UEA Agroindustria
PrePrint UEA

Sección Agroindustria
Vol. AGI2324. ep08–187

| Recibido: 15/03/2024 |
| Aceptado: 29/04/2024 |
| Publicado: 16/11/2024 |

Obtención de beta-glucanos a partir de la lisis de la *Saccharomyces cerevisiae*

Obtaining beta-glucans from the lysis of *Saccharomyces cerevisiae*

Edison Alejandro Reinoso Maygua[1], Johana Lizbeth Cuviña Rivera[1] Manuel Lázaro Pérez Quintana[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGI2324ep08-187 Crossref

Resumen

Existe poco aprovechamiento de la levadura residual de la producción cervecera. En ese sentido el proceso de autolisis de estas levaduras permitirá obtener componentes de importancia (polisacáridos, triglicéridos, entre otros), con una visión a futuro en la creación de suplementos alimenticios, medicamentos y bebidas energizantes. Se propone como objetivo a desarrollar el proceso de lisis, la liberación u obtención de beta-glucanos de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Se empleó una cepa de *Saccharomyces cerevsiae* var. Bayanus cervecera y creció en un medio complejo para el crecimiento de levaduras (YPD) modificado. La incubación se realizó en un agitador *Shaker* a 30°C a 150 rpm por un tiempo 24 horas, culminando esta fase de crecimiento, se centrifugó a 1500 rpm por 20 minutos, con el fin de separar la parte sólida y líquida de la levadura. Se realizó la lisis de la levadura mediante agua destilada y alcohol en agua al 95%, como tratamientos experimentales (A1, B1) 10, (A2, B2) 20 y (A3, B3) en 30 minutos. Se obtuvieron resultados, en peso, del sólido de cada tratamiento, leyendo así el nivel de absorbancia del sobrenadante contra agua destilada a 540 nm. Aplicando la ecuación se obtuvo la cantidad de beta-glucanos, en los tratamientos A1 y B2 en tiempos de 10 y 20 minutos respectivamente, valores de 0.49 g y 1.50 g. En este proceso de lisis se liberaron los beta-glucanos y otros componentes de la levadura.

Palabras clave

suplemento, levadura residual, cultivo de levadura, beta-glucanos

Abstract

There is little use of the residual yeast from brewing production. In this sense, the autolysis process of these yeasts will allow obtaining important components (polysaccharides, triglycerides, among others), with a future vision in the creation of food supplements, medicines and energy drinks. It is proposed as an objective to develop the lysis process, the liberation or obtaining of beta-glucans from *S. cerevisiae* yeast. A strain of *Saccharomyces cerevisiae* var. Bayanus cervecera was used and grown in a modified complex medium for yeast growth (YPD). Incubation was carried out in a shaker at 30°C at 150 rpm for 24 hours, culminating this growth phase, it was centrifuged at 1500 rpm for 20 minutes, in order to separate the solid and liquid parts of the yeast. The yeast lysis was performed using distilled water and 95% alcohol as experimental treatments in (A1, B1) 10, (A2, B2) 20 and (A3, B3) 30 minutes. The results of the solid part of each treatment were obtained, reading the absorbance level of the supernatant against distilled water at 540 nm. Applying the equation, the amount of beta-glucans was obtained, in treatments 1A and 4B at times of 10 and 20 minutes respectively, values of 0.49 g and 1.50 g. In this process the beta-glucans and other components of the yeast were released.

Keywords

supplements, residual yeast, yeast culture, beta-glucans.

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: ea.reinosom@uea.edu.ec, jl.cuvinar@uea.edu.ec, mperez@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Edison Alejandro Reinoso Maygua. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: ea.reinosom@uea.edu.ec

Cómo citar

REINOSO MAYGUA, Edison Alejandro, CUVIÑA RIVERA, Johana Lizbeth and PÉREZ QUINTANA, Manuel Lázaro 2026. Obtención de beta-glucanos a partir de la lisis de la *Saccharomyces cerevisiae*. PrePrint UEA. Vol. AGI2324. p. ep08–187. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGI2324ep08-187

