

Revista MDA

CONOCIMIENTO PARA PRODUCIR MEJOR

ISSN edición impresa 2718- 6652
ISSN en línea 2718- 6660
noviembre 2022
La Plata, Argentina

Vol. 3 Nro. 2

TEMAS DE DEBATE EN ESTE NÚMERO

ALIMENTOS BONAERENSES: SEGUROS Y DE CALIDAD

ARTÍCULOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS

Desarrollo de un mejorador de la calidad tecnológica de panificados libres de gluten a base de un subproducto de la nuez

Estimación de umbral sensorial en agua potable con calcio agregado: primeros avances en el desarrollo de un agua enriquecida

Bagazo de cerveza para su reutilización como suplemento nutricional de abejas (*Apis mellifera*)

Revista MDA

Publicación del Ministerio
de Desarrollo Agrario
Provincia de Buenos Aires

ISSN edición impresa 2718- 6652
ISSN en línea 2718- 6660
Vol. 3, N.º 2, noviembre 2022
La Plata, Argentina

INSTITUCIÓN EDITORA

Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA)
del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

Impreso en Imprentas del Estado Bonaerense.

Periodicidad trimestral

SEDE EDITORIAL

Av. 51, esquina 12. Torre Gubernamental 1, piso 5to.
Ciudad de La Plata. Provincia de Buenos Aires.
Tel. (0221) 429 – 5341
ediciones.mda@gmail.com
https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario

Autoridades

GOBERNADOR
Dr. Axel KICILLOF

MINISTRO
Dr. Javier RODRÍGUEZ

Jefe de Gabinete
Lic. Jonatan SÁNCHEZ SOSA
**Subsecretaria de Agricultura,
Ganadería y Pesca**
Lic. Carla SEAIN
**Subsecretario de Desarrollo Agrario
y Calidad Alimentaria**
Lic. Cristian AMARILLA
Subsecretario Técnico, Administrativo y Legal
Abg. Leonardo LAGUNA

Staff Revista

Comité Editorial

PRESIDENTE
Javier Rodríguez
VOCALES
Cristian Amarilla
Carla Seain
Jonatan Sánchez Sosa
Merino Soto Sainz
Javier Cernadas
Pablo Menéndez Portela
Pablo Elián Carrasco

Comité Asesor Científico - Técnico

Juan Andrés De Beistegui
Paula Pérez Maté
Carolina Estelrich
Alejandro Giaquinta
Julio Hollmann
Ariel Melin
Matías Bailleres
Maximiliano Pérez
Orlando Boragno
Leandro Pontaroli
Juan Manuel Zeberio
Osvaldo Atela

Equipo Editorial

DIRECTOR
Emiliano Cucciuffo
EDITORA GENERAL
Ayelen Perrone
EDITORES ASOCIADOS
Cristian Amarilla
Pablo Elián Carrasco
SECRETARIA EDITORIAL
Rocío Godoy
ASISTENTES EDITORIALES
Gustavo Ciuffo
Victoria Lucesoli
DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL
Jessica Agudo

Fotos de interior: gentileza INTA

La Revista MDA es una publicación electrónica trimestral perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Presenta una sección destinada a propiciar debates de temas de interés para el desarrollo agrario, con foco en sus aspectos sociales, económicos, políticos y culturales. Publica artículos técnicos y científicos de profesionales que integran las Chacras Experimentales y de otras instituciones que conforman el sistema científico y tecnológico provincial y nacional.

Lo expresado por autores, corresponsales o columnistas no necesariamente reflejan el pensamiento del Comité Editorial, de la revista o de su institución editora.

