



APROVECHAMIENTO DE LA PULPA DE TUNA (*OPUNTIA FICUS-INDICA*) COMO INGREDIENTE TECNOLÓGICO EN LA ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE.

Reyes García I.A., Pascual-Bustamante S., Trejo-Márquez M.A.*

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación y Tecnología. Jiménez Cantú, San Juan Atlámica C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, México. *email: andreatrejo@unam.mx



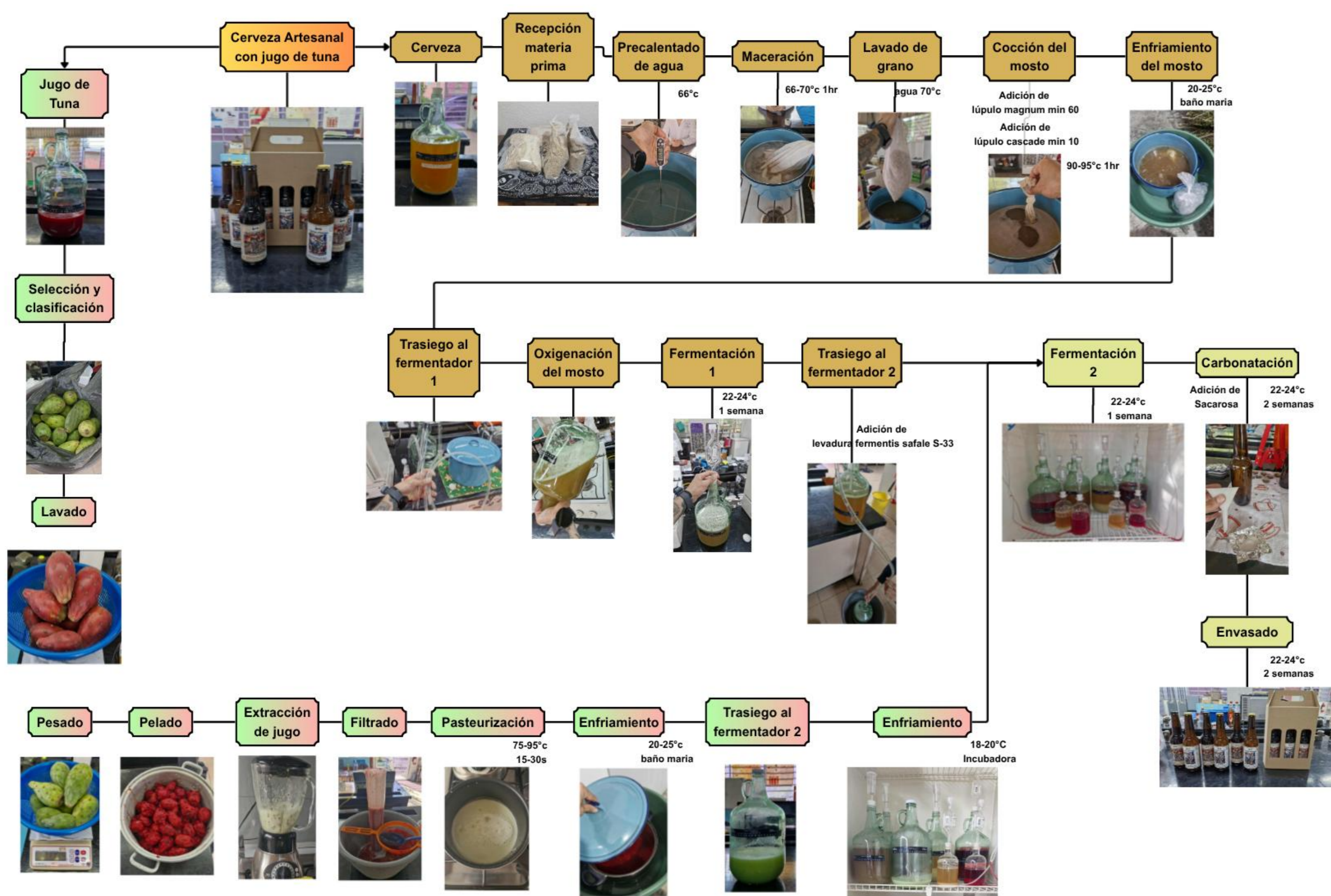
INTRODUCCIÓN

La cerveza es una de las bebidas más antiguas de la humanidad y la primera bebida alcohólica registrada, con presencia histórica en civilizaciones como Mesopotamia, África, Asia y América, donde se elaboraba a partir del cereal disponible en cada región. A lo largo del tiempo, ha diversificado sus estilos sin modificar sus ingredientes básicos: agua, cebada, lúpulo y levadura. En la actualidad, México destaca a nivel internacional como uno de los principales actores de la industria cervecera, ocupando el séptimo lugar en producción, el primero en exportaciones y con presencia en más de 130 países. Paralelamente, el país es el principal productor mundial de tuna (*Opuntia ficus-indica*), fruto endémico de gran valor cultural y productivo.

