Impacto ambiental de las operaciones de limpieza y desinfección de depósitos en la industria vinícola y mejoras ambientales a través del uso de ozono como agente desinfectante

A. Canut; A. Pascual

Ainia Centro Tecnológico. Parc Tecnológic de València, C. Benjamin Franklin, 5-11. E-46980 Paterna

Telephone: +34 961366090; Fax: +34 961318008. E-mail: acanut@ainia.es

Resumen

Las operaciones de limpieza y desinfección son operaciones clave en las bodegas por razones de seguridad alimentaria y por la propia calidad del producto, eliminando el riesgo de proliferación de bacterias indeseables, contaminación química y contaminaciones cruzadas. Dentro de estas operaciones, la limpieza de tanques y otros equipos cerrados es, en bodega, una de las operaciones más frecuentes debido a la gran cantidad de trasiegos que se hace del vino durante su elaboración hasta el embotellado final. Diversos productos químicos son utilizados para estas operaciones (ácidos, productos alcalinos y desinfectantes). Estas operaciones exigen altos consumos de agua para el enjuague de los equipos y asegurar que no quedan restos en las superficies que puedan pasar al vino. Las aguas de limpiezas son vertidas contaminadas con restos de producto y los propios agentes químicos utilizados para la limpieza. Así, razones ambientales y de seguridad alimentaria exigen el desarrollo de nuevos sistemas de limpieza y desinfección de equipos que, además de eficientes desde el punto de vista higiénico, sean medioambientalmente más respetuosos. En este sentido el ozono, puede resultar una herramienta útil en las bodegas dadas sus propiedades oxidantes y capacidad antimicrobiana de amplio espectro con potenciales ventajas medioambientales.

Por otro lado, si bien, es conocido que en las bodegas la limpieza y desinfección de equipos cerrados es una de las operaciones con mayor impacto ambiental tal y como queda recogido en el Documento Europeo sobre Mejores Técnicas Disponibles (MTDs) en la Industria de Alimentos, Bebidas y Leche no hay datos concretos de referencia respeto al impacto producido por este tipo de operaciones.

La presente comunicación describe el progreso conseguido hasta el momento en la ejecución de un proyecte LIFE de demostración cuyo objetivo es contribuir a la reducción del impacto ambiental de las operaciones de limpieza en las empresas alimentarias a través del uso del ozono como alternativa a otros agentes químicos. Se describen las tareas realizadas, el diseño de la planta de demostración, los resultados del estudio del impacto ambiental producido por las operaciones de limpieza en diversas bodegas colaboradoras, se comenta la continuación de los trabajos y los resultados esperados. Finalmente se presenta una serie de conclusiones en torno al impacto de la limpieza y desinfección de depósitos y se comentan factores a tener en cuenta pera integrar las tecnologías del ozono, posibles beneficios y factores a considerar para su aplicación.



Introducción

Las operaciones de limpieza y desinfección son fundamentales para la industria de alimentos y bebidas por razones de seguridad alimentaria. Equipos e instalaciones son sometidos a intensas operaciones de limpieza para satisfacer los requerimientos higiénicos. El objetivo de la limpieza es eliminar restos de producto, otros posibles contaminantes y microorganismos, tanto posibles patógenos como no patogénicos cuya presencia podría afectar la calidad del producto. La manera, medios y frecuencia para realizar estas operaciones varía según el tipo de productos y los tipos de procesos. Limpieza y desinfección son dos operaciones que, en general, se hacen, por este orden, de forma sucesiva empleando agentes de limpieza y desinfección de forma separada.

Los sistemas de limpieza CIP (del inglés Cleaning in Place, es decir, limpieza en sitio) se emplean para la limpieza de superficies interiores de equipos cerrados (tanques, conductos, centrífugas...). El sistema consiste en hacer circular a través del circuito de depósitos y líneas de proceso una serie de soluciones de limpieza y/o desinfección en circuito cerrado desde unos depósitos de preparación de estas disoluciones, de acuerdo con unas secuencias y unos tiempos establecidos a priori. Estos sistemas admiten un alto grado de automatización pero a menudo se operan de forma manual por parte de un operario encargado de realizar la operación.

