



Capacidad fermentativa de levaduras autóctonas aisladas de taperibá y masato en la Amazonía peruana

Fermentative capacity of native yeasts isolated from taperiba and masato of the Peruvian Amazon

Arce-Herrera, Jhon Aldo Manuel¹

Mendiola-Céspedes, Anita Ruth¹

Rodríguez-Espejo, Yoni Meni^{1*}

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 24 Nov. 2025 | **Aceptado:** 05 Ene. 2026 | **Publicado:** 20 Ene. 2026

Autor de correspondencia*: ymrrodriguez@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Arce-Herrera, J. A. M., Mendiola-Céspedes, A. R. & Rodríguez-Espejo, Y. M. (2026). Capacidad fermentativa de levaduras autóctonas aisladas de taperibá y masato en la Amazonía peruana. *Revista Agropecuaria Amazónica*, 6(1), e1288.

<https://doi.org/10.51252/raa.v6i1.1288>

RESUMEN

Las levaduras autóctonas se encuentran en diversos sustratos que contienen azúcares fermentables y son cosmopolitas, por lo general, son muy utilizadas en fermentaciones espontáneas para la preparación de bebidas tradicionales fermentadas, como por ejemplo el masato, también están presentes en la mayoría de frutas maduras como por ejemplo el taperibá. Al evaluar la capacidad fermentativa de levaduras autóctonas provenientes de masato (Ms2) y taperibá (TP5), teniendo como control a *S. cerevisiae* (SC). Los registros de la evaluación se realizaron cada 12 horas por un lapso de 72h. Los parámetros evaluados fueron: grados brix, azúcares reductores en densidad óptica, producción de CO₂ en ml, y formación de biomasa en densidad óptica. Los resultados del comportamiento cinético de las levaduras evaluadas mostraron que a medida que transcurrió el tiempo disminuyó los azúcares reductores y los grados brix y se incrementó la biomasa y la producción de CO₂. En el análisis estadístico se empleó SPSS versión 27 mediante la prueba de Kruskal-Wallis H test, se encontró diferencias significativas. Se concluyó que las levaduras autóctonas difieren en comparación al control.

Palabras clave: biomasa; bioetanol; cinética; producción CO₂

ABSTRACT

Native yeasts are found on various substrates containing fermentable sugars and are cosmopolitan. They are commonly used in spontaneous fermentations for the preparation of traditional fermented beverages, such as masato, and are also present on most ripe fruits, such as taperibá. This study evaluated the fermentative capacity of native yeasts from masato (Ms2) and taperibá (TP5), using *S. cerevisiae* (SC) as a control. Data were collected every 12 hours for 72 hours. The parameters evaluated were: Brix degrees, reducing sugars (optical density), CO₂ production (ml), and biomass formation (optical density). The results of the kinetic behavior of the evaluated yeasts showed that as time passed, reducing sugars and Brix degrees decreased, while biomass and CO₂ production increased. Statistical analysis was performed using SPSS version 27 and the Kruskal-Wallis H test, revealing significant differences. It was concluded that the native yeasts differed from the control.

Keywords: biomass; bioethanol; kinetics; CO₂ production



1. INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de las guerras, pandemias y contaminación, surge el calentamiento global que viene afectando a todo el planeta. El Perú no es ajeno a esta realidad y más aún cuando experimenta una pérdida constante por los derrames de sus reservas de hidrocarburos, según el reporte del Ministerio de Energía y Minas al 2019, a pesar de que cuenta con la Ley N° 28054 desde el 2007 en el sector agropecuario y agroindustrial para la producción de biocombustible (Pacheco Canales, 2019). A la fecha aún no se cuenta con una alternativa de producción de biocombustibles en la región San Martín, por lo que la investigación busca la selección de levaduras autóctonas para ser empleadas en la producción de bioetanol.

Martín Sánchez (2020) afirmó que el alto grado de contaminación que sufre nuestro planeta se debe, principalmente, al uso de combustibles fósiles. Por lo que en los últimos tiempos hay una tendencia de muchos investigadores y líderes mundiales a la búsqueda de alternativas para la obtención de combustibles amigables con el medio ambiente, siendo estos los biocombustibles, entre los cuales cabe destacar al bioetanol y el biodiesel. A pesar de todos estos intentos aún hay mucho por conocer sobre todo cuando se pretende utilizar levaduras autóctonas.

Por su parte Grijalva-Vallejos et al. (2020) en sus resultados encontraron que de 10 cepas evaluadas se presentó mayor crecimiento entre las 24 a 48h a 30°C, entre las cuales se empleó dos cepas control *S. cerevisiae* L2056 y *T. delbrueckii* D291 y, que en seis cepas ecuatorianas se presentó diferencia significativa en su crecimiento en tan solo 24h. Las cepas de *Candida sp* alcanzaron una densidad celular similar el período de 24 a 48h., pero EOC1 fue más rápida que EOC2. Las cepas codificadas como *S. cerevisiae* EYS4 y EYS5 presentaron capacidad fermentativa similar a las cepas control *S. cerevisiae* L2056 y las demás fueron de baja capacidad fermentativa, Pero que *Candida* EOC1 tuvo un mejor rendimiento que la cepa control *T. delbrueckii* D291.