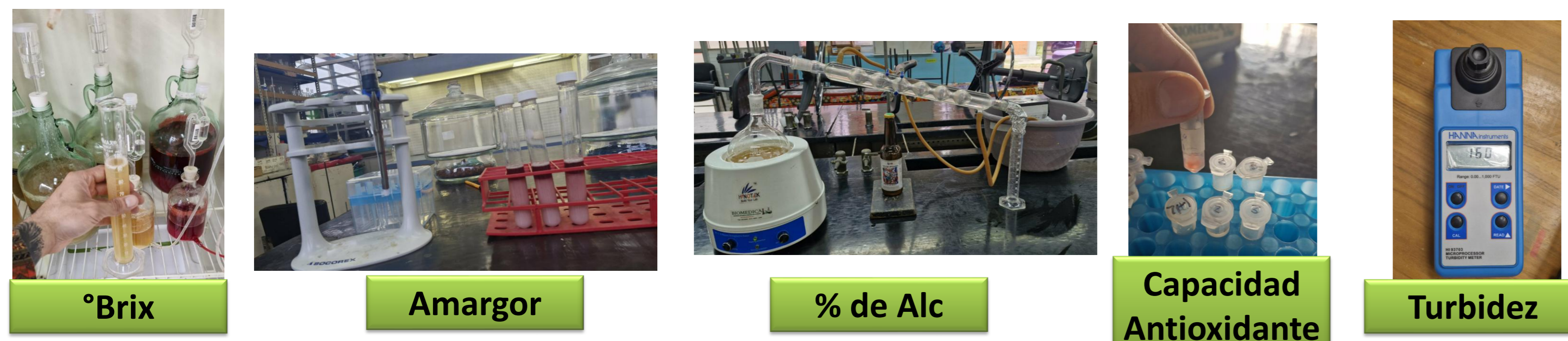
La incorporación de tuna en la elaboración de cerveza representa una oportunidad para integrar identidad regional e innovación tecnológica en el desarrollo de bebidas artesanales. En este contexto, el objetivo del presente trabajo se centra en la elaboración y caracterización de una cerveza tipo Ale adicionada con jugo de tuna, evaluando el efecto de la concentración (hasta 15%) y del tipo de tuna (verde y roja) sobre sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Diagrama de Proceso de Cerveza Artesanal Tipo Ale con Jugo de Tuna (*Opuntia Ficus-Indica*)