La mayoría de los agentes de limpieza utilizados son soluciones acosas ácidas o básicas. Para la desinfección hay una diversidad de productos desinfectantes que se utilizan: peróxido, peracético, productos clorados, amonios cuaternarios, etc.

De forma genérica, cualquier programa de limpieza y desinfección contendrá algunos de los siguientes pasos:

Enjuague inicial: con agua para eliminar de la superficie de los equipos los restos más groseros de producto que se encuentren poco adheridos a las superficies.

Ciclo de limpieza: para eliminar el film residual adherido a les superficies de los equipos. El ciclo de limpieza, en función del tipo de substancias que impregnen las superficies, puede incluir:

- Lavado con solución alcalina (caliente o fría)
- Enjuague intermedio con agua
- Lavado con solución ácida
- Enjuague con agua

Desinfección: desinfectante en solución acuosa de forma que les superficies son mojadas o inundadas con el desinfectante. La mayor parte de las formulaciones desinfectantes contienen agentes germicidas, substancies alcalinas, cloro, oxigeno, inhibidores de la corrosión y agentes complejantes

Enjuague final con agua para eliminar cualquier resto de productos químicos. Esta agua puede a menudo ser recuperada para realizar un enjuague inicial de otro equipo o de otro ciclo.

El Documento sobre Mejores Técnicas Disponibles a la Industria de Alimentos, Bebidas y Leche, presenta el alto consumo de agua y el alto volumen de aguas residuales como los aspectos medioambientales clave del sector. Aquí, se indica que este alto consumo de agua es debido, entre otras, a las operaciones de limpieza. En concreto, se indica grandes cantidades de agua se requieren para la limpieza y desinfección y que, de hecho, esta operación es el



punto de consumo principal en muchas industrias. En particular, para el sector vinícola se añade que el agua se utiliza para refrigerar depósitos de estabilización y sobre todo en las operaciones de limpieza. En bodega, las operaciones de limpieza más importantes son las relacionadas con la limpieza de depósitos de proceso y de almacenaje así como conductos, e instalaciones donde los sistemas CIP son de aplicación y uso bien de forma manual, bien de forma automatizada.

Las operaciones de limpieza constituyen el principal origen del impacto ambiental de la industria de elaboración de vino, por el alto consumo y, sobre todo, por la consiguiente generación de aguas residuales. Las aguas residuales de limpieza y desinfección contienen materia orgánica, sólidos en suspensión, nitratos, amonio y fosfatos procedentes de los restos de producto y películas eliminadas de los equipos y superficies. También se añade una alta conductividad y valores extremos de pH, e incluso toxicidad a causa de los agentes de limpieza y desinfección usados. Además, en el caso de productos clorados, estos pueden reaccionar con la materia orgánica dando lugar a compuestos organo-clorados que pueden ser cancerígenos. Así, razones tanto medioambientales como de salud impulsan la búsqueda de nuevas técnicas de limpieza y desinfección alternativas a los métodos actuales que presenten un menor impacto.

Sin embargo hay pocos datos de referencia del impacto ambiental producido por la actividad de la industria vinícola de forma general y menos aún del impacto producido de forma particular por las operaciones de limpieza y desinfección realizadas. De hecho, el Documento Europeo sobre MTDs en la Industria de Alimentos, Bebidas y Leche admite que existen fuertes carencias de información sobre datos relativas al impacto ambiental de operaciones de proceso, de hecho, para el sector vinícola no se dan datos.

En este contexto, el ozono constituye un agente químico con un alto potencial para convertirse en una herramienta útil para la industria alimentaria en las operaciones de limpieza y desinfección con un elevado número de potenciales ventajas medioambientales respeto a otros desinfectantes usados tradicionalmente. El ozono es un gas muy inestable que se degrada rápidamente para dar oxigeno. Su utilidad reside en que es un poderoso oxidante (un 52% más fuerte que el cloro) y que posee un efecto bactericida de amplio espectro. El ozono actúa sobre los microorganismos oxidando la membrana celular y la mayoría de microbios son susceptibles a este efecto oxidante. Ahora bien, a diferencia del cloro, el ozono al reaccionar con la materia orgánica no genera derivados indeseables, ni deja residuos químicos dado que acaba degradándose en oxigeno por reacción o por degradación natural y no supone un aumento de la conductividad ni la salinidad del agua.