Según Huerta-Conde et al. (2020), en un proceso de fermentación a mediana escala el incremento de biomasa medido en UFC/g está influenciado por factores de crecimiento como el pH y la temperatura, el tipo de microorganismo y condiciones de fermentación. Así, por ejemplo, encontraron que en la evaluación de la capacidad fermentativa de tres tipos de microorganismos como *Yarrowia lipolytica*, *Lactococcus lactis* y *Acetobacter aceti*, la fermentación del Cacao a mediana escala en la fermentación con inoculación fue similar a la fermentación espontánea, encontrando un máximo crecimiento de biomasa a las 48h. Pero, cuando se da una inoculación sucesiva en el proceso de fermentación, las levaduras alcanzan su máximo crecimiento entre 24 a 48h, las bacterias lácticas demoran hasta 60h y las bacterias acéticas alcanzan su máximo crecimiento a las 84h.

También, de acuerdo a Huerta-Conde et al. (2020), en un proceso de fermentación a mediana escala, el incremento de biomasa medido en UFC/g, encontraron que en la evaluación de la capacidad fermentativa de tres tipos de microorganismos como *Yarrowia lipolytica*, *Lactococcus lactis* y *Acetobacter aceti*, la fermentación del Cacao a mediana escala en la fermentación con inoculación fue similar a la fermentación espontánea, encontrando un máximo crecimiento de biomasa a las 48h. Pero cuando se da una inoculación sucesiva en el proceso de fermentación, las levaduras alcanzan su máximo crecimiento entre 24 a 48h y las bacterias lácticas hasta 60h y las bacterias acéticas alcanzan su máximo crecimiento a las 84h (Mančić et al., 2021).

Al evaluar el potencial fermentativo de *Candida fomata* aislada de mosto de *Prokupac grape* se encontraron que la relación del contenido de azúcar y la formación de CO₂ es inversamente proporcional partiendo de una concentración inicial de 247,40g/L de azúcar. Durante los primeros cinco días de fermentación el contenido de azúcares va disminuyendo rápidamente cuando se utiliza *S. cerevisiae*, en comparación con las con diferentes tipos de levaduras. *C. fumata* las cepas WB-1 y WB-4 no presentaban un cambio significativo. En cuanto al incremento Biomasa se observó que en los dos primeros días se encontraban en

un proceso de adaptación al mosto de Grape. Luego, se incrementó y se mantuvo estable hasta ocho días de fermentación sin diferencia significativa con la cepa control.

En el estudio sobre la selección de levaduras nativas para la elaboración de sidras espumosas a partir de variedades de manzana establecidas en Querétaro-Méjico, se evaluaron diversas variedades de manzanas fermentadas para el aislamiento de levaduras nativas. Reportaron que la mayor diversidad de levaduras se puede encontrar a la mitad del proceso de fermentación y que tienen un comportamiento similar en las diferentes variedades de manzana (León-Teutli et al., 2020).

En Indonesia, al utilizar consorcios de levaduras autóctonas *C. krusei* y *H. guilliermondii* en la producción de bioetanol a partir de residuos hortofrutícolas, refieren que a las 72 h de evaluación en mosto de residuos de banana hay producción de bioetanol hasta las 24 h alcanzando su máxima producción de 7,38 %, luego empieza a descender; respecto al mosto de residuos de papaya, alcanza su máxima producción a las 48 h y después va descendiendo; con el mosto de los residuos de col de Napa hay muy poca producción de bioetanol y cuando se utiliza una mezcla de los residuos solamente se produce hasta las 24 h. Cabe indicar que las levaduras autóctonas fueron aisladas del plátano, papaya y col de Napa. Asimismo, se encontró que la mejor actividad fermentativa probados en desechos mixtos fue con el consorcio en una proporción de 1:1 de las levaduras *C. krusei* y *H. guilliermondii* como iniciador con una producción de bioetanol de 5,9% a las 48h de fermentación y luego se inicia el descenso de la producción de etanol (Lara Utama et al., 2019).

En este contexto, en la presente investigación se planteó la siguiente interrogante ¿Cuál es la capacidad fermentativa de las levaduras autóctonas aisladas de taperibá y masato?, teniendo como hipótesis que la capacidad fermentativa de las levaduras autóctonas aisladas de taperibá y masato son semejantes a *Saccharomyces cerevisiae*, cuyo objetivo general fue evaluar la capacidad fermentativa de las levaduras autóctonas aisladas de taperibá y masato, razón por la cual se plantearon los siguientes objetivos específicos: Evaluar el comportamiento cinético en caldo sacarosado al 4% de las levaduras autóctonas provenientes de masato y taperibá teniendo como control a *Saccharomyces cerevisiae*; Comparar la capacidad fermentativa entre las levaduras evaluadas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la evaluación de la cinética del comportamiento de las levaduras se realizó mediante los siguientes parámetros: Concentración de sólidos totales en Grados brix, determinación de azúcares reductores mediante Absorbancia, Biomasa mediante Densidad óptica (DO) y producción de CO₂ en ml. Además, se comprendieron los siguientes aspectos:

2.1. Preparación de inóculo

Comprendió en la suspensión de la cepa de levadura autóctona aislada de masato en SSF estéril a partir del cultivo joven de 24 h en caldo Sabouraud al 4%, hasta alcanzar una turbidez equivalente al tubo 4 de Mac Farland (12×10^8 células/ml). Cuyo volumen fue el 10% del volumen de trabajo 30 ml por cada sistema de fermentación (Quintana Díaz et al., 2018; Robles Castillo et al., 2012).