Evaluación de las propiedades de la Cerveza



RESULTADOS

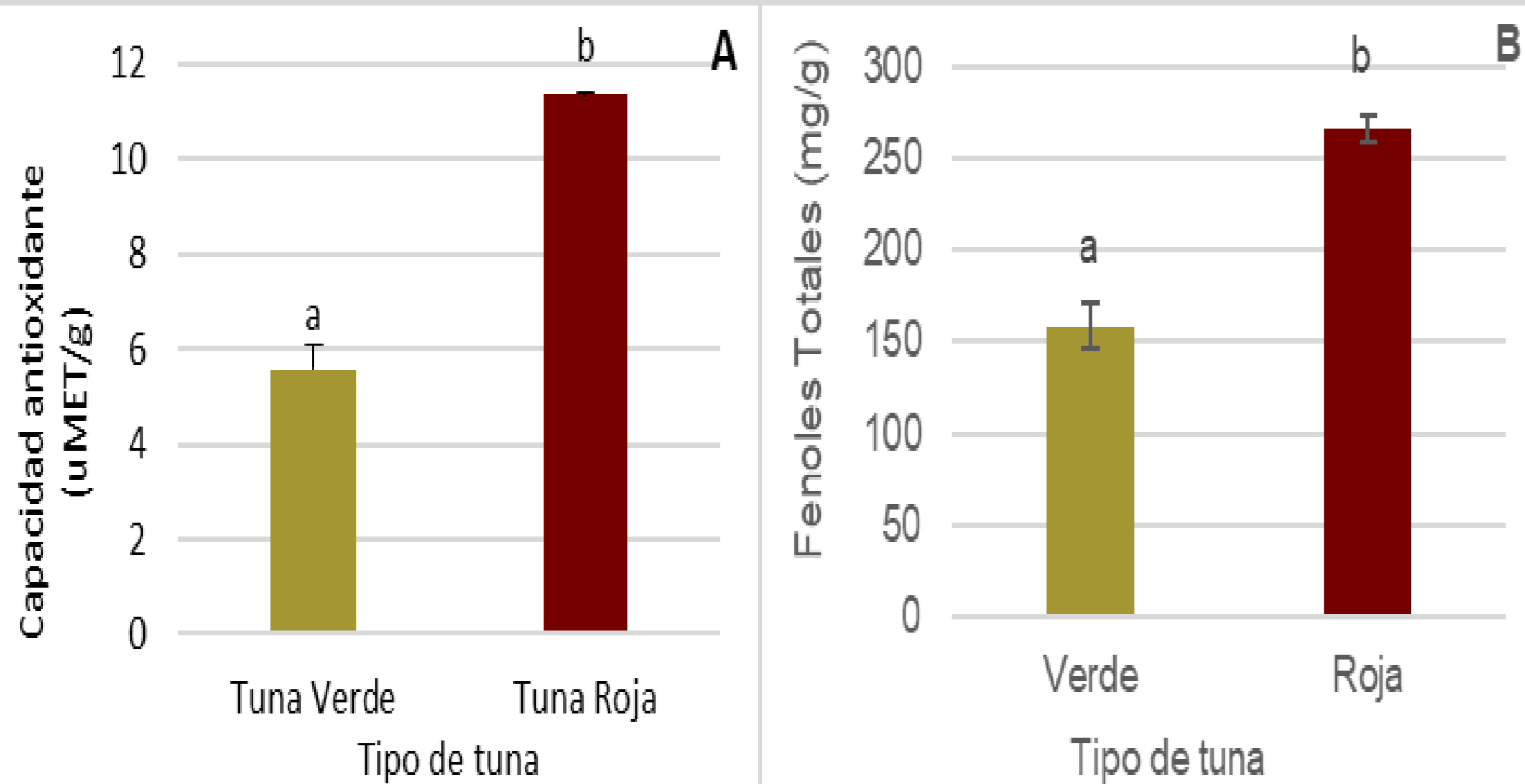


Figura 1. Propiedades químicas; capacidad antioxidante (A) y contenido de fenoles totales (B) de tuna verde y roja