En este campo, la administración de los Estados Unidos, tomó un importante paso a favor del uso del ozono que significa un punto de inflexión en la aceptación de su uso entre los productores de alimentos americanos: en junio de 2002 la FDA (Food and Drug Administration) formalmente va aprobó el uso de ozono "en fase gaseosa o acuosa como un agente antimicrobiano para el tratamiento, almacenaje y procesado de alimentos". Adicionalmente, en diciembre del mismo año el "United States Department of Agriculture's Food Safety and Inspection Service (USDA/FSIS) también aprobó el uso del ozono en contacto con carne y productos avícolas, desde materias primas hasta productos acabados antes de empaquetar. Anteriormente, la FDA ya había aprobado el uso del ozono para desinfectar agua embotellada y esterilizar líneas de embotellado. En Europa esta es la aplicación del ozono más conocida y ampliamente utilizada dentro de la industria alimentaria, viene gobernada por la Directiva 2003/40/CE que marca las condiciones en las que aire enriquecido con ozono puede ser utilizado para tratar aguas minerales y de manantial.



Las aplicaciones del ozono más estudiadas y desarrolladas comercialmente son aquellas en las que el ozono se aplica directamente sobre los alimentos para desinfectarlos. Un gran número de estudios en Europa y Estados Unidos han demostrado su eficacia sobre todo tipo de productos (frutas, verduras, carnes, pescado, harinas, especias, huevos, cereales, etc.) y en un amplio abanico de operaciones: limpieza y desinfección de materias primas y productos tratamiento del agua de refrigeración, conservación de alimentos, entre otros (EPRI, 2000).

En cuanto a la desinfección de superficies en contacto con alimentos se han reportado estudios sobre la eficacia del ozono para desinfectar superficies de acero inoxidable. Así, Green (1993) comparó la efectividad como desinfectante del agua ozonizada y un desinfectante clorado. Placas de inoxidable fueren incubadas con leche pasteurizada inoculada con Psudomonas fluorescens o Alcaligennes faecalis, el autor concluye que la ozonización es un método de sanitización efectivo con un uso potencial para la industria láctea con la ventaja de no producir subproductos indeseables como trihalometanos formados por productos clorados, además indica que el tratamiento con ozono puede conducir a ahorros en costes dado que los costes de mantenimiento son bajos. En otro estudio a escala de laboratorio, Takashaki el al (2003), comparó la eficacia del ozono gas e hipoclorito sódico como oxidantes en la limpieza de partículas de acero inoxidable impregnadas con distintas proteínas observando que el efecto del ozono sobre la eliminación de las proteínas dependía de la concentración de ozono. Cuando el pretratamiento se hacía con ozono altamente concentrado (20%) durante 30 minutos, las proteínas eran casi totalmente eliminadas de las partículas de inoxidable. Estos resultados muestran que la acción complementaria de agentes alcalinos y oxidantes ofrecen unos buenos resultados para la limpieza de películas de proteínas impregnadas y que el ozono podría ser una alternativa al hipoclorito sádico para la eliminación de proteínas sobre superficies de acero inoxidable.

En sistemas CIP, el uso de agua ozonizada en lugar de agua caliente o agentes químicos antimicrobianos tradicionales, los costes globales por consumo de productos químicos se ven reducidos y también el deterioro de las instalaciones (Lowe, 2002). Además diferentes estudios indican que los sistemas CIP con ozono como desinfectante podrían ser una elección interesante para mejorar el comportamiento medioambiental de las operaciones de limpieza, así, Richard Packman and Dave Adams (2005) destacan los beneficios del ozono para reducir la cantidad de agua necesaria en la limpieza de depósitos en comparación con sistemas convencionales. Lagrange et al (2004) investigaron el uso de agua ozonizada como desinfectante en el contexto de los sistemas CIP. Los tests realizados sobre Staphylococcus aurens, Pseudomonas aeruginosa y candida albicans demostraron que mientras que el agua ozonizada posee alta capacidad desinfectante ésta puede ser inactivada por la presencia de proteínas, en consecuencia, resulta imprescindible una limpieza eficiente previa a la desinfección con agua ozonizada.

