

Artículo Original

**ENRIQUECIMIENTO DE HARINA DE MALTAS PROCESADAS EN
CERVEZA ARTESANAL MEDIANTE AGREGADO DE TRÜB
(SEDIMENTO) FERMENTABLE**

**ENRICHMENT OF PROCESSED MALT FLOUR INTO CRAFT BEER BY
ADDITION OF FERMENTABLE TRÜB (SEDIMENT)**

Jennifer Liceth Muñoz Franco¹ <https://orcid.org/0000-0002-3873-817X>
Daniela Guadalupe Palacios Macías¹ <https://orcid.org/0000-0002-5577-3102>
Gabriel Alfonso Burgos Briones^{2*} <https://orcid.org/0000-0002-1291-4083>
Ulbio Eduardo Alcívar Cedeño² <https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>
Diego Roberto Munizaga Párraga³ <https://orcid.org/0000-0002-4168-3747>

¹ Carrera de Ingeniería Química, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

² Departamento de Procesos Químicos, Alimentos y Biotecnología, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

³ Instituto de Investigación, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Recibido: Septiembre 27, 2023; Revisado: Octubre 24, 2023; Aceptado: Noviembre 24, 2023

RESUMEN

Introducción:

La producción de cerveza artesanal genera residuos sólidos en cantidades importantes, a los cuales no se les da un uso adecuado. El Trüb (desecho cervecero) tiene nutrientes importantes, como proteínas y carbohidratos, y compuestos físico - químicos; sin embargo, sus aplicaciones se ven obstaculizadas por el sabor astringente.

Objetivo:

Estimar el enriquecimiento de harina de maltas procesadas en cerveza artesanal mediante agregado de Trüb (sedimento) fermentable.

Materiales y Métodos:

La metodología aplicada fue de tipo experimental, realizando la caracterización físico-química de muestras procesadas de residuos de cerveza artesanal, evaluando la humedad, cenizas, grasas, acidez, proteínas y fibras, basándose en las normativas establecidas.



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Gabriel Burgos, Email: gabriel.burgos@utm.edu.ec



Resultados y Discusión:

Como resultado se obtuvo que la mejor mezcla de malta con sedimento fue la de malta oscura con sedimento kveik con una proporción del 25 %, obteniendo valores de incremento de proteína 26,73 %.

Conclusiones:

Con un incremento de proteína la mejor muestra de malta y sedimento fue la de malta oscura - sedimento Kveik desde 12,95 – 26,73 % p/p, sin adición y adición al 25 % del sedimento.

Palabras clave: cerveza artesanal; enriquecimiento; lúpulo; malta trüb.

ABSTRACT

Introduction:

Craft beer production generates solid waste in significant quantities, which is not put to proper use. Trüb (brewers' waste) has important nutrients, such as proteins and carbohydrates, and physical-chemical compounds; however, its applications are hindered by its astringent taste.

Objective:

To estimate the enrichment of flour from malts processed in craft beer by addition of fermentable Trüb (sediment).

Materials and Methods:

The methodology applied was experimental, carrying out the physical-chemical characterization of processed samples of craft beer waste, evaluating moisture, ash, fat, acidity, protein, and fiber, based on the established standards.

Results and Discussion:

As a result, it was obtained that the best mixture of malt with sediment was the dark malt with kveik sediment with a proportion of 25 %, obtaining protein increase values of 26.73 %.

Conclusions:

With an increase in protein the best malt and sediment sample was the dark malt - sediment Kveik from 12.95 - 26.73 % w/w, without addition and addition to 25 % of the sediment.

Keywords: craft beer; enrichment; hops; trüb malt.

1. INTRODUCCIÓN

La malta de cebada se ha empleado tradicionalmente en la producción de bebidas de alto consumo como las cervezas. Debido a las condiciones de cultivo de la cebada, en regiones tropicales y subtropicales este cereal es importante, lo que causa un alto costo de producción en la elaboración de cervezas (Bofill-Rodríguez y Gallardo-Aguilar, 2014).

