



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

“APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE MALTA DE CEBADA
COMO INSUMO EN LA ELABORACIÓN DE UNA BARRA DE
CEREALES ALTA EN FIBRA”

ARTICULO CIENTÍFICO
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Autor: Santiago David Jurado Poveda

Ing. Ángel Satama MSc

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Holguer Pineda MBA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Lucía Toromoreno MSc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jimmy Nuñez MSc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100344874-1
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jurado Poveda Santiago David
DIRECCIÓN:	Cristóbal Gomezjurado 3-138 y Luis Alfonso Moreno
EMAIL:	satoecuador@gmail.com
TELÉFONO MÓVIL	0993768784
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE MALTA DE CEBADA COMO INSUMO EN LA ELABORACIÓN DE UNA BARRA DE CEREALES ALTA EN FIBRA”
AUTOR:	Jurado Poveda Santiago David
FECHA:	2018-01-12
PROGRAMA:	X PREGRADO POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial
DIRECTOR:	Ing. Ángel Satama M Sc

APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE MALTA DE CEBADA COMO INSUMO EN LA ELABORACIÓN DE UNA BARRA DE CEREALES ALTA EN FIBRA.

Santiago David Jurado Poveda
satoecuador@gmail.com
Universidad Técnica del Norte

RESUMEN

El bagazo de malta de cebada es uno de los residuos del proceso de elaboración de cerveza artesanal, de bajo costo y alta disponibilidad, es una fuente potencial para la utilización alimentaria e industrial. Por sus características composicionales, posee el potencial para ser una materia prima de alto valor biológico y nutricional. La demanda de la cerveza artesanal exige implementar un sistema de gestión para aprovechar la cantidad de residuos y buscar alternativas, tratamientos y usos de estos. Se elaboró una barra de cereales con alto contenido de fibra (característica principal del bagazo de malta de cebada) de acuerdo a una fórmula base.

Se ejecutó la propuesta "Aprovechamiento del bagazo de malta de cebada como insumo en la elaboración de una barra de cereales alta en fibra" en la que se aplicó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A) con arreglo factorial AxB en donde el factor A corresponde a la Sustitución de hojuelas de trigo por bagazo de malta de cebada en la barra de cereales y el factor B, la temperatura de horneado (°C) de las barras de cereales. Las variables evaluadas en esta investigación fueron fibra cruda y textura, se evaluó la significancia en los tratamientos mediante la prueba de Tukey (5%). En el análisis sensorial se realizó la prueba de Friedman, resultando los mejores tratamientos T5, T6 y T7 ya que presentaron mejores características cualitativas (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad), posteriormente se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológico de las barras de cereales de los tratamientos antes mencionados.

Palabras claves: Bagazo de malta de cebada, barras de cereales, fibra cruda, textura.

SUMMARY

The barley malt bagasse is one of the residues of the craft brewing process. With low cost and high availability, it is a potential source for food and industrial use. Due to its compositional characteristics, it has the potential to be a raw material of high biological and nutritional value. The demand for craft beer requires implementing a management system to take advantage of the amount of waste and look for alternatives, treatments and uses of these. A cereal bar with a high fiber content (main characteristic of the barley malt bagasse) was elaborated according to a base formula.

The proposal "Use of barley malt bagasse as an input in the elaboration of a high-fiber cereal bar" was implemented, in which a Completely Random Design (DCA) was applied with factorial arrangement AxB where the factor A corresponds to Replacement of wheat flakes with bagasse of barley malt in the cereal bar and factor B, the baking temperature (°C) of the cereal bars. The variables evaluated in this investigation were raw fiber and texture, the significance in the treatments was evaluated by the Tukey test (5%). In the sensory analysis the Friedman test was performed, resulting in the best treatments T5, T6 and T7 since they presented better qualitative characteristics (color, odor, taste, texture and acceptability), later the the physicochemical and microbiological analysis of the cereal bars of the treatments was carried out.

INTRODUCCIÓN

Los residuos se producen continuamente durante la fabricación de alimentos y la elaboración de cerveza artesanal no es una excepción. En el mundo actual en la búsqueda de formas para aumentar la eficiencia de sus procesos, los fabricantes de cerveza artesanal también son desafiados por mantener los costos bajos y la búsqueda de distintas maneras para aumentar la eficiencia de sus procesos para así obtener más valor de sus procesos de la línea de fondo.

La creciente demanda de esta bebida es beneficiosa tanto para los partícipes directos e indirectos de esta cadena productiva de la industria de cerveza artesanal; el consumo mundial de esta bebida y el modelo de negocio que incluye una producción en mayor escala a futuro generará residuos cerveceros en grandes cantidades desarrollando así vectores residuales de contaminación innecesarios si no se gestionan su correcto tratamiento o uso.