2.2. Instalación de los sistemas de fermentación

Se realizó la instalación de los sistemas de fermentación para la evaluación por triplicado con 300ml de caldo sacarosado al 4%, tanto para las levaduras autóctonas provenientes de masato (Ms2) y taperibá (Tp5) y levaduras comerciales (*SPECTRUM ER0052*) *Saccharomyces cerevisiae* (SC).

Posteriormente se hizo la inoculación y se hicieron los registros de los siguientes parámetros: Grados Brix mediante el uso de un refractómetro; determinación de Azúcares Reductores por el método DNS mediante espectrofotómetro (Burgos Montañez, 2020; Quintana Díaz et al., 2018; Sosa-Aguirre et al., 2024);

Densidad óptica (DO) a través del densitómetro de McFarland, (Miranda-Castilleja et al., 2015) y CO₂ mediante Método de Davies-Griffith (Robles Castillo et al., 2012).

Todos estos parámetros se registraron cada 12 horas hasta las 72h en cada sistema de fermentación. Para el análisis estadístico se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis H test, utilizando el programa SPSS versión 27, para comparar los parámetros según levaduras (Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014).

2.3. Registro de datos

Los datos se presentan en el Anexo A.1.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación de la capacidad fermentativa según los grados brix y azúcares reductores en función del tiempo, fue donde se evidenció que en todas las levaduras hubo una tendencia a su disminución (Figura 1).

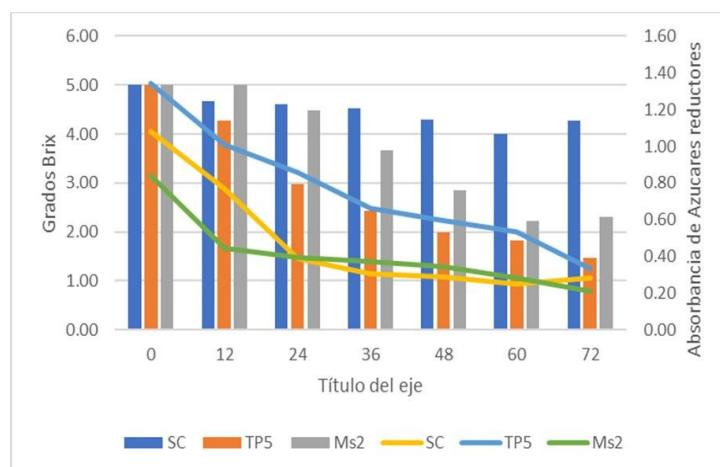


Figura 1. Disminución de grados brix y azúcares reductores en función al tiempo de fermentación por las levaduras *Saccharomyces* (SC) y levaduras autóctonas (TP5) y (Ms2)

La Figura 1 refiere que las levaduras autóctonas TP5 y Ms2 comienza a variar a partir de las 12 h tanto para los grados brix y los azúcares reductores según como va transcurriendo el tiempo, pero es notorio que SC respecto a los grados brix recién inició a las 24h. Esto es debido a que las levaduras en su inicio entran en una fase de adaptación lo cual es coherente con lo referido por Gómez Hernández (2023) y Urtubia et al. (2023).

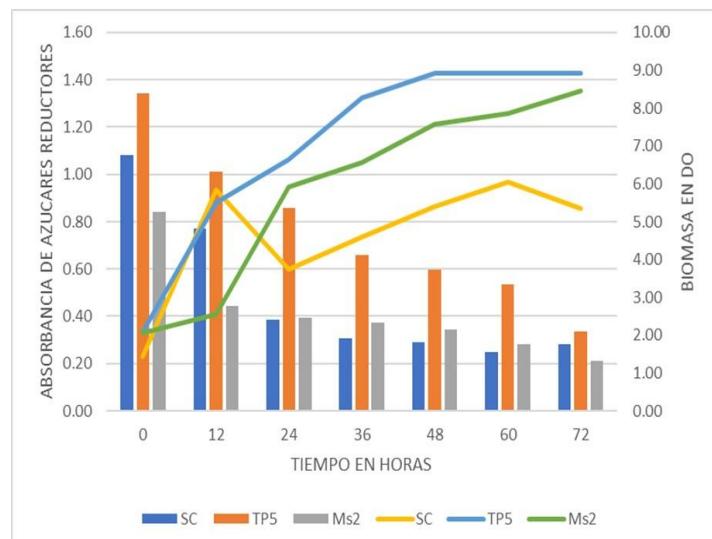


Figura 2. Evaluación del consumo de sustrato y la formación de biomasa en función al tiempo de fermentación por las levaduras *Saccharomyces* (SC) y levaduras autóctonas (TP5) y (Ms2)

La Figura 2 refleja que la formación de biomasa es inversamente proporcional al consumo de sustrato en la levadura autóctona de Taperibá (TP5) y *Saccharomyces* (SC) con una tendencia de incremento de biomasa hasta agotar el sustrato, en concordancia con León-Teutli et al., (2020). En comparación con la levadura autóctona de masato (Ms2) que requiere por lo menos 12h de adaptación. Son similares al comportamiento cinético de las levaduras evaluadas por Mančić et al., (2021) y González-Leos et al. (2017).

