

IX. DISCUSIÓN

Se comprobó que la biomasa fúngica de *Saccharomyces cerevisiae* es capaz de remover plomo y cadmio de aguas contaminadas.

Al comparar las curvas de crecimiento entre las dos cepas de *Saccharomyces* sin la adición de metales, se puede observar que la cepa UDLAP-07 tiene un tiempo de generación de aproximadamente 12 horas, mientras que al CM-05 es de 16 horas. En ambos casos los tiempos son mayores con respecto a los que se informan en la literatura (Bold et al. 1989, González y Valenzuela 2003). Sin embargo, hay que tomar en cuenta que el tiempo de generación indica el estado fisiológico de las células y éste varía dependiendo tanto de las características genéticas de cada cepa, como de las condiciones ambientales en las que se cultivan, como puede ser la temperatura y el tipo de medio de cultivo que se usa (Folch 2004).

Cuando se hicieron crecer las dos cepas con diferentes concentraciones de cadmio, la cepa CM-05 presentó un tiempo de generación ligeramente mayor que la UDLAP-07. Esto hace suponer que la cepa CM-05 es más sensible a este metal mientras que para el caso de plomo se observó el efecto contrario. También se pudo apreciar que a las concentraciones de 15 ppm ya no se observó crecimiento de ambas cepas y se podría decir que esta sería la concentración mínima inhibitoria de los dos metales pesados.

Las levaduras cuentan, al igual que otros microorganismos con diferentes mecanismos de inmovilización de metales como la biosorción, acumulación, cambio en el estado de oxidación, entre otros (Wang y Chen 2006). Los fenómenos de biosorción de metales se caracterizan por la retención del metal mediante una interacción físicoquímica del metal con ligandos pertenecientes a la superficie celular. Esta interacción se produce con grupos funcionales expuestos hacia el exterior celular pertenecientes a partes de moléculas componentes de las paredes celulares, como por ejemplo carboxilo, amino, hidroxilo, fosfato y sulfidrilo (Vullo 2003). En este caso es probable que el principal mecanismo sea la biosorción, ya que la biomasa viva no toleró concentraciones muy altas de metales y éstos probablemente penetraron al citoplasma de las células y reaccionaron con grupos -OH y -SH de los aminoácidos de las proteínas y enzimas inactivándolas y provocando la inhibición de su crecimiento (Ramírez 2002).

En cuanto a la capacidad de inmovilización de las cepas a 10ppm de Pb y Cd, es evidente que la cepa CM-05 permite inmovilizar una mayor cantidad de metales (7.6 ppm de Pb y 9.9 ppm Cd) que la cepa UDLAP-07(1.5 ppm Pb y 0.09 ppm Cd). Cuando se usaron 20 ppm, la cepa CM-05 adsorbió el plomo (máximo de 4 ppm estabilizándose alrededor de 2.7 ppm) pero no de

cadmio; la cepa UDLAP-07 no presentó retención de metales a 20ppm por lo cual para los siguientes experimentos se empleó la biomasa muerta de la cepa CM-05.

Los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados en columna indican que las condiciones sin tratamiento, tratamiento ácido y tratamiento alcalino no influyen significativamente en la capacidad de biosorción de plomo y cadmio por la cepa CM-05. Esta observación coincide con lo encontrado en la bibliografía donde se indica que la biomasa fúngica sometida tanto un tratamiento alcalino como ácido puede exponer un mayor número de sitios de adsorción de metales en la pared celular de la levadura (Klis et al. 2002, Wang et al. 2000, Kapoor and Viraraghavan 1997, Brierley 1990). Tanto el tratamiento ácido como el tratamiento alcalino fueron empleados para exponer un mayor número de cargas negativas en los polisacáridos que constituyen del 80 -90% en peso seco de la pared celular de *S. cerevisiae*, esto con la finalidad de incrementar los fenómenos de intercambio iónico que ocurren durante la biosorción de metales (Kocková-Kratochvílová 1990).

El tratamiento con HNO₃ fue empleado para desorber los metales retenidos, ya que al proporcionar protones al medio estos se intercambian por los iones del metal retenido en la pared celular; liberando así los sitios de unión y permitiendo la reutilización de la biomasa fúngica como biosorbente y la posible recuperación de estos metales (Schott y Gardner 1997, Brady et al. 1994, Vullo 2003), por lo que la biomasa puede ser reutilizada.

Comparando las capacidades de biosorción de plomo y cadmio obtenidas con las encontradas en la literatura, se conoce que el rango de "q" es muy amplio ya que existen referencias que indican valores de hasta 2082 mg/g en la biosorción de uranio por parte de *S. cerevisiae* (Popa et al. 2003). Así mismo, otras investigaciones demuestran que la capacidad de biosorción de la biomasa muerta por altas temperaturas de *S. cerevisiae* es 1.47 mg/g para níquel (Bakkloglu et al. 1998) y de 2.98 mg/g para el caso de cobre (Vasudevan et al. 2003). Durante esta investigación se obtuvieron valores de "q" para plomo de entre 0.02mg/g - 4.19mg/g y de 0.01mg/g -1.68mg/g para el caso de cadmio. Por lo que es necesario establecer una estandarización en los factores que pueden alterar la capacidad de biosorción de metales, como lo son: el mecanismo de muerte celular, el tiempo de contacto, las concentraciones de metal empleadas, la presencia de otros metales y el pH de la solución.