

Resumen

El estudio se centra en el aprovechamiento de los residuos orgánicos, específicamente las cáscaras de naranja, que representan el 61 % de los desechos generados en Colombia, y su potencial para producir bioetanol como biocombustible sostenible. Su propósito es analizar la obtención de este mediante la fermentación de jarabes glucosados obtenidos por hidrólisis química de las cáscaras, optimizando los tiempos del proceso con ácido clorhídrico como catalizador.

Se analizaron diferentes concentraciones de ácido clorhídrico (HCl), determinando que una concentración intermedia (6 %) permite una óptima liberación de azúcares sin degradar componentes esenciales. Posteriormente, se realizó un seguimiento cinético del consumo de azúcares utilizando levadura comercial, ajustando variables como agitación, pH y temperatura. La eliminación de lignina fue clave para acelerar la fermentación y aumentar la eficiencia en la obtención de alcohol.

Las cáscaras de naranja son una biomasa prometedora para producir bioetanol, aunque su industrialización presenta obstáculos como los elevados costos de producción y la disponibilidad de otras fuentes de materia prima. Optimizar la hidrólisis y fermentación es clave para mejorar su viabilidad en una economía sostenible.

Palabras clave: Fermentación, Bioetanol, Hidrólisis

Objetivo General

Evaluar la obtención de bioetanol mediante la fermentación alcohólica de jarabes glucosados derivados de la hidrólisis química de cáscaras de naranja, optimizando el tiempo de proceso mediante el empleo de ácido clorhídrico como catalizador, y comparando su eficiencia temporal y productiva frente a los métodos convencionales.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la obtención de alcohol mediante la fermentación alcohólica de jarabes glucosados a partir de la hidrólisis química de la cáscara de naranja. Analizar que concentración de ácido clorhídrico produce una mayor reducción de azúcares mediante pruebas de alcoholimetría.
2. Realizar un seguimiento cinético al consumo de azucares reductores mediante la levadura comercial (levapan).