En la industria cervecera artesanal la mayor cantidad de residuo del proceso (alrededor del 85%) es el bagazo de malta de cebada, el cual proviene de la filtración de la malta de cebada luego de la cocción de la misma en el proceso de elaboración de cerveza artesanal. En su composición presenta excelentes características en cuanto al contenido de proteína y sobre todo fibra, razón por la cual puede ser empleado en la industria de los alimentos tanto para consumo humano, así como también animal.

No se han elaborado productos a partir de un residuo razón por la que en la presente investigación se propuso dar un uso comercial del bagazo de malta de cebada asignándole valor agregado y rentabilidad empresarial del mismo siguiendo un proceso transformativo que lo vuelva apto e inocuo en la nutrición humana, así también se trata de propiciar el consumo de productos funcionales altos en fibra, nutriente no muy frecuente en nuestra dieta diaria.

Por otro lado debido a su importante contenido de proteína este residuo también puede ser aprovechado en otras alternativas.

Además, es un primer aporte para resolver la problemática de gestión de residuos de esta industria que en un futuro deberán implementar.

OBJETIVOS

Objetivo general

Aprovechar el residuo de la producción de cerveza artesanal bagazo de malta de cebada para la elaboración de una barra de cereales alta en fibra.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el bagazo de malta de cebada seco mediante análisis fisicoquímicos.
2. Evaluar el bagazo de malta de cebada en distintos porcentajes como sustituto del componente de la barra de cereales (hojuelas de trigo) y la temperatura de horneado en la misma.
3. Evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de la barra de cereales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El bagazo de malta de cebada se obtuvo de la cervecería artesanal CARAN ubicada en la parroquia de Caranqui de la ciudad de Ibarra. Se tomó muestras de 20 kg de bagazo de malta con humedad inicial de 78% p/p al cual se le dio tratamiento

Tabla 1. Análisis de las características fisicoquímicos del bagazo de malta

Análisis fisicoquímicos	Metodología
Humedad	AOAC 925.10
Cenizas	AOAC 923.03
Proteína	AOAC 920.87
Fibra Cruda	AOAC 978.10
Extracto etéreo	AOAC 920.85

de prensado (reducción humedad hasta 65%) y de secado (hasta <10%) para poder almacenar a lo largo de la investigación realizada.

1. Caracterización del bagazo de malta de cebada seco

Para la caracterización del bagazo de malta de cebada seco se efectuaron los siguientes análisis de acuerdo a los parámetros de: humedad, cenizas, proteína, fibra cruda, y extracto etéreo basadas en la metodología de la normativa AOAC respectivamente.

Determinación de la humedad

Se determinó en base a la norma AOAC 925.10 y correspondió al porcentaje de humedad.

$$\%H_{bh} = \frac{\text{Peso del crisol} + \text{Peso de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso de la muestra}}$$

Determinación de cenizas

La determinación de cenizas se realizó con base en la norma AOAC 923.03 que corresponde en el cociente de los pesos del residuo calcinado sobre el de la muestra.

$$\%Cenizas = \frac{\text{Peso del residuo}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Determinación de la proteína

Se determinó la proteína mediante la norma AOAC 920.87 con el método de Kjeldahl y se multiplicara por el factor estándar **F=6,25** usado para la mayoría de proteínas.

$$\%Proteína = \%N \times F$$

Determinación de la fibra cruda

El porcentaje de fibra cruda se determinó por el método AOAC 978.10

$$\%Fibra Cruda = \frac{\text{Pérdida de peso (seco - calcinado)}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Determinación del extracto etéreo

Se determinó la grasa por el método Soxhlet en base a la norma AOAC 920.85

$$\%ET = \frac{\text{Peso crisol} + \text{grasa} - \text{Tara crisol}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

2. Evaluación del bagazo de malta de cebada en distintos porcentajes como sustituto del componente de la barra de cereales (hojuelas de trigo) y la temperatura de horneado en la misma.

