



# Microescala para la Enseñanza del Monitoreo de Fermentaciones: Aplicación de Densímetro, Brixómetro y Microtitulación



Universidad de El Salvador – Facultad de Química y Farmacia, Autora: *Herminia Eunices Herrera de Cuadra*, Investigadora titular: *Dra. Tania Ethel Cuadra Zelaya*

## Introducción

El aprovechamiento de cáscaras de piña como sustrato fermentativo permite enseñar procesos microbianos mediante técnicas accesibles y sostenibles. En este estudio se aplicaron métodos de microescala —densímetro, brixómetro y microtitulación— para monitorear una fermentación alcohólica-acética en un entorno formativo. Estas mediciones facilitaron la comprensión de los cambios fisicoquímicos del proceso, reduciendo el uso de reactivos y fortaleciendo el aprendizaje práctico del estudiantado.

## Objetivos

- Diseñar instrucciones técnicas a microescala para el monitoreo fermentativo.
- Aplicar densímetro, brixómetro y microtitulación para evaluar cambios fisicoquímicos.
- Sintetizar resultados para uso didáctico en una práctica de laboratorio con estudiantes de Microbiología Aplicada IV.



## Metodología

## Técnicas de microescala aplicadas

- Densímetro: densidad, °Brix, potencial alcohólico.
- Brixómetro: azúcares totales con 1–2 gotas de muestra.
- Microtitulación: acidez total con 1 mL de muestra.
- pHmetro portátil y tiras reactivas.
- Recuento microbiano por microgota

## Monitoreo físicoquímico a microescala

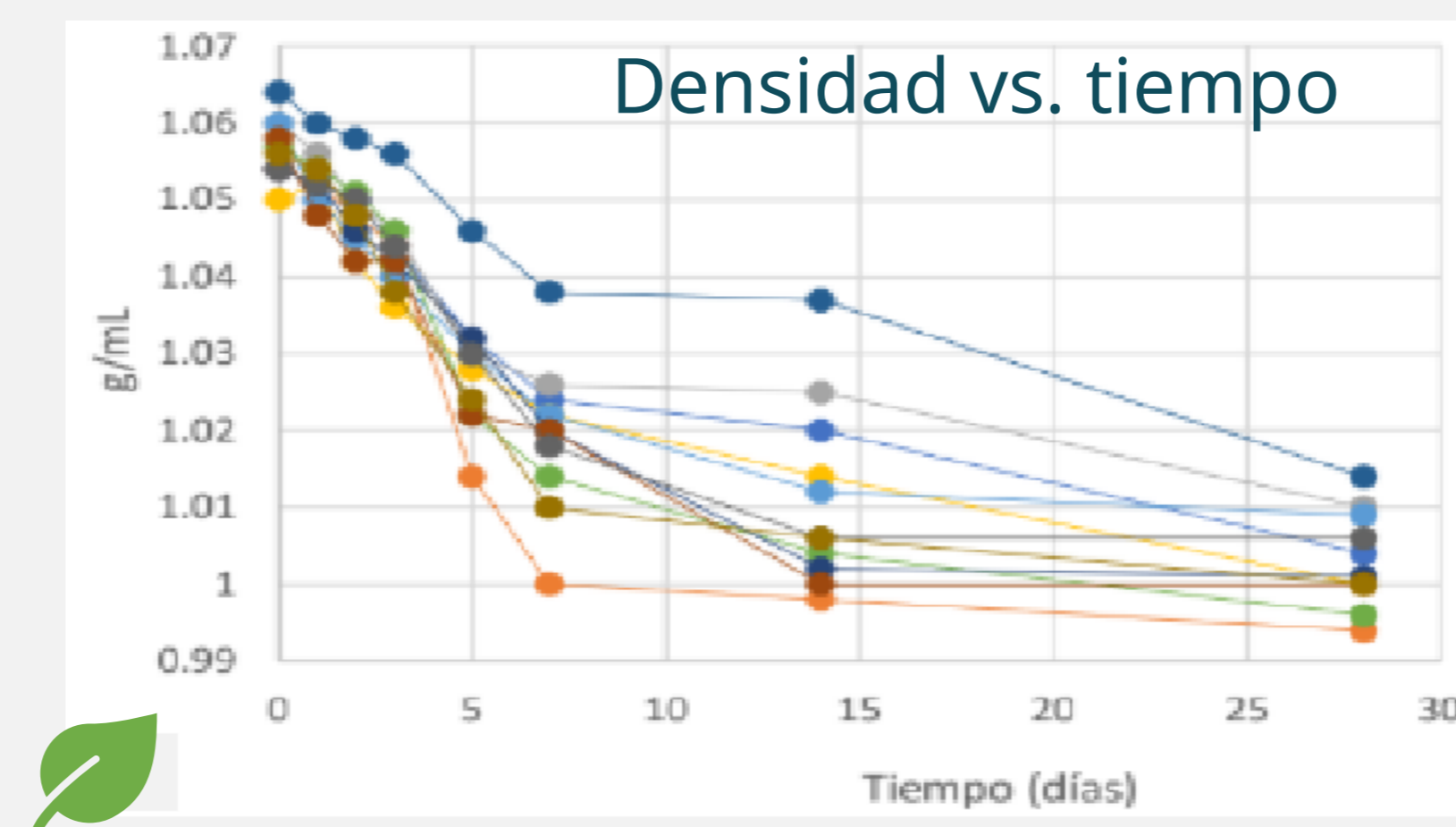
### A. Densímetro (mostímetro)