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más consumidas en todo el mundo, con una producción mundial anual estimada de 39 millones de toneladas (Arcia y col., 2018). Su elaboración comprende la fermentación de un mosto obtenido a partir de granos

(generalmente de cebada) malteados, al que se le incorpora lúpulo (Burini y col., 2021). La producción de la cerveza artesanal se clasifica como un proceso a pequeña escala, con subprocesos de producción que combinan la elaboración de recetas tradicionales con una búsqueda de diferenciación, por medio de nuevos ingredientes, para crear nuevos estilos (Segobia, 2022).

En la elaboración de cerveza artesanal se generan en cantidades importantes residuos sólidos, este contiene un alto contenido de humedad (80%). Además, el contenido de polisacáridos de estos residuos los hace altamente susceptibles al crecimiento microbiano; por lo tanto, es necesario utilizar un proceso de secado para su conservación y almacenamiento (Tarsicio y col., 2018).

De acuerdo a Cardoso y col., (2014), el bagazo de cebada es un desecho industrial de la fermentación de los granos utilizados en el proceso de fabricación de la cerveza. Este representa 85% del total de los residuos generados en la industria cervecera, siendo considerado de esa manera, el más importante desecho proveniente de ese proceso.

Actualmente, el destino más común dado por la industria para este subproducto es su disposición para alimentación animal, a pesar de ser una buena fuente de fibra, particularmente la insoluble. El bagazo de cervecería es un material de alto valor, que contiene hemicelulosa, lignina y alto contenido de proteína monosacáridos de xilosa, glucosa y arabinosa, minerales y aminoácidos (Arcia y col., 2018).

Se estima que por cada litro de cerveza se generan aproximadamente 600 gramos de bagazo, de no emplearse en alimentación animal o coproductos su disposición final sería a un relleno sanitario o a un vertedero, en donde su descomposición es de forma anaerobia en el cual se genera metano, un gas de efecto invernadero 25 veces más feroz que el dióxido de carbono (Fedna y Calsamiglia, 2004).

El Trüb es un término que se refiere a los sedimentos formados durante la ebullición del mosto. Estos residuos representan el 1-2 % del total de subproductos. Se caracteriza por presentar una alta humedad, bajo contenido de cenizas y por la presencia de proteínas, polifenoles, almidón, ácidos grasos, y minerales. A pesar de que el trüb tiene grandes cantidades de proteínas, no se usa directamente en la industria alimentaria debido a su amargor (Saraiva y col., 2019).

Un número creciente de publicaciones científicas se centran en este residuo sólido como un recurso valioso para aplicaciones biotecnológicas, destacando su composición y capacidad antioxidante (Tatullo y col., 2016; Cermak et al., 2017).

El residuo obtenido en la elaboración de cerveza artesanal se pretende utilizar como insumo para elaborar productos de consumo humano, siendo una propuesta oportuna de economía circular, ya que representa una oportunidad de reinsertar en un proceso productivo, un insumo de tipo renovable.

El objetivo del presente trabajo es estimar el enriquecimiento de harina de maltas procesadas en cerveza artesanal mediante agregado de Trüb (sedimento) fermentable.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el desarrollo de esta investigación, se utilizaron los residuos sólidos orgánicos de dos tipos de cerveza artesanal: rubia y oscura y dos clases de sedimento SO₅ y Kveik, fueron filtradas para quitar el exceso de humedad para su posterior secado a una

temperatura no mayor a 70°C, una vez realizado el secado de las muestras se tritura hasta obtener una harina de este residuo, cada caracterización se realizó por duplicado, el proceso se visualiza en la figura 1.

2.1. Determinación de humedad.

Se pesó aproximadamente 1 g de la muestra de harina, se colocó en la termo balanza con una temperatura inicial de 87°C, teniendo una temperatura final de 120°C de acuerdo con lo establecido a la norma NTE INEN 1462, (2013).

2.2. Determinación de ceniza.

Se pesaron 3 g de la muestra en cápsulas de porcelana a peso constante, para posteriormente ser calcinadas en la mufla durante 16 h. Una vez frías las muestras, se pesaron para determinar el porcentaje de cenizas conforme a la norma INEN 520, (2012).