La fase experimental se evaluó con un diseño completamente al azar de acuerdo a un arreglo factorial AxB. En donde Factor A: Sustitución de hojuelas de trigo por bagazo de malta de cebada en la barra de cereales y el Factor B: temperatura de horneado. Teniendo como variables de respuesta Textura y Fibra cruda.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados

Trat.	Porcentaje en la mezcla(bagazo)	°T de horneado	Combinaciones
1	A1	B1	A1B1 (20%Bagazo-60°C)
2	A1	B2	A1B2 (20% Bagazo - 100°C)
3	A1	B3	A1B3 (20% Bagazo - 140°C)
4	A2	B1	A2B1 (60% Bagazo -60°C)
5	A2	B2	A2B2 (60% Bagazo - 100°C)
6	A2	B3	A2B3 (60% Bagazo - 140°C)
7	A3	B1	A3B1 (100% Bagazo -60°C)
8	A3	B2	A3B2 (100% Bagazo - 100°C)
9	A3	B3	A3B3 (100% Bagazo - 140°C)

3. Evaluación las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de la barra de cereales

Se realizaron análisis fisicoquímico en el producto final a los 3 mejores tratamientos, resultado que se obtuvo luego de que pasó por el panel de degustación. Las pruebas de textura y fibra cruda se hicieron a todos los tratamientos.

Tabla 3. Análisis sensorial

Variabes sensoriales	Método o instrumento
Olor	
Color	Se realizó mediante la prueba de Friedman y un panel de degustación.
Sabor	
Textura	
Aceptabilidad	

Tabla 4. Análisis sensorial

Variabes físicas y químicas	Método o instrumento
Humedad	AOAC 925.10
Cenizas	AOAC 923.03
Proteína	AOAC 984.13 con factor conversión 6,25
Fibra	AOAC 978.10*
Extracto etéreo	AOAC 920.85
Valor energético	Factor ATWATER
Actividad de agua (Aw)	Medidor de actividad de agua
Textura	Texturómetro*

*: Análisis fisicoquímicos realizados a todos los tratamientos

Tabla 5. Análisis microbiológico

VARIABLES MICROBIOLÓGICAS	MÉTODO O INSTRUMENTO
Recuento estándar en placa, UFC/cm ²	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos, UFC/cm ²	NTE INEN 1529-10
Recuento de E. coli, UFC/cm ²	NTE INEN 1529-7

Manejo específico del experimento

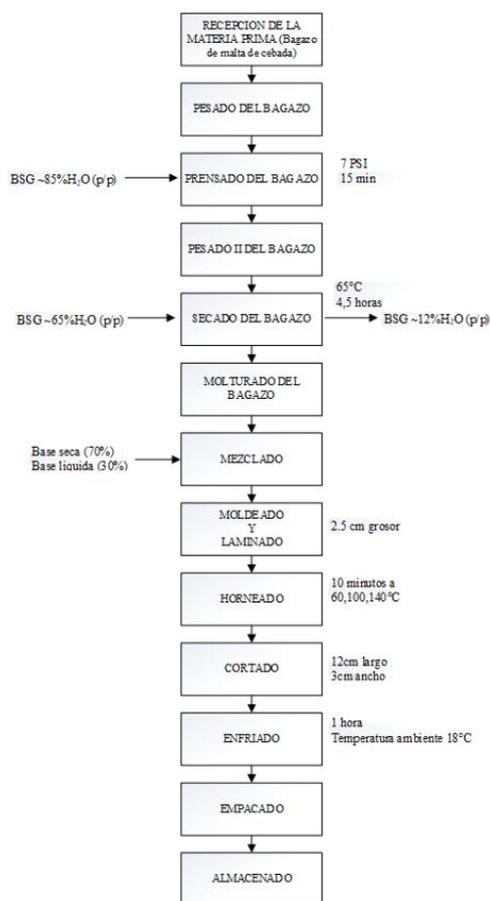


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de barras de cereales

Los materiales utilizados en la metodología fueron: Balanza analítica de precisión 0,01g, plancha de agitación magnética, bloque de digestión, destilador por arrastre de vapor, extractor SOXHLET por solvente orgánico, estufa de secado, analizador de fibra (SOXHLET), texturómetro (modelo EZ-9X), Aw-metter, bomba de vacío, prensa hidráulica 15 PSI, horno deshidratador eléctrico, molinillo de laboratorio, cuchillos, cucharas, cucharón de madera, recipientes, ollas, bandejas, fundas con cierre hermético,

moldes para barras de cereal, moldeadora/cortadora de acero inoxidable, crisoles de borosilicato, tubos de digestión, pinzas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del bagazo de malta de cebada

La caracterización del bagazo de malta de cebada se efectuó conforme a los métodos para determinación de humedad, cenizas, proteína, fibra cruda y extracto etéreo. El residuo seleccionado para el experimento proviene de la variedad de malta de cebada Pilsen y Pale Ale, materias primas usadas para elaborar cerveza artesanal rubia. El bagazo de malta de cebada fue secado previamente para realizar la caracterización, conforme se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados caracterización del bagazo

Parámetro analizado	Resultados (%)	Otros estudios (%)	Norma INEN 1559
Humedad	9,56	10**	≤13%
Cenizas	2,78	4,6**	
Proteína	14,66	15,25**	≥12%
Fibra cruda	12,86	16,78*	
Extracto Etéreo	3,4	3,9*	

El bagazo, objeto de estudio del experimento presento 78% de humedad inicial, luego de la determinación de la pérdida por calentamiento el 90,44% está constituido de MS y el 87,88% es materia orgánica.