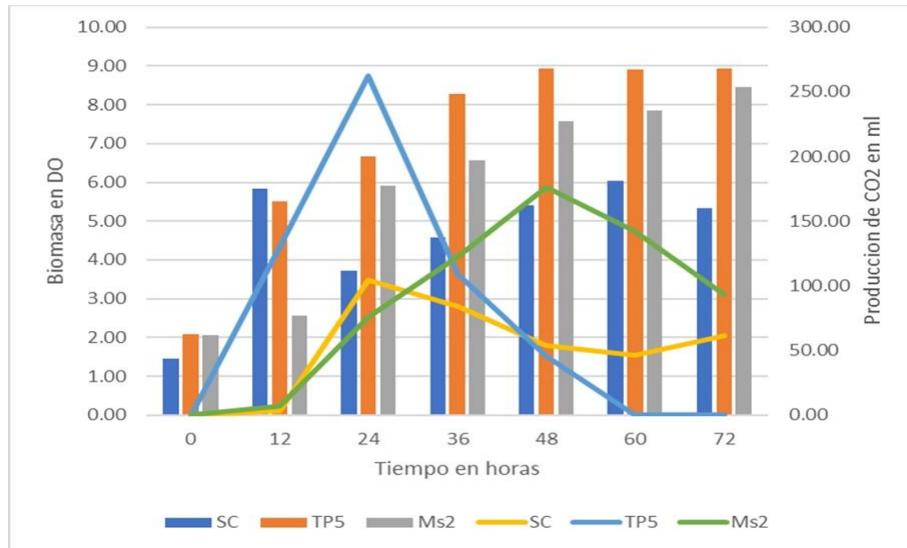


Figura 3. Evaluación de la formación de biomasa y la producción de CO₂ en función al tiempo de fermentación por las levaduras *Saccharomyces* (SC) y levaduras autóctonas (TP5) y (Ms2)

La Figura 3 refleja lo que se encontró respecto a la producción de CO₂ que se va incrementando a medida que se incrementa la biomasa hasta las 48 horas para la levadura autóctona (Ms2), luego, la producción de biomasa comienza a disminuir respecto a la producción de biomasa CO₂ en *Saccharomyces cerevisiae*, es proporcional hasta las 24 h y después la biomasa disminuye, pero la producción de CO₂ continúa hasta las 60 h y luego baja. En cuanto a la variación de los Grados brix se evidenció que en la levadura (Ms2) es más notorio en comparación a la levadura (SC), de acuerdo con lo reportado por Vera Macaya, (2020). En concordancia con lo encontrado por Gemilang et al. (2019) que al evaluar la producción de bioetanol en mostos de papaya encontró una máxima producción de CO₂ a las 48 h, y en forma similar a lo reportado por Mančić et al., (2021) y Huerta-Conde et al. (2020).

Según el análisis estadístico Kruskal-Wallis H test que se aplicó [Tabla 1], se plantearon las siguientes hipótesis:

- H₀ = las medianas son iguales en los parámetros evaluados en la capacidad fermentativa de las levaduras estudiadas.
- H₁ = las medianas son diferentes en los parámetros evaluados en la capacidad fermentativa de las levaduras estudiadas.

Tabla 1. Prueba de medianas para muestras independientes cada 12h por un lapso de 72h

| Resumen de contrastes Hipótesis nula | Mediana | gl | N total | Sig. | Decisión |
|--|---------|----|---------|------|----------------------------|
| Las medianas de CO ₂ son las mismas entre categorías de levadura. | 76,000 | 2 | 54 | ,011 | Rechace la hipótesis nula. |
| Las medianas de AR son las mismas entre categorías de levadura. | 0,372 | 2 | 54 | ,001 | Rechace la hipótesis nula. |
| Las medianas de DO son las mismas entre categorías de levadura. | 6,550 | 2 | 54 | ,000 | Rechace la hipótesis nula. |
| Las medianas de BRIX son las mismas entre categorías de levadura. | 3,700 | 2 | 54 | ,000 | Rechace la hipótesis nula. |

Nota: El nivel de significación es ,05.

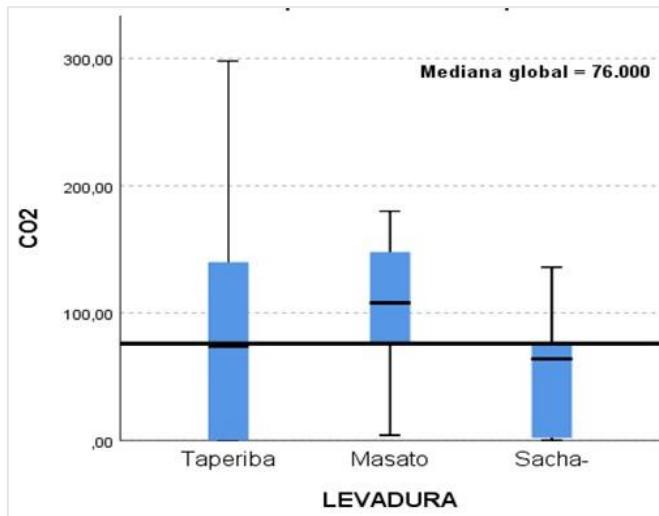


Figura 4. Medianas para muestras independientes sobre la producción de CO₂ por las levaduras según su procedencia

La Figura 4 refleja que, acerca de la producción de CO₂ presenta un alto nivel de significancia respecto a que sus medianas son distintas, así por ejemplo la Levadura autóctona de taperibá no coincide con el valor de la mediana, en comparación con *Saccharomyces cerevisiae* es menor que la mediana en sentido negativo y de igual forma la mediana de la levadura autóctona de masato es mayor a la mediana en un sentido positivo. Es decir, que las dos levaduras autóctonas evaluadas respecto a la producción de CO₂ son diferentes respecto a la *S. cerevisiae* (Grijalva-Vallejos et al., 2020).

