



Efecto de prefermentos como iniciadores preparado con *Saccharomyces boulardii* en el pan de trigo

Efeito de preferências como entradas preparadas com Saccharomyces boulardii em pão de trigo

Effect of preference as starters prepared with Saccharomyces boulardii in wheat bread

Alex Danny Chambi-Rodriguez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0858-0332>

Universidad Peruana Unión

E-mail: adanny@upeu.edu.pe

Eixo temático: Engenharia

PRODUÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA

Introdução

En la actualidad la demanda de productos alimenticios con alto valor nutricional y efectos positivos en la salud ha llevado a la industria de la panificación el planteamiento de nuevos retos, tales como el enriquecimiento con granos, cereales, leguminosos, oleaginosas e incluso pulpa de frutas y hojas de plantas medicinales(1), asimismo, existe una tendencia creciente por el consumo de panes elaborados con prefermentos siendo estos elaborados a partir de iniciadores (masas madres) compuestos de harina refinadas de trigo más agua, lo mismo que harinas integrales (cereales, oleaginosos y granos) más agua las cuales son fermentadas espontáneamente por bacterias ácido lácticas y levaduras(2); algunos autores hacen mención el uso de mezclas de frutas y harinas(3). El proceso de elaboración se caracteriza por refrescamientos diarios por periodos de incluso hasta 5 días con la finalidad de mantener los microorganismos activos. Las investigaciones realizadas durante las últimas tres décadas mostraron que el uso de masas madre recién preparadas, contienen una comunidad microbiana heterogénea (bacterias ácido lácticas y levaduras), esta tiene la capacidad de mejorar la calidad del pan en términos



de rendimiento tecnológico creciente, como volumen, textura, sabor, valor nutricional, vida útil y determinadas propiedades(4).

Según se reporta muchos investigadores inoculan cepas aisladas, de forma que se analiza los efectos que estas puedan causar en el producto terminado tal es el caso de *Lactobacillus plantarum* y *Pichia kudriavzevii* en la elaboración de masa madre la cual mostro aceptación en el análisis de preferencia(5). Asimismo, se analizó el efecto de *Lactobacillus* en las masas madres en la que se encontró que *Lactobacillus sanfranciscensis* mejoro el metabolismo de los carbohidratos al ser ingeridos, por otro lado, se halló que las bacterias ácido lácticas, además de acelerar la digestión de carbohidratos también tienen la capacidad de producir fitasa correspondiente a *Kluyveromyces marxianus*(6)(7). Asimismo, se cuenta que dentro de los beneficios de masas madres, gracias a la comunidad microbiana esta puede elevar la digestibilidad del pan; por otro lado, las bacterias ácido lácticas presentan potencial en la inhibición de patógenos ya que estos generan compuestos aromáticos abundantes(8) (9).

Objetivo

El objetivo de esta investigación es la de determinar el efecto de prefermentos como iniciadores preparado con *Saccharomyces boulardii* en el pan de trigo.

Método

Materia prima

Las harinas integrales de trigo y centeno fueron adquiridas en el mercado local, así como los insumos menores, por otro lado, se usaron cepas bacterianas liofilizadas de *Saccharomyces boulardii*, de tipo Hansen CBS 5923 de marca Merck de procedencia mexicana.

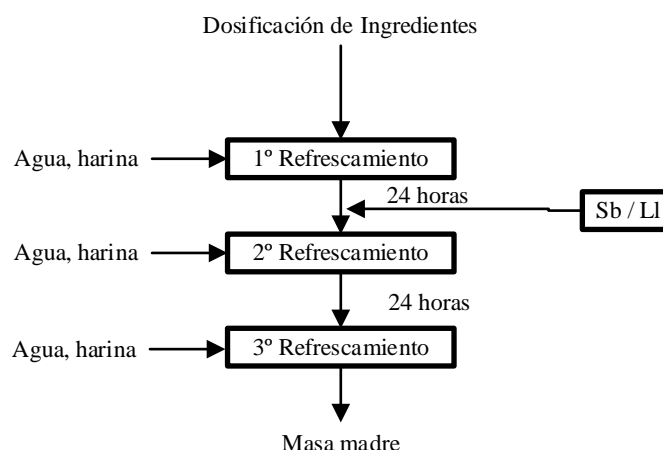
Elaboración de masa esponja y formulación de pan

La elaboración de masas madres (prefermentos) fueron elaboradas como se muestra en la Figura 1(10), para tal efecto, se realizó una dosificación de agua – harina (1:1), y así de este modo dejarlas en reposo a condiciones de medio ambiente por 24 horas, luego se procedió realizar el primer refrescamiento mediante la adición de agua - harina (1:1), asimismo, en esta etapa se añadió las cepa de estudio (*Saccharomyces boulardii*), para así dejar la mezcla nuevamente en reposo bajo las condiciones



ambientales ya mencionadas, finalmente se realizaron dos refrescamientos sin agregar las cepas y así de esta forma se obtuvo masas madre con puntos de activación estables.

Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de prefermentos



Las muestras de pan se elaboraron utilizando una receta estándar de pan de tipo tradicional (producto horneado típico de la sierra del Perú). El equipo utilizado para la elaboración del pan estuvo compuesto por: una batidora planetaria, una balanza electrónica de dos dígitos de error, una divisora de 30 piezas y un horno de panificación se consideró el peso de la harina como 100%, los ingredientes y su porcentaje, para elaborar las muestras de pan fueron: harina (100%), agua (62%), prefermento (10%), azúcar (10%) grasa vegetal (3%), sal (1.8%).

Cinética microbiana y modelamiento microbiológico

Respecto al incremento de *Saccharomyces boulardii* se realizaron sembrados en placa con agar Saboreud Con diluciones seriadas en caldo peptonado al 1%, las placas se incubaron a 37°C por 24 horas en una incubadora Binder, los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/mL) los cuales fueron convertidos en logaritmo natural (LN) y así realizar el respectivo modelamiento cinético con las ecuaciones de Van bertalanffy (Ec. 1), brody (Ec. 2), gompertz (Ec. 3), en el software RStudio V 4.2.2 usando el paquete “easynls”

Modelo de Van Bertalanffy



$$y = a (1 - be^{-ct})^3 \quad (1)$$

Modelo de brody

$$y = a(1 - be^{-ct}) \quad (2)$$

Modelo de gompertz

$$y = ae^{-be^{-ct}} \quad (3)$$

Dónde: y ; es el número de microorganismos a un tiempo t , el parámetro a : es el logaritmo común de la diferencia entre la población inicial y final en la fase estacionaria, el parámetro b representa la pendiente de la curva y describe la tasa de crecimiento y c : el tiempo en el cual la tasa de crecimiento es de mayor magnitud (11).

Criterios de ajuste

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - \bar{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (4)$$

Dónde: y_i , es la variable dependiente; \bar{y}_i es la variable independiente

Criterios de información

$$AIC = \frac{(T - K)SSE}{T(T - P)} e^{2k/T} \quad (5)$$

$$BIC = \frac{(T - K)SSE}{T(T - P)} T^{k/T} \quad (6)$$

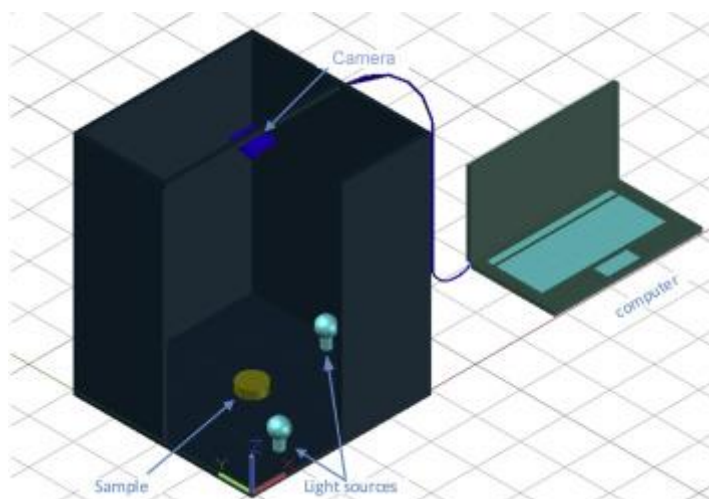
Sistema de Adquisición de imágenes

El sistema de adquisición de imágenes para esta investigación se muestra en la figura 2, (1) las paredes tienen una dimensión de 30 cm, de color interno negro mate; (2)



utiliza cuatro focos de luz blanca, y equilátera de (10 cm de borde); (3) una cámara de resolución de imagen de 14 megapíxeles, (4) y una computadora con Intel Core i3 de procesador de 4G de RAM . Las muestras extraídas se sometieron a la adquisición de imágenes en formato *.jpg (Joint Photographic Experts Group)

Figura 2. Sistema de adquisición de imágenes(12)