Bagazo de cerveza para su reutilización como suplemento nutricional de abejas (*Apis mellifera*)

GARANZINI, I.¹; DOMÍNGUEZ, E.^{1,2}; MORAN GIARDINI, P.^{1,2}; DAMIANI, N.^{1,2}; CHURIO, M. S.³; MEDICI, S.^{1,2}; GENDE, L.^{1,2}

RESUMEN

El bagazo de malta de cebada (BZC) es uno de los principales subproductos de la industria cervecera con gran potencial nutricional. En su mayoría se descarta y solo una parte se aprovecha para ser utilizado como abono, forraje en ganadería y la cría de porcinos. En este trabajo, se abordó la posibilidad de la utilización del BZC en nutrición apícola. Para ello se realizaron determinaciones fisicoquímicas para establecer su composición y su aptitud como fuente nutricional. Se determinó el contenido de proteína, fibra, carbohidratos, cenizas, valor calórico y polifenoles. En los ensayos de supervivencia de abejas tratadas con formulaciones con BZC molido se observó menor supervivencia en relación a los controles. Si bien este subproducto posee cualidades nutricionales con posible actividad prebiótica para las abejas, restan más ensayos para encontrar una formulación adecuada.

Palabras Clave: bagazo, abejas, reutilización, nutrición.

ABSTRACT

Brewer's spent grain (BSG) is one of the main products of the brewing industry with great nutritional potential. Most of it is discarded and only a part is used as fertilizer, forage in livestock and pig farming. In this work, the possibility of using BSG in bee nutrition was addressed. For this, physicochemical determinations were made to establish its composition and suitability as a nutritional source. The content of protein, fiber, carbohydrates, ashes, caloric value and polyphenols were determined. In the survival trials of bees treated with formulations with ground BSG, lower survival was observed in relation to controls. Although this product has nutritional qualities with possible prebiotic activity for bees, more trials remain to find a suitable formulation.

Keywords: brewer's spent grain, honeybees, reuse, nutrition.

¹ Centro de investigación en abejas sociales (CIAS), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

² Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente-CONICET (IIPROSAM), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

³ Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata-CONICET (IFIMAR), Departamento de Química y Bioquímica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de elaboración de cerveza artesanal se generan dos subproductos en grandes cantidades, bagazo y levaduras. Aproximadamente cada 100 l de cerveza se producen 40 kg de bagazo (Mussatto y col., 2006). Muchas de las fábricas lo devuelven al sector productivo como alimento para ganado (Priest y Stewart, 2006), también existen antecedentes de que puede utilizarse como alimento para insectos (Kim y col., 2016). Su uso no solo se limita para alimentación animal, sino también para la producción de biogás (Rodríguez Venandy, 2012), sin embargo, el potencial de este subproducto se encuentra subexplotado.

La composición del bagazo de malta es aproximadamente 25,4 % p/p de celulosa, 21,8 % p/p de arabinoxilano, 11,9 % p/p de lignina, 24% p/p de proteína, 10 % p/p de lípidos y 2,4 % p/p de ceniza (Kanauchi y col., 2001). También se han realizado estudios en los que se determinó la actividad antioxidante, asociada al contenido de polifenoles (Moreira y col., 2013).

La actividad apícola se encuentra en receso los últimos años debido a la pérdida de biodiversidad floral ante el avance de los monocultivos, esto podría ser responsable de la carencia nutricional de las abejas (Naug, 2009). Así mismo, estudios que sugieren que una nutrición pobre puede exacerbar los impactos negativos de enfermedades microbianas y virales sobre estos insectos polinizadores (Dolezal y Toth, 2018).

La no utilización eficiente de los subproductos cerveceros tiene un impacto directo en la economía y la contaminación ambiental, que conduce a pérdidas de ingresos y costo adicional por la eliminación de los mismos (Ramayo Cruz, 2018). El objetivo del presente trabajo fue caracterizar químicamente el bagazo de cerveza de malta Pilsen y estudiar el consumo y la supervivencia de abejas adultas frente a diferentes suplementaciones nutricionales formuladas a base de este subproducto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de las muestras

Bagazo de malta base Pilsen, subproducto de la elaboración de cerveza artesanal.

Curvas de secado a partir de bagazo húmedo

Se colocó una capa de bagazo de malta de 1 cm de alto en bandeja y se calentó en horno a 90°C. Se calculó la humedad a partir de la relación entre el peso constante obtenido al final del ensayo y el peso inicial de la muestra.

Obtención de material seco para las determinaciones fisicoquímicas

Se secaron muestras de 1 kg de bagazo durante 5 horas a una temperatura de 90°C.