Editores Académicos Willan Orlando Caicedo Quinche

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

La levadura residual (*Saccharomyces cerevisiae)*, es un residuo generado por la producción de cerveza, considerado como un subproducto de gran impacto ambiental (Santacruz-Salas et al. 2022). En su composición estos residuos de levadura poseen vitaminas del complejo B, ácidos orgánicos, enzimas, aminoácidos y péptidos (Parapouli et al. 2020; Suárez et al. 2016). Se menciona que este subproducto es usado como fuente proteica para la elaboración de concentrados convencionales (Burini et al. 2021). Según la evaluación bromatológica de muestras de crema de *Saccharomyces cerevisiae,* en producción de alcohol, fluctúan en un 4-6% de carbohidratos, 15-20% materia seca, 80-85% materia orgánica, 16-18% cenizas, 32-36% proteína verdadera, 2-4% azúcares reductores y 35-40% proteína bruta (Milián et al. 2019).

Estos residuos generados, al ser tratados con enzimas microbianas como agentes hidrolíticos, pueden convertirse en un producto con propiedades probióticas y prebióticas (Rodríguez et al. 2020). Esta composición en polisacáridos de las paredes de las levaduras es de un 80-85%, siendo sus componentes activos formados por glucosa y manosa, aproximadamente un 92% de los polisacáridos constituidos en

la pared. Además, son destacados por ser inmunoestimuladores y responsables de impedir que algunas bacterias enteropatógenas se adhieran a la mucosa intestinal (Vargas et al. 2021).

La lisis es considerada un proceso que ocurre tras la muerte de la levadura, siendo su objetivo romper y/o degradar las estructuras celulares de la misma por su genética dotación enzimática (Morata et al. 2005). Son interesante los resultados de la liberación de las diferentes moléculas, de la levadura, por su naturaleza y clasificación; por su contenido celular (nucleótidos, aminoácidos y péptidos) y la pared celular (glucanos y manoproteínas) debido a los parámetros de tiempo y temperatura (Castañón 2009).

Los glucanos se pueden obtener a partir de paredes celulares de levaduras o mohos, así como a partir de metabolitos secundarios bacterianos. Los betaglucanos tienen la capacidad de modificar las propiedades funcionales de los productos alimenticios, incluida la reología, la viscosidad, la textura y las propiedades sensoriales (Villagrán et al. 2022). Estas características fueron utilizadas con éxito como sustituto de las grasas en carnes y productos horneados. Las levaduras y los mohos pueden sintetizar betaglucanos en las paredes, que fortalecen las estructuras celulares y actúan como reservas de alimento. *Saccharomyces cerevisiae* puede contener hasta 3,72 ± 0,31 g/l de betaglucanos (Gemilang et al. 2021).

Las levaduras están compuestas por β-glucanos unidos con ramificaciones, es decir, poseen cadenas de glucosa enlazadas por β-1,3; β-1,6 y β-1,9. El contenido de β-glucanos depende de la cepa empleada y de los diferentes métodos usados para la extracción y refinación que alcanzan un alto porcentaje de pureza de hasta un 93%, por ejemplo, en la *S. cerevisiae* el contenido de pureza de los beta-glucanos está entre 33,74 y 44,52%. Dichos compuestos han venido empleándose con una elevada efectividad como antioxidante, antiinflamatorios y anticancerígenos, así como para la reducción del colesterol y los triglicéridos (Calderón 2021).

Generalmente, después del proceso de la elaboración de la cerveza se generan residuos que son poco aprovechados, representan la cuarta parte (15%) de los procesos cerveceros. Estos residuos conforman el 40% de la proteína cruda, el 59% a carbohidratos totales con enfoque al contenido de β-glucanos (23%) y el 1% a lípidos. En experimentaciones realizadas por diferentes autores manifiestan el aumento del contenido de β-glucanos (14% al 21%) en las células cultivadas en alcohol, todo en dependencia de las condiciones metabólicas de dichas células y la fuente de carbono, que influye de manera directa en los polisacáridos de la pared celular. Los β-glucanos aumentan en el proceso de la fermentación y maduración alcohólica al ser estresadas las células de levadura, además las investigaciones mencionan que los β-glucanos adquieren múltiples usos como por ejemplo adyuvantes en vacunas, hidrogeles de vitamina B12, entre otros (Avramia and Amariei 2021).