Métodología

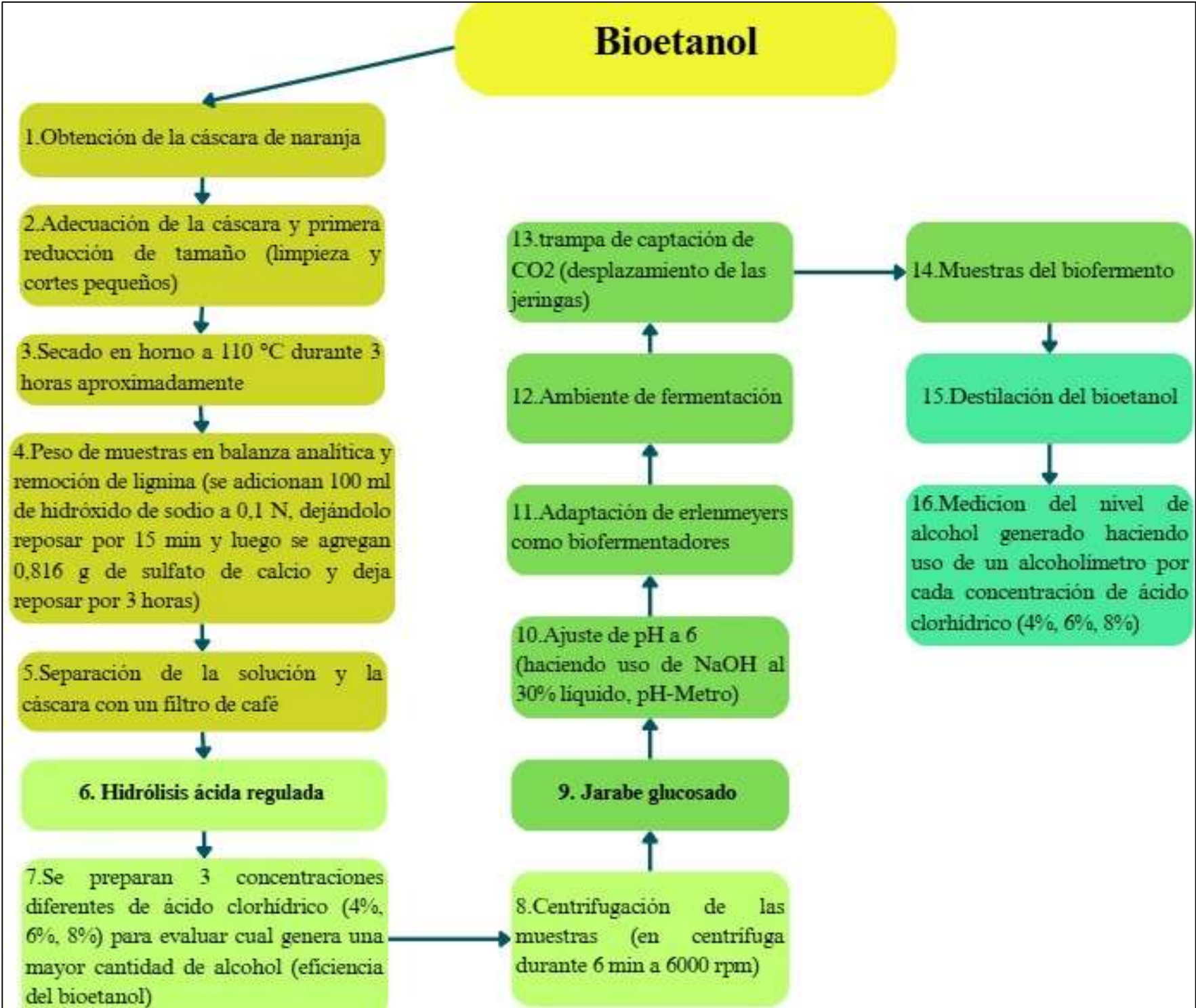


Figura 1. Diagrama de flujo, proceso para la obtencion de bioetanol

Resultados

Baja concentración (4%): No hay suficiente ácido para liberar suficientes azúcares es decir que la cantidad no es suficiente para romper las estructuras complejas de la cascara.

Alta concentración (8%): Se libera algo de azúcar, pero el exceso de ácido daña el proceso de fermentación o destruye los azúcares, además un ambiente acido puede inhibir o matar las levaduras.

Concentración intermedia (6%): Hidrólisis eficiente y un ambiente adecuado para la fermentación, libera una cantidad significativa de azucares sin dañar las estructuras necesarias para la fermentación.