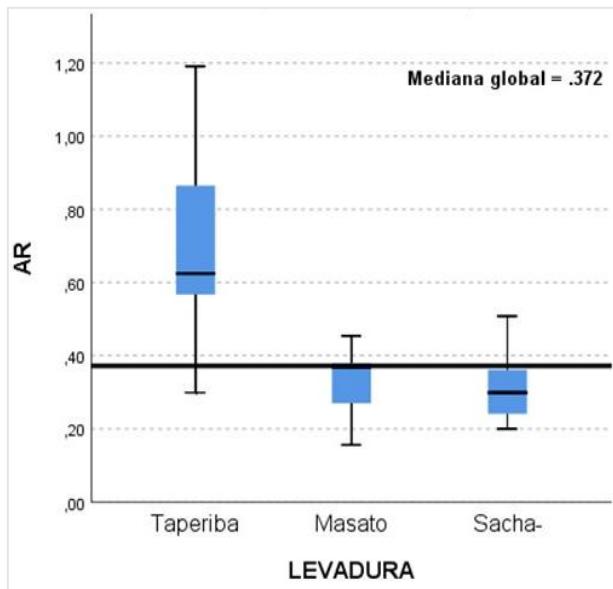


Figura 5. Medianas para muestras independientes sobre el consumo de AR por las Levaduras según su procedencia

La Figura 5 refleja que respecto al consumo de azúcares reductores presentan un alto nivel de significancia en cuanto a que sus medianas son distintas, así por ejemplo la levadura autóctona de taperibá presenta un valor por encima de la mediana en sentido positivo, totalmente distinto en comparación con *Saccharomyces cerevisiae*, cuyo valor de mediana está en sentido negativo, y de igual forma la mediana de la levadura autóctona de masato coincide con el valor de la mediana. Por tanto, las dos levaduras autóctonas evaluadas respecto al consumo de Azúcares Reductores son diferentes respecto a la *S. cerevisiae*. Lo que indica concordancia con (Romero Isaza et al., 2025; Huerta-Conde et al., 2020).

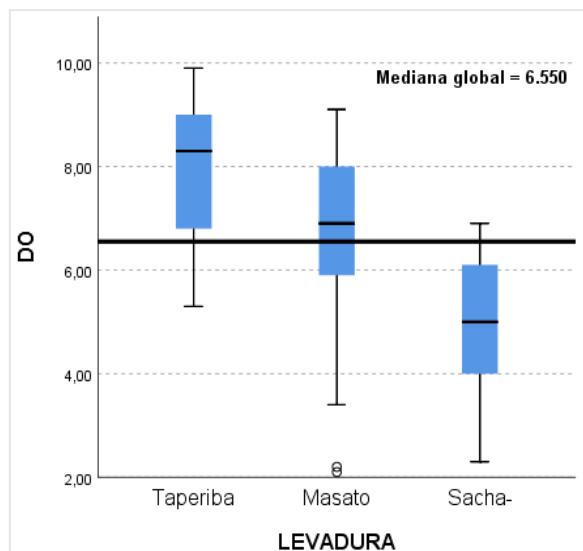


Figura 6. Prueba de mediana para muestras independientes sobre la producción de DO por las levaduras según su procedencia.

La Figura 6 refleja que respecto a la producción de biomasa medida en DO presenta un alto nivel de significancia respecto a que sus medianas son distintas, así por ejemplo la levadura autóctona de taperibá presenta un valor por encima de la mediana en sentido positivo, totalmente distinto en comparación con *S. cerevisiae* cuyo valor de mediana está en sentido negativo y de igual forma la mediana de la levadura autóctona de masato también está por encima de la mediana en un sentido positivo respecto a la mediana. Es decir, que las dos levaduras autóctonas evaluadas respecto a la producción de biomasa son diferentes en comparación con la *S. cerevisiae*. (Carrau, 2024) (Poblete et al., 2024; Sosa-Aguirre et al., 2024).

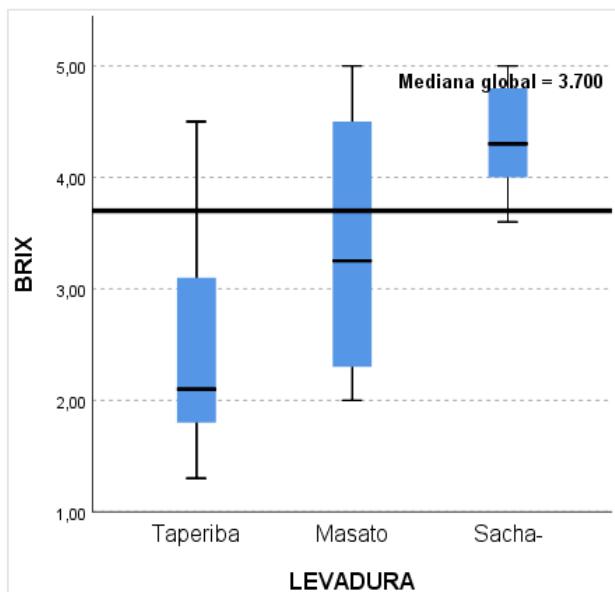


Figura 7. Medianas para muestras independientes sobre la variación de Grados Brix por las levaduras según su procedencia.