#### ¿Qué mide?

- Densidad, °Brix (estimados), Potencial alcohólico

#### Ventajas didácticas:

- Permite visualizar la disminución de densidad por consumo de azúcares.
- Relación directa entre densidad y formación de etanol.

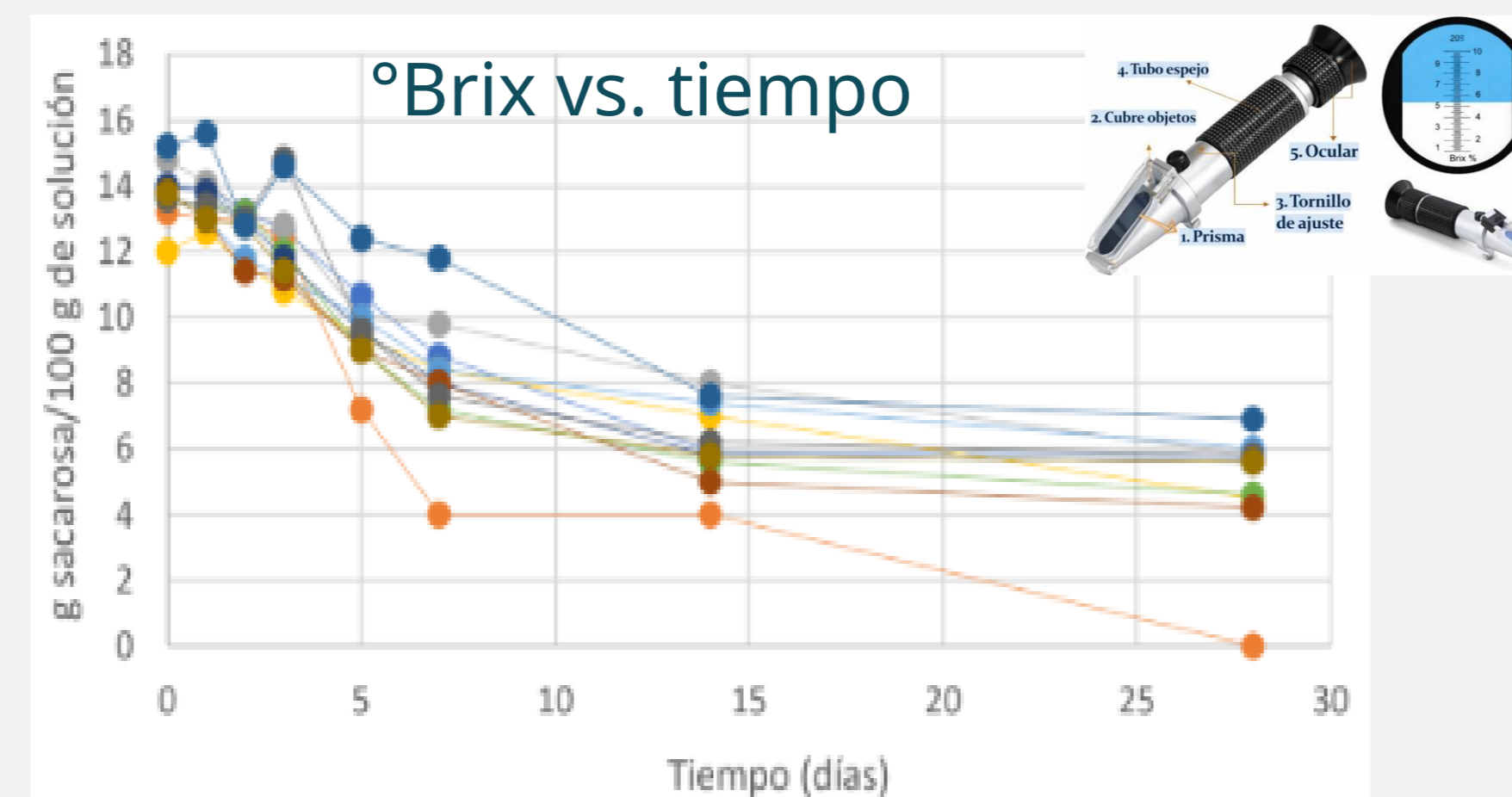


### B. Brixómetro

#### ¿Qué mide? Azúcares totales (°Brix reales)

#### Ventajas didácticas:

- Solo requiere 1–2 gotas de muestra.
- Lectura inmediata y precisa.
- Permite comparar con el densímetro y discutir interferencias del etanol.