Determinación de los parámetros de color

Los indicadores de color L^* (Luminosidad) y el grado de enrojecimiento (relación s^*/b^* , donde a^* rojo – verde y b^* amarillo – azul), se extrajo la información RGB de los ROI's, a partir de los cuales se calculó el color en coordenadas CIELab. A partir de estas se calculó la pureza (c^*) con la siguiente ecuación:

$$c^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (7)$$

Análisis de propiedades fisicoquímicas del pan de trigo

Se llevaron a cabo de acuerdo a los métodos estandarizados descritos en AOAC: Humedad por estufa de secado (método 934.03), proteína cruda método de Kjeldahl (método 976.05), extracto etéreo método de Soxhlet (método 2003.06), cenizas por calcinación (método 942.05), fibra cruda por hidrólisis ácido-alcalina (método 962.09), carbohidratos por diferencia de peso.

Análisis sensorial del pan de trigo



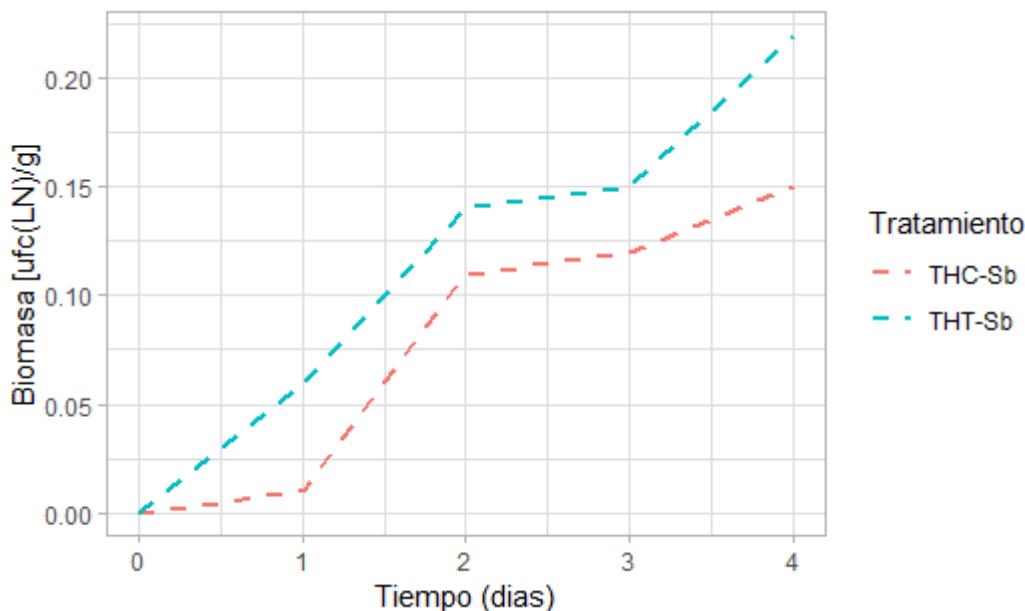
Las muestras fueron rebanadas y fueron presentadas en platos de color blanco con un rotulo de tres dígitos aleatorios, asimismo, se les entrego un cuestionario con los atributos de: olor, color, sabor, textura, y apariencia general; los cuales fueron medidos en escala hedónica de nueve puntos (de 1 = me disgusta mucho, hasta 9 = me gusta mucho), los participantes estuvieron comprendidos por jueces no entrenados, pero consumidores habituales de pan(13).

Resultados

Cinética microbiológica en las masas esponja

La cinética microbiana de *Saccharomyces boulardii* mostro un mejor desempeño en T_{HT-Sb} en comparación a T_{HC-Sb} , ya que se puede visualizar en la Figura 2, que en el tratamiento T_{HT-Sb} la concentración de celular tiende a incrementar en función al tiempo, asimismo, se observó al finalizar la fermentación que el pH de T_{HC-Sb} fue de 4.13 y T_{HT-Sb} de 4.06.

Figura 3. Cinética microbiológica de *Saccharomyces boulardii*



Los parámetros cinéticos de las ecuaciones mostraron en todas las ecuaciones que el tratamiento T_{HT-Sb} presento los mejores valores en contraste a T_{HC-Sb} , respecto al parámetro a, la ecuación de Brody presento los valores más altos de forma que la tasa de crecimiento es más elevada para este tratamiento, respecto al coeficiente de



determinación (R^2) el modelo de Gompertz presento en mejor ajuste para el tratamiento T_{HC-Sb} con un valor de 0.980, asimismo, en el modelo de Brody fue el de mejor ajuste con 0.971, por otro lado, el criterio de información de Akaike (AIC) mostro que, para T_{HT-Sb} el mejor modelo fue Gompertz y para T_{HC-Sb} fue de Gompertz, asimismo, el criterio de información Bayesiano (BIC) muestra lo mismo que AIC.