Shaun Porter (2002) describe la efectividad del uso de ultravioleta seguido de ozonización del agua para realizar el enjuague de botellas y tanques de fermentación en una cervecera. John McClain (2002) describe el uso del ozono para diversas operaciones de sanitización en bodegas de vino y comentan sus ventajas y las medidas de seguridad necesarias. El ozono se está empleando para la desinfección de barricas dado que es muy eficiente para la eliminación de Brettanomyces (Day, 2004). Por último cabe señalar que el ozono evita la presencia de substancies como el tricloranisol (TCA).



Materiales y métodos

Los trabajos descritos en este documento forman parte de un proyecto Life de Demostración cuyo objetivo es contribuir a una reducción del impacto ambiental producido por las operaciones de limpieza y desinfección en la industria alimentaria a través del uso del ozono como agente desinfectante alternativo. Las tareas de demostración se centrarán en tres sectores clave: cervecero, lácteo y vino. Las tareas previstas para conseguir los objetivos son:

- A. Acciones preliminares: realización de estudios específicos sobre Documentos vigentes sobre MTDs, técnicas CIP, tecnología del ozono, estudio de factores no ambientales y, realización de estudios de campo en empresas colaboradoras para obtener datos reales del impacto ambiental producido por la limpieza y desinfección. Consiguiéndose la base de conocimiento multidisciplinar necesaria para desarrollar las etapas posteriores.
- B. Diseño y construcción de una planta de demostración: la cual ha de permitir la simulación de protocolos convencionales y ensayar protocolos alternativos con agua ozonizada.
- C. Tareas de demostración: realización de los ensayos y obtención de datos comparativos sobre eficacia e impacto ambiental.
- D. Evaluación de resultados: establecimiento de indicadores de consumo de agua, producción de aguas residuales, consumo energético, eficiencia en la limpieza, etc.
- E. Diseminación de resultados: www.ozonecip.net

Actualmente las tareas A i B han concluido. Para la realización del proyecto la planta de demostración es una pieza clave. La planta consta de tres subsistemas: planta CIP, sistema de generación de agua ozonizada y el equipo objeto de limpieza: (figura 1)

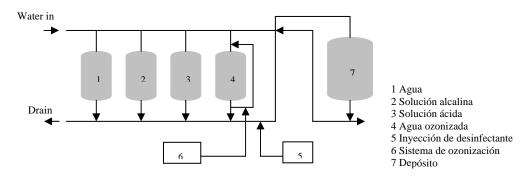


Figura 1. Esquema de la planta de demostración.

Resultados

Limpieza y desinfección de depósitos en industrias vinícolas

El tipo de sustancias que ensucian los equipos de una bodega consisten fundamentalmente en restos de zumo de uva, restos de vino y películas adheridas a las paredes de los depósitos. En particular:

- Residuos minerales: básicamente el bitartrato potásico que precipita durante la fermentación del vino cuando se produce su refrigeración.
- Residuo orgánico: residuo seco procedente de restos de mosto, vino o film biológico generado. Se pueden encontrar compuestos colorantes, taninos, proteínas, ácidos orgánicos, azúcares y microorganismos (levaduras, bacterias lácteas i acéticas, hongos).



Los ácidos orgánicos y lo azúcares son solubles en agua y los tartratos son solubles en soluciones alcalinas. A menudo, la desinfección se hace con agua caliente a 65-75 °C a pH en torno a 2,8 usando acido cítrico o soluciones de SO2 o sencillamente con agua caliente a 90°C.

