

Valorización de vinazas tequileras para la producción de bioetanol: evaluación del desempeño de *S. cerevisiae* y *K. marxianus* mediante la estimación de sus parámetros cinéticos

Juan Alberto Regalado-Aguirre¹, Glenda Edith Cea-Barcia², Fernando López-Caamal³, Héctor Hernández-Escoto³

¹Posgrado en Biociencias, DICYTA, Universidad de Guanajuato, Irapuato, Gto. C.P. 36824, ²Departamento de Ciencias Ambientales, DICYTA, Universidad de Guanajuato, Irapuato, Gto. C.P. 36824. ³Departamento de Ingeniería Química, DCNE, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, Gto. C.P. 36050.

ja.regaladoaguirre@ugto.mx, glendacea@ugto.mx, fernando.lopez@ugto.mx, hhee@ugto.mx.

Introducción

Durante la producción de tequila se generan vinazas tequileras, aguas residuales con alta carga orgánica, pH ácido y compuestos recalcitrantes que generan un impacto ecológico si no se gestionan adecuadamente. El modelo de economía circular ofrece una solución sostenible al proponer su tratamiento para la obtención de productos valiosos, como biocombustibles, lo que también podría reducir el uso de agua potable en el proceso y disminuir costos operativos. Sin embargo, las vinazas contienen compuestos que inhiben el crecimiento celular, lo cual puede limitar su revalorización.

En este estudio, se evaluó la factibilidad de utilizar vinazas tequileras como materia prima para la producción de bioetanol, empleando levaduras nativas provenientes de destilerías locales.