2.3. Determinación de extracto etéreo (EE).

La prueba se realizó conforme a la AOAC 2003.06. Se pesaron 5 g de la muestra previamente secada a 70°C y se determinó con el equipo de soxhlet con hexano como solvente por un periodo de 1h; posteriormente se recuperó la grasa en matraces balón previamente seco a peso constante y se eliminó el resto de éter a 55°C, enseguida se pesó el matraz con grasa y se obtuvo el porcentaje del extracto etéreo por diferencias de peso.

2.4. Determinación de proteína.

Para la determinación del porcentaje de proteína se empleó el método Kjeldahl suscrito en la norma NTE INEN ISO 20483, (2006). Se pesaron 0,5 g de la muestra, los cuales se colocaron en los tubos Kjeldahl, luego se le coloca una Kjeldahl tablets, añadiéndole 10 ml de H₂SO₄ al 98%, el proceso de digestión duró 1h15 min a 420 °C. Luego con la ayuda de un destilador Kjeldahl Máster, se añaden 50 ml de NaOH al 40% y 50 ml de H₂O destilada, en donde ocurre la destrucción de la materia orgánica con H₂SO₄ concentrado, para formar sulfato de amonio (NH₄)₂SO₄ que en exceso de NaOH libera amonio (NH₄⁺), el cual se dirige a un matraz Erlenmeyer que contiene 60 ml de una solución de ácido bórico (H₃BO₃) al 4% con 3 gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde de Bromocresol). La destilación se llevó a cabo durante 40 min, el destilado se valoró con H₂SO₄ al 0,1 N, hasta que se dé el viraje de color verde a rojo, basándose con el pH del ácido bórico (H₃BO₃).

2.5. Determinación de acidez.

La determinación de la prueba conforme a la NTE INEN 521, (2013). Se pesaron 5 g de la muestra, y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 100 ml, se le agrega 50 ml de alcohol al 90% (V/V) neutralizado, tapar el matraz y agitar, dejar reposar durante 24 h. Con una pipeta tomar una alícuota de 10 ml del líquido claro sobrante y transferir al matraz Erlenmeyer de 50 ml y agregar 2 ml de indicador de fenolftaleína, agregar lentamente y con agitación la solución 0,02 N de hidróxido de sodio (NaOH), hasta conseguir un color rosado que desaparece poco a poco, continuar agregando la solución

hasta que el color rosado persista durante 30 s.

2.6. Determinación de fibra.

La prueba se realizó mediante el Método Oficial AOAC 962.09, (1990). Se preparó las bolsas de fibra sin muestra colocándolos a la estufa a 105 °C por 1 hora, pasando el tiempo indicado se deja enfriar en el desecador para luego ser pesados. Se pesa 1 g de muestra y se coloca dentro de la bolsa de fibra, para el valor del blanco se coloca la bolsa de fibra sin muestra, luego se introduce la bolsa de fibra dentro del vidrio separador para después colocarlos en el carrusel, previamente identificados. Se enciende el equipo verificando que los reservorios de NaOH y H₂SO₄ estén en el nivel establecido, para que el sensor de los reservorios no presente ningún error. Una vez culminado el proceso se sacan los crisoles con la bolsa de fibra, las muestras se llevan a la mufla para ser incinerados a 600°C por 4 horas, después de la incineración el crisol se deja enfriar y se lleva a la estufa a 105°C por 30 minutos, luego es llevado al desecador para que se enfríe a temperatura ambiente para así poder obtener el peso final.

2.7. Diagrama de bloque

El proceso realizado para la obtención de las harinas de maltas procesadas y sedimento se muestran en la figura 1, donde pasan por un filtro para disminuir el porcentaje de humedad, continuando con la etapa de secado, donde estas muestras son trituradas y tamizadas, obteniendo así la harina de malta y sedimento.