Ensayos fisicoquímicos sobre muestras de bagazo seco

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. Para la determinación de humedad se utilizó el método AOAC 950.46. Para las cenizas (AOAC 942.052). El contenido lipídico se determinó mediante el método de Soxhlet (AOAC, 2010). En tanto, el contenido de proteína total según el método de Kjeldahl (AOAC, 984.13). Se utilizó el método de la AOAC 985.29 para determinar la fibra. Los carbohidratos se calcularon por diferencia y el valor energético en función de la energía para cada componente.

Determinación de polifenoles totales

Obtención de los extractos metanólicos

Las muestras de bagazo seco fueron molidas con mortero, hasta obtener una harina de consistencia uniforme. Posteriormente, se siguió la técnica de Bonoli y col. (2004) y se obtuvieron los extractos para la determinación de polifenoles.

Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu

Para el análisis se tomaron 500 µl de reactivo de Folin-Ciocalteu, y se los mezcló con 100 µl del extracto metanólico obtenido en la sección anterior. Se siguió la técnica descrita por Dvorakova y col. (2008).

El estudio de la suplementación nutricional sobre abejas adultas

Obtención de harina de bagazo tamizada

Para los ensayos en abejas, se tomó una porción del bagazo seco a 90°C por 5 horas, se molió, y a

continuación se tamizó con una malla de 0,35 mm de apertura. La fibra separada se descartó, y se guardó la harina obtenida.

Material biológico

Se emplearon abejas adultas de colmenas estándar tipo Langstroth pertenecientes al Centro de Investigación en Abejas Sociales (CIAS), Universidad Nacional de Mar del Plata, localizado a 25 km de la ciudad de Mar del Plata (38°10'06" S; 57°38'10" O).

Alimentación diferencial de abejas in vitro con bagazo

Grupos de abejas recién emergidas fueron mantenidas en condiciones de incubación durante 13 días desde la emergencia, bajo alimentación artificial con:

a) Candy (30 g glucosa comercial + 70 g azúcar impalpable) (control deficiente).

b) Alimentación artificial con candy y nutribee como suplemento nutricional (30 g glucosa + 60 g azúcar impalpable + 10 g nutribee) (control positivo).

c) Tortas de harina de bagazo (30 g glucosa + 35 g bagazo seco y molido + 35 g azúcar impalpable + 8 ml H₂O por cada 100 g de mezcla).

d) Tortas de harina de bagazo reforzado con nutribee (30 g glucosa + 35 g bagazo seco y molido + 25 g azúcar impalpable + 10 g nutribee).

En cada grupo de tratamiento se determinó el consumo diario de la dieta ofrecida (mg / abeja / día) y se registró la mortalidad diaria.

Análisis estadísticos

Para los parámetros fisicoquímicos los datos se procesaron con el programa LibreOffice Calc 6.4.7.2. En relación a las curvas de supervivencia de abejas, los resultados se analizaron mediante Kaplan-Meier

Log Rank para evaluar el efecto de la modificación de la dieta con la aplicación Sigmastat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de humedad, fisicoquímicos y contenido de polifenoles

El contenido de humedad y presencia de azúcares fermentables en el bagazo cervecero húmedo (70 - 85 % bh.) son factores importantes que generan una rápida descomposición debido a la proliferación de microorganismos (Mussatto y col., 2006). Es por ello que se requiere estabilizar este producto mediante la eliminación de agua hasta valores que eviten o minimicen su deterioro. En el bagazo estudiado, el contenido de humedad fue cercano a los 65%, esto coincide con los datos reportados por Robertson y col. (2010) (Tabla 1).

En el artículo de Lynch y col. (2016) se establecieron valores de humedad final para el bagazo seco de 10 % (bh.), el encontrado en este trabajo resultó menor a los sugeridos por estos autores. En relación a las cenizas, los valores hallados fueron cercanos a los obtenidos en Kanauchi y col. (2001) en donde se informa un porcentaje de 2,4 % p/p. En cuanto al contenido de materia grasa, los resultados concuerdan con los reportados por Santos y col. (2003). En relación a las proteínas, el valor fue del orden del informado por Mussatto y Roberto (2006) correspondiente a un 15 % p/p. El contenido de carbohidratos fue cercano al 74% p/p y los valores para fibra bruta resultaron menores, en relación a los reportados por Kieran y col. (2016), en donde el contenido fue determinado mediante método químico enzimático y el resultado desdoblado en composición de celulosa y hemicelulosa con valores aproximados de 20-25 % p/p y 12-25 % p/p respectivamente. Las diferencias encontradas en la concentración de fibras radican en las distintas me-