En bodega, los sistemas de limpieza CIP pueden utilizarse para la limpieza de barriles, tanques de todo tipo (almacenaje, fermentación, estabilización), conductos, centrífugas, filtros, intercambiadores de calor, etc. Sin embargo, en muchas bodegas, la limpieza de depósitos es la operación de limpieza más significativa y frecuente y en algunas, durante largos espacios de tiempo, la única operación. Esto se debe a la gran cantidad de trasiegos que hay que realizar en los sucesivos pasos para la elaboración del vino (clarificación por gravedad, fermentación, estabilización en frío, filtrado, etc.). Así, la limpieza de depósitos se convierte en el punto más significativo, cando no el único, de generación de aguas residuales en las bodegas. Un procedimiento de limpieza de depósitos en bodegas podría resumirse en los siguientes pasos:

- Enjuague inicial con agua. Se realiza un primer enjuague del depósito con un pequeño volumen de agua a presión para extraer los restos de producto y/o líes que puedan quedar en el fondo de los depósitos y la suciedad poco adherida a las paredes. Estas aguas a menudo pueden ser recogidas para aprovechamiento de su grado alcohólico.
- 2. Lavado del depósito con solución detergente o desinfectante que se hace circular en circuito cerrado durante un cierto tiempo. Una vez que el ciclo ha acabado la solución suele ser vertida a los drenajes. Los productos utilizados para esta finalidad suelen ser soluciones de sosa, de hipoclorito sódico y desinfectantes como el ácido peracético. Algunas bodegas desinfectan con agua en torno a 80°C. La solución alcalina de lavado puede ser reutilizada, esta solución se emplea especialmente cuando hay deposición de tartratos, especialmente en los tanques de estabilización fría. La solución puede ser gestionada para recuperación de tártaro por terceros.
- 3. **Enjuague final** con agua en circuito abierto y vertido de las agua a drenajes.

Con frecuencia, en bodega solo se aplica los pasos 1 y 3 descritos, y con relativa frecuencia sólo el 3. El paso 2, en muchas bodegas, se realiza ocasionalmente y/o en función de la inspección visual del estado del depósito. El diagrama de flujo del proceso anterior se representa en la figura 3:

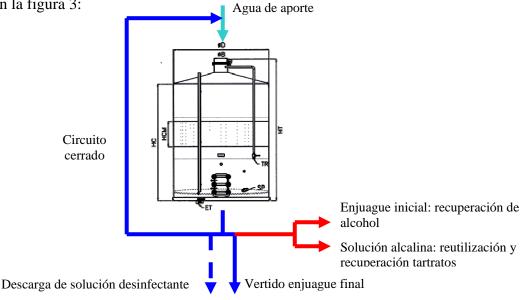




Figura 2. Flujo de las operaciones de limpieza y desinfección de depósitos

Aunque los sistemas de limpieza CIP automatizados son de total aplicabilidad para la realización de estas operaciones, en nuestras bodegas todavía se efectúa la limpieza de forma manual, controlando el proceso en todo momento por un operario que decide el tiempo de circulación según sus apreciaciones y experiencia. Además también es frecuente el uso de equipos móviles (bomba de circulación, bola de limpieza) que van insertándose cada vez en el tanque objeto de limpieza.

Impacto ambiental de las operaciones de limpieza y desinfección en bodegas

El Documento Europeo de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Alimentos, Bebidas y Leche, contempla el consumo de agua como uno de los aspectos medioambientales más relevantes de todo el sector donde grandes volúmenes de agua se consumen para realizar las operaciones de limpieza y desinfección. Aquí, se indica que en muchas instalaciones esta operación es el principal punto de consumo, como así ocurre en el sector vinícola. A pesar de reconocer que en este sector estas operaciones consumen prácticamente toda el agua utilizada en las bodegas, no se dan valores de referencia de consumo de agua en la industria vinícola ni de carácter global ni, menos aún, relativos a las operaciones de limpieza y desinfección particulares.