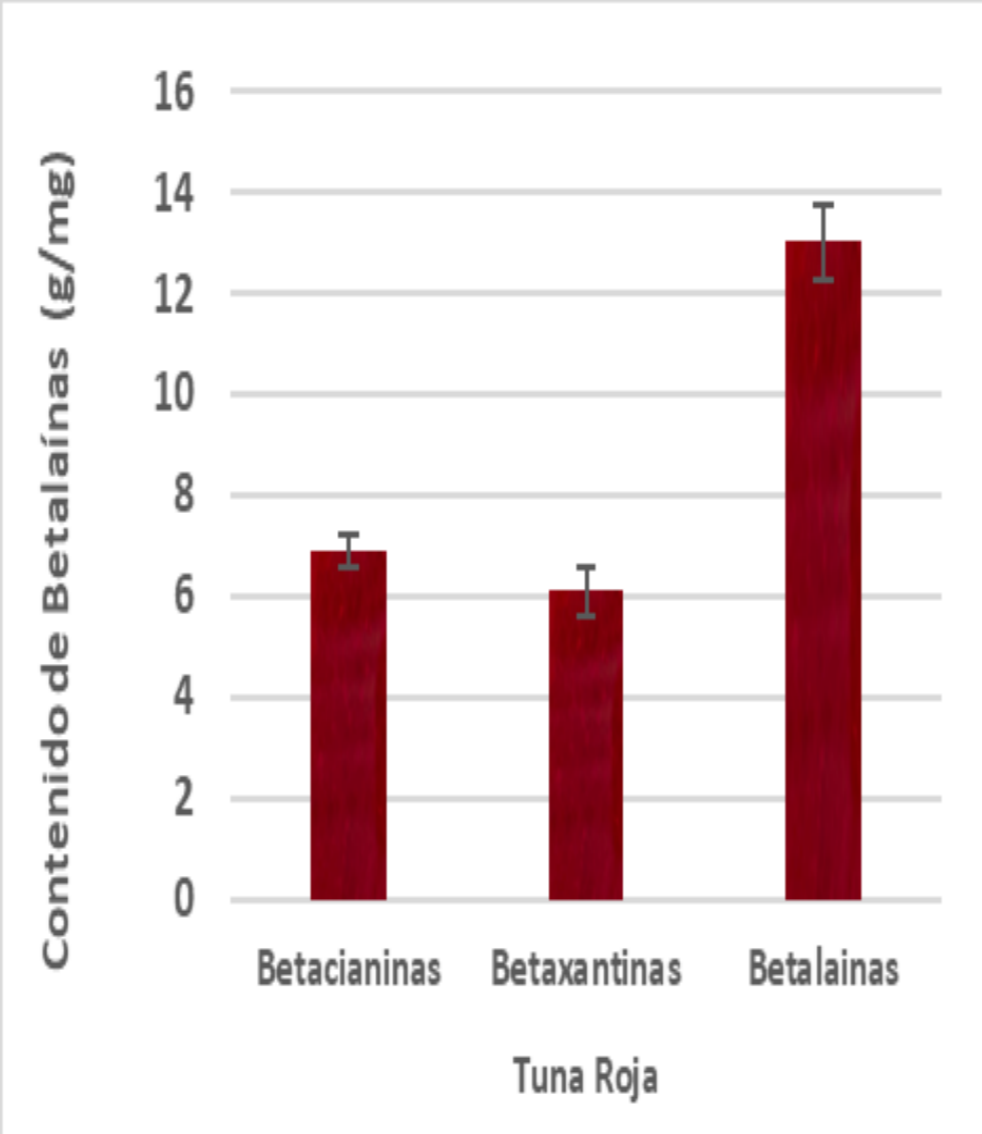


Figura 2. Contenido de betalainas, betacianinas y betaxantinas en pulpa de tuna roja

componente	Tuna Verde	Tuna Roja
pH	6.16 +/- 0.01 a	6.37 +/- 0.04 b
Acidez (% ácido cítrico)	0.07 +/- 0.0001 a	0.05 +/- 0.0001 b
Sólidos solubles (° Bx)	11.1 +/- 0.1 a	13.66 +/- 0.1 b
Croma	37.73 +/- 0.30 b	49.57 +/- 2.58 a
Tono	111.271 +/- 1.728 a	2.86 +/- 1.331 b

Tabla 1. Parámetros físicos y fisicoquímicos de la tuna verde y roja.