En la tabla 14 nos muestra que la humedad presente luego del secado del bagazo de malta de cebada está dentro de los rangos que se encuentran en la NTE INEN 1559 que precisa los requisitos para que los granos de cebada sean seleccionados como materia prima para ser comercializados (sea para consumo o para realizar bebidas) con el 13% del contenido de humedad y 12% de proteína, por otra parte en Solange I. Mussatto & Roberto, 2006 denotan en su estudio que la humedad del bagazo de malta de cebada (Solange I. Mussatto & Roberto, 2006) y extracto etéreo (Santos et al., 2003) presentan similitud a los obtenidos en esta investigación.

La proteína y la fibra están concentradas en el residuo, porque la mayor parte del almidón de cebada se elimina durante la trituración y la extracción de azúcares (Kissell & Prentice, 1979).

Como menciona S.I. Mussatto et al., 2006 en su estudio los resultados pueden fluctuar dependiendo del tipo de cebada usada (Triumph/Golf), parámetros de secado y mezclas de otros cereales para realizar la cerveza artesanal.

Textura

La textura es un parámetro para aceptar o rechazar un producto fresco o procesado y se lo puede medir por análisis sensorial o instrumental (Ciro, Buitrago, y Pérez, 2007).

Tabla 7. ADEVA de la Textura

FV	SC	GL	CM	F.cal	F. tab	
					5%	1%
Total	609.88	26				
Tratamientos	604.30	8	75.54	243.35 **	2.51	3.71
A	442.17	2	221.09	712.26 **	3.55	6.01
B	151.53	2	75.77	244.09 **	3.55	6.01
Interacción AxB	10.59	4	2.65	8.53 **	2.93	4.58
Error Exp.	5.59	18	0.31			
CV	4.75					

Se indica el Análisis de Varianza para textura, se identificó diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$) y ($p \leq 0.01$) entre tratamientos, factores e interacción AxB. La textura de la barra de cereales se modifica por incidencia de la temperatura y la cantidad del bagazo de malta de cebada incluido en la formula, es decir a mayor temperatura de horneado y porcentaje de bagazo la barra adquiere más dureza. Al existir diferencia estadística significativa se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para textura

Tratamiento	Combinaciones	Medias (%)	Rangos
T1	A1B1 (20%BSG-60°C)	6,07	a
T2	A1B2 (20%BSG- 100°C)	6,23	a
T3	A1B3 (20%BSG- 140°C)	7,95	b
T4	A2B1 (60%BSG-60°C)	8,17	b
T5	A2B2 (60%BSG- 100°C)	11,72	c
T6	A2B3 (60%BSG- 140°C)	13,38	d
T7	A3B1 (100%BSG-60°C)	14,60	d
T8	A3B2 (100%BSG- 100°C)	17,51	e
T9	A3B3 (100%BSG- 140°C)	19,96	f

La tabla 16 nos indica que existen 6 rangos: el primero corresponde a los tratamientos T1 y T2, el segundo a T3 y T4, el tercero T5, el cuarto T6 y T7, el quinto T8 y el sexto T9.

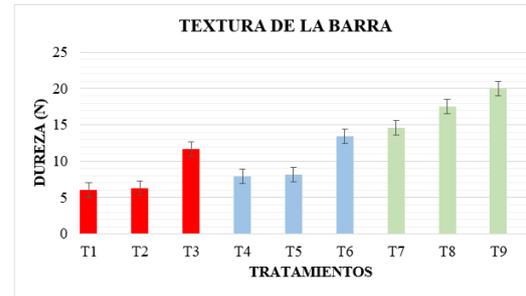


Figura 2. Textura en la barra de cereales

En la figura 7 los bloques de tratamientos T1, T2, T3; T4, T5, T6 y T7, T8, T9 denotan que los resultados de los últimos tratamientos; T3 (20% bagazo de malta de cebada – 140°C), T6 (60% bagazo de malta – 140°C) y T9 (100% bagazo de malta – 140°C) son valores mayores que T1, T2; T4, T5 y T7, T8 respectivamente debido a que la temperatura de horneado 140°C se encuentra dentro del rango de caramelización de los azúcares: fructosa 110°C y sacarosa 160°C (Solange I. Mussatto & Roberto, 2006) razón por la cual la textura en dichos tratamientos (T3, T6 y T9) presenta mayor resistencia que el resto. Por otra parte Izzo & Niness, 2001 mencionan que la adición de fibra en la fórmula base, incrementa la dureza de la barra de cereales.