Cabe diferenciar entre bodegas dedicadas a la elaboración de vino a partir del uvas y las dedicadas a finalizar el proceso de vinificación y embotellar a partir de vino elaborado en los primeras. Las primeras centran su actividad durante los meses coincidentes y posteriores a la vendimia, con limpiezas puntuales según se produzcan trasiegos entre depósitos durante la clarificación o se vacíen depósitos para suministrar producto a embotelladores. En cambio los embotelladores mantienen una actividad similar a lo largo de todo el año consumiendo mayores cantidades de agua debido a la limpieza de las líneas de embotellado.

La tabla1 muestra valores de consumo específico de agua en bodega a partir de datos de diversas bodegas de València y Catalunya:

	m3 agua consumida/m3 vino producido
Elaboradores	0.09-0,37
Embotelladores	0,35-1,23

Tabla1. Consumo específico de agua en bodegas

Las aguas de limpieza en bodegas constituyen el principal, cuando no el único, origen de las aguas residuales generadas. Durante gran parte del año en un gran número de bodegas, de hecho, el único vertido es el originado por la limpieza de depósitos.

Las aguas residuales más contaminadas se producen durante la fermentación, clarificación y envejecimiento del vino debido al lavado de lías, sedimentos y restos de producto en las instalaciones. Si los sólidos depositados en el fondo de tanques no son segregados adecuadamente y se produce su vertido, las aguas de limpieza presentan una carga orgánica extrema que llega a 500.000 mg O2/L de DBO5. Incluso habiendo realizado las recuperaciones adecuadas las aguas presentan un carácter ácido con un pH entre 4 i 6 a excepción de las soluciones cáusticas de limpieza de tartratos que presentan un pH superior a 12 y extremos valores de conductividad.

En cualquier caso las aguas de limpieza se encontraran contaminadas con restos de producto y las soluciones de limpieza utilizadas (ácidos, álcalis y desinfectantes).



Para darse cuenta de la importancia de la carga transferida a las aguas por los restos de producto acumulados en fondos de deposito y conductos considérense los siguientes valores analíticos de la carga orgánica de muestras de producto:

	pН	Cond (mS/cm)	DQO(mg/L)	N (mg/L)	PO4-P (mg/L)
Vino tinto	3,41	2,10	171.000	580	90
Vino rosado	3,43	2,31	176.000	520	100
Vino blanco	3,62	2,34	183.500	520	90

Tabla2. Características analíticas de muestras de producto

Así, considerando que los restos de vino presenten una DQO en torno a 175.000 mg O2/L i considerando que el límite de vertido para este parámetro a colector es sitúa en 1000 mg/L en general, tendríamos que cada litro de vino contamina 175 litros de agua para situarse bajo los límites de vertido.

En el Documento Europeo sobre MTDs podemos encontrar esta tabla de valores de características principales de las aguas residuales generadas en distintas etapas del proceso de elaboración del vino:

]	Fermentatio	n	A	Barrel		
	Cellar 1	Cellar 2	Cellar 2 Cellar 3		Cellar 1 Cellar 2		cleaning
pН	4.86	4.61	6.17	3.71	3.90	3.70	4.30
Conductivity(µS/cm)	893	641	531	1452	1377	1938	863
COD (mgO2/l)	5249	2286	5925	22428	16210	66986	2401
TSS (mg/l)	444	452	205	4700	4490	31700	18
TKN (mgN/l)	51.5	40.9	35.9	239	279	1288	51.8
N-NH4 + (mgN/l)	7.86	7.28	13.1	34.3	33.1	154	11.2
P-PO4 3- (mg/l)	13.6	10.6	10.6	21.2	26.6	101	1.10
BOD5 (mgO2/l)	3000	1900	3000	6000	9000	42500	1250

Tabla 3. Características de les aguas residuales de una bodega de vino tinto: un ejemplo (134, AWARENET, 2002)

La tabla 4 muestra el orden de magnitud de les características de las aguas residuales globales de bodegas, diferenciando entre elaboradores y embotelladores, los datos se han obtenido a partir de muestreos efectuados en bodegas valencianas:

Paràmetro	Elaborador	Embotellador
pН	4,06 -8,01	7,21 - 8,14
Conductivity (µS/cm)	429 – 5090	525 - 2000
SS (mg/l)	10 – 948	46 - 104
BOD5 (mg O2/l)	36 – 16296	20 - 782
COD (mg O2/l)	76 -30750	32 - 1245
Pt (mg P/l)	2,2-82	<1 – 3,6
NKT (mg N/l)	2 - 53	7 - 66
toxicity	0 - 250	0 - 30

Tabla 4. Características analíticas de las aguas residuales globales generados en bodegas valencianas (ainia, 2006-2007).