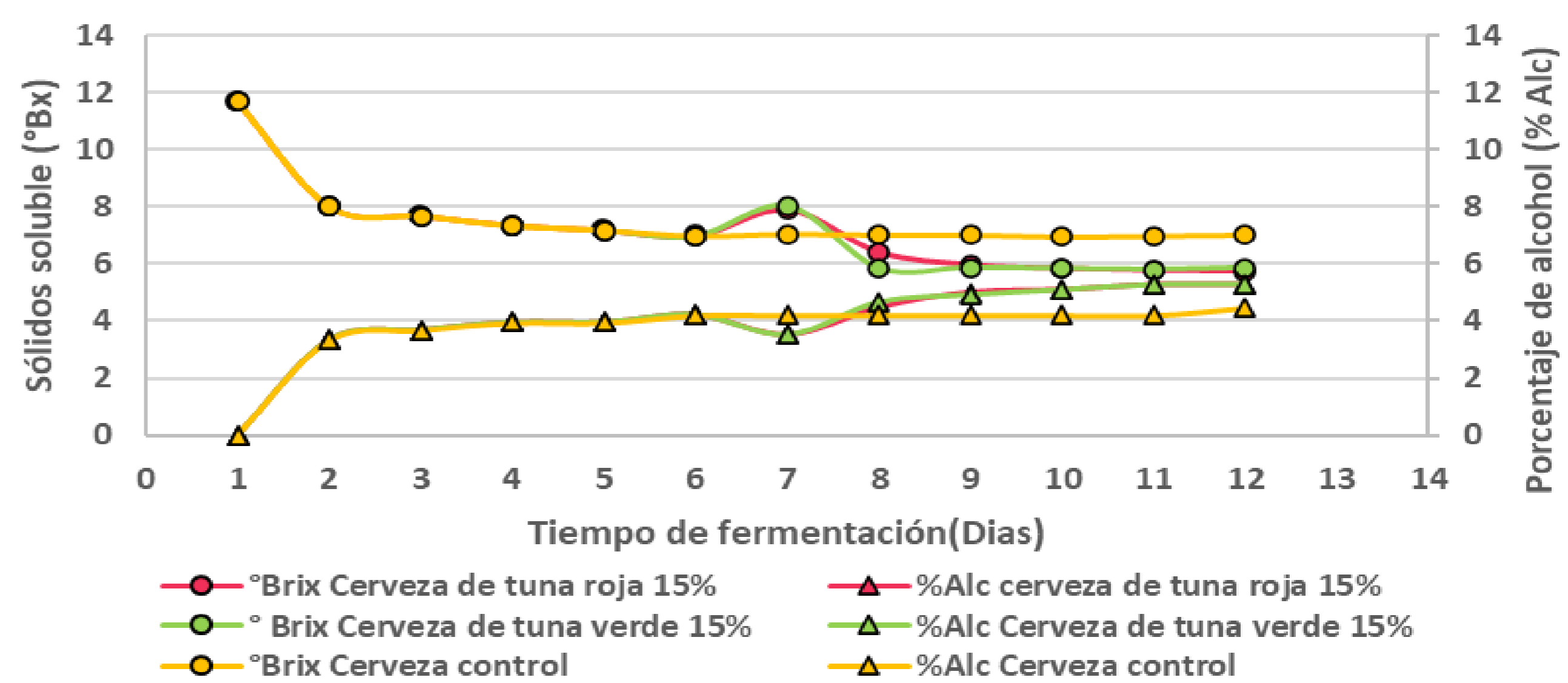


Figura 3. Cinética de fermentación alcohólica de la cerveza control y con jugo de tuna verde y roja al 15% de concentración.