Fibra cruda

La fibra cruda es una medida de la cantidad de celulosa indigerible, pentosanos, lignina y otros componentes de este tipo en la composición química de un alimento (Prentice & D'Appolonia, 1977).

Tabla 9. ADEVA de la Fibra cruda

FV	SC	GL	CM	F.cal	F. tab	
					5%	1%
Total	89.30	26				
Tratamiento	88.74	8	11.09	354.04 **	2.51	3.71
A	88.65	2	44.33	1414.77 **	3.55	6.01
B	0.05	2	0.02	0.73	n.s	3.55
Interacción AxB	0.04	4	0.01	0.33	n.s	2.93
Error Exp.	0.56	18	0.03			
CV	2.31					

Conforme al Análisis de Varianza (tabla 9) para fibra cruda, se identificó diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$) y ($p \leq 0.01$) entre tratamientos y factor A y no significativo para el factor B e interacción de factores AxB. El porcentaje de fibra cruda de la barra de cereales incide directamente por la sustitución del bagazo de malta de cebada en la fórmula, es decir a mayor porcentaje de bagazo en la barra, ésta aumenta sus niveles de fibra cruda en la composición química. Al existir diferencia estadística significativa para tratamientos y factor A se aplicó la prueba de Tukey al 5%

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para fibra cruda

Tratamiento	Medias (%)	Rangos
T1	5,37	a
T2	5,54	a
T3	5,54	a
T4	7,59	b
T5	7,62	b
T6	7,63	b
T7	9,86	c
T8	9,90	c
T9	9,99	c

La tabla 10 indica que existen 3 rangos, el primero corresponde a los tratamientos T1, T2 y T3, el segundo a T4, T5 y T6, el tercero T7, T8 y T9.

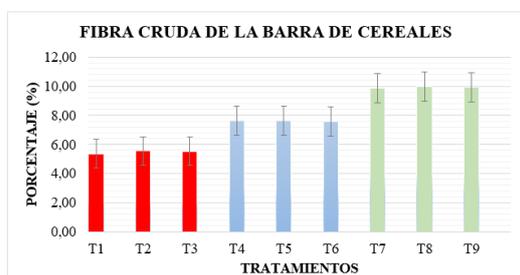


Figura 3. Fibra cruda en la barra de cereales

La figura 2 indica que los bloques de tratamientos T1, T2, T3; T4, T5, T6 y T7, T8, T9 presentan resultados semejantes en el mismo bloque respectivamente, conforme se incrementa el porcentaje de bagazo de malta de cebada en la fórmula (20%, 60% y 100%) presenta una media de crecimiento de 34% de fibra cruda entre bloques.

Ainsworth, Ibanoglu, Plunkett, Ibanoglu, & Stojceska (2007) informaron en su estudio que la adición de bagazo en snacks extruidos aumentó el contenido de fibra de los bocadillos de 4,8% en la muestra de control (0% Bagazo) a 19,8% en muestras que contenían 30% de bagazo.

Cabe recalcar que hay varios factores que inciden en el nivel de fibra de la barra de cereales ya que en el bagazo pueden estar adicionadas materiales ajenos a la malta de cebada (arroz, trigo, sorgo y otros tipos de granos con alto grado también de azúcares fermentables).

En el estudio realizado por Kissell & Prentice, (1979) señala que el bagazo de malta de cebada puede ser utilizado directamente para mejorar niveles de fibra cruda en productos horneados convencionales, el mismo autor demostró que la adición del bagazo de malta de cebada incrementa los niveles de fibra cruda en la composición de galletas horneadas.

Evaluación de las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas.

Un total de 20 personas calificaron al producto elaborado (barra de cereales) mediante parámetros cualitativos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad con una escala de 3 categorías y evaluadas con la prueba no paramétrica de Friedman al 5%, dando como resultados a los tratamientos T5, T6 y T7 como los mejores por mayor puntaje obtenido en total.