Tabla 1. Parámetros cinéticos del crecimiento microbiológico de *Saccharomyces boulardii* en diferentes ecuaciones no lineales

Parámetros	Tratamientos					
	T_{HT-Sb}			T_{HC-Sb}		
	Van Bertalanffy	Brody	Gompertz	Van Bertalanffy	Brody	Gompertz
A	0.255	0.479	0.236	0.154	0.365	0.138
B	0.691	0.999	3.051	1.331	1.027	23.485
C	0.587	0.146	0.777	1.080	0.144	2.247
R²	0.963	0.971	0.957	0.963	0.907	0.980
R² – Ajustado	0.927	0.942	0.915	0.927	0.815	0.960
AIC	-20.092	-21.291	-19.347	-22.317	-17.679	-25.332
BIC	-21.654	-22.853	-20.909	-23.879	-19.241	-26.894

Análisis de propiedades cromáticas del pan de trigo

Las propiedades cromáticas de los panes horneados muestran que T_{HC-Sb} es más luminoso que T_{HT-Sb} con un valor de 66.65 ± 4.48 , respecto a la coordenada a^* ambos presentaron valores negativos siendo entonces que para ambos tratamientos las muestras tienden a una coloración verde, asimismo, en ambos respecto a la coordenada b^* presentan una coloración que tiende a color amarillo, respecto a la pureza (c^*) el valor más elevado lo presento T_{HC-Sb} .



Tabla 2. Propiedades cromáticas de las muestras de pan de trigo

Propiedades cromáticas	Tratamientos			
	T _{HT-Sb}		T _{HC-Sb}	
	Media	DE	Media	DE
L* = Luminosidad	52.75	± 4.11	66.65	± 4.48
a* = Coordenada rojo/verde	-10.49	± 1.81	-13.34	± 2.21
b* = Coordenada amarillo/azul	23.45	± 1.02	24.74	± 2.03
C* = Pureza	25.75	± 0.86	28.11	± 1.61

Análisis de propiedades fisicoquímicas del pan de trigo

El análisis proximal de los tratamientos que ambos tratamientos presentan ligereas diferencias en la composición proximal (Tabla 3)

Tabla 3. Composición proximal de los panes elaborados con prefermentos.

Composición	Tratamientos	
	T _{HT-Sb}	T _{HC-Sb}
Humedad	22.83 ± 1.14	22.35 ± 2.89
Cenizas	1.02 ± 0.024	1.09 ± 0.087
Grasa	13.06 ± 0.07	13.51 ± 0.23
Fibra	2.09 ± 0.023	3.80 ± 0.50
Proteína	8.50 ± 0.04	7.80 ± 0.03
Carbohidratos	52.50 ± 1.30	51.75 ± 2.20

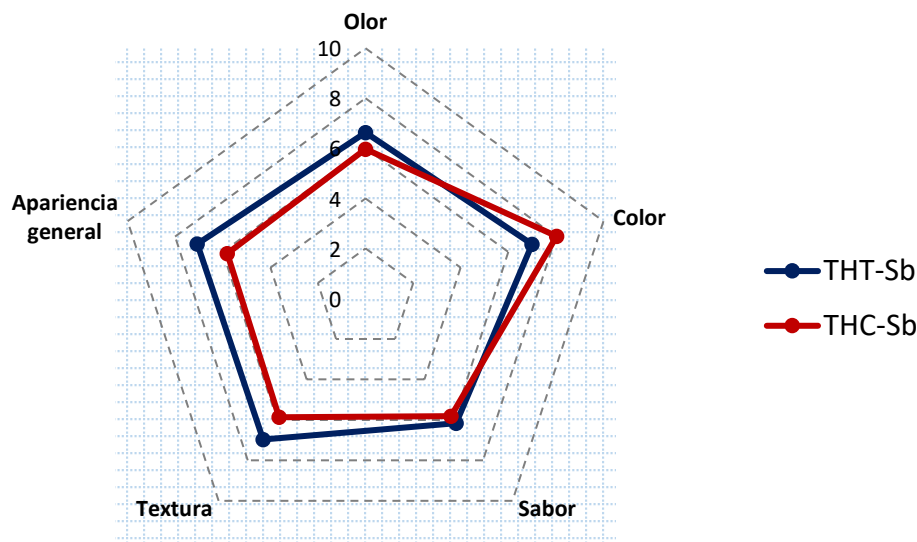
Nota: los valores están expresados en función a la media ± desviación estándar.