La Figura 7 refleja que respecto a la variación de los Grados Brix presenta un alto nivel de significancia respecto a que sus medianas son distintas, así por ejemplo la levadura autóctona de taperibá presenta un valor en sentido negativo respecto a la mediana global en comparación con *S. cerevisiae* cuyo valor es sentido positivo, y de igual forma la mediana de la levadura autóctona de masato con el valor de la mediana en sentido negativo. Es decir, que las dos levaduras autóctonas evaluadas respecto al consumo a la variación de grados brix son diferentes (Arias Ochoa et al., 2019; González-Leos et al., 2017; Miño Valdés et al., 2015).

CONCLUSIONES

En la evaluación de la capacidad fermentativa de las levaduras autóctonas provenientes de masato codificadas como (MS2w) y levaduras autóctonas provenientes de taperibá codificadas como (TP5) respecto al control de *S. cerevisiae* (SC) se comprobó que hay diferencia significativa en los parámetros evaluados. Por otro lado, al comparar las medianas de entre las tres levaduras evaluadas se encontró que son distintas en todos los parámetros analizados, por lo tanto, el comportamiento de las levaduras en el tiempo de evaluación no es igual. Se recomienda utilizar un mayor volumen de fermentación y con una mayor concentración de sustrato y en un tiempo mínimo de siete días y aplicarlo en la producción de bioetanol con otros azúcares fermentables.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad Nacional de San Martín, por el apoyo financiero proporcionado, que ha hecho posible la realización de este proyecto de tesis en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM. y demostrando un compromiso genuino con el desarrollo académico y profesional de la comunidad universitaria.

FINANCIAMIENTO

Resolución N° 1031-2023-UNSM/CU-R, de fecha Tarapoto, 21 de setiembre del 2023 Universidad Nacional de San Martín.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Arce-Herrera, J. A. M. y Rodríguez-Espejo, Y. M.

Análisis formal: Mendiola-Céspedes, A. R. y Rodríguez-Espejo, Y. M.

Adquisición de fondos: Mendiola-Céspedes, A. R.

Investigación y Metodología: Arce-Herrera, J. A. M. y Rodríguez-Espejo, Y. M.

Recursos: Arce-Herrera, J. A. M. y Anita Ruth Mendiola Céspedes,

Supervisión: Mendiola-Céspedes, A. R. y Rodríguez-Espejo, Y. M.

Redacción - borrador original: Arce-Herrera, J. A. M. y Rodríguez-Espejo, Y. M.

Redacción - revisión y edición: Mendiola-Céspedes, A. R. y Rodríguez-Espejo, Y. M.

DISPONIBILIDAD DE DATOS DEPOSITADOS

Universidad Nacional de San Martin, Repositorio Digital de Ciencia Tecnología e Innovación de acceso abierto UNSM Link de Seguimiento de Tesis: <https://hdl.handle.net/11458/6587>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Ochoa, A., Barrios Rodríguez, A., Simonsen Cavanzo, E., & Tejeda SantaMaría, S. (2019). Identificación morfológica, fisiológica y molecular de levaduras del género *saccharomyces* para la elaboración de cerveza. *Mente Joven*, 8, 55–64.
- Burgos Montañez, L. J. (2020). Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico. *Questionar: Investigación Específica*, 7(1), 57–66.

<https://doi.org/10.29097/23461098.308>

Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (M. Education (ed.); McGrawHill). McGrawHill Education.

Gómez Hernández, F. R. (2023). Evaluación del proceso de propagación y fermentación de dos cepas de levadura *Saccharomyces cerevisiae* y su influencia en el perfil sensorial del alcohol obtenido en la primera destilación, en DUSA. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente (A.S.A.)*, 2(21), 25–43. <https://doi.org/http://doi.org/10.5281/zenodo.10389947>

González-Leos, A., Del Angel-Del Angel, J. A., González-Castillo, J. L., Rodríguez-Durán, N., & Bustos-Vázquez, G. (2017). Evaluación de levaduras nativas productoras de etanol presentes en el bagazo de caña de azúcar. *CienciaUAT*, 11(2), 80. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v11i2.791>

Grijalva-Vallejos, N., Aranda, A., & Matallana, E. (2020). Evaluation of yeasts from Ecuadorian chicha by their performance as starters for alcoholic fermentations in the food industry. *International Journal of Food Microbiology*, 317, 108462. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108462>

Huerta-Conde, J. A., Schorr-Galindo, S., Figueroa-Hernández, C., Hernández-Estrada, Z. J., Suárez-Quiroz, M. L., & González-Rios, O. (2020). Isolation of autochthonous microorganisms to formulate a defined inoculum for small-scale cocoa fermentation. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(1), 241–257. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Bio1869>

Lara Utama, G., Sidabutar, F., Felina, H., Wahyudha Wira, D., & Lobo Balia, R. (2019). The utilization of fruit and vegetable wastes for bioethanol production with the inoculation of indigenous yeasts consortium. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(2), 264–270.

León-Teutli, A. K., Hernández-Iturriaga, M., Miranda-Castilleja, D. E., Aldrete-Tapia, J. A., Soto-Muñoz, L., & Martínez-Peniche, R. Á. (2020). Selection of native yeasts for the production of sparkling ciders from apple varieties established in Querétaro, Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 26(1), 29–47. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2019.06.010>

Mančić, S., Danilović, B., Malićanin, M., Stamenković Stojanović, S., Nikolić, N., Lazić, M., & Karabegović, I. (2021). Fermentative Potential of Native Yeast *Candida famata* for Prokupac Grape Must Fermentation. *Agriculture*, 11(4), 358. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040358>

Martín Sánchez, E. (2020). *Oportunidad comercial de bioetanol al mercado peruano*. Universidad Militar Nueva Granada.