Según estudios los β-glucanos existen en dos tipos o formas de polisacáridos en la pared de *Saccharomyces cerevisiae,* conocidos de manera particular como insoluble, obtenidos del proceso de purificación de las paredes celulares deshidratadas y solubles mediante la hidrólisis ácida de la forma insoluble, esta investigación se evaluó por estudios clínicos (Avramia anda Amariei 2021). La Agencia Europea de Inocuidad Alimentaria, con sus investigaciones, concluye que el consumo de β-glucanos de levadura, en el ser humano, ya sea por productos panaderos o cerveceros no presentan un mayor riesgo o peligro en la dieta humana, sino manifiestan que son seguros para la misma (Pizarro et al. 2014).

Los β-glucanos presentes en las paredes de levadura residual de la cerveza artesanal pudieran ser variables, condicionado por el cultivo de levadura usado y el método de lisis y extracción de β-glucanos utilizados (Avramia anda Amariei 2021). Por otra parte, existe una escasez de aprovechamiento de los residuos de las levaduras en la producción de cerveza, donde el proceso de autolisis permitirá obtener dichos componentes, con una visión a futuro en la creación de suplementos alimenticios y bebidas energizantes, entre otros productos alimenticios (Rodríguez et al. 2020). El objetivo de esta investigación tiene como fin desarrollar el proceso de lisis, para la liberación u obtención de beta-glucanos de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

2. Metodología

2.1. Localización

La presente investigación se realizó en la ciudad de Puyo provincia de Pastaza con una altitud de 940 m.s.n.m., latitud de 00 59’ -1” S y longitud de 77° 49’ 0” W. Con respecto a los análisis de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en las diferentes muestras según el método de lisis, se analizó en el Laboratorio de Microbiología y Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica ubicada en el km 2 ½ vía a Tena (paso lateral), cantón Pastaza, provincia de Pastaza en las coordenadas 1° 28’ 7” latitud sur y 77° 59’ 48” longitud oeste **Figura 1**.



Figura 1 | Localización de la Universidad Estatal Amazónica

2.2.Recolección o recepción de la materia prima

Se empleó una cepa de levadura (*Saccharomyces cerevsiae var. bayanus*) adquirida de la Empresa Fermivin, una levadura polivalente que ofrece una gran seguridad fermentativa.

2.3.Condiciones de crecimiento del cultivo de la levadura

Se utilizó el siguiente procedimiento: En la primera fase se seleccionaron las materias primas (levadura, glucosa, urea y peptona en polvo) y los materiales o equipos (matraces Erlenmeyer, agitador *Shaker*, agua destilada). Segunda fase se creó un medio complejo para el crecimiento de las levaduras

(YPD) modificado por el Laboratorio de Microbiología de la UEA: Glucosa (5 g), urea (2 g), peptona en polvo (2 g). El reactivo de peptona en polvo se pesó y en un matraz *Erlenmeyer* se diluyó con agitación mecánica a una temperatura de regulación por 15 minutos. En el matraz *Erlenmeyer* (250 mL) se añadió los reactivos (glucosa, urea y peptona diluido), agua destilada (100 mL) y la cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (5 g), logrando una homogenización que incubó en un *Shaker* a 30°C con agitación de 150 rpm por 24 horas (Takeki et al. 2014).

En la **Figura 2** se detalla el proceso general para obtener y liberar los beta-glucanos. Culminado el tiempo de crecimiento, se centrifugó a 1500 rpm por 20 minutos, con la finalidad de separar la parte sólida y líquida (sobrenadante) de la materia prima. Con esta muestra sólida, se realizó el proceso de lisis de la levadura mediante dos métodos por agua destilada y alcohol en agua al 95% de concentración en diferentes tiempos (A1, B1) 10, (A2, B2) 20 y (A3, B3) en 30 minutos.