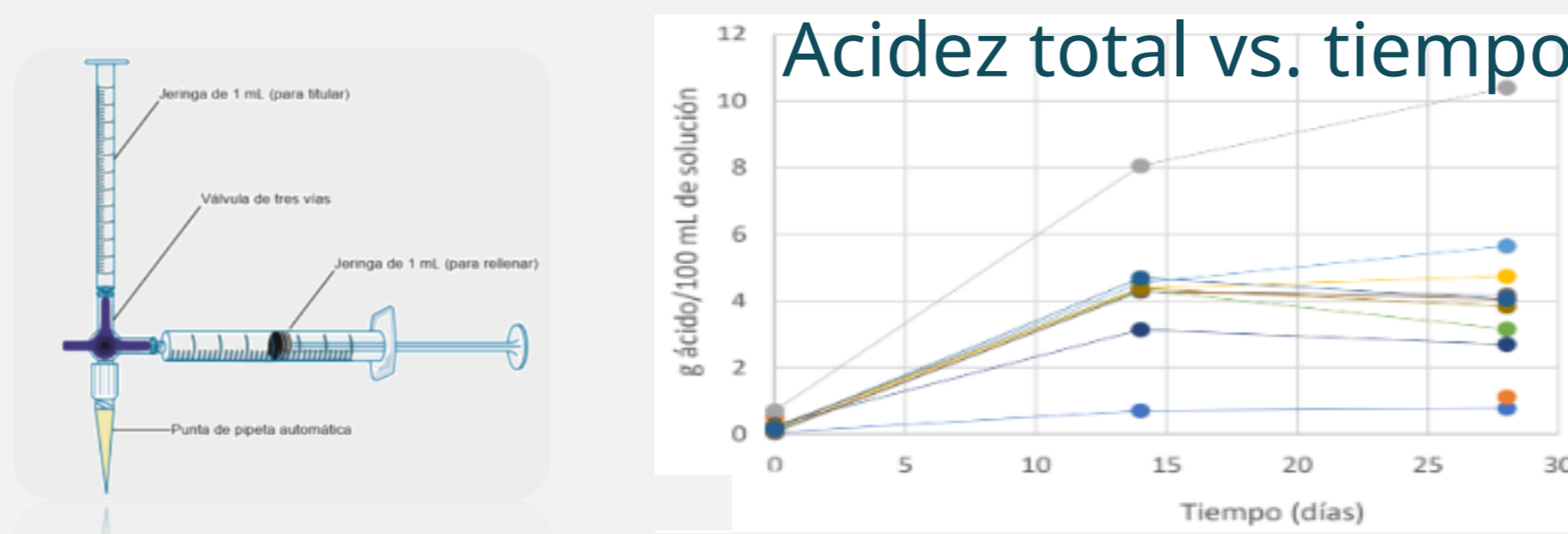


### C. Microtitulación de acidez

#### ¿Qué mide? Ácido acético (g/100 mL)

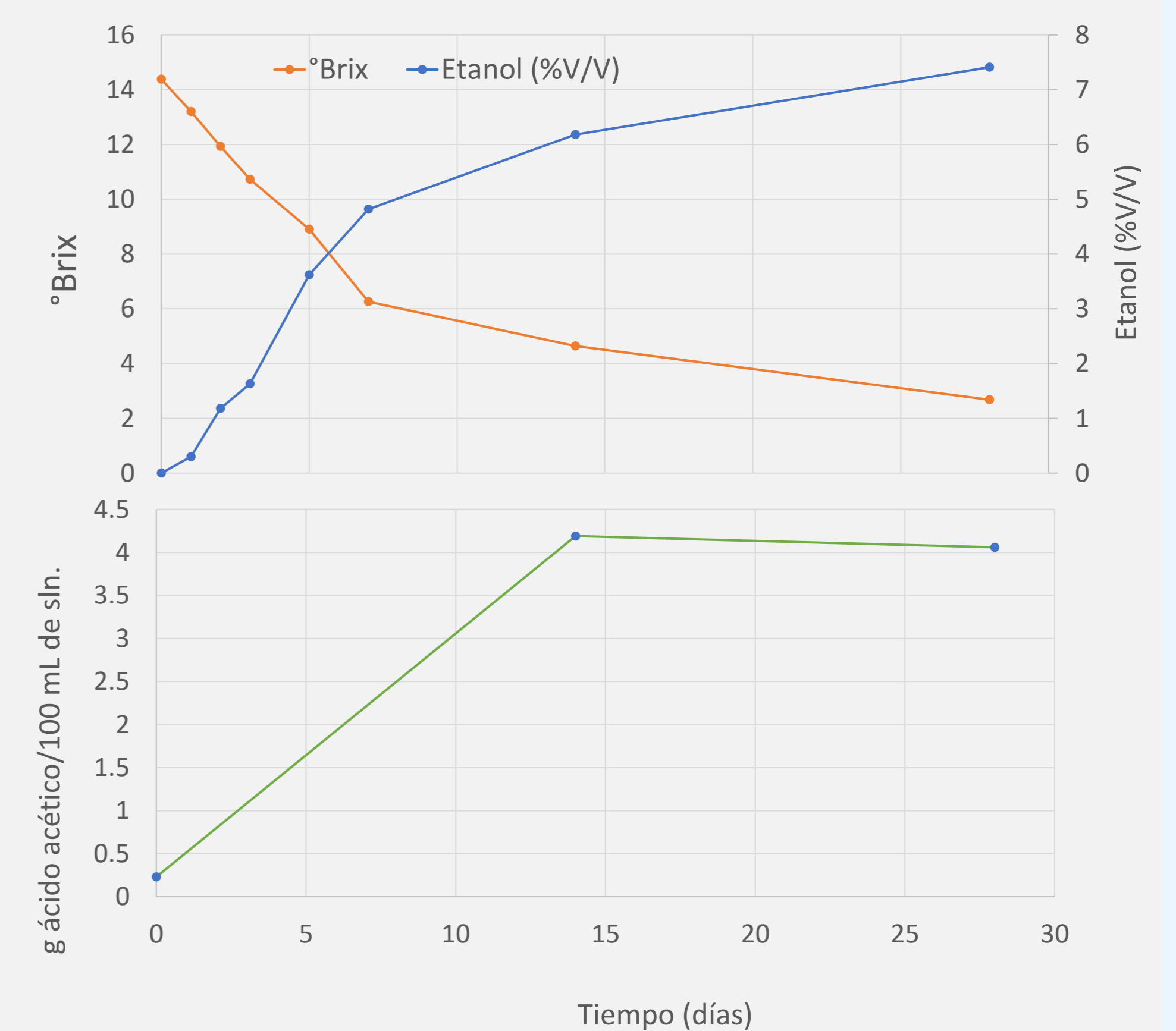
#### Ventajas didácticas:

- Uso de volúmenes mínimos (1 mL).
- Bajo costo y alta seguridad.
- Permite visualizar el avance de la oxidación acética.



## Resultados

Parámetro	Promedio inicial (día 0)	Promedio final (día 28)	Interpretación técnica
°Brix (g sacarosa/100g sln)	14.38	2.68	Disminuye significativamente por consumo de azúcares durante la fermentación.
Etanol (%V/V)	0.00	7.41	Aumenta por conversión de azúcares en alcohol durante la fermentación alcohólica.
Acidez (g ácido/100mL sln)	0.23	4.06	Incremento marcado por producción de ácidos orgánicos en la fase acética.



## Impacto Didáctico

- Reduce 80–90% de reactivos.
- Permite que todos los estudiantes realicen mediciones reales.
- Mejora la comprensión de cinéticas fermentativas.
- Facilita la integración teoría-práctica en microbiología industrial.
- Promueve sostenibilidad y economía circular.

## Conclusiones

- Las técnicas de microescala permitieron obtener mediciones coherentes de °Brix, etanol y acidez con volúmenes mínimos.
- Los datos generados facilitaron la comprensión de los fenómenos fermentativos.
- La integración de resultados en gráficos fortaleció la interpretación de tendencias y la comunicación científica.

**Agradecimientos.** A la Universidad de El Salvador y a la Facultad de Química y Farmacia por el apoyo brindado. A los estudiantes de Microbiología Aplicada IV (2024–2025) por su participación. Al Sr. Wilber Guzmán y a los pasantes Herminia Herrera y Erick Ramos por su apoyo técnico y logístico. A las profesoras Evelyn Vásquez y Rosario Cruz por sus aportes en la revisión del informe de la pasantía de Herminia Herrera.

#### Referencias:

- Escalante-Minakata, P., Rojas-López, M., & Díaz-Muñoz, G. (2009). Microgota extendida: una técnica microbiológica en microescala. *Revista de Educación Bioquímica*, 28(4), 145–150.
- Salazar, A., Rodríguez, L., & Arévalo, N. (2013). Uso de micropipetas en técnicas microbiológicas de microescala. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(2), 100–108.
- Chalchisa, T., & Dereje, B. (2021). From waste to food: Utilization of pineapple peels for vinegar production. *MOJ Food Processing & Technology*, 9(1), 1–5.