Miño Valdés, J. E., Martos Actis, M. A., Herrera Garay, J. L., & González Suarez, E. (2015). Fermentación alcohólica con mosto de uva niágara rosada y levaduras de la misma fruta. *Centro Azúcar*, 42(2).

Miranda-Castilleja, D. E., Ortiz-Barrera, E., Arvizu-Medrano, S. M., Ramiro-Pacheco, J., Aldrete-Tápia, J. A., & Martínez-Peniche, R. Á. (2015). Aislamiento, selección e identificación de levaduras *saccharomyces* spp. nativas de viñedos en querétaro, méxico. *Agrociencia*.

Pacheco Canales, Y. R. (2019). Evaluación de la política pública sobre bioetanol como combustible en Perú, 2003-2019. *Semestre Económico*, 22(53), 127–162. <https://doi.org/10.22395/seec.v22n53a6>

Poblete, I., Lanino, M., Sepúlveda, B., & Wedeles, A. (2024). Cepa Tamarugal: proceso de vinificación con levaduras nativas y comerciales, Pampa del Tamarugal, desierto de Atacama. *Idesia (Arica)*, 42(1), 71–79. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292024000100071>

Quintana Díaz, A., Villanueva Tarazona, E. E., Alvarado Salinas, P. A., & Llenque Díaz, L. A. (2018). Selección de levaduras nativas productoras de etanol a partir de “chicha de jora” elaborada artesanalmente en el distrito de Santiago de Chuco, La Libertad-Perú. *Revista de Investigación Científica (REBIOL)*, 37(2), 27–35.

Robles Castillo, H., Miranda Chávez, H., & Lora Cahuas, C. (2012). Aislamiento de levaduras productoras de etanol a partir de chicha de jora del Mercado “Mayorista” de Trujillo (Perú). *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Biológicas*.

Romero Isaza, S. P., Suárez Quiroz, M. L., González Ríos, O., Hernández Estrada, Z. J., & Figueroa Hernández, C. Y. (2025). Potencial de las levaduras autóctonas del café como cultivos iniciadores para el proceso de fermentación de la masa madre Dr. Oscar González Ríos Dr. Oscar González Ríos Dra. Mirna L. Suárez Quiroz Dra. Mirna L. Suárez Quiroz M.C. Sara Paola Romero Isaza M.C. Sara Pao. PKP.

Sosa-Aguirre, C. R., Campos-García, J., Mejia-Barajas, J. A., García-Hernández, D., & Santiago-Barajas, C. I. (2024). Fermentación alcohólica de guayaba (*Psidium guajava L.*) por *Kluyveromyces marxianus*. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 12(23), 104–110. <https://doi.org/10.29057/icbi.v12i23.12017>

Urtubia, A., Franco, W., De Lecco, C. C., Benavides, S., & Durán, A. (2023). Impacto de levaduras autóctonas no *Saccharomyces* en la reducción de etanol y perfil químico del vino chileno Sauvignon blanc. *BIO Web of Conferences*, 56, 02018. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20235602018>

Vera Macaya, D. L. (2020). Levaduras autóctonas y su potencial biotecnológico. *Repositorio Bibliográfico Biocultural*.

ANEXOS

Anexo A.1. Base de datos del registro de parámetros en la evaluación de la capacidad fermentativa de levaduras

| | Fuente | Código Levadura | Tiempo (h) | Biomasa (DO) | Grados brix (Brix) | Absorbancia azúcares reductores (AR) | CO2 (ml) |
|----|----------------------|-----------------|------------|--------------|--------------------|--------------------------------------|----------|
| 1 | Taperiba | TP5A | 0 | 1,5 | 5 | 1,531 | 0 |
| 2 | Taperiba | TP5B | 0 | 2,4 | 5 | 1,205 | 0 |
| 3 | Taperiba | TP5C | 0 | 2,3 | 5 | 1,290 | 0 |
| 4 | Masato | MS2WA | 0 | 2,1 | 5 | 0,776 | 0 |
| 5 | Masato | MS2WB | 0 | 2,0 | 5 | 1,040 | 0 |
| 6 | Masato | MS2WC | 0 | 2,1 | 5 | 0,705 | 0 |
| 7 | <i>S. cerevisiae</i> | SCA | 0 | 1,4 | 5 | 0,785 | 0 |
| 8 | <i>S. cerevisiae</i> | SCB | 0 | 1,5 | 5 | 0,840 | 0 |
| 9 | <i>S. cerevisiae</i> | SCC | 0 | 1,5 | 5 | 0,688 | 0 |
| 10 | Taperiba | TP5A | 12 | 5,4 | 4,5 | 1,191 | 140 |
| 11 | Taperiba | TP5B | 12 | 5,7 | 4,0 | 0,916 | 158 |
| 12 | Taperiba | TP5C | 12 | 5,3 | 4,3 | 0,926 | 92 |
| 13 | Masato | MS2WA | 12 | 3,4 | 5,0 | 0,454 | 8 |
| 14 | Masato | MS2WB | 12 | 2,2 | 5,0 | 0,443 | 4 |
| 15 | Masato | MS2WC | 12 | 2,1 | 5,0 | 0,436 | 8 |
| 16 | <i>S. cerevisiae</i> | SCA | 12 | 2,3 | 5,0 | 0,443 | 1 |
| 17 | <i>S. cerevisiae</i> | SCB | 12 | 2,4 | 5,0 | 0,421 | 2 |
| 18 | <i>S. cerevisiae</i> | SCC | 12 | 2,7 | 5,0 | 0,508 | 1 |
| 19 | Taperiba | TP5A | 24 | 6,1 | 3,2 | 0,865 | 298 |
| 20 | Taperiba | TP5B | 24 | 6,8 | 2,7 | 0,809 | 220 |
| 21 | Taperiba | TP5C | 24 | 7,0 | 3,1 | 0,906 | 269 |