Métodos

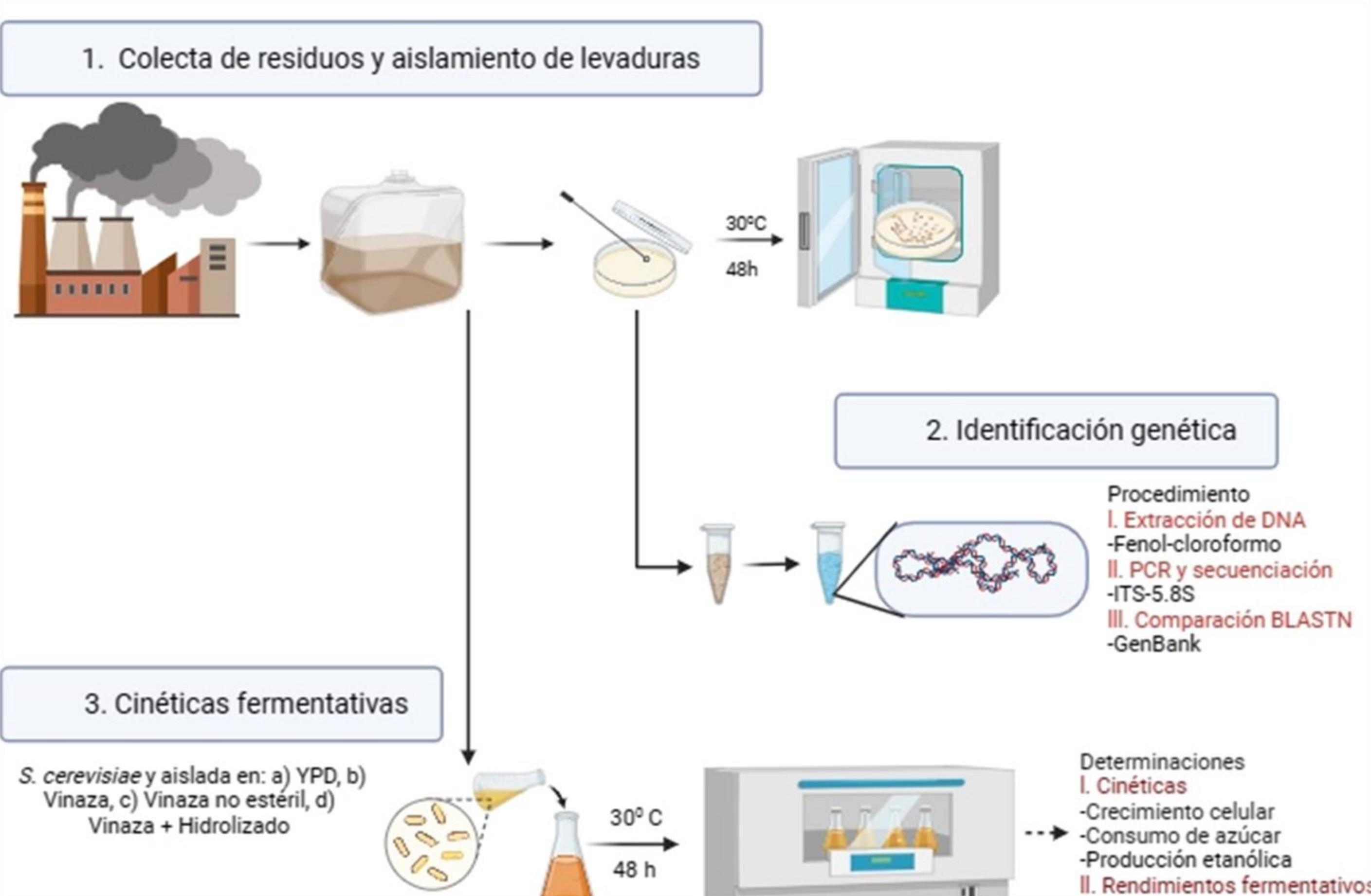


Figura 1. Esquema general de trabajo.

- Determinaciones fermentativas: biomasa (peso seco, 105 °C), azúcares reductores (método DNS) y etanol (analizador YSI 2900).