Análisis sensorial del pan de trigo

El análisis de los atributos sensoriales (Figura 3) mostro, que el tratamiento T_{HT-Sb} obtuvo mayor preferencia en casi todos los atributos estudiados (Olor, sabor, textura, apariencia general), ya que solamente el color obtuvo en T_{HC-Sb} el valor más alto.



Figura 4. Gráfico radial de la evaluación de los atributos sensoriales de panes elaborados con prefermentos



Descritores: cultivo iniciador; *S. boulardii*; fermentación; pan de trigo.

Referências

1. Benítez V, Esteban R, Moniz E, Casado N, Aguilera Y, Mollá E. Breads fortified with wholegrain cereals and seeds as source of antioxidant dietary fibre and other bioactive compounds. *J Cereal Sci.* 2018;82:113–20.
2. Arora K, Ameer H, Polo A, Di Cagno R, Rizzello C, Gobbetti M. Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: A systematic review. *Trends Food Sci Technol* [Internet]. 2021;108(July 2020):71–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.008>
3. Omedi J, Huang J, Huang W, Zheng J, Zeng Y, Zhang B, et al. Suitability of pitaya fruit fermented by sourdough LAB strains for bread making: its impact on dough physicochemical, rheo-fermentation properties and antioxidant, antifungal and quality performance of bread. *Heliyon* [Internet]. 2021;7(11). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08290>
4. Wu S, Peng Y, Xi J, Zhao Q, Xu D, Jin Z, et al. Effect of sourdough fermented with corn oil and lactic acid bacteria on bread flavor. *Lwt* [Internet]. 2022;155:112935. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112935>
5. Banwo K, Fasuyi T, Olojede A. Potentials of *Lactobacillus plantarum* and *Pichia kudriavzevii* in co-fermentation of sourdough from millet. *Int J Food Sci Technol.* 2021;56(2):857–64.
6. Liu T, Li Y, Yang Y, Yi H, Zhang L, He G. The influence of different lactic acid bacteria on sourdough flavor and a deep insight into sourdough fermentation through RNA sequencing. *Food Chem* [Internet]. 2020;307(March 2019):125529. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125529>



7. Fekri A, Torbati M, Yari Khosrowshahi A, Bagherpour Shamloo H, Azadmard-Damirchi S. Functional effects of phytate-degrading, probiotic lactic acid bacteria and yeast strains isolated from Iranian traditional sourdough on the technological and nutritional properties of whole wheat bread. *Food Chem* [Internet]. 2020;306(October 2019):125620. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125620>
8. Rizzello C, Portincasa P, Montemurro M, di Palo D, Lorusso M, De Angelis M, et al. Sourdough fermented breads are more digestible than those started with baker's yeast alone: An in vivo challenge dissecting distinct gastrointestinal responses. *Nutrients*. 2019;11(12).
9. Suo B, Chen X, Wang Y. Recent research advances of lactic acid bacteria in sourdough: Origin, diversity, and function. *Curr Opin Food Sci* [Internet]. 2021;37:66–75. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.09.007>
10. Montanari C, Bargossi E, Lanciotti R, Chinnici F, Gardini F, Tabanelli G. Effects of two different sourdoughs on the characteristics of Pandoro , a typical Italian sweet leavened baked good. *LWT - Food Sci Technol* [Internet]. 2014;59(1):289–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.045>
11. Chambi A, Torres A. Modelos cinéticos sigmoidales aplicados al crecimiento de *Saccharomyces boulardii*. *Rev Investig Altoandinas - J High Andean Res*. 2021;23(1):47–54.
12. Castro W, Oblitas J, Chuquizuta T, Avila H-. Application of image analysis to optimization of the bread-making process based on the acceptability of the crust color. *J Cereal Sci* [Internet]. 2017;74:194–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2017.02.002>
13. Calvo M, López O, Carranco M, Marines J. Evaluación fisicoquímica y sensorial de un pan tipo baguette utilizando harinas de trigo (*Triticum spp*) y chícharo (*Pisum sativum L.*). *Biocencia*. 2020;22(3):116–24.