

TRABAJO

POTENCIAL ENOLÓGICO DE LAS LEVADURAS AUTÓCTONAS PARA LA ELABORACIÓN DE VINO EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA

ENOLOGICAL POTENTIAL OF INDIGENOUS YEASTS FOR WINEMAKING IN THE QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA

Cruz, F.¹, Ortega A.^{1*}, Burgos, C.¹, Peynado, M.¹, Causarano, M.¹, Avalos, L.¹, Cruz, E.¹, Balderrama, G.¹, Trejo, R.¹ y Estrada, E.¹

¹ Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47 San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. C.P. 4600

***Autor para correspondencia:**

ortegamariadelosangeles@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:

Junio 2026

Historial:

Recibido: Octubre 2025

Aceptado: Abril 2026

RESUMEN

A medida que aumenta el interés por la producción de bebidas locales y sostenibles, la elaboración de vino con levaduras autóctonas podría representar un enfoque equilibrado, entre lo innovador y lo auténtico, para la vitivinicultura de nuestra región. El presente trabajo tuvo como objetivos elaborar vinos con levaduras autóctonas en condiciones de bodega, evaluar su calidad fisicoquímica y diagnosticar las Buenas Prácticas Enológicas. Se elaboraron vinos con uvas de la variedad Malbec recolectadas en la vendimia 2023, fermentados con una levadura autóctona del género *Saccharomyces* (MP27), en dos Bodegas ubicadas en la localidad de Tilcara y Tumbaya pertenecientes a la Quebrada de Humahuaca, Jujuy. Se realizaron análisis físico químicos mediante métodos convencionales oficiales de los vinos elaborados para determinar su aptitud, y análisis sensorial para establecer su aceptación mediante una cata a ciegas. Además, para las inspecciones higiénico sanitarias se empleó una lista de chequeo adaptada de la resolución 17/10 del INV y la "Guía para la Aplicación de Buenas Prácticas de manufacturas en Bodegas". Los vinos elaborados presentaron aptitud fisicoquímica, con un pH 3,70, acidez total 5,85 g/L, grado alcohólico 12% v/v, azúcares reductores 4,45 g/L, dióxido de azufre libre 18,25 mg/L y acidez volátil 0,48 g/L. El 60% de los consumidores prefirió los vinos elaborados con la levadura autóctona. Se observaron deficiencias higiénico sanitarias principalmente en la variable manipulador de alimentos. Estas levaduras podrían generar un carácter regional único que permitirá a los viticultores adaptar los vinos locales a un mercado tan exigente como el actual.

Palabras claves: levaduras autóctonas, prácticas enológicas, Jujuy, vinos de altura.

SUMMARY

As interest in local and sustainable beverage production grows, winemaking with indigenous yeasts may represent a balanced approach combining

innovation with authenticity for the viticulture of our region. This study aimed to produce wines using indigenous yeasts under winery conditions, evaluate their physicochemical quality and consumer acceptability, and assess Good Winemaking Practices. Wines were produced using Malbec grapes harvested during the 2023 vintage and fermented with an indigenous yeast strain from the *Saccharomyces* genus (MP27) in two wineries located in the towns of Tilcara and Tumbaya, in the Quebrada de Humahuaca, Jujuy. Physicochemical analyses were conducted using official standard methods to determine wine suitability, and sensory evaluations were carried out through blind tastings to assess consumer preferences. Hygienic-sanitary inspections were conducted using a checklist adapted from INV Resolution 17/10 and the "Guide for the Implementation of Good Manufacturing Practices in Wineries." The wines obtained showed appropriate physicochemical parameters, with a pH of 3.70, total acidity of 5.85 g/L, alcohol content of 12% v/v, reducing sugars at 4.45 g/L, free sulfur dioxide at 18.25 mg/L, and volatile acidity of 0.48 g/L. Sixty percent of tasters preferred the wines fermented with the indigenous yeast. Hygienic deficiencies were primarily observed in the food handler practices. These indigenous yeasts may contribute to the development of a unique regional character, allowing local winemakers to craft wines that can stand out in today's highly demanding market.

Keywords: high-altitude wines, indigenous yeasts, Jujuy, oenological practices.

INTRODUCCIÓN

La vitivinicultura argentina ha evolucionado significativamente, incorporando tecnología y extendiéndose a nuevas regiones. Allí, el cultivo de vid y la elaboración de vinos de altura son actividades emergentes (Alfaro, 2022).