Tabla 1. Humedad de la muestra húmeda (n=5). Parámetros fisicoquímicos de la muestra seca a 90°C durante 5 horas (n=3), valores expresados en g/100 g de material seco. (*) Contenido de polifenoles en términos de equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de bagazo seco.

Humedad promedio	Materia grasa	Cenizas	Humedad	Fibra bruta	Proteínas	Carbohidratos	Valor calórico (kcal/100g)	Contenido de polifenoles
64,5±0,9	2,2 ±0,2	2,0 ±0,1	4,2 ±0,2	4,9 ±0,3	12,7 ±0,5	74,0 ±0,7	366,6 ±2,4	69,58 *

tecnologías utilizadas para la determinación de estos componentes, siendo en nuestro caso empleado el método gravimétrico.

Para el caso del análisis de polifenoles, el contenido encontrado en bagazo es comparable al de harina de trigo con valores de entre 66 y 200 mg GAE/100 g de harina (Lv y col., 2012). Desde un punto de vista global el contenido de proteína, de carbohidratos y

de polifenoles indican que el bagazo posee aptitudes para ser utilizado como potencial fuente nutricional en abejas.

Alimentación diferencial de abejas in vivo con bagazo

El consumo diario de alimento a base de bagazo resultó menor en relación con los controles (Figura 1).

Figura 1. Consumo de alimento.

