las hemicelulosas, que tienen la capacidad de provocar un mayor volumen de la masa fecal por estimular el peristaltismo colónico, mejora el tránsito intestinal, contiene un efecto laxante, previene el estreñimiento, la diverticulosis y hemorroides, se puede considerar una protección contra el cáncer de colon. No

obstante tienen la capacidad de estimular y anular el crecimiento de bacterias patógenas generando así un efecto prebiótico. (Torrente, 2019).

Seguidamente, el bagazo de malta posee una composición química que aporta con varios beneficios, entre ellos como protección de huésped contra patógenos, tiene una inducción a respuesta inmune, disminución de síntesis de colesterol además que es considerado anticancerígeno al brindar una protección contra el desarrollo de cáncer de colon. Su fibra dietética también proporciona varios beneficios como: efecto probiótico al contar con arabinoxilanos los cuales son fermentados por el microbiota intestinal, previene el cáncer de colon ya que disminuye los compuestos tóxicos en el colon, contiene capacidad antioxidantepor su contenido de fenoles, tiene una función inmunitaria aumentando la actividad de glóbulos blancos y células natural Killers. (Pantoja, 2020).

Por otro lado, la levadura resulta ser una fuente rica en nutrientes en los cuales están incluidas la vitamina del complejo B que brinda un beneficio a la salud. Cabe mencionar, las paredes celulares de la levadura contienen β -glucanos que brinda beneficios como: ayuda a la salud cardiovascular al generar un descenso del colesterol de las lipoproteínas de baja densidad, además que fortalece el sistema inmunológico por su efecto inmunomodulador que estimula el sistema inmunitario innato contra infecciones (Torrente, 2019).

Conclusiones

Se realizó una investigación aplicando la metodología de Torres et al., (2018) adaptado por Kitchenham (2010) y posteriormente por Bacca (2014), en donde se

demonstró que los subproductos generados durante la fabricación de la cerveza contienen muchos beneficios debido a sus componentes químicos que hacen de estos subproductos una fuente llena de potencial para ser usados en distintas formas.

El primer subproducto son las raicillas de malta que son generados luego del malteado y equivale al 5% del peso inicial de la cebada y contiene proteína de un 20 a 25%, carbohidratos están presentes en un 46%, en minerales contiene fósforo, calcio, magnesio, potasio, azufre, zinc, manganeso y cobre. Estas características hacen que su consumo aporte beneficios como ser una protección contra el cáncer de colon y contiene un efecto prebiótico.

El bagazo o malta cocida es el subproducto que se genera en mayor cantidad equivale al 85% del total de los residuos producidos y su composición nutricional se basa en que contiene celulosa, hemicelulosa y lignina contienen proteínas, aminoácidos esenciales, minerales y azúcares simples.

Y por último se obtiene la levadura que se trata del 2% del peso de cerveza que se realiza cuenta con una composición nutricional variada ya que contiene carbono 50%, oxígeno 30-35%, nitrógeno 5%, contiene helio, fósforo, celulosa, proteínas en un 15-24%, lignina de 8-28%, de lípidos un 10% y de cenizas un 5%. Y aporta ventajas en su consumo ya que ayuda a la salud cardiovascular, además que fortalece el sistema inmunológico.

REFERENCIAS

- Baigorria, T. (2018). *Bagazo de cerveza: un subproducto con múltiples aplicaciones*. Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Camacho Villanueva, C. I., y Grande Tovar, C. D. (2021). Bagazo de malta (bsg): biorresiduo con potencial aplicación a nivel funcional, material y energético brewers' spent grain (bsg): bioresidual with potential application at functional, material, and energetic level. *Prospectiva*, 19(1). <https://doi.org/10.15665/rp.v19i1.2472>
- Ferrari, J. L., Villagra, S., Claps, L., y Tittonel, P. (2017). Reutilización de bagazo de cebada cervecera por secado y pelletización como suplemento forrajero.
- Hejna, A. (2022). More than just a beer—the potential applications of by-products from beer manufacturing in polymer technology. In *Emergent Materials* (Vol. 5, Issue 3, pp. 765–783). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s42247-021-00304-4>
- Jurado Morales, M. A. (2017). *Fraccionamiento del bagazo cervecero bajo el concepto de biorrefinería*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Kitchenham, B. A., Brereton, P., Turner, M., Niazi, M. K., Linkman, S., Pretorius, R., y Budgen, D. (2010). Refining the systematic literature review process—two participant-observer case studies. *Empirical Software Engineering*, 15(6), 618–653.
- Kao, T.-H. (2018). Health Potential for Beer Brewing Byproducts. In *Current Topics on Superfoods*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76126>
- Karlović, A., Jurić, A., Čorić, N., Habschied, K., Krstanović, V., y Mastanjević, K. (2020). By-products in the malting and brewing industries-re-usage possibilities. In *Fermentation* (Vol. 6, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION6030082>
- Negash, D. (2021). Use of Brewery By-Products as Animal Feeds. *Journal of Nutrition & Food Sciences*.
- Pantoja Nazate, R. G. (2020). Determinación del mejor tratamiento de la mezcla de harina de bagazo de cebada de malta con harina de trigo para la aplicación en productos panificados. Universidad Técnica del Norte.
- Quintana Lombeida, M. D., y Aguilar Herrera, J. (2018). Evaluación de las cervezas artesanales de producción nacional y su maridaje con la cocina ecuatoriana. *INNOVA Research Journal*, 3(8.1), 332–346. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n8.1.2018.828>
- Rachwał, K., Waśko, A., Gustaw, K., y Polak-Berecka, M. (2020). Utilization of brewery wastes in food industry. *PeerJ*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9427>

Romero Venancio, L. (2020). Comportamiento productivo de ovinos en engorda con la inclusión de raicilla de cebada (*Hordeum Vulgare*) en la dieta.

Torrente, S. (2019). Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera. Universidad Complutense

Torres-Carrión, P. V., González-González, C. S., Aciar, S., y Rodriguez-Morales, Germania. (2018). Methodology for Systematic Literature Review applied to Engineering and Education.