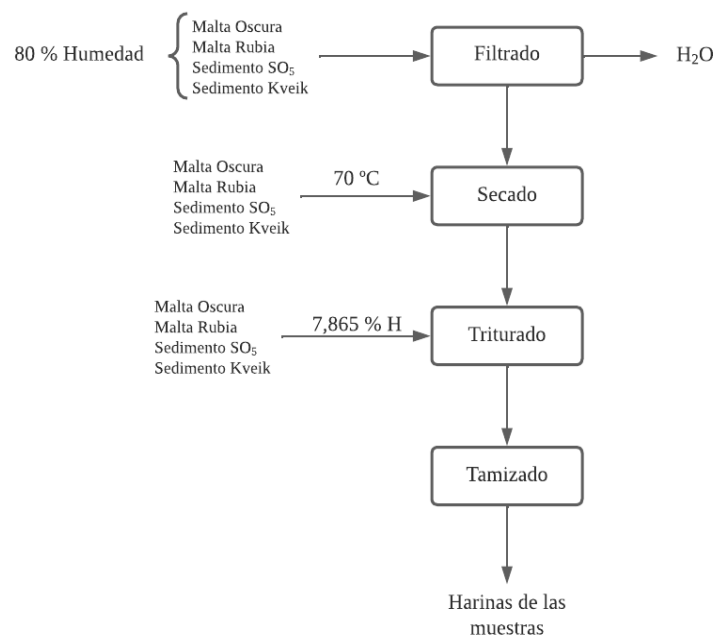


Figura 1. Diagrama de bloques del proceso para la obtención de las harinas de malta y sedimento

En la figura 2 se muestra la operación del proceso que se realizó para obtener el enriquecimiento de las muestras de maltas con sedimentos.



Figura 2. Diagrama del mezclador para la obtención de las muestras de maltas con sedimento enriquecidas

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados de los diferentes análisis físico-químicos realizados a las muestras obtenidas de los residuos de cerveza artesanal, los valores correspondientes a la mezcla de sedimento vs malta, de acuerdo con la norma NTE INEN 616, (2006) establece los valores permitidos para estos residuos representados en la tabla 2.

Tabla 1. Análisis físico-químico de la cebada malteada y el sedimento

<i>Muestra de malta</i>	<i>Malta oscura %</i>	<i>Malta rubia %</i>	<i>Sedimento SO₅ %</i>	<i>Sedimento Kveik %</i>	<i>Método</i>
Humedad	7,407	7,949	8,787	8,033	NTE INEN 1462, (2013)
Ceniza	0,02685	0,0184	0,069	0,0619	NTE INEN 520, (2012)
Grasa	3,4268	4,6711	1,6575	1,944	AOAC 2003.06, (2006)
Proteína	12,9539	14,1347	29,5803	33,4758	NTE INEN ISO 20483, (2006)
Acidez	0,5738	0,8777	0,5482	1,1837	NTE INEN 521, (2013)
Fibra	5,6638	7,5578	2,9227	7,4035	AOAC 962.09, (1990)

Tabla 2. Análisis físico-químico del enriquecimiento de la cebada con el sedimento

<i>Muestra de malta</i>	<i>Malta oscura - Sedimento Kveik %</i>	<i>Malta oscura - Sedimento SO₅ %</i>	<i>Malta rubia - sedimento Kveik %</i>	<i>Malta rubia - Sedimento SO₅ %</i>	<i>Rango permisible</i>	<i>Método</i>
Humedad	7,865	8,738	7,843	8,421	14,5	NTE 1462, (2013)
Ceniza	0,0184	0,0175	0,0337	0,02505	0,8	NTE INEN 520, (2012)
Grasa	2,4871	2,9365	4,4818	3,364	2	AOAC 2003.06, (2006)

Proteína	15,7106	14,3681	15,1809	14,8569	9	NTE INEN ISO 20483, (2006)
Acidez	0,8085	0,8123	0,9314	0,8979	0,2	NTE INEN 521, (2013)
Fibra	5,291	5,8667	7,5652	7,5433	-	AOAC 962.09, (1990)

En los cereales se considera su valor nutricional, debido a su alta fuente de carbohidratos (principalmente almidón y fibra dietética), proteínas con alto valor nutritivo y excelentes niveles de aminoácidos esenciales (Mendoza y col., 2022). Los resultados encontrados en el análisis de humedad de la muestra de malta oscura - sedimento kveik se obtuvo un promedio de 7,865%, ceniza 0,0184%, proteína 15,7106 y grasas 2,4871%, que es similar a la cita mencionada, en el cual el contenido de grasa es igual a la mayoría de los cereales con un porcentaje menor, su aporte energético estaría dado por carbohidratos y luego proteínas, mientras que humedad, ceniza y proteína contienen valores diferentes a los que reportan Dynner y col., (2017).

