

RESUMEN DE LA TESIS

DOCTORANDO: BEGOÑA RUIZ FUERTES (29192281Z)

PROGRAMA: Programa de Doctorado en Ingeniería y Producción Industrial

DIRECTOR Y TUTOR: Antonio Eduardo Palomares Gimeno – UPV (20002280P)

CO-DIRECTOR: Xavier Flotats i Ripoll – UPC (39134139F)

TÍTULO: Efecto del limoneno sobre la digestión anaerobia de residuos cítricos y pretratamientos para su mejora.

Resumen

La digestión anaerobia es una vía sostenible y técnicamente viable para valorizar los residuos cítricos si se controla el efecto inhibitorio del aceite esencial cítrico (AEC). Se han propuesto varias estrategias para superar esta dificultad: mantener la velocidad de carga orgánica (VCO) en valores bajos para evitar dosis excesivas del inhibidor, suplementar el residuo cítrico con soluciones de nutrientes y tampón o pretratar el residuo cítrico para reducir la concentración de AEC, ya sea por recuperación o degradación del mismo. Sin embargo, aunque algunas de ellas han sido exitosas para recuperar o degradar el AEC, ninguna ha sido llevada a escala industrial.

El objetivo principal de esta tesis ha sido estudiar el efecto del limoneno (el componente principal del AEC) en la digestión anaerobia de los residuos cítricos y evaluar diferentes estrategias para mejorar este proceso.

En una primera aproximación al problema, se estudió el efecto y la dinámica del limoneno en la digestión anaerobia en discontinuo. Se evaluó el potencial bioquímico de metano de varios tipos de residuo cítrico y se estimó la concentración inhibitoria del limoneno para el proceso de digestión anaerobia, observando un cierto grado de adaptación.

Se estudiaron diferentes estrategias para evitar la inhibición de la digestión anaerobia por limoneno en modo discontinuo: tratamiento biológico mediante hongos del género *Penicillium*, arrastre de vapor y extracción con etanol. Todos los tratamientos disminuyeron la concentración de limoneno en la piel de naranja, con diferentes eficiencias. El potencial de metano y la velocidad de producción en la digestión anaerobia discontinua de la piel de naranja pretratada no se vieron afectados por el tratamiento biológico, pero se observó un incremento tras el arrastre de vapor y la extracción con etanol. Este efecto se atribuyó a la extracción de compuestos minoritarios del AEC. El balance energético fue negativo para el arrastre de vapor y positivo para las otras dos estrategias.

Los experimentos de co-digestión anaerobia en continuo de piel de naranja y mandarina con gallinaza y purín porcino permitieron observar la importancia de la dosis de limoneno sobre el efecto inhibitorio. Se observó inhibición sistémica en la mezcla con mayor concentración de limoneno. La degradación del limoneno produjo a su vez compuestos inhibitorios, con lo que el efecto inhibitorio persistió incluso tras la completa degradación del limoneno.

La co-digestión anaerobia en continuo de residuo cítrico pretratado y estiércol de vacuno permitió tener procesos estables cuando el pretratamiento era capaz de eliminar el limoneno con alta eficiencia y sin producir otros compuestos inhibitorios (como α -terpineol en el caso del tratamiento biológico). Así, la eliminación mecánica del flavedo y la extracción del limoneno con etanol fueron los pretratamientos que dieron mejor resultado en términos de estabilidad del proceso. La digestión anaerobia es capaz de degradar el limoneno, pero sus subproductos pueden ser aún más inhibitorios que el propio limoneno. Por ello, se concluye que son recomendables los pretratamientos de recuperación de AEC, ya que permiten su valorización como producto de valor añadido y, a la vez, incrementar la producción de biogás mediante digestión anaerobia.