Capítulo 7

Conclusiones

En este proyecto se evaluó la eficacia de un producto biotecnológico en el tratamiento de efluentes domésticos. A partir de un sistema modelo de agua residual doméstica formulado con suero de leche, se evaluó la capacidad de una mezcla sinérgica de microorganismos para crecer en el sistema y reducir su concentración de DQO. Para ello, se experimentó en sistemas intermitentes y semicontínuos de crecimiento suspendido (CS) y fijo con concentraciones de suero de leche de 0.125, 0.250, 1.25 y 2.50 g/L. Con respecto a la degradación de la DQO, los resultados obtenidos durante la experimentación en sistemas intermitentes dieron a constar que el bioproducto fue un agente efectivo en la degradación de materia orgánica en los distintos tipos de sistemas. En los sistemas modelo de concentración de 1.25 y 2.50 g/L (equivalente a 4000-9000 ppm de DQO) se alcanzó una remoción de hasta el 32% en 80 horas. Por otro lado, en los sistemas de concentración de 0.125 y 0.250 g/L (equivalente a 400-900 ppm de DQO), la remoción de la DQO alcanzó valores promedio de hasta el 86%. Con lo anterior, se pudo concluir que el desempeño del bioproducto fue más eficiente en los sistemas de baja concentración, y por tanto, que el bioproducto sería más eficiente en el tratamiento de efluentes domésticos con cargas orgánicas de entre 400 y 900 ppm de DQO (rango general de carga orgánica en efluentes domésticos). Así mismo, se pudo observar que en los sistemas modelo de menor concentración, la reducción en la carga orgánica fue más eficaz en los sistemas CS que en los CF, debido a que el tiempo de operación del proceso fue menor al tiempo requerido para desarrollar una biopelícula en los sistemas CF. Además, se pudo observar que en los sistemas modelo de concentraciones altas, el tratamiento se optimizó en sistemas CF debido al desarrollo de la biopelícula microbiana. Entorno al crecimiento microbiano, durante la experimentación en sistemas intermitentes se pudo observar se alcanzó una mayor carga

microbiana total en los sistemas modelo de 0.125 y 0.250 g/L que en los de 1.25 y 2.50 g/L; esto sugiere que a concentraciones elevadas de DQO, existe un efecto de inhibición sobre el crecimiento microbiano. Además, se pudo observar que el crecimiento microbiano en los distintos sistemas se constituyó de dos fases evidentes: fase lag y crecimiento exponencial, mismas que coincidieron con los intervalos de tiempo en los que se presentaron la fase de estabilización y degradación máxima de sustrato. Finalmente, se pudo dar cuenta de que, en cuanto a la degradación del sustrato, el tiempo de estabilización es indirectamente proporcional a la concentración inicial del mismo al igual que el tiempo de duración del periodo de degradación máxima. En cuanto al crecimiento microbiano, la concentración original de sustrato es directamente proporcional a la duración de la fase lag e inversamente proporcional al tiempo de duración de la fase de crecimiento exponencial.

Partiendo de los resultados de la experimentación intermitente, se determinaron los valores de coeficientes cinéticos para los sistemas modelo de 0.125 y 0.250 g/L. Para el modelo de 0.125 g/L se obtuvieron los valores de μ_{Max} igual a 1.73×10^{-1} h^{-1} en CS y 1.98×10^{-1} h^{-1} en CF; K_s igual a 646 mg DQO/L en CS y 348 mg DQO/ L en CF; Y igual a 7.0 mg VSS/mg DQO en CS y 21.0 mg VSS/mg DQO en CF; y, k igual a 5.9×10^{-1} mg DQO/mg VSS d en CS y 2.3×10^{-1} mg DQO/mg VSS d en CF. Para el modelo de 0.250 g/L, se obtuvieron los valores de μ_{Max} igual a 1.98×10^{-1} h^{-1} en CS y 1.97×10^{-1} h^{-1} en CF; K_s igual a 450 mg DQO/L en CS y 470 mg DQO/ L en CF; Y igual a 20.0 mg VSS/mg DQO en CS y 16.0 mg VSS/mg DQO en CF; y, k igual a 2.41×10^{-1} mg DQO/mg VSS d en CS y 2.9×10^{-1} mg DQO/mg VSS d en CF. A partir de los valores de coeficientes anteriores, se identificó el modelo cinético que mejor ajustara la predicción del valor de población microbiana en el tiempo, resultando los modelos de Moser ($n_{\to 0}$) y Contois como las aproximaciones más exactas.

Durante la experimentación en intermitente, adicionalmente, se calcularon la razón máxima de utilización de sustrato y de consumo de oxígeno. Los valores de $-r_{su,Max}$ fueron de 1.3×10^{3} mg DQO/L d para CS y 1.9×10^{3} mg DQO/L d para CF en el sistema modelo de 0.125

g/L; y, 1.8 $\times 10^3$ mg DQO/L d para CS y 1.2 $\times 10^3$ mg DQO/L d para CF en el sistema modelo de 0.250 g/L. Por su parte, los valores de $-r_{0,Max}$ fueron de 7.3 $\times 10^3$ mg O_2/L d para CS y 3.5 $\times 10^4$ mg O_2/L d para CF en el sistema modelo de 0.125 g/L; y, 3.7 $\times 10^4$ mg O_2/L d para CS y 1.3 $\times 10^4$ mg O_2/L d para CF en el sistema modelo de 0.125 g/L.

En cuanto a los procesos semicontínuos, se experimentó con sistemas cuyo inóculo fue previamente adaptado durante 24 y 36 horas en un sistema modelo intermitente. Durante esta experimentación, se observó que el sistema inoculado a las 24 horas tuvo una mayor efectividad en la degradación (95 %) que el inoculado a las 36 horas (36 %). Además, se observó que la razón de degradación de suero de leche fue once veces mayor en el inóculo de 24 horas que en el de 36 horas. Con lo anterior, se llegó a la conclusión de que el estado metabólico óptimo del bioproducto para la degradación de carga orgánica es la fase temprana del crecimiento exponencial. Finalmente, se observó que el inóculo de 36 horas (inóculo que sufrió una etapa de reactivación), alcanzó un valor de población microbiana mayor al del inóculo de 24 horas, situación que conlleva a la hipótesis de que la cantidad de carga microbiana es independiente de la razón de degradación de sustrato, la cual es totalmente dependiente del estado metabólico microbiano.

El estudio anteriormente descrito sirve como una aproximación certera y confiable del metabolismo y cinética del bioproducto estudiado. No obstante, es importante recalcar que la investigación se desarrollo a escala de laboratorio en condiciones perfectamente controladas. Queda para futuras investigaciones el desarrollo del mismo u otros estudios similares en condiciones mes cercanas a la realidad operacional de los procesos de tratamiento aerobio de efluentes domésticos residuales.