Respecto a la fibra, presentó niveles similares a la de harina de trigo integral (FAO, 2017), representa un significativo aporte, sobre todo a productos libres de gluten reconocidos por tener un bajo contenido de fibra.

La cantidad de proteína difiere notablemente en las mezclas y dosificaciones que se realizaron en las muestras de cebada malteada y sedimento Trüb, que van desde 0, 5, 10, 15, 20, 25%, para el incremento del sedimento a la malta, como lo menciona (Martínez y Martínez, 2006). Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de las células y tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo, desde el punto de vista nutricional, la proteína es un macronutriente presente en los alimentos, esta debe estar aproximadamente entre un 17 %, a pesar de su diversidad funcional no debe variar de un 25 % como lo menciona (Martínez y Martínez, 2006). Los resultados de las proyecciones que se obtienen se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Proyecciones de incremento de proteína de malta con sedimento

	<i>Proteína</i>					
	<i>0%</i>	<i>5%</i>	<i>10%</i>	<i>15%</i>	<i>20%</i>	<i>25%</i>
M. OSC. - M. OSC + S. KVEIK	12,9539	15,7106	18,4673	21,224	23,9807	26,7374
M. OSC. - M. OSC. + S. SO ₅	12,9539	14,3681	15,7823	17,1965	18,6107	20,0249
M. RU. - M.RU. + S.KVEIK	14,1347	15,1809	16,2271	17,2733	18,3195	19,3657
M. RU. - M.RU+S.SO ₅	14,1347	14,8569	15,5791	16,3013	17,0235	17,7457

En la tabla 3 se muestran los resultados de las proyecciones de mezclas basadas en

proteínas de malta con sedimento, en el cual el contenido proteico es de gran importancia para determinar el uso apropiado de esta. La cantidad de proteína de malta oscura – sedimento kveik oscila entre el 0 – 12,9539% al 25 – 26,7374%; malta oscura – sedimento SO₅ está desde 0 – 12,99539% al 25 – 20,0249%; malta rubia – sedimento kveik entre 0 – 14,1347% al 25 – 19,3657; malta rubia – sedimento SO₅ entre el 0 – 14,1347 al 25 – 17,7457.

En la figura 2 se observa las gráficas de las proyecciones realizadas a las muestras dando como resultado las rectas de las mezclas con sedimentos, donde se observa que la mejor recta es la mezcla de malta oscura – sedimento kveik, obteniendo su ecuación y R².