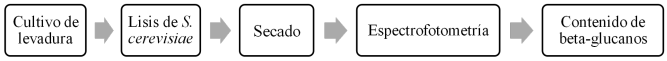


Figura 2 | Proceso general de la obtención y liberación de β-glucanos

2.4. Lisis de Saccharomyces cerevisiae

Según Takeki et al. (2014) en la **Figura 3** se describe el proceso de la experimentación o tratamiento A: Lisis de levadura por agua destilada y B: Lisis de levadura por alcohol al 95% de concentración de las diferentes muestras obtenidas del cultivo de la levadura.

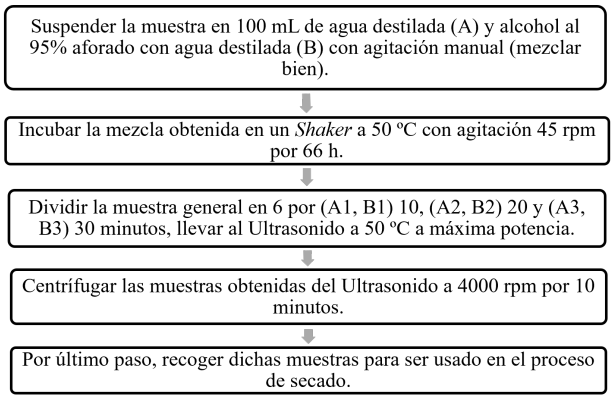


Figura 3 | Proceso de obtención de beta-glucanos por lisis de levadura en agua destilada (A) y lisis de levadura en alcohol al 95% (B)

2.4.1. Secado

Una vez obtenido las muestras de los métodos A y B, se colocó en cajas Petri respectivamente y se llevó a secar en horno a 50 ºC por 3 días (72 horas). Posteriormente, transcurrido el tiempo establecido se procedió a pesar y anotar los resultados.

2.4.2. Espectrofotometría

En el proceso de lisis donde se realizó los dos métodos (A y B), exactamente en la etapa de centrifugación, tiene como finalidad la separación de la parte sólida y líquida (sobrenadante) de las muestras finales. Se leyó el nivel de la absorbancia (turbidez) contra agua destilada en el sobrenadante a 540 nm en cada una de las muestras.

2.4.3. Ecuación del contenido de beta-glucanos

Para poder determinar la obtención y liberación de los beta-glucanos a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en cada una de las muestras de los dos métodos (A y B), según el valor de absorbancia obtenido en el proceso de Espectrofotometría y peso obtenido en el proceso de secado al horno, se utilizó la siguiente ecuación 1 .

$$\beta\text{-glucanos} = \Delta E \times F \times \frac{100}{V} \times \frac{100}{W} \times \frac{1}{1000} \times \frac{162}{180} \qquad (1)$$

2.5. Parámetros asociados a la ecuación del contenido de beta-glucanos

En la **Tabla 1** se puntualizan los parámetros asociados a la ecuación mencionado anteriormente con su respectiva descripción, para determinar la cantidad de beta-glucanos en cada una de las muestras de los métodos (A y B).

Tabla 1 | Parámetros para determinar la obtención y liberación de beta-glucanos.

Parámetro	Descripción
ΔE	Lectura de absorbancia contra los reactivos blancos (por agua destilada y alcohol 95%).
F	Absorbancia D-glucosa estándar sobre la absorbancia de cada muestra.
$\frac{100}{V}$	Cantidad agua destilada sobre el volumen de cada método A (80 mL tomado de 100 mL) y B (75 mL tomado de 100 mL).
$\frac{100}{W}$	Factor beta-glucano como porcentaje del peso de cada muestra.
$\frac{162}{180}$	Factor de conversión D-glucosa a beta-glucano

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados

3.1.1. Tratamientos experimentales de la lisis de levadura

En la **Tabla 2** se detallan las variables independientes (peso, tiempo y muestras) para la obtención del contenido de beta-glucanos en los diferentes métodos A: Lisis de levadura por agua destilada y B: Lisis de levadura por alcohol al 95%. Adjuntando la variable dependiente (absorbancia) examinada en contra agua destilada en el sobrenadante a 540 nm en el espectrofotómetro (Guarín and Sastoque 2019).