Se evaluaron las características fisicoquímicas del producto terminado conforme a los métodos para determinación de humedad, cenizas, proteína, fibra cruda y extracto etéreo, también se realizó los análisis microbiológicos para determinación de: recuento estándar en placa, recuento de mohos, recuento de E. Coli únicamente para los tres mejores tratamientos,

Tabla 11. Resultados de análisis f/q a los tres mejores tratamientos

	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)	PROTEÍNA (%)	FIBRA CRUDA (%)	EXTRACTO ETÉREO (%)	CARBOHIDRATOS (POR DIFERENCIA) (%)	AW	VALOR ENERGÉTICO (KCAL)
T5	9.96	1.5363	11.023	7.1067	6.0250	64.3353	0.52	355.65
T6	8.85	1.7465	11.306	8.0791	5.9438	64.0746	0.53	355.01
T7	9.19	2.0358	14.0878	9.4172	5.2253	60.0697	0.49	343.57

Los resultados de los análisis fisicoquímicos evidenciaron que los tratamientos T5, T6 y T7 presentan excelentes niveles de fibra cruda y proteína, resultado de la adición de bagazo de malta de cebada tal como describe Öztürk et al., 2002 en su estudio. La barra de cereales elaborada tiene potencial para ser incluida en la dieta de una persona adulta por el aporte de fibra contenido en la misma.

Tabla 12. Resultados de análisis microbiológicos a los 3 mejores tratamientos

Parámetros microbiológicos	Resultados	Rango m/o	Método o instrumento
Recuento estándar en placa, UFC/g	10 ²	10 ⁴ -10 ⁵	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos, UFC/g	10 ²	10 ² -10 ³	NTE INEN 1529-10
Recuento de E. coli, UFC/g	AUSENCIA	AUSENCIA	NTE INEN 1529-7

En la tabla 12 se detallan los resultados de análisis microbiológicos los cuales se encuentran dentro de los parámetros de la NTE INEN 1529 señalando que el producto es inocuo y apto para el consumo humano.

CONCLUSIONES

1. El residuo de bagazo de malta de cebada que proviene de la cervecería artesanal CARAN ubicada en la ciudad de Ibarra demuestra un contenido significativo de proteína y fibra.
2. La textura de la barra de cereales es modificada por incidencia de la temperatura y el contenido del bagazo de malta de cebada incluido en la fórmula, es decir a mayor temperatura de horneado y contenido de bagazo de malta de cebada la barra adquiere más dureza.
3. El contenido de fibra cruda en la composición química de la barra de cereales es directamente proporcional al contenido de bagazo de malta de cebada que se incluye en la fórmula base.

4. El producto final presentó excelentes niveles de fibra cruda, concluyendo que existe gran potencial nutricional para la alimentación humana en el bagazo de malta de cebada.
5. En función de los análisis estadísticos realizados se concluye que la cantidad de bagazo de malta de cebada en la formulación y la temperatura de horneado influyen significativamente en las características fisicoquímicas (fibra cruda y textura) de la barra de cereales alta en fibra, concluyendo que se acepta la hipótesis alternativa.

RECOMENDACIONES

1. Realizar nuevas investigaciones con el bagazo de malta de cebada aplicando otros métodos de secado como el secado por horno rotatorio, puesto que la eficiencia en el secado al horno deshidratador eléctrico utilizado en la presente investigación fue baja.
2. Para mayor aceptabilidad de las barras de cereal con alto contenido de bagazo se debe molturar y tamizar las partículas gruesas ya que estas provocan una sensación incomoda al momento de ingerir el producto.
3. En el caso de industrializar el proceso utilizar conservantes y/o aglutinantes comerciales.
4. Efectuar el estudio de vida útil del producto elaborado.
5. Otro aspecto importante, es realizar estudios pertinentes en el aprovechamiento de otros residuos, tales como los lodos residuales de la industria de cervecería artesanal, puesto que estos tienen potencial para ser utilizados en otras áreas productivas del sector alimentario.

BIBLIOGRAFÍA

Ainsworth, P., Ibanoglu, S., Plunkett, A., Ibanoglu, E., & Stojceska, V. (2007). Effect of brewers spent grain addition and screw speed on the selected physical

and nutritional properties of an extruded snack. *Journal of Food Engineering*.

Al-Hadithi, A. N., Muhsen, A. A., & Yaser, A. A. (1985). Study of the possibility of using some organics acids as preservatives for brewery by-products. *Journal of Agrinculture And Water Resources*, 4, 229–242.

Aliyu, S., & Bala, M. (2013). Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. *African Journal of Biotechnology*, 10(3), 324–331. <https://doi.org/10.4314/ajb.v10i3>.

Aman, P., Jie-Xian, Z., Göran, H., & Lundin, E. (1994). Human and Clinical Nutrition Excretion and Degradation of Dietary Fiber Constituents in Ileostomy Subjects Consuming a Low Fiber Diet with and without Brewer's Spent Grain. «2 Human and Clinical Nutrition Excretion and Degradation of Dietary Fiber Con. *Human and Clinical Nutrition*, (September), 2–7.