La tabla 5 muestra las características analíticas de aguas residuales globales a partir de muestras tomadas en bodegas de La Rioja:

Parámetro	Rango
pH	3,5 – 8,5
DQO (mg O2/L)	2000 – 20000
DBO5 (mg O2/L)	1250 – 13000
SS (mg/L)	1500 – 5000
NKT (mg N /L)	15 – 70
P (mg/L)	3 – 70

Tabla 6. Características analíticas de las aguas residuales globales generadas en bodegas en La Rioja. (Fuente: "Impactos ambientales en la bodega" (ISNN:84-89740-25-9. Fundación Caja Rioja).

La amplitud de los rangos obtenidos muestra la gran influencia que tiene la adopción o no de buenas prácticas medioambientales y una adecuada segregación de lías y primeras aguas de limpieza para aprovechamiento del grado alcohólico.

El Documento Europeo de MTDs no se encuentran datos cuantitativos respecto al impacto ambiental provocado por operaciones concretas de limpieza y desinfección de depósitos. Los siguientes datos han sido obtenidos a través de visitas a distintas bodegas a partir de la información transmitida por sus técnicos y con la realización de tomas de muestra y caracterización realizadas in situ. Sin embargo estos resultados sólo dan idea del orden de magnitud de la carga contaminante de las corrientes de dado que estas operaciones, en general, son realizadas manualmente por operarios afectando la repetibilidad de las mismas. Diferentes casos han quedado cubiertos: limpieza manual con agua a presión, con bola de limpieza, operaciones con y sin recuperación del enjuague inicial, enjuague posterior a limpieza alcalina y limpieza con desinfección.

Finalmente los resultados se han distribuido en los siguientes cuatro grupos según la tabla 7:

	Characteristics of cleaning wastewaters in wineries											
Stage		A	A		В		C			D		
	pН	cond	COD	pН	cond	COD	pН	cond	COD	рН	cond	COD
Rinse with water	4-7	500- 1500	5000- 20000	For alcohol recovery			For alcohol recovery			like case A		
Alkaline washing		no no		Reused and tartrate recovery			no					
Intermediate rinse	no no				no			no				
Disinfection*	no			no		no			5-8	1100- 2700	600- 1100	
Rinsing with water	no		4-7	800- 1500	135- 2600	>10	>20000	110	6-8	1100- 2600	10- 150	

^(*) toxixidad > 1000 U.T en todas las muestras analizadas.

Tabla 7. Características analíticas de las aguas de limpieza y desinfección de depósitos



Continuación de los trabajos y resultados esperados

La tarea C de demostración comienza ahora con cuya ejecución se espera recopilar datos que permitan obtener indicadores que muestren las diferencias en el resultado medioambiental derivado de las operaciones de limpieza con agua ozonizada frente a las operaciones convencionales en relación a consumo de agua, consumo de energia, contaminación de las aguas y eficacia en la limpieza y desinfección, de forma que las ventajas medioambientales queden demostradas y la consideración del sistema como una MTD pueda ser contemplada.

Los beneficios medioambientales esperados son:

- Reducción del consumo de agua: dado que el ozono se degrada en oxigeno sin dejar residuos, el enjuague posterior a la desinfección podría ser innecesaria y la solución de desinfectante podría usarse para enjuague iniciales de otros tanques.
- Disminución de la cantidad de sosa y desinfectante usados.
- Mejora de la calidad de las aguas residuales por reacción del ozono con la materia orgánica, disminución de la DQO, aumento de la relación DBO/DQO, ausencia de derivados organoclorados. Disminución de la conductividad del vertido.
- Reducción del consumo energético respecto a la desinfección con agua caliente.