Tabla 2 | Variables del contenido de beta-glucanos

Método	Muestras	Tiempo (min)	Peso (g)	Absorbancia
A) Lisis de levadura por agua Destilada	A1	10	0,23	0,1479
	A2	20	0,08	0,9555
	A3	30	0,53	0,1448
B) Lisis de levadura por alcohol al 95%	B1	10	0,23	0,0351
	B2	20	0,27	0,0200
	B3	30	0,27	0,0082

3.1.2. Contenido de beta-glucanos

En la **Figura 4**, se muestran los contenidos de beta-glucanos por el método A: lisis de levadura por agua destilada y método B: lisis de levadura por alcohol al 95% en los diferentes

tiempos establecidos en la metodología. Verificando así el mayor y menor contenido de beta-glucanos, se menciona que posee el mayor contenido, en relación con el menor tiempo que se ejecuta el tratamiento, es decir, el menor tiempo de ruptura de la pared celular brinda el mayor contenido de beta-glucanos de la levadura obtenido.

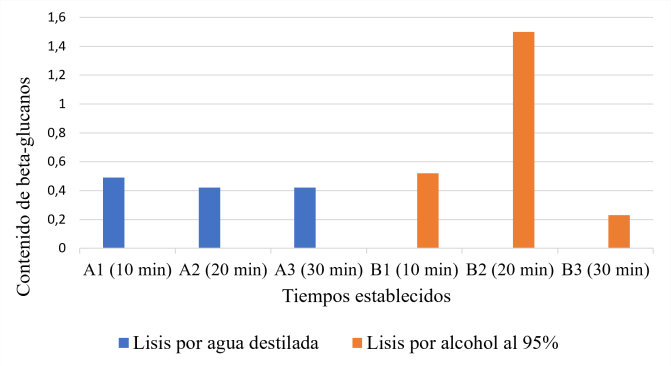


Figura 4 | Cantidad de beta-glucanos con diferentes métodos y tiempos

3.2. Discusión

En los resultados obtenidos en esta investigación, se realizó la autolisis de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* por agua destilada (A) y alcohol al 95% (B) como tratamientos experimentales en 10, 20 y 30 minutos. Se determinaron las cantidades de beta-glucanos en las muestras con sus respectivos tiempos (min). En la muestra A1 (10 min) resultó ser la de mayor cantidad de beta-glucanos con 0,49 g/5 g de muestra. En las muestras A2 (20min) y A3 (30 min) aparecieron con menor cantidad de beta-glucanos ambos con 0,42 g/5 g de muestra, respectivamente. Las muestras B1 (10 min) y B3 (30 min) resultaron ser las de menor cantidad de beta-glucanos con 0,52 g/5 g de muestra y 0,23 g/5 g de muestra. La muestra B2 (20 min) tuvo el mayor contenido de beta-glucanos con 1,5 g/5 g de muestra.

Guarín and Sastoque (2019) realizaron diferentes muestras con sus respectivos tiempos (horas) para la obtención de beta-glucanos. En 24 y 48 horas, resultaron tener una menor cantidad de beta-glucanos con 35,9 g/100 g de muestra y 38,3 g/100 g de muestra respectivamente. La muestra de 72 horas apareció con la mayor cantidad de beta-glucanos con 61,02 g/100 g. Generando una comparación con diferentes criterios, en esta investigación se mencionó que, a menor tiempo, incluyendo el peso y el nivel de absorbancia, se alcanzó una mayor cantidad de beta-glucanos por la ruptura de la pared celular. En las muestras restantes se realizó a mayor tiempo, lo cual no solo se da la ruptura de la pared celular sino de los componentes mencionados anteriormente del beta-glucano, por ende, varía el valor final. Entonces, en el otro artículo la razón es adversa, es decir, mientras mayor sea el tiempo de ruptura de la pared celular, mayor es el contenido de beta-glucanos.

Los beta-glucanos se tratan de homo polisacáridos lineales de glucosa no amiláceos que pueden mostrar ramificaciones, cambios estructurales y en los enlaces de cadena según su origen (Santos et al., 2021). Se consideran fibra dietética porque no se pueden digerir en el intestino humano ya que no hay enzimas en el intestino ni en el páncreas que puedan digerirla. Por lo tanto, se cree que tienen propiedades que promueven la salud y pueden ayudar a reducir los niveles de colesterol en sangre .