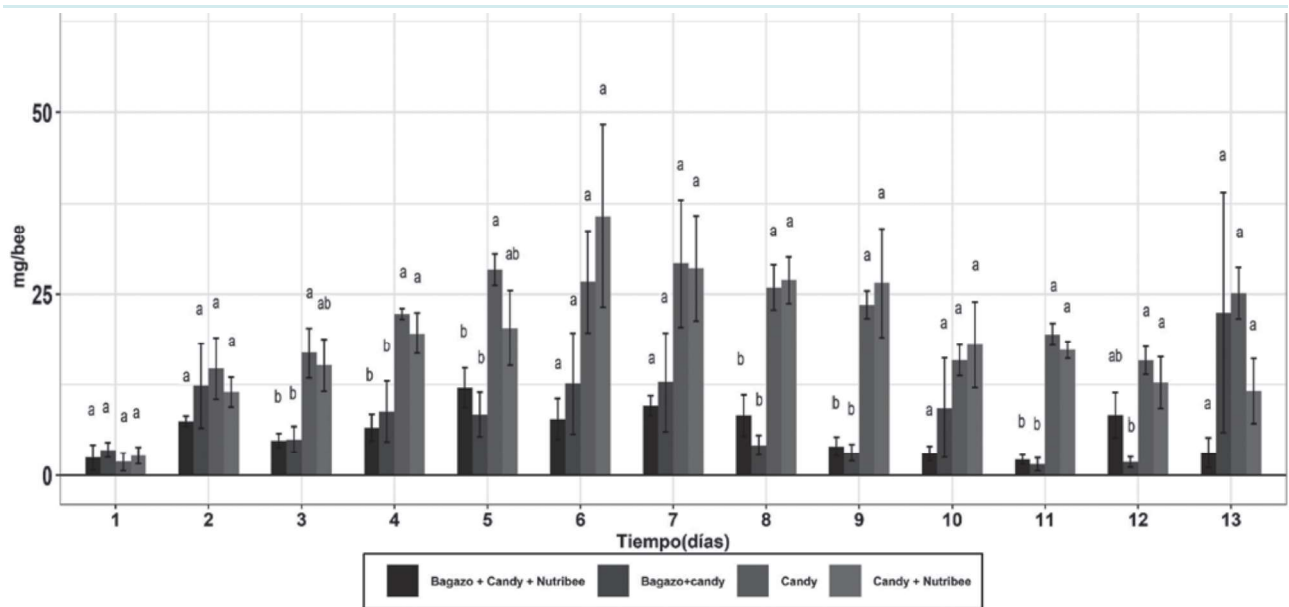
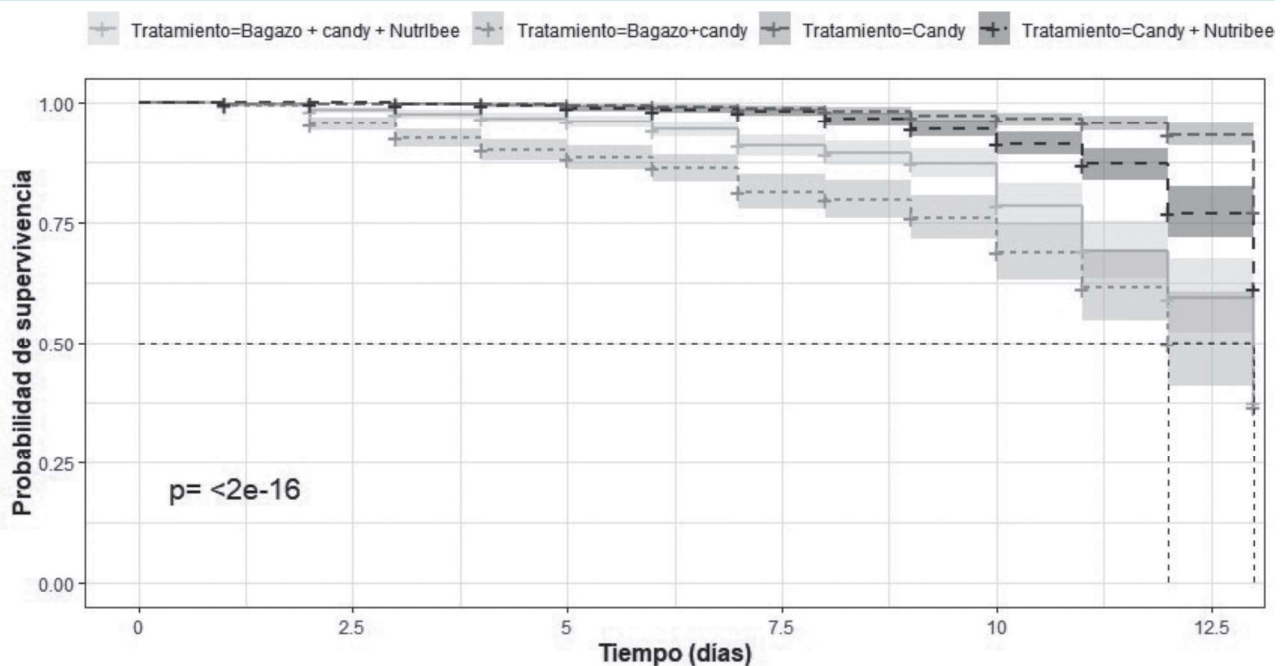


Figura 2. Curvas de supervivencia.



En cuanto al nivel de consumo promedio, para el tratamiento de candy + nutribee fue de 19,1 mg/día/abeja, en tanto que para la mezcla de bagazo + candy + nutribee fue de 6,1 mg/día/abeja. Y para el tratamiento de candy fue de 20,4 mg/día/abeja y para bagazo + candy de 8,2 mg/día/abeja, denotando en todos los casos menor consumo en los tratamientos con la incorporación de bagazo. Es posible que las abejas royeran el alimento con bagazo, sin consumirlo totalmente, debido al contenido de fibra y el tamaño de las partículas.

Respecto a los análisis de supervivencia (**Figura 2**), la misma resultó menor para los tratamientos con bagazo en relación a los controles. El tratamiento que arrojó mayor mortalidad fue el de candy + bagazo, mientras que el de menor mortalidad fue el tratamiento de candy.

Desde el punto de vista de los requerimientos nutricionales de las abejas, estas requieren de un alto contenido de proteínas cuando son recién emergidas y un mayor contenido de carbohidratos para el caso de las abejas adultas (Donkersley y col., 2014) por lo que se esperaba una buena respuesta ante la alimentación con bagazo. Si bien este subproducto posee muchas bondades nutricionales con posible actividad prebiótica para las abejas, restan más ensayos para encontrar una formulación adecuada.