La Quebrada de Humahuaca con Indicación Geográfica (IG). Res. 39/ 2015 I.N.V., produjo en septiembre del 2022, 18 ha, de las cuales 15 ha son partes de distintas bodegas, en un intervalo de 50 km a lo largo de la Ruta Nacional 9, a una distancia máxima de 5 km del camino asfaltado principal. En ella, predominan la variedad Malbec, que aporta el 50% de la producción, complementada por, las variedades, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Merlot, y Syrah (I.N.V, 2022). La variedad Malbec (*Vitis vinifera* L.) es considerada la uva tinta emblemática de la Argentina y se caracteriza por ser un cultivar exigente, respecto a las condiciones agroecológicas de las zonas de producción y al manejo del viñedo (Rodríguez, 2011).

Las vinificaciones de la Quebrada se realizan con levaduras comerciales, que favorecen un inicio rápido de la fermentación y garantizan el máximo consumo de azúcares fermentables, minimizando los problemas de fermentación facilitando la obtención de un producto final uniforme (Torija, 2002).

Estas prácticas tienen efectos negativos sobre la biodiversidad de las levaduras autóctonas presentes en las bodegas y viñedos. Las levaduras comerciales pueden competir y eliminar las cepas autóctonas (Santamaria *et al.*, 2013), afectando la tipicidad regional del producto.

En este contexto, las levaduras autóctonas, adaptadas al microambiente local, ofrecen una alternativa viable para realzar las características sensoriales únicas de los vinos (Di Maro, Ercolini y Coppola, 2007).

En la provincia de Jujuy las bodegas artesanales demandan las medidas sanitarias necesarias para garantizar la ausencia de alteraciones que afecten organolépticamente al vino, mediante Resolución N° C. 14/2019 del Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV, 2019), estableciendo condiciones específicas para producciones menores a 25.000 litros anuales. Sin embargo, los responsables de muchos emprendimientos rurales no tienen un conocimiento sólido de las prácticas sanitarias que se pueden aplicar para garantizar la inocuidad alimentaria (Arispe y Tapia, 2007)

Este estudio busca evaluar el potencial enológico de levaduras autóctonas en condiciones reales de bodega, comparando los resultados fisicoquímicos y sensoriales de los vinos obtenidos, y realizar un diagnóstico sobre las prácticas enológicas empleadas en las bodegas artesanales de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron uvas de la especie *Vitis vinífera*, de la variedad Malbec de los viñedos pertenecientes a un productor de Tilcara y otro en Tumbaya de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy.

Para realizar las fermentaciones se utilizó la levadura autóctona *Saccharomyces cerevisiae* (MP27), seleccionada por el Laboratorio de Microbiología Enológica (FCA-UNJu).

Para las vinificaciones en las bodegas, en principio se elaboraron pie de cuba con mosto pasteurizado, la levadura se inoculó en una concentración de 1×10^6 UFC/mL, se incubó a 25 °C por 5 días. Luego este pie de cuba fue transportado hacia las bodegas para realizar vinos en el lugar. Debido a la limitada disponibilidad de materia prima, característica de la producción artesanal de los productores de la Quebrada de Humahuaca, no fue posible disponer de una cantidad suficiente de uvas para realizar fermentaciones por triplicado.

Se realizó un monitoreo de los parámetros químicos del mosto durante el proceso de vinificación, evaluando el pH por potenciometría y acidez total mediante una titulación ácido-base, según lo dispuesto por el Instituto Nacional de Vitivinicultura, y se tomaron como referencias sus valores (Nazralla, Paladino, Vila y Lucero, 2009). Una vez terminada la elaboración de vinos, estos fueron conservados en condiciones de refrigeración por un mes, para luego efectuar los análisis físico químicos de pH por potenciometría, acidez total mediante titulación ácido-base, grado alcohólico por destilación, azúcares reductores por el método Fehling Causse-Bonnans, dióxido de azufre (SO_2) libre y acidez volátil por titulación tomando como referencia los valores dispuestos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV).

Para determinar la aceptabilidad de los vinos elaborados se realizó una prueba de preferencia entre 50 jueces evaluadores, no entrenados, con una escala hedónica de 9 puntos (Ennis, 1993).