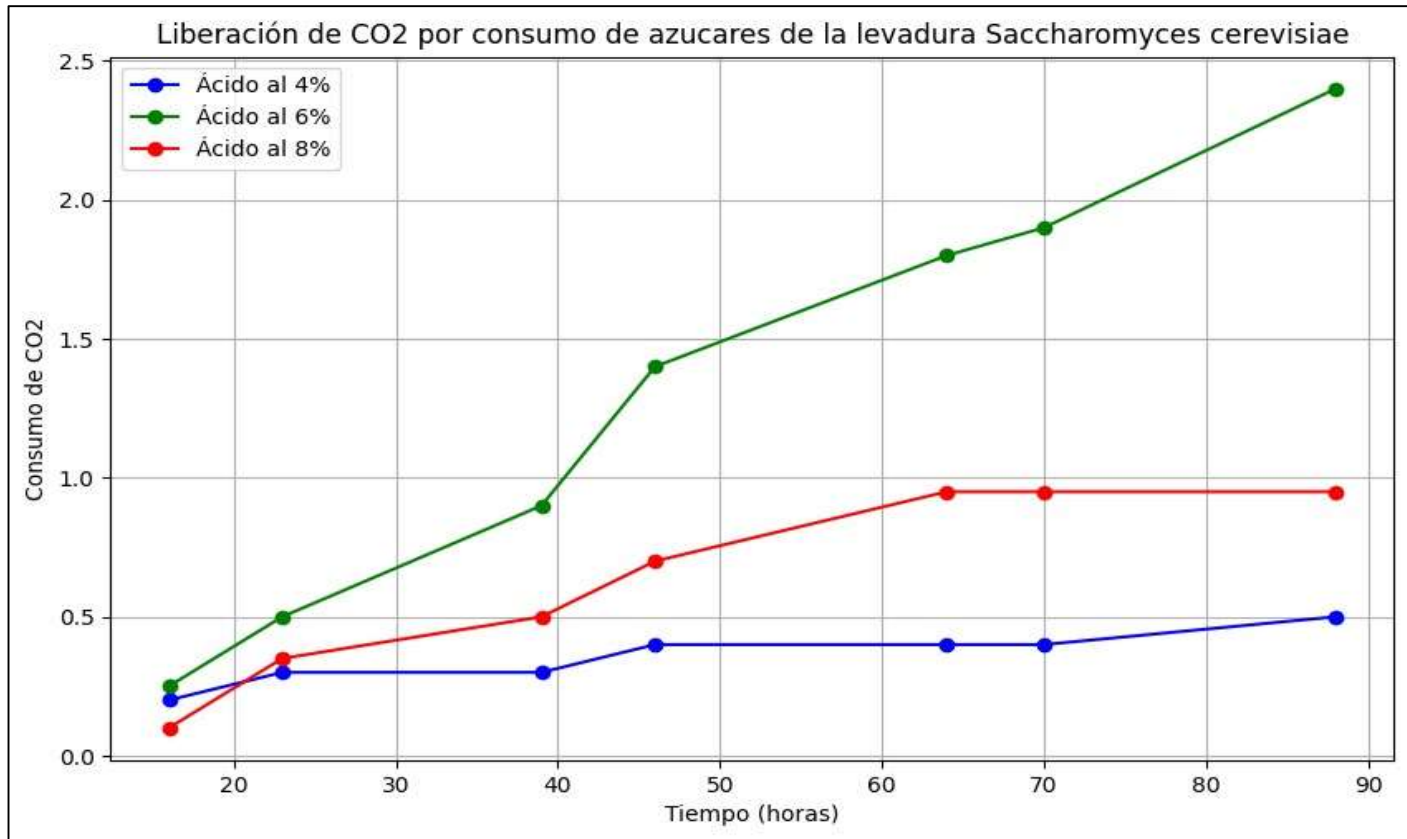


Figura 2. Liberación de CO₂ por consumo de azúcares de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Consumo de CO₂ en función del tiempo bajo diferentes concentraciones de ácido: 4%, 6% y 8%.



Figura 3. Grafica de comparación entre un proceso normal y un proceso acelerado, en función de rendimiento

Factores que contribuyen a la diferencia:

- **Hidrólisis eficiente:** Los pretratamientos del proceso acelerado, como la hidrólisis ácida y la remoción de lignina, aumentan la disponibilidad de azúcares simples, los cuales son fácilmente fermentados por las levaduras.
- **Control de parámetros:** El monitoreo y ajuste del pH y temperatura en el proceso acelerado crea un ambiente óptimo para la actividad enzimática y de las levaduras.
- **Limitaciones del proceso natural:** La falta de pretratamientos y condiciones controladas en el proceso natural limita la accesibilidad de los azúcares y ralentiza la fermentación, resultando en un menor rendimiento.

Conclusiones

1. La cáscara de naranja, tradicionalmente considerada un residuo de poco valor, aunque representa un recurso prometedor como biomasa residual. Su elevado contenido de azúcares la posiciona como una materia prima potencial para procesos de valorización, como la producción de bioetanol.

2. La eliminación de lignina desempeña un papel crucial en el proceso de obtención de etanol, ya que impacta directamente en los rendimientos de azúcares reductores. Durante este proceso, el uso de NaOH puede provocar la pérdida de glucosa, lo que subraya la importancia de optimizar las condiciones, para maximizar la eficiencia y minimizar pérdidas. Este aspecto es clave para mejorar el rendimiento general del proceso y hacer más viable la producción de bioetanol a partir de biomasa residual de la cáscara de naranja.

3. El montaje del sistema de biofermentadores permitió un seguimiento efectivo de las variables clave en el proceso de fermentación, como la agitación, el pH, la temperatura y el consumo de azúcares. Este nivel de seguimiento y regulación aseguró la generación de condiciones óptimas para el desarrollo del proceso, favoreciendo la eficiencia y la reproducibilidad en la producción de bioetanol.

4. El uso de ácido sulfúrico en las concentraciones adecuadas podría haber mejorado significativamente los resultados del proceso de fermentación. Este compuesto cuenta con un amplio respaldo en la literatura, ya que su empleo contribuye a inhibir el crecimiento de bacterias competidoras que podrían interferir en la fermentación, asegurando así un ambiente más favorable para la producción de bioetanol.

5.El bioetanol se destaca como un biocombustible de alto octanaje, superior incluso al de la gasolina corriente o premium. No obstante, su producción e implementación a escala industrial enfrenta importantes desafíos, como los altos costos de producción y la competencia con el sector alimentario. En este contexto, la recolección eficiente y sostenible de residuos sólidos surge como un factor clave para superar estas barreras, permitiendo aprovechar recursos alternativos y reducir el impacto ambiental asociado a su fabricación.

Referencias



Referencias