AGRADECIMIENTOS

Cámara de cervecería artesanal de Mar del Plata.

BIBLIOGRAFÍA

BONOLI, M.; VERARDO, V.; MARCONI, E.; CABBONI, M.F. 2004. Antioxidant Phenols in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Flour: Comparative Spectrophotometric Study among Extraction Methods of Free and Bound Phenolic Compounds. *J. Agric. Food Chem.* 52, 5195–5200.

DOLEZAL, A.; TOTH, A. 2018. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health, *Curr. Opin. Insect. Sci.* 26, 114-119.

DONKERSLEY, P.; RHODES, G.; PICKUP, R.W.; JONES, K.C.; WILSON, K. 2014. Honeybee nutrition is linked to landscape composition. *Ecol. Evol.* 4, 4195–4206.

DVOŘÁKOVÁ, M.; GUIDO, L.F.; DOSTÁLEK, P.; SKULILOVÁ, Z.; MOREIRA, M.M.; BARROS, A.A. 2008. Antioxidant Properties of Free, Soluble Ester and Insoluble-Bound Phenolic Compounds in Different Barley Varieties and Corresponding Malts, *J. Inst. Brew.* 114, 27–33.

KANAUCHI, O.; MITSUYAMA, K.; ARAKI, Y. 2001. Development of a functional germinated barley foodstuff from brewers' spent grain for the treatment of ulcerative colitis; *J. Am. Soc. Brew.* 59, 59–62.

LYNCH, K.M.; STEFFEN, E.J.; ARENDT, E.K. 2016. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. *J. Inst. Brew.* 122: 553–568.

KIM B.S.; KIM H.G.; LEE K.Y.; YOON H.J.; KIM N.J. 2016. Effects of Brewer's spent grain (BSG) on larval growth of mealworms, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae); *Int. J. Ind. Entomol.* 32, 41-48.

LYNCH, K.M.; STEFFEN, E.J.; ARENDT, E.K. 2016. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. *J. Inst. Brew.* 122, 553–568.

LV, J.; YU, L.; LU, Y.; NIU, Y.; LIU, L.; COSTA, J.; YU, L. 2012. Phytochemical compositions, and antioxidant properties, and antiproliferative activities of wheat flour. *Food Chem.* 135, 325–331.

MOREIRA, M.M.; MORAIS, S.; CARVALHO, D.O.; BARROS, A.A.; DELERUE-MATOS, C.; GUIDO, LUÍS.F. 2013. Brewer's spent grain from different types of malt: Evaluation of the antioxidant activity and identification of the major phenolic compounds. *Food Res. Int.* 54, 382–388.

MUSSATTO, S.I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I.C. 2006. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *J. Cereal Sci.* 43, 1–14.

MUSSATTO, S.I.; ROBERTO, I.C. 2006. Chemical characterization and liberation of pentose sugars

from brewer's spent grain. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 81, 268–274.

NAUG D. 2009. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. *Biol. Conserv.* 142: 2369–2372.

PRIEST, F.G.; STEWART, G.G. (Eds.), 2006. Handbook of brewing, 2nd ed. ed, Food science and technology. CRC/Taylor & Francis, Boca Raton.

RAMAYO CRUZ P. 2018. Aprovechamiento de subproductos derivados de la elaboración de cerveza artesanal; Universidad de Extremadura, Escuela de Ingenierías Agrarias. Pp. 53.

ROBERTSON, J.A.; I'ANSON, K.J.A.; BROCKLEHURST, T.F.; FAULDS, C.B.; WALDRON, K.W. 2010. Effect of Storage Conditions on the Microbial Ecology and Biochemical Stability of Cell Wall Components in Brewers' Spent Grain. *J. Agric. Food Chem.* 58, 7266–7272.

RODRIGUEZ VENANDY C. A. 2012. Producción de biogás a partir del bagazo cervecero. Universidad de Chile Facultad de ciencias agronómicas. Pp. 40.