Para la inspección sanitaria se empleó como instrumento de evaluación una lista de chequeo, adaptada de la resolución 17/10 del Instituto Nacional de Vitivinicultura y la “Guía para la aplicación de Buenas Prácticas de manufacturas en Bodegas”, ajustando los ejes de observación a la envergadura de los establecimientos. Cada ítem fue clasificado según un criterio binario de cumplimiento (cumple/no cumple).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinética de crecimiento de las levaduras autóctonas en el pie de cuba

Los niveles poblacionales de levaduras autóctonas en el pie de cuba, desde el día 0 al día 4, fueron desde 1×10^6 a 2×10^8 UFC/mL (6,00 – 8,30 Log₁₀ UFC/mL). Se observó un crecimiento exponencial, sin una etapa visible de latencia, estos resultados concuerdan con el trabajo realizado por (Canónico, Agarbati, Comitini & Ciani, 2022), en bodegas de Italia, donde se evidenciaron que las fermentaciones

inoculadas con *S. cerevisiae*, produjeron una biomasa de 1×10^7 UFC/mL, manteniendo esos valores hasta el final de la fermentación (Grafico 1).

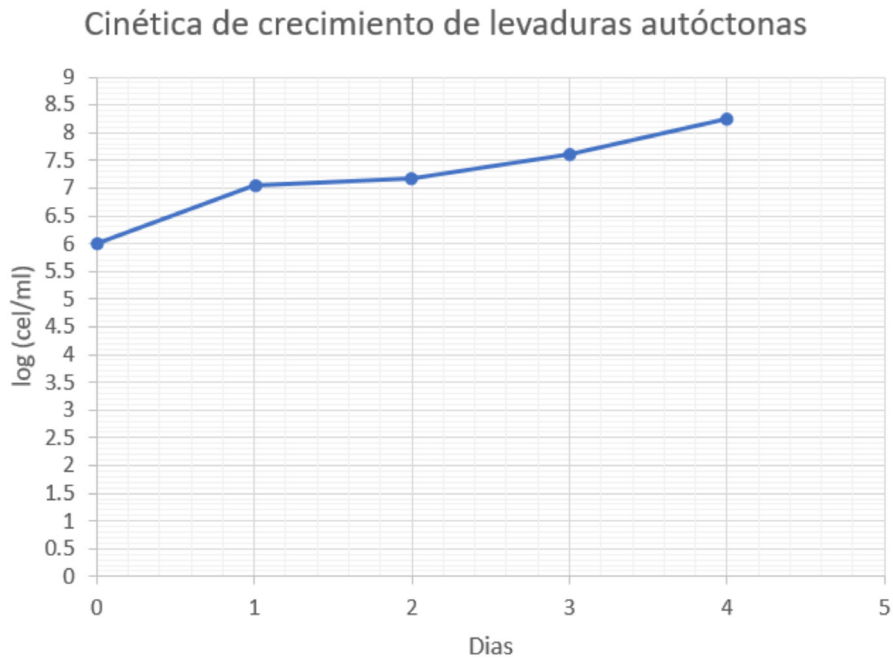


Gráfico 1: Cinética de crecimiento de levaduras autóctonas en pie de cuba.

Parámetros químicos de los vinos terminados

Los vinos obtenidos presentaron valores que se encuentran dentro los parámetros establecidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) (Tabla 1). En cuanto a las diferencias observadas en los valores de acidez entre las fermentaciones, la menor acidez total registrada en el vino elaborado en Tilcara podría atribuirse a la ocurrencia de una fermentación maloláctica, proceso que habría promovido la conversión del ácido málico en ácido láctico. Asimismo, una mayor precipitación del ácido tartárico, favorecida por la liberación de potasio por parte de las levaduras durante la fermentación, también podría haber contribuido a la disminución de la acidez (Tufariello, Maiorano, Rampino y Capozzi, 2019). El uso de levaduras autóctonas demostró potencial para la elaboración de vinos, en consonancia con lo observado en este estudio, investigaciones previas llevadas a cabo en regiones vitivinícolas consolidadas, como el trabajo de Tufariello, *et al.*, (2019) en Apulia, Italia, reportaron el aislamiento y caracterización de cepas autóctonas de *Saccharomyces cerevisiae* con aptitudes tecnológicas relevantes para la fermentación alcohólica.

Tabla 1: Parámetros químicos de los vinos.

Parámetros Bodega	"Tumbaya"	"Tilcara"
pH	3,6	3,8
Acidez total g/L	6,9	4,5
Grado Alcohólico % V/V	12	12

Azúcares Reductores g/L	4,05	2,85
Dióxido de Azufre libre mg/L	17,3	19,2
Acidez Volátil g/L	0,52	0,44

Parámetros establecidos para vino según la OIV: pH: 3,3-3,5, acidez total 4,5-7 g/L, acidez volátil 0,2-0,6 g/L; grado alcohólico $\geq 8,5$ % v/v; SO₂ ≤ 20 mg/L y azúcares reductores: ≤ 4 .