Los beta-glucanos de levaduras se encuentran en concentraciones de 5 a 7%. Son eficaces para reducir el colesterol y los triglicéridos y tienen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y anticancerígenas . Se caracterizan por ser refinados con una pureza de hasta el 93%. El contenido de β-glucano en *Saccharomyces cerevisiae* es del 33,74 al 44,52%, lo que lo convierte en el mejor candidato para la producción de alimentos de alta calidad .

Se cree que los β-glucanos tienen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antienvejecimiento y antidiabéticas. Diversos estudios en humanos y modelos animales de experimentación han demostrado que la fibra dietética beta-glucano puede ayudar a evitar el riesgo de enfermedades crónicas, además de mejorar la salud general. Así, la industria alimentaria puede beneficiarse en la elaboración de productos alimenticios

Los beta-glucanos, como el hidroxicinamato, tienen diversos efectos y mejoran diferentes procesos metabólicos asociados a la obesidad: dislipidemia, resistencia a la insulina e inflamación. Por tanto, su potencial como producto alimenticio para el tratamiento de enfermedades cardíacas, diabetes tipo 2, obesidad o síndrome metabólico merece una mayor investigación .

En la agroindustria se han usado beta-glucanos, fructo oligosacáridos de cadena larga, inulina, etc en productos cárnicos cocidos por tener una elevada actividad de agua por lo que las fibras más comunes a usar son las solubles, principalmente . El uso potencial de los β-glucanos como hidrocoloides en la industria alimentaria se basa, principalmente, en sus características reológicas, es decir, su capacidad gelificante y capacidad para aumentar la viscosidad de soluciones acuosas. Por lo tanto, los β - glucanos se pueden utilizar como agentes espesantes para modificar la textura y la apariencia de las formulaciones de alimentos o se pueden usar como miméticos de grasas en el desarrollo de alimentos reducidos en calorías .

4. Conclusiones

Se desarrolló mediante el proceso de lisis, la obtención y liberación de beta-glucanos a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Los contenidos de beta-glucanos varían entre 0,23 y 1,50 g en los diferentes métodos o tratamientos. Los contenidos mayores de dicho componente se alcanzaron en los dos tratamientos como es la lisis de levadura por agua destilada en un tiempo de 10 minutos con 0,49 g de beta-glucanos y la lisis de levadura por alcohol al 95% en un tiempo de 20 minutos con 1,50 g de beta-glucanos.

Contribuciones de los autores

Edison Alejandro Reinoso Maygua: Adquisición y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Johana Lizbeth Cuviña Rivera: Adquisición y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Manuel Lázaro Pérez Quintana: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

AVRAMIA, I. AND S. AMARIEI Spent Brewer's yeast as a source of insoluble β-glucans. International Journal of Molecular Sciences, 2021/1/ 2021, 22(2), 1-26. .

BURINI, J., J. EIZAGUIRRE, C. LOVISO AND D. LIBKIND Non-conventional yeasts as tools for innovation and differentiation in brewing. Revista Argentina de Microbiologia, 2021/10/ 2021, 53(4), 359-377. .

CALDERÓN, K. Revisión de literatura: Esteatosis hepática no alcohólica y formulación de una bebida de lactosuero y β-glucanos como propuesta para mejorar su daño. Tesis de grado Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 2021.Available from Internet: <>

CASTAÑÓN, M. Efecto de la adición de hidrolizados de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la obtención de leches acidificadas. . Tesis de pregrado. Universidad de Chile 2009.Available from Internet: <>

FUENTES, K., G. FLORES AND J. GONZÁLES *Saccharomyces cerevisiae:* una nueva alternativa como suplemento alimenticio en el ganado. Milenaria, Ciencia y arte, 2022, (19), 32-34. Available from Internet: <>. .

FRÓMETA, R. (2021). *Revisión bibliográfica: incorporación de fibras en productos cárnicos*.