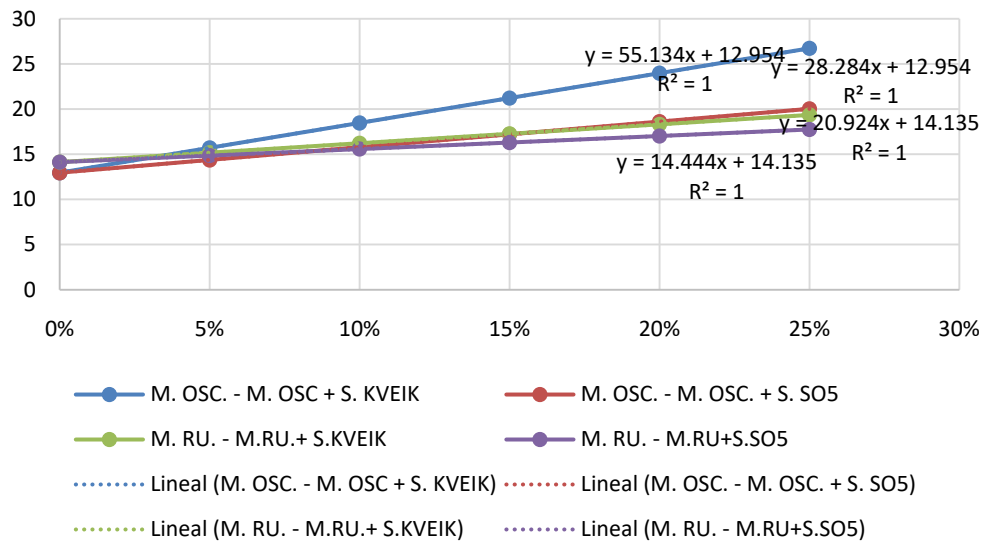


Figura 2. Proyecciones de incremento de proteína de malta con sedimento

4. CONCLUSIONES

1. Aprovechar los residuos de la cerveza artesanal en la producción de otros productos de consumo humano es una práctica altamente beneficiosa que refleja los principios de la economía circular. Sin embargo, es esencial garantizar la seguridad y la calidad de los nuevos productos derivados de estos residuos a través de pruebas y análisis adecuados.
2. La variabilidad en el contenido de proteína en las mezclas de cebada malteada y sedimento Trüb, que varían desde 0% hasta un 25% de incremento de sedimento en relación con la malta, destaca la importancia de comprender y controlar las proporciones de proteína en estos productos. Se recomienda que constituyan entre el 17% y el 25% de incremento de proteínas enriquecidas.
3. Se estimó el mejor porcentaje de mezcla, enriqueciendo la harina de maltas procesadas en cerveza artesanal mediante agregado de Trüb (sedimento) fermentable, realizando análisis físico-químicos a las muestras de harina de maltas procesadas, dando como resultado que la mejor mezcla es la de malta oscura - sedimento kveik que va desde el 0 – 12, 9539% al 25 – 26,7374%.

REFERENCIAS

- AOAC 2003.06., Grasa cruda en pienso, cereal, grano y forraje., 2006.
https://www.rafer.es/sites/default/files/determinacion_grasa_total_en_pienso.pdf
- Arcia, P.L., Curutchet, A., Cozzano, S., y Rodríguez, S., Bagazo de cervecería como ingrediente en el desarrollo de panificados. Impacto del rotulado en la intención de compra y aceptabilidad., *INNOTEC, Innotec*, Vol.16, No.16, 2018, pp. 40–46.
<https://doi.org/10.26461/16.02>
- Bofill-Rodríguez, Y., y Gallardo-Aguilar, I., Ventajas de la producción de cerveza a partir de la malta de sorgo. Revisión bibliográfica., *Tecnología Química*, Vol. 34, No. 3, 2014, pp. 324-334. <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v34n3/rtq10314.pdf>
- Burini, J.A., Eizaguirre, J.L., Loviso, C., y Libkind, D., Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y direcciación en la producción de cerveza., *Revista Argentina de Microbiología*, Vol. 53, No. 4, 2021, pp. 359-377.
<https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>
- Cardoso, F.F., Ascheri, D.P.R., y Carvalho, C.W.P., Propiedades reológicas y de adsorción de agua de harina extruida de arroz y bagazo de cebada., *Revista Ceres*, Vol. 61, No. 3, 2014, pp. 313-322. <https://doi.org/10.1590/s0034-737x2014000300003>
- Cermak, P., Olsovska, J., Mikyska, A., Dusek, M., Kadleckova, Z., Vanicek, J., Nyc, O., Sigler, K., Bostikova, V., & Bostik, P., Strong antimicrobial activity of xanthohumol and other derivatives from hops (*Humulus lupulus* L.) on gut anaerobic bacteria., *APMIS*, Vol. 125, No. 11, 2017, pp. 1033-1038.
<https://doi.org/10.1111/ap.12747>
- Dyner, L., Ferreyra, V., Sánchez, E., Cagnasso, C., y Olivera-Carrion, M., Composición centesimal y contenido de minerales de harinas de sorgo blanco utilizadas en productos de consumo general y en productos libres de gluten., *Dieta*. Vol. 35, No. 160, 2017, pp. 16-21.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/dieta/v35n160/v35n160a03.pdf>
- FAO., West African Food Composition Table 2017., Vol. 1, No. 1, 2017.
<https://www.fao.org/3/i7065e.pdf>
- Fedna, T., y Calsamiglia, S.H.S., Bagazo de cerveza., *Bach.*, Vol. 17, No. 17, 2004, pp. 17-19.
<https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/documentos/TendenciaBagazo.pdf>
- Martínez, O., & Martínez, E., Proteínas y péptidos en nutrición enteral., *Nutrición Hospitalaria*, Vol. 21, No. 2, 2006, pp. 1-14.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500002
- Mendoza, J., Pihuave, L., y Velasquez, M., Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial., *Revista Ciencia UNEMI.*, Vol. 15, No. 28, 2022, pp. 61-72. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737voll5iss38.2002pp61-72p>
- Método oficial AOAC 962.09., Fibra Cruda en Alimentos para balanceados., 1990.
<https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2016/12/MET-UCCIRT->
-