Prueba de aceptabilidad

Los resultados hallados en la prueba de aceptabilidad, se detallan en el Gráfico 2. Del 100% de los evaluadores un 60% sostuvieron que el vino elaborado con levaduras autóctonas presenta atributos sensoriales, agradables, bastante agradable y muy agradable.

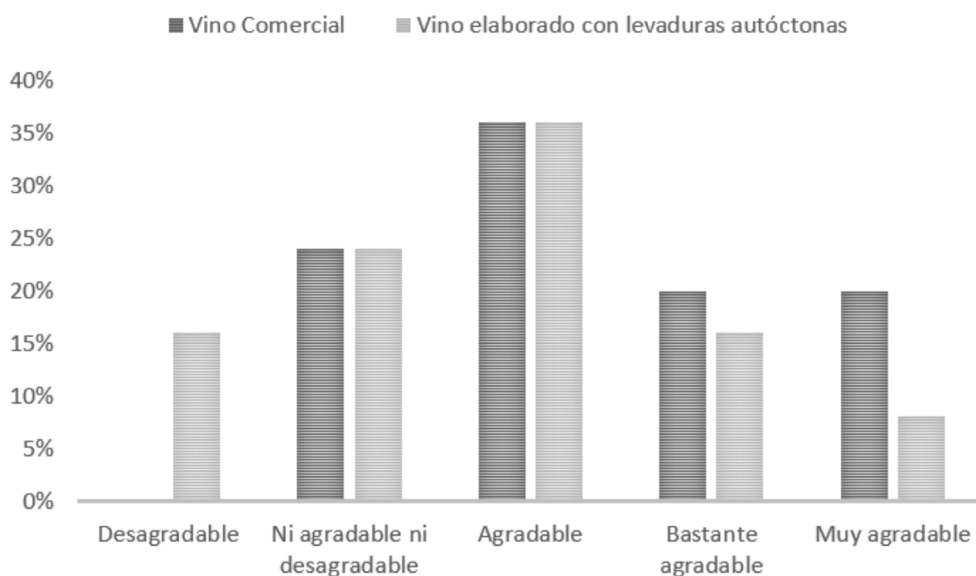


Gráfico 2: Porcentaje de aceptabilidad de ambos vinos.

Diagnóstico de Buenas Prácticas Enológicas de Saneamiento

Los aspectos relevantes del diagnóstico sanitario realizado en bodegas de la Quebrada de Humahuaca muestran que, en las áreas externas, las actividades vitícolas y enológicas no están separadas por medio físicos. (I.N.V. Res. N° C. 14/2018). También se registra presencia de plagas animales: Aves (*Phrygilus atriceps*, *Phytotoma rutila*) que se alimentan de las bayas (Camperi, Darrieu, Grilli y Burgos, 2012) y actúan de vectores contaminantes del mosto (Pardo, 2022).

En las áreas internas tampoco hay distribución física de espacios, se disponen todos los elementos en un espacio común, aumentando los riesgos de contaminación cruzada, por la carga microbiana natural de la pruina (Hidalgo, 2003). Las instalaciones rusticas promueven los riesgos de contaminaciones físicas (Mortimore y Wallace, 2018).

Los equipos de bodega prescinden de protocolos de limpieza (Res. N° 233/98 del SENASA), realizando

solo el enjuague con agua potable luego de su uso. En las labores agropecuarias, el empleo de agua “superficial” promueve la presencia de metales pesados como el arsénico, que se presenta como un contaminante natural de la zona y llega a la misma por filtración de suelos y rocas, (Steinmetz y Diaz, 2018) actuando como vector contaminante en el viñedo, el mosto, el vino, y los consumidores (Meliker, Wahl, Cameron y Nriagu 2007).

El personal encargado de la elaboración cuenta con capacitación sobre buenos hábitos y manipulación higiénica, sin embargo, se prescinde de ropa protectora, calzado adecuado y cubreboca.

Esta información resalta la necesidad de implementar planes de mejora focalizados, que garanticen la inocuidad del vino elaborado y permitan cumplir con las normativas sanitarias vigentes, sin comprometer la calidad ni la identidad regional de los productos.

CONCLUSIÓN

El presente estudio demuestra que la utilización de levaduras autóctonas en la elaboración de vinos por pequeños productores de la Quebrada de Humahuaca es eficaz, tanto desde el punto de vista enológico como sensorial. Los vinos obtenidos no solo cumplieron con los parámetros fisicoquímicos establecidos, sino que también mostraron una aceptación del 60 % entre los consumidores.