GARCÍA, J., SARRIA, B., GONZÁLEZ, S., BRAVO, L., & MATEOS, R. (2020). Effectiveness of hydroxycinamates and beta-glucans as dietary tools against obesity and its associated dysfunctions, and their application as nutraceuticals. *Nutricion Hospitalaria*, *37*(5), 1061–1071.

GEMILANG, L., C. DIO, J. SULISTIYO, F. YEE, et al. Evaluating comparative β-glucan production aptitude of *Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus oryzae, Xanthomonas campestris,* and *Bacillus natto*. Saudi Journal of Biological Sciences, 2021/12/ 2021, 28(12), 6765-6773. .

GUARÍN, S. AND A. SASTOQUE. Extracción de β-glucano a partir de residuos de levadura producidos en la elaboración de cerveza y diseño de un producto nutracéutico. Tesis de pregrado. Universidad de los Andes, 2019.Available from Internet: <>

KAUR, R., SHARMA, M., JI, D., XU, M., & AGYEI, D. (2020). Structural features, modification, and functionalities of beta-glucan. In *Fibers* (Vol. 8, Issue 1). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

KIM, H. J., & PAIK, H.-D. (2012). Functionality and Application of Dietary Fiber in Meat Products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *32*(6), 695–705.

LI, Y. O., & KOMAREK, A. R. (2017). Dietary fibre basics: Health, nutrition, analysis, and applications. *Food Quality and Safety*, *1*(1), 47–59.

MILIÁN, G., M. RODRÍGUEZ, D. DÍAS, A. I. RONDÓN, et al. Evaluation of the zootechnical additive SUBTILPROBIO® C-31 on feeding of laying hens in a commercial production unit. Cuban Journal of Agricultural Science, 2019, 53(2), Available from Internet: <>.

MORATA, A., F. CALDERÓN, M. C. GONZÁLEZ, B. COLOMO, et al. Crianza sobre lías, chips y microoxigenación, utilización conjunta en el envejecimiento de vinos tintos. Ventajas del uso de levaduras seleccionadas. Enólogos, 2005, 34, 52-56. Available from Internet: <>.

PARAPOULI, M., A. VASILEIADIS, A. S. AFENDRA AND E. HATZILOUKAS Saccharomyces cerevisiae and its industrial applications. AIMS Microbiol, 2020, 6(1), 1-31. .

PIZARRO, S., A. RONCO AND M. GOTTELAND β-glucanos: ¿qué tipos existen y cuáles son sus beneficios en la salud? Revista chilena de nutrición, 2014, 41(4), 4339-4446.

RODRÍGUEZ, M., G. MILIÁN, A. J. RONDÓN, R. BOCOURT, et al. Chemical and microbiological characterization of *Saccharomyces cerevisiae* creams, obtained from different Cuban distilleries Cuban Journal of Agricultural Science, 2020, 54(3), 323-330. Available from Internet: <>.

SIMA, P., VANNUCCI, L., & VETVICKA, V. (2018). β-glucans and cholesterol (Review). In *International Journal of Molecular Medicine* (Vol. 41, Issue 4, pp. 1799–1808). Spandidos Publications.

SUÁREZ, C., N. A. GARRIDO AND C. A. GUEVARA Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 2016, 50(1), 20-28. Available from Internet: <>.

TAKEKI, S., Y. NOBUYUKI, S. YUKO, S. ETSUKO, et al. Quality Control of plasma membrane proteins by saccharomyces cerevisiae Nedd4-like ubiquitin ligase Rsp5p under environmental stress conditions. Eukaryotic Cell, 2014/9/ 2014, 13(9), 1191-1199. .

VARGAS, P., M. VACA, R. BUENAÑO AND D. MALDONADO *Saccharomyces cerevisiae* (Levadura de cerveza) sobre parámetros zootécnicos y morfometría anatómica del paquete visceral en pollos broiler. Domino de las Ciencias, 2021, 7(4), 1975-1992. .

VILLAGRÁN, Z., S. GONZÁLEZ, E. GONZÁLEZ, J. VERDUZCO, et al. Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo., 06/05 2022, 10, 223-231. .