[For-103_0-Fibra.pdf](#)

- NTE INEN 521., Norma técnica ecuatoriana., Primera revisión. Harinas de origen vegetal. Determinación de acidez titulable, 2013. <https://es.scribd.com/document/653997386/NTE-INEN-521-DETERMINACION-DE-LA-ACIDEZ-TITULABLE-HARINAS-DE-ORIGEN-VEGETAL>
- NTE INEN 520., Norma técnica ecuatoriana., Primera revisión. Harinas de origen vegetal. Determinación Del contenido de Ceniza, 2012. <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-tecnologica-privada-de-santa-cruz-de-la-sierra/quimica-analitica/teoria-de-cenizas/65218692>
- NTE INEN ISO 20483., Norma técnica ecuatoriana., Primera revisión. Cereales y legumbres. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. Método kjeldahl, 2006. <https://ftp.isdi.co.cu/Biblioteca/BIBLIOTECA%20UNIVERSITARIA%20DEL%20ISDI/COLECCION%20DIGITAL%20DE%20NORMAS%20CUBANAS/2009/N%20ISO%2020483%20%20a2009%2018p%20uji.pdf>
- NTE INEN 1462., Norma técnica ecuatoriana., Primera revisión. Cereales y productos derivados. Determinación del contenido de humedad, 2013. <https://es.scribd.com/document/653998348/NTE-INEN-1462-CEREALES-DETERMINACION-CONT-DE-HUMEDAD>
- NTE INEN 616., Norma técnica ecuatoriana., Tercera revisión. Harina de trigo. Requisitos, 2006. <https://ia902904.us.archive.org/14/items/ec.nte.0616.2006/ec.nte.0616.2006.pdf>
- Saraiva, B.R., Anio, F.A., Vital, A.C.P., Silva, L.H.M.D., Ogawa, C.L., Sato, F., Coimbra., & Matumoto-Pintro, P.T., Waste from brewing (trüb) as a source of protein for the food industry., International Journal of Food Science & Technology, Vol. 54, No. 4, 2019, pp. 1247-1255. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14101>
- Segobia, S.A., Evaluación de la adición de centeno (Secale cereale) en la formulación de cerveza artesanal Belgian Pale Ale., Enfoque UTE. Vol. 13, No. 3, 2022, pp. 14-28. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.830>
- Tarsicio, M., Carlos, H., Mariana, G., Lilia, M., & Adrián, M., Análisis químico proximal en residuos sólidos de cerveza artesanal y su aceptación en cerdas., Abanico Veterinario, Vol. 8, No. 3, 2018, pp. 86-93. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.6>
- Tatullo, M., Simone, G.M., Tarullo, F., Irlandese, G., De Vito, D., Marrelli, M., Santocroce, L., Cocco, T., & Scacco, S., Antioxidant and antihumor activity of a bioactive polyphenolic fraction isolated from the brewing process., Scientific Reports, Vol. 6, No. 1, 2016, pp. 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep36042>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Estud. Jennifer Liceth Muñoz Franco. Investigación, conceptualización, análisis formal y redacción - primera redacción.
-

- Estud. Daniela Guadalupe Palacios Macías. Investigación, conceptualización, análisis formal y redacción - primera redacción.
 - M.Sc. Gabriel Alfonso Burgos Briones. Análisis formal, redacción - revisión y edición.
 - Dr.C. Ulbio Eduardo Alcívar Cedeño. Análisis formal, redacción - revisión y edición.
 - M.Sc. Diego Roberto Munizaga Párraga. Redacción – revisión y edición.
-