



I. INTRODUCCIÓN

La dureza del agua es debida principalmente a la presencia de cationes de calcio y magnesio. El fierro y el manganeso deberían ser incluidos en la definición de dureza, pero debido a que las cantidades de estos constituyentes en la mayoría de las aguas crudas son pequeñas, salvo situaciones especiales, se consideran sólo los dos primeros cationes. Son varios los efectos nocivos que tienen las aguas duras en la industria. Algunos ejemplos según Applebaum (1974), son:

- La incrustación de sales en calentadores y otros equipos de intercambio, lo que causa aislamiento y trae problemas de transferencia de calor; además de fallas en los tubos de los calentadores por sobrecalentamiento de metales.
- Depósitos y manchas en la superficie de productos acabados.
- Destrucción y desperdicio de varios químicos, como el detergente ocupado en el lavado de textiles y operaciones similares.

Enfocándonos al último de estos efectos adversos, se puede decir que el desperdicio de los detergentes, se refiere al bloqueo del surfactante o "sustancia activa" por los cationes de calcio y magnesio en el agua de lavado; es decir, los iones metálicos reaccionan con el surfactante (también llamado tensoactivo) cuando este es de tipo aniónico, evitando que este cumpla con su función de actuar en la interfase suciedad-sustrato, al precipitarlo. Este no es el único perjuicio de la dureza en la detergencia. También es sabido que, una vez que se ha retirado la suciedad, los iones de calcio y magnesio favorecen su re-deposición al combinarse químicamente con ella. Si consideramos que la limpieza se mide por la cantidad de material no deseado retirado; es decir, el material



no retirado, menos la cantidad que se vuelve a depositar, se tiene que la dureza en el agua de lavado es una variable que de alguna forma debe ser controlada en los procesos de detergencia. Esta reacción no es benéfica porque además, se forman compuestos difíciles de separar que pueden actuar como barrera para la acción del tensoactivo en la superficie del sustrato, siendo necesarias mayores concentraciones del surfactante para lograr resultados aceptables de limpieza.

Se sabe que los primeros detergentes sintéticos fueron desarrollados por los alemanes en la primera guerra mundial, pero que hasta mediados de los años 30's se empezaron a hacer comerciales en varios países de Europa y en Estados Unidos, consistiendo en productos compuestos casi en su totalidad por surfactantes. Estos primeros productos fueron moderadamente exitosos, considerando que no eran aptos para trabajos pesados. Sin embargo, no fue sino hasta 1947 cuando agentes suavizadores fosfatados fueron combinados con los surfactantes y potenciaron las posibilidades de los detergentes sintéticos caseros, convirtiendo de ahí en adelante a los detergentes sintéticos base fosfato, en los productos dominantes del mercado. Esto se debió a la acción secuestrante de los tripolifosfatos sobre los iones que producen la dureza, mejorando las condiciones para un mejor desempeño de los agentes tensoactivos.

Después de la introducción de los agentes suavizadores fosfatados y hasta 1970, los cambios en las formulaciones de los detergentes fueron generalmente de un tipo evolutivo, motivados por pequeñas mejoras en el desempeño o por factores de reducción de costos. Con algunas excepciones, los detergentes de alta eficiencia para trabajos pesados, en este periodo, fueron productos con agentes suavizadores fosfatados que sólo



diferían en el tipo de surfactante y en la cantidad de fosfatos en su contenido, en un rango de 40 a 60% en su composición. A partir de los años 70's, sin embargo se comenzaron cambios más dramáticos motivados no por consideraciones de desempeño, sino por presiones externas a la industria de los detergentes.

El reconocimiento de la relación directa entre el incremento en el contenido de fósforo en aguas superficiales y el aumento de los niveles de eutrofización a nivel mundial, se hizo del dominio público entre los años 70's y 80's. En países como Estados Unidos, Japón y algunos miembros de la Unión Europea, se han tomado medidas al respecto. Las medidas iniciales tomadas en la Unión Europea incluyeron acuerdos voluntarios e iniciativas de ley para cambiar los tripolifosfatos de sodio (TPFS) como agentes suavizadores, al menos en detergentes de uso doméstico. Como resultado de esfuerzos de este tipo desde los años 80's, se han logrado disminuciones dramáticas en las concentraciones de fosfatos en las aguas superficiales de países como Alemania, Italia y Suiza. La amplia introducción de los detergentes basados en zeolitas y silicatos, incluso en países donde no se han tomado medidas oficiales, muestra la buena aceptación que han tenido estos detergentes en los países miembros de la Unión Europea.

Por otro lado, el otro efecto nocivo de los detergentes a considerar es, sin duda alguna, el del surfactante. Además de ser una fuente importante de carga orgánica en cuerpos receptores, provocan condiciones de anaerobiosis. Esto se da porque al generarse grandes cantidades de espumas sobre la superficie del cuerpo receptor, se impide la libre transferencia de oxígeno. Estos mismos problemas se dan en los tanques de tratamiento de aguas. Principalmente en el tratamiento aerobio de agua, que es el que requiere de una buena transferencia de oxígeno para su óptimo funcionamiento, y además no tiene la capacidad de degradar los detergentes.



Actualmente se está buscando, cada vez más, mitigar estos efectos nocivos de los detergentes sobre el medio ambiente y el tratamiento de aguas. Desafortunadamente factores como los resultados en la limpieza y el precio de este, son factores determinantes en el desarrollo de nuevos productos que tengan un menor impacto.

Dentro de un sistema deterativo, además de ser importantes el factor de composición del detergente, concentración y condiciones de lavado; también es importante el sustrato sobre el cuál va a actuar el detergente. Un ejemplo claro de esto se encuentra en la industria del enlatado de alimentos. En este caso la limpieza posterior al envasado del producto es muy importante ya que implica la aceptación o rechazo de un lote de producto. Por esta razón se deben de utilizar las cantidades adecuadas de cada componente de los detergentes de tal forma que se eviten fenómenos como la corrosión, incrustación u opacidad en la lata, ofreciendo un aspecto limpio, además de no tener grasa o residuos de alimentos sobre su superficie.

La contribución de este estudio es investigar los efectos de sustituir el uso de TPFS en detergentes por otros agentes suavizadores, además de buscar minimizar el uso del surfactante para impactar lo menos posible al tratamiento aerobio de aguas. Todo esto bajo condiciones de lavado que propicien un funcionamiento óptimo del sistema deterativo.