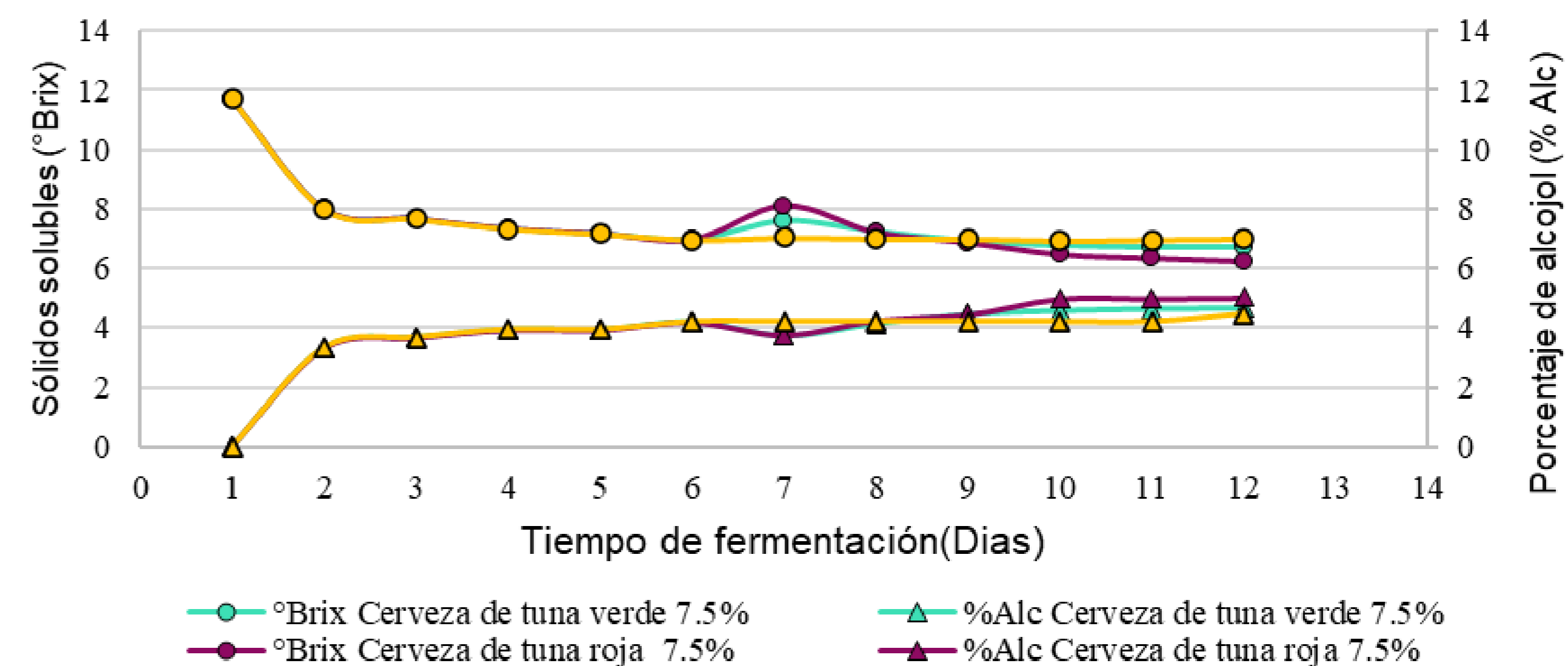


Figura 4. Cinética de fermentación alcohólica de la cerveza control y con jugo de tuna verde y roja al 7.5% de concentración.