| | | | | | | | |
|----|----------------------|-------|----|-----|-----|-------|-----|
| 22 | Masato | MS2WA | 24 | 5,9 | 4,5 | 0,428 | 80 |
| 23 | Masato | MS2WB | 24 | 5,6 | 4,5 | 0,380 | 84 |
| 24 | Masato | MS2WC | 24 | 6,3 | 4,4 | 0,378 | 64 |
| 25 | <i>S. cerevisiae</i> | SCA | 24 | 4,1 | 4,8 | 0,345 | 122 |
| 26 | <i>S. cerevisiae</i> | SCB | 24 | 4,0 | 4,2 | 0,361 | 124 |
| 27 | <i>S. cerevisiae</i> | SCC | 24 | 3,1 | 4,8 | 0,455 | 68 |
| 28 | Taperiba | TP5A | 36 | 8,2 | 2,5 | 0,691 | 124 |
| 29 | Taperiba | TP5B | 36 | 8,7 | 2,2 | 0,648 | 100 |
| 30 | Taperiba | TP5C | 36 | 8,0 | 2,5 | 0,643 | 102 |
| 31 | Masato | MS2WA | 36 | 6,2 | 3,5 | 0,374 | 134 |
| 32 | Masato | MS2WB | 36 | 6,9 | 3,6 | 0,372 | 120 |
| 33 | Masato | MS2WC | 36 | 6,6 | 3,9 | 0,372 | 114 |
| 34 | <i>S. cerevisiae</i> | SCA | 36 | 4,4 | 4,5 | 0,319 | 90 |
| 35 | <i>S. cerevisiae</i> | SCB | 36 | 4,8 | 4,5 | 0,306 | 136 |
| 36 | <i>S. cerevisiae</i> | SCC | 36 | 4,5 | 4,5 | 0,299 | 26 |
| 37 | Taperiba | TP5A | 48 | 9,9 | 2,0 | 0,606 | 40 |
| 38 | Taperiba | TP5B | 48 | 9,0 | 2,0 | 0,602 | 40 |
| 39 | Taperiba | TP5C | 48 | 7,9 | 2,0 | 0,582 | 56 |
| 40 | Masato | MS2WA | 48 | 6,9 | 2,6 | 0,366 | 180 |
| 41 | Masato | MS2WB | 48 | 7,7 | 3,0 | 0,340 | 168 |
| 42 | Masato | MS2WC | 48 | 8,1 | 3,0 | 0,325 | 180 |
| 43 | <i>S. cerevisiae</i> | SCA | 48 | 5,2 | 4,3 | 0,297 | 76 |
| 44 | <i>S. cerevisiae</i> | SCB | 48 | 5,8 | 4,3 | 0,299 | 70 |
| 45 | <i>S. cerevisiae</i> | SCC | 48 | 5,2 | 4,3 | 0,277 | 16 |
| 46 | Taperiba | TP5A | 60 | 9,5 | 1,8 | 0,583 | 0 |
| 47 | Taperiba | TP5B | 60 | 8,9 | 1,9 | 0,567 | 0 |
| 48 | Taperiba | TP5C | 60 | 8,4 | 1,8 | 0,457 | 0 |
| 49 | Masato | MS2WA | 60 | 7,7 | 2,0 | 0,318 | 150 |
| 50 | Masato | MS2WB | 60 | 7,7 | 2,3 | 0,270 | 128 |
| 51 | Masato | MS2WC | 60 | 8,2 | 2,3 | 0,257 | 148 |
| 52 | <i>S. cerevisiae</i> | SCA | 60 | 5,8 | 4,0 | 0,241 | 68 |
| 53 | <i>S. cerevisiae</i> | SCB | 60 | 6,1 | 4,0 | 0,274 | 70 |
| 54 | <i>S. cerevisiae</i> | SCC | 60 | 6,3 | 4,0 | 0,237 | 0 |
| 55 | Taperiba | TP5A | 72 | 9,0 | 1,5 | 0,367 | 0 |
| 56 | Taperiba | TP5B | 72 | 8,6 | 1,7 | 0,342 | 0 |
| 57 | Taperiba | TP5C | 72 | 9,2 | 1,3 | 0,299 | 0 |
| 58 | Masato | MS2WA | 72 | 8,0 | 2,1 | 0,244 | 102 |
| 59 | Masato | MS2WB | 72 | 9,1 | 2,1 | 0,232 | 76 |
| 60 | Masato | MS2WC | 72 | 8,3 | 2,7 | 0,156 | 102 |
| 61 | <i>S. cerevisiae</i> | SCA | 72 | 6,9 | 3,8 | 0,211 | 60 |
| 62 | <i>S. cerevisiae</i> | SCB | 72 | 6,5 | 3,6 | 0,217 | 40 |
| 63 | <i>S. cerevisiae</i> | SCC | 72 | 6,9 | 4,0 | 0,200 | 0 |