Resultados

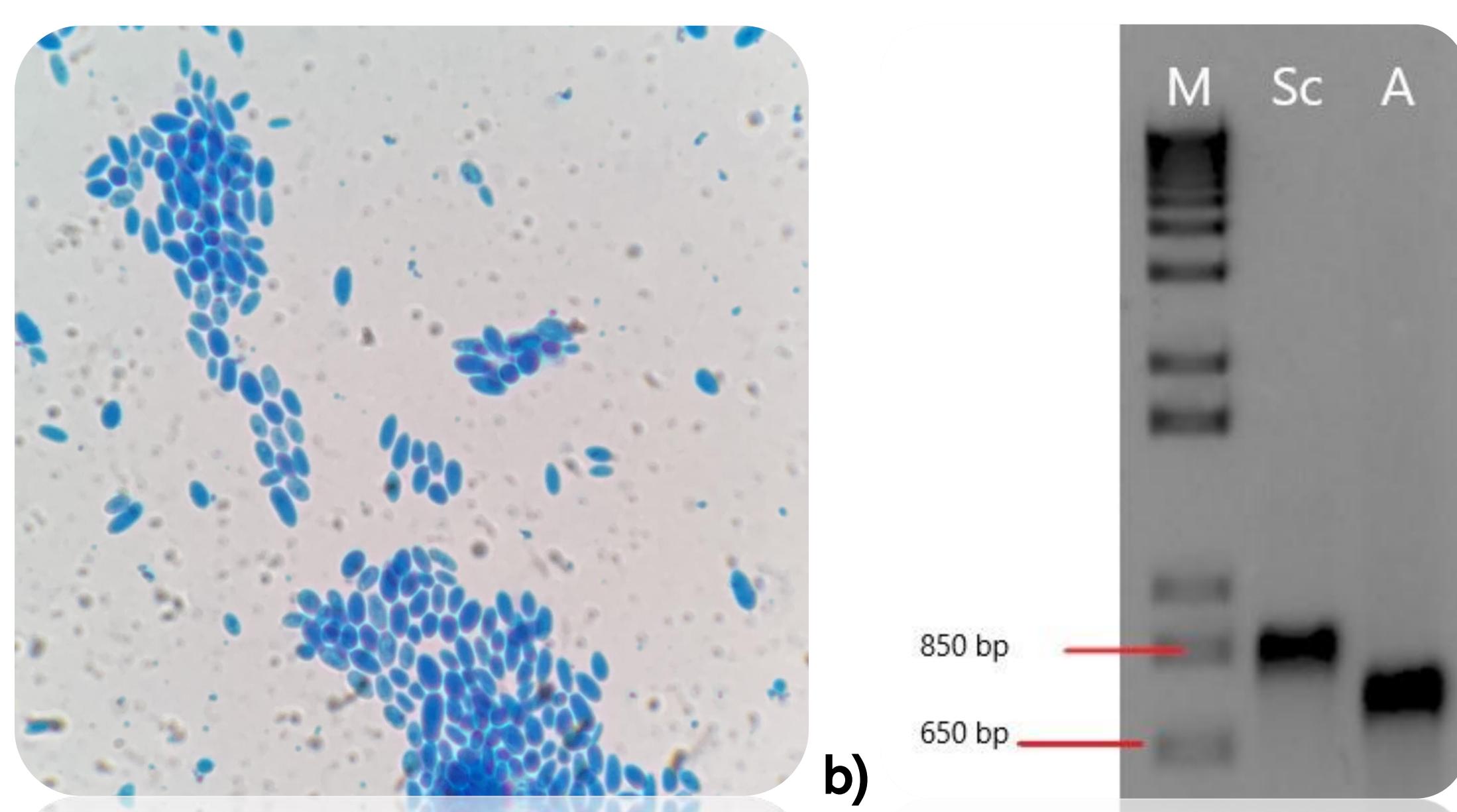


Figura 2. a) Morfología microscópica 100x con tinción azul de lactofenol de la levadura aislada. b) Fragmentos de amplificación PCR en gel agarosa 0.7%.

Tabla 1. Rendimiento en masa, producción de etanol y velocidad específica de crecimiento de *K. marxianus* y *S. cerevisiae*

Condición	Y _x /s (g/g)*		Y _p /s (g/g)°		Velocidad específica de crecimiento (μ)	
	K. marxianu s	S. cerevisia e	K. marxianu s	S. cerevisia e	K. marxianu s	S. cerevisia e
Medio TVb	0.029 ± 0.001 ^a	0.053 ± 0.001 ^a	0.454 ± 0.030 ^b	0.466 ± 0.025 ^b	0.062 ± 0.001	0.29 ± 0.06
Medio TVc	0.018 ± 0.003 ^a	0.060 ± 0.015 ^{ab}	0.447 ± 0.008 ^b	0.431 ± 0.011 ^b	0.040 ± 0.004	0.27 ± 0.02
Medio óptimo YPD	0.070 ± 0.001 ^b	0.063 ± 0.001 ^b	0.460 ± 0.007 ^b	0.475 ± 0.013 ^b	0.26 ± 0.04	0.32 ± 0.04

Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($p>0.05$).

Se aisló una levadura de morfología ovalada con un tamaño entre 2 y 5 μm (Fig. 2). *K. marxianus* fue capaz de crecer en vinazas aunque se vio afectada drásticamente en comparación con el control. En cambio, la producción etanólica no se vio duramente afectada encontrándose dentro de lo reportado (Hemansi et al., 2021). De manera similar, en *S. cerevisiae*, las vinazas redujeron la producción de etanol respecto al control (Tabla 1).