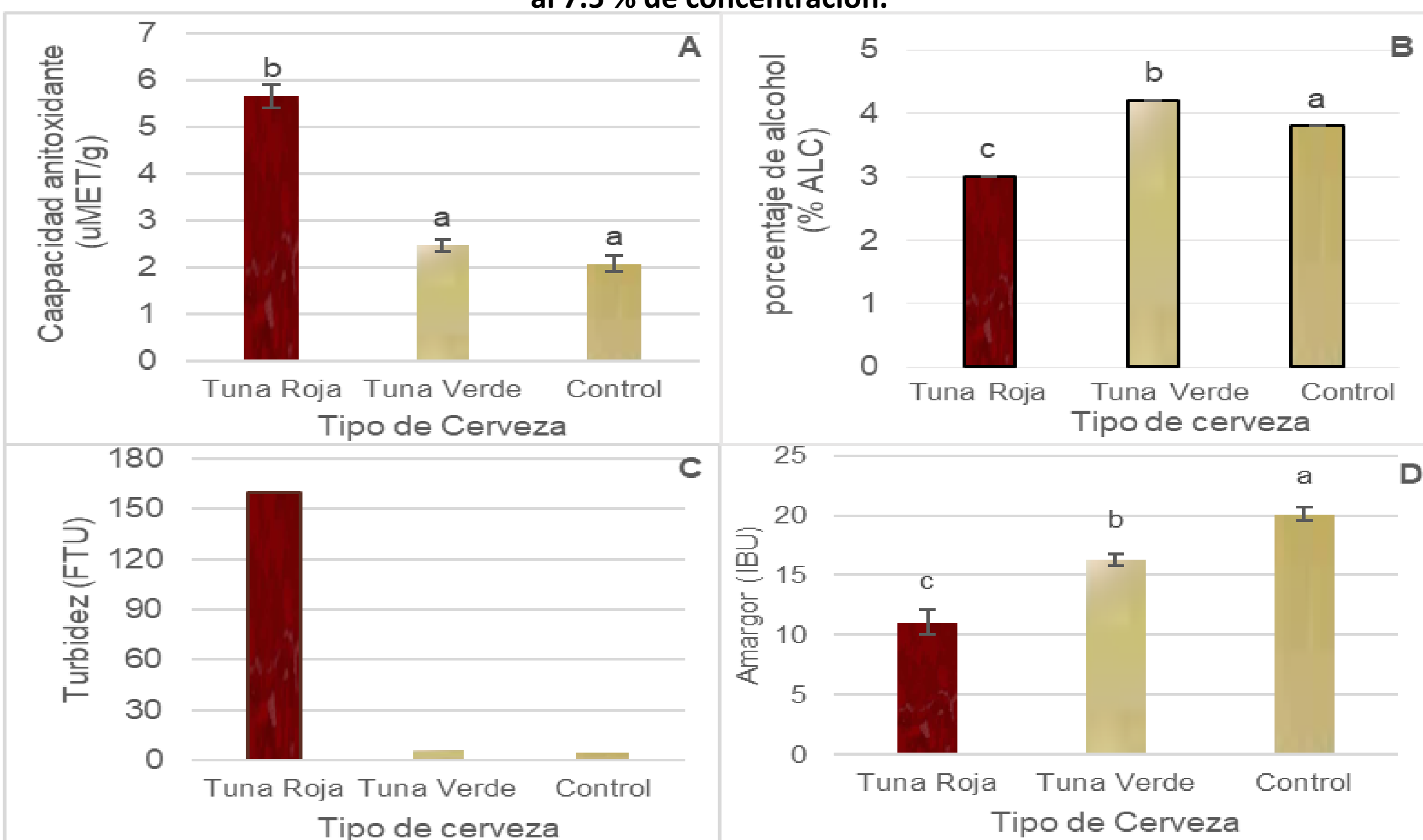


Figura 5. Parámetros de calidad: (A) capacidad antioxidante, (B) porcentaje de alcohol, (C) turbidez y (D) amargor de cervezas de tuna verde, roja y control



Etiquetas y Cerveza artesanal tipo Ale con pulpa de Tuna (*Opuntia Ficus-Indica*)

CONCLUSIONES

Las propiedades de la tuna permiten contar con un fruto rico en compuestos bioactivos y azúcares que pueden servir de fuente de sustrato para las levaduras en la producción artesanal de cerveza. Además, la cerveza estilo Pale American Ale con jugo de tuna cumple con los parámetros fisicoquímicos y químicos de una cerveza estilo Ale, en turbidez, amargor, grado de alcohol, y fue aceptada sensorialmente por consumidores potenciales. Por lo que, al añadir pulpa de tuna como ingrediente en la elaboración de cerveza tendrá un impacto positivo en las propiedades nutricionales como contenido de antioxidantes de la cerveza.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PAPITT de la UNAM (IT202124) y a la cátedra de investigación CI2408 por el apoyo en el financiamiento de este trabajo. Así como al I. M. E. Omar Olvera, técnico académico de la FES-Cuautitlán, por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

ASBC Beer Color and Turbidity ASBC Color. (n.d.). Retrieved November 25, 2025, from www.scisoc.org/aaac.
 Bamforth, C. W. (2009). *Beer: Tap into the Art and Science of Brewing*. Oxford University Press.
 Briggs, D. E., Boulton, C. A., Brookes, P. A., & Stevens, R. (2004). *Brewing: Science and Practice*. Woodhead Publishing.
 Castellar, R., Obón, J. M., Alacid, M., & Fernández-López, J. A. (2003). Color Properties and Stability of Betacyanins from *Opuntia* Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(9), 2772-2776. <https://doi.org/10.1021/jf021454j>
 Considine, J. A., & Frankish, E. J. (2023). Essential analyses. A Complete Guide to Quality in Small-Scale Wine Making, 163-180. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99287-9.00003-6>
 Datacolor. (n.d.). Colorimetric Fundamentals Part II - CIELAB. Retrieved November 23, 2025, from www.datacolor.com
 Emerson Process Management. (2010). Theory and Practice of pH Measurement (p. 35). https://www.emerson.com/documents/automation/manual-theory-practice-of-ph-measurement-en-70736.pdf?utm_source=chatgpt.com
 DOF - Diario Oficial de la Federación. (n.d.). Retrieved November 23, 2025, from https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5242426&utm_source=chatgpt.com
 Ilyasov, I. R., Beloborodov, V. L., Selivanova, I. A., & Torekhov, R. P. (2020). ABTS/PP Decolorization Assay of Antioxidant Capacity Reaction Pathways. *International Journal of Molecular Sciences* 2020, Vol. 21, Page 1131, 21(3), 1131. <https://doi.org/10.3390/ijms21031131>
 Pérez, M., Domínguez-López, I., & Lamuela-Raventós, R. M. (2023). The Chemistry Behind the Folin-Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly)phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(46), 17643. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04022>
 Tapiero Cuelar J. L. (n.d.). Cinética de fermentación alcohólica en la producción de hidromielos a partir de mieles monoflorales colombianas.
 Secretaría de Economía (2019). NMX-V-013-NORMEX-2019. (n.d.). Retrieved November 24, 2025, from <https://plataforma.scomomia.gob.mx/normatizacion/nmx-v-013-normex-2019/>
 Stewart, G. G. (2017). *Brewing and Distilling Yeasts*. Springer.
 Steensels, J., & Verstrepen, K. J. (2014). Taming wild yeast: Potential of conventional and nonconventional yeasts in industrial fermentations. *Annual Review of Microbiology*, 68, 61-80. <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-091213-113025>