El relevamiento de prácticas enológicas evidenció aspectos críticos a mejorar, como la higiene en la manipulación, la estandarización de procesos y el control microbiológico. Esta información resulta clave para orientar intervenciones que garanticen la calidad sanitaria y organoléptica de los vinos de la región.

La producción con levaduras autóctonas se presenta como una alternativa sustentable y de identidad regional para la vitivinicultura local. Si bien los resultados a escala de bodega son prometedores, se requieren estudios a escala industrial que permitan confirmar el potencial enológico de estas levaduras a mayor escala.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, L. (2022). Crece la vitivinicultura y apuestan a una ruta turística. Diario El Tribuno de Jujuy, San Salvador. <https://eltribunodejujuy.com/nota/2022-6-16-1-0-0-0-crece-la-vitivinicultura-y-apuestan-a-una-ruta-turistica>
- Arispe, I. y Tapia, M. (2007). Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. Agroalim v.12 n.24. Merida 2007.
- Camperi, A., Darrieu, C., Grilli, P. y Burgos, F. (2012). “Avifauna de la provincia de Jujuy, Argentina. Acta Zoológica Lilloana, 56 (1-2), 82-120.
- Canonico L., Agarbati, A., Comitini F., y Ciani, M. (2022). Assessment of Spontaneous Fermentation and Non-Saccharomyces Sequential Fermentation in Verdicchio Wine at Winery Scale. Dipartimento Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italy.
- Di Maro, E., Ercolini, D., y Coppola, S. (2007). Yeast dynamics during spontaneous wine fermentation of the Catalanesca grape. International Journal of Food Microbiology, 117(2), 201- 210.
- Ennis, D. (1993). The power of sensory discrimination methods. Journal of sensory studies, 8(4), 353-370.

- Hidalgo J. (2003). Tratado de Enología Tomo I y II. Ediciones Mundi prensa 1418 pp.
- I.N.V (2019). Resolución 14/2019. (RESOL-2019-14-APN-#MAGYP). Boletín oficial de la República Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolucion-14-2019-33784/texto>
- Meliker, J., Wahl R., Cameron L. y Nriagu J. (2007). Arsenic in drinking water and cerebrovascular disease, diabetes mellitus, and kidney disease in Michigan: a standardized mortality ratio analysis. Environ Health 2007; 6:1-11.
- Mortimore, S. y Wallace, C. (2018) HACCP Enfoque práctico. Zaragoza, España, Acribia S.A. 3º Edición.
- Nazrala, J., Paladino, S., Vila, H. y Lucero, C. (2009). Manual de técnicas analíticas para mostos y vinos. Editorial Ediciones INTA. ISBN 978-987-1623-41-9.
- Pardo R. (2022). "La otra vida que habita en un viñedo". Condé Nast Traveler España. <https://www.traveler.es/articulos/animales-la-otra-vida-que-habita-en-un-viñedo-curiosidades>
- Resolución 233 / 1998 SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIO <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-233-1998-49663/texto>.
- Rodríguez, V. (2011). Los procesos de cambio técnico en la viticultura de Mendoza, Argentina: de la imitación extranjera a la adaptación local, 1890-1920. Naveg@mérica. Revista electrónica de la Asociación Española de Americanistas.
- Santamaria, Pilar, Garijo, P.; Tenorio, C.; López, R. y Gutiérrez, A. (2013) Presencia de levaduras autóctonas en bodegas que practican la inoculación reiterada con levaduras secas activas.
- Steinmetz, L. y Diaz, S. (2018). Estimación de riesgo carcinógeno por exposición crónica al arsénico a través del agua de consumo en la Puna, Jujuy. Revista Argentina De Salud Pública, 9(37), 15-21.
- Torija M.J. (2002). Ecología de levaduras: selección y adaptación a fermentaciones vínicas. Tesis Doctoral. Tarragona, España, Departamento de Bioquímica y Biotecnología, Facultat D'enologia, Universitat Rovira I Virgili 206 pp.
- Tufariello, M., Maiorano, G., Rampino, P., Spano, G., Grieco, F., Perrotta, C., Capozzi, V. (2019). Selection of an autochthonous yeast starter culture for industrial production of Primitivo "Gioia del Colle" PDO/DOC in Apulia (Southern Italy). LWT - Food Science and Technology 99, pp. 188- 196.