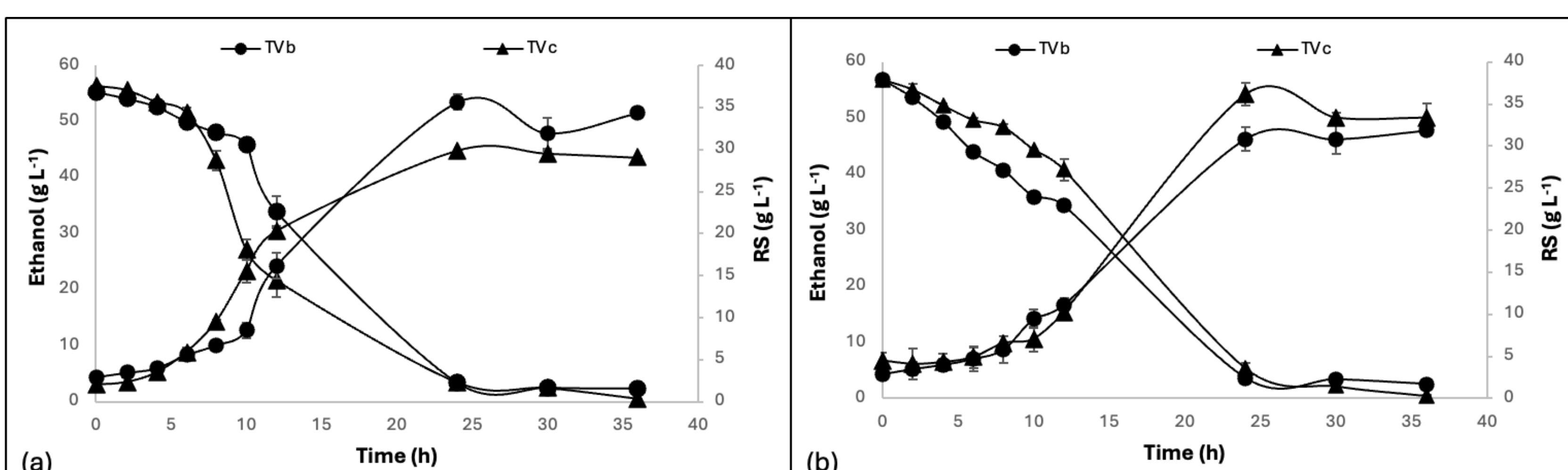


Figura 4. a) Producción de etanol por *S. cerevisiae*, y b) producción de etanol por *K. marxianus* en vinaza enriquecida estéril (TV_b) y no estéril (TV_c).

Por otro lado, ambas cepas consumieron casi la totalidad del sustrato disponible, con un porcentaje de consumo entre el 95% y el 98% (Fig. 4) mostrando consumo similar a lo reportado para medio óptimo YPD (Prado et al., 2020).

Conclusiones

- La levadura aislada mostró correspondencia del 100% con *Kluyveromyces marxianus* ($E=0$).
- K. Marxianus* mostró ser excelente productora de etanol y *S. cerevisiae* resultó más apta para producción de biomasa en vinazas.
- El uso de vinazas para la producción de etanol reduce la generación de aguas residuales en la industria tequilera. Esto contribuye a los ODS 7 y 12, al promover la producción de biocombustibles y fomentar la reutilización de residuos, minimizando el impacto ambiental y el consumo de agua potable en procesos industriales.

Referencias bibliográficas

- Hemansi & Sharma, Himanshu & Patel, Anil & Saini, Jitendra & Singhania, Reeta. (2021). Development of multiple inhibitor tolerant yeast via adaptive laboratory evolution for sustainable bioethanol production. *Bioresource technology*. 344. 126247.
- Kłosowski, G., & Mikulski, D. (2021). Impact of Lignocellulose Pretreatment By-Products on *S. cerevisiae* Strain Ethanol Red Metabolism during Aerobic and An-aerobic Growth. *Molecules*, 26(4), 806.
- Prado, C. D., Mandrujano, G. P. L., Souza, J. P., Sgobbi, F. B., Novaes, H. R., da Silva, J. P. M. O., Alves, M. H. R., Eliodório, K. P., Cunha, G. C. G., Giudici, R., Procópio, D. P., Basso, T. O., Malavazi, I., & Cunha, A. F. (2020). Physiological characterization of a new thermotolerant yeast strain isolated during Brazilian ethanol production, and its application in high-temperature fermentation. *Biotechnology for biofuels*, 13, 178.