Bartolome, J., Frost, W., & McDougald, N. (2006). Guidelines for residual dry matter on coastal and foothill rangelands in California. *Rangeland Management Series*, 92(January), 1–6.

Belibasakis, N. G., Tsirgogianni, D., Gomez-Alarcon, R. A., Armentano, L. E., Wilcox, C. J., Wolfenson, D., & Arieli, A. (1996). Effects of wet brewers grains on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows in hot weather. *Animal Feed Science and Technology*, 57(3), 175–181. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00860-8](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00860-8)

Bower, J. A., & Whitten, R. (2000). Sensory Characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. *Journal of Sensory Studies*, 15(3), 327–345. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2000.tb00274.x>

Brewers Association. (2011). Solid Waste Reduction Manual. *Brewers*

Association, 41. Retrieved from Brewersassociation.org

Chavarrias, M. (2016). Propiedades organolépticas de los alimentos. Retrieved April 4, 2017, from <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2016/06/09/223847.php>

Ciancia, S. (2000). Micro-brewering: a new challenge for beer. *BIOS Intenational*, 2, 4–10.

Coleman, E., Birney, S., Heighs, R., & Altomare, B. (2008). Methods for making improved texture cereal bars. *United States Patent Application Publication US20070237880 A1*, 1(19).

Conto, L. C. De, Veeck, A. P. L., & Gustavo, H. S. F. (2015). Sensory Properties Evaluation of Pine Nut (*Araucaria angustifolia*) Cereal Bars Using Response Surface Methodology, 44(2006), 115–120. <https://doi.org/10.3303/CET1544020>

da Silva, E. P., Siqueira, H. H., do Lago, R. C., Rosell, C. M., & Vilas Boas, E. V. de B. (2014). Developing fruit-based nutritious snack bars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(1), 52–56. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6282>

Degáspari, C. H., Blinder, E. W., & Mottin, F. (2008). Perfil Nutricional do consumidor de barras de cereais nutritional profile of the consumers of cereal bars. *Visão Acadêmica, Curitiba*, 49–61.

FAO source. (2003). 2000-2002 World beer production. *BIOS Intenational*, 8, 47–50.

Fărcaș, A., Tofană, M., Socaci, S., Mudura, E., Scrob, S., Salanță, L., & Mureșan, V. (2014). Brewers' spent grain – A new potential ingredient for functional foods.

Fastnaught, C. . (2001). Barley fiber. *In: Handbook of Dietary Fiber*, 519–542.

- Fernández Mayer, A. (2014). Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. *Publicaciones Regionales INTA, 1*, 195.
- Fillaudeau, L., Blanpain-Avet, P., & Daufin, G. (2006). Water, wastewater and waste management in brewing industries. *Journal of Cleaner Production, 14*(5), 463–471. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.01.002>
- Friedman, H., Whitney, J., & Szczeniak, A. (1963). The Texturometer - A New Instrument for Objective Texture Measurement. *Journal of Food Science, 28*(4), 390–396. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00216.x>
- Gaines, C. . (1994). The Science of Cookie and Cracker Production. *Journal of Texture Studies, 26*(6), 713–714. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1996.tb00993.x>
- Gupta, M., Abu-Ghannam, N., & Gallagher, E. (2010). Barley for brewing: Characteristic changes during malting, brewing and applications of its by-products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9*(3), 318–328. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00112.x>
- Hassona, H. Z. (1993). High fibre bread containing brewer's spent grains and its effect on lipid metabolism in rats. *Food/Nahrung, 37*(6), 576–582. <https://doi.org/10.1002/food.19930370609>
- Hernández, A. ., Rodríguez, J. ., López, B., & Zerquera, O. . (1999). Caracterización química y funcional del afrecho de malta. *Alimentaria, 105*–107.
- Huige, N. (1994). Brewery by-products and effluents. *Handbook of Brewing, 50*–501.
- Izzo, M., & Niness, K. (2001). Formulating nutrition bars with inulin and oligofructose. *Cereal Foods World, 46*(3), 102–106. Retrieved from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013051020>
- Johnson, P., Paliwal, J., & Cenkowski, S. (2010). Issues with utilisation of brewers' spent grain. *Stewart Postharvest Review, 6*(4), 1–8. <https://doi.org/10.2212/spr.2010.4.2>
- Kissell, L. T., & Prentice, N. (1979). Protein and fiber enrichment of cookie flour with brewer's spent grain. *Cereal Chem.* Retrieved from http://www.aaccnet.org/publications/cc/backissues/1979/Documents/chem56_261.pdf
- Knirsch, M., Penschke, A., & Meyer-Pittroff, R. (1999). Disposal situation for brewery waste in Germany - results of a survey. *Brauwelt International, 4*, 81–477.
- Labouze, E., Goffi, C., & Azaïs-Braesco, V. (2007). The FoodProfiler, a nutrient profiling system to restrict the use of nutrition and health claims to foods with desirable nutrient profiles. *Sciences Des Aliments, 27*(6), 413–422. <https://doi.org/10.3166/sda.27.413-422>
- Levinson, J. (2002). Malting-Brewing: a changing sector. *BIOS Intenational, 5*, 5–12.
- Macleod, A. . (1979). The physiology of malting. *Brewing Science, 1*.
- Mandalari, G., Faulds, C. B., Sancho, A. I., Saija, A., Bisignano, G., Locurto, R., & Waldron, K. W. (2005). Fractionation and characterisation of arabinoxylans from brewers' spent grain and wheat bran. *Journal of Cereal Science, 42*(2), 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.03.001>
- Mussatto, S. I., Ballesteros, L. F., Martins, S., & Teixeira, J. A. (2012). Use of Agro-Industrial Wastes in Solid-State

- Fermentation Processes. *Industrial Waste*, 274.
<https://doi.org/10.5772/2293>
- Mussatto, S. I., Dragone, G., & Roberto, I. C. (2006). Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, 43(1), 1–14.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.06.001>
- Mussatto, S. I., & Roberto, I. C. (2006). Chemical characterization and liberation of pentose sugars from brewer's spent grain. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81(3), 268–274.
<https://doi.org/10.1002/jctb.1374>
- OMS. (2004). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud*.
- Öztürk, S., Özboy, Ö., Ox, D., & Köksel, H. (2002). Effects of brewer's spent grain on the quality and dietary fibre content of cookies. *Journal of the Institute of Brewing of Brewing*, 108(1), 23–27.
- Pablo, E., Siqueira, H. H., Damiani, C., Valério, E., & Vilas, D. B. (2016). Physicochemical and sensory characteristics of snack bars added of jervá flour (*Syagrus romanzoffiana*). *Food Science and Technology*, 1–5.
<https://doi.org/10.1590/1678-457X.08115>
- Pellegrino, N. (2009). Composición y perfil nutricional de barras de cereales comerciales.
- Perry, M., De-Villiers, G., & Meyer-Pittroff, R. (2003). Modelling the consumption of water and other utilities. *Brauwelt Internationala*, 90–286.
- Prentice, N., & D'Appolonia, B. . (1977). High-fiber bread containing brewers spent grain. *Cereal Chemistry*.
- Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology*, 34(1), 58–69.
<https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.10.008>
- Reinold, M. (1997). Manual pratico de cervejaria. *Aden Editora E Comunicacoes, I*, 214.
- Santos, M., Jiménez, J. ., Bartolomé, B., Gómez-Cordovés, C., & del Nozal, M. . (2003). Variability of brewer's spent grain within a brewery. *Food Chemistry*, 80(1), 17–21.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00229-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00229-7)
- Sawadogo, L., Sepehri, H., & Houdebine, L. . (1989). Presence of a factor stimulating prolactin and growth hormone secretion in brewers' spent grains. *Reproduction, Nutrition, Development*, 29, 139–146.
- Schill, C., & Schill, C. (2013). Spent Grain – a valuable raw material for a high fiber food snack.
- Singh nee' Nigam, P., Gupta, N., & Anthwal, A. (2009). Pre-treatment of agro-industrial residues in Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation book. *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation*, 14–29.
- Singh Nee Nigam, P., & Pandey, A. Biotechnology for agro-industrial residues utilisation: Utilisation of agro-residues, *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation: Utilisation of Agro-Residues* § (2009).
<https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9942-7>
- Stojceska, V., & Ainsworth, P. (2008). The effect of different enzymes on the quality of high-fibre enriched brewer's spent grain breads. *Food Chemistry*, 110(4), 865–872.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.074>
- Taurisano, V., Anzelmo, G., Poli, A., Nicolaus, B., & Di Donato, P. (2014). Re-use of agro-industrial waste:

Recovery of valuable compounds by eco-friendly techniques. *International Journal of Performability Engineering*, 10(4), 419–425.

Unterstein, K. (2000). Energy and water go to make beer. *Brauwelt International*, 70–368.

Westendorf, M., & Wohlt, J. (2002). Brewing by-products: their use as animal feeds. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 18(2), 233–52. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12235659>