Conclusiones

La limpieza y desinfección es una operación clave en la industria agroalimentaria en general y para la vinícola en particular. Los datos que han podido recopilarse in situ e diversas bodegas que han colaborado en el proyecto confirman esta afirmación, apoyando las afirmaciones cualitativas expresadas en el BREF respecto al sector vinícola y aportando valores cuantitativos. Asimismo, se ha podido observar que la puesta en práctica de recuperación de subproductos tiene un alto peso a la hora de disminuir sensiblemente el impacto ambiental de las limpiezas. En función de la información recopilada puede afirmarse que:

- Casi toda el agua consumida en una bodega se usa para limpiar instalaciones y es el origen de las aguas residuales de la empresa.
- Las aguas de limpieza se encuentran contaminadas con restos de productos y los agentes de limpieza y desinfección.
- La segregación y gestión del primer enjuague y de las soluciones alcalinas hace disminuir en gran medida la carga de las aguas residuales vertidas.
- Es habitual el control manual por parte de un operario de todo el proceso de limpieza y desinfección afectando la repetibilidad y la optimización de la operación en cuanto al tiempo empleado y el volumen de agua que realmente es necesario. La automatización y la monitorización podrían aportar grandes ahorros de tiempo y agua.
- En general, falta un registro más exhaustivo de cada operación de limpieza realizada con datos que por histórico permitan optimizar los procesos (por ejemplo medida del volumen de agua consumida en la operación, duración de cada etapa,etc).
- La sobre dosificación de desinfectantes conduce al vertido de aguas con toxicidad y a un excesivo consumo de agua de enjuague para asegurar que no queden restos de desinfectante en las superficies de depósitos.
- No existen patrones definidos de limpieza (dosis, duración i volumen de agua) en función del tamaño del depósito a limpiar, en ocasiones se hace igual para un depósito de 10000 L que para uno de 100000L.



Como ya se ha indicado el uso de agua ozonizada podría conducir hacia la mejora de diversos aspectos ambientales. Así, a diferencia de otros desinfectantes, el ozono se degrada en oxigeno sin dejar residuos, cosa que es una ventaja tanto desde el punto de vista medioambiental como de seguridad de los alimentos. La substitución de otros productos por el ozono reducirá la concentración de sales y por tanto la conductividad de las aguas residuales. Otro aspecto interesante es que el ozono se genera in situ y a demanda no siendo necesario almacenar productos químicos. Todas estas estimaciones deberán ser confirmadas y cuantificadas con el trabajo es curso.

La revisión realizada sobre les técnicas de limpieza CIP y sobre las tecnologías del ozono indican que la integración de ambas es relativamente sencilla si se adoptan ciertas medidas adicionales de seguridad específicas del ozono. Cabe, además estudiar la compatibilidad del ozono con los materiales constructivos (conductos, depósitos y todo aquello que entre en contacto con el agua ozonizada) y debe estudiarse la necesidad de forzar el desplazamiento del aire ozonizado con nitrógeno para prevenir posibles oxidaciones del vino por restos de ozono si el depósito fuera llenado inmediatamente después de ser desinfectado.

Consorcio

Ainia - Instituto Tecnologico Agroalimentario (Spain, Project coordinator), Umweltinstitut des Technologie-Transfer-Zentrums Bremerhaven (Germany), Gdansk University of Technology (Poland), Domecq bodegas (Spain, wine processing), InBev. (Germany, beer processing) and Meierei- Genossenschaft e.G. Langernhorn (Germany, dairy processing)

Agradecimientos

El proyecto OZONECIP está co-financiado por la Unión Europea a través del Programa Life Medioambiente (LIFE 05 ENV/E/000251).

Referencias

Day C.2004. Developments in the managerment of Brettanomyces, *Wine Industy Journal*, Vol.19 no 1:18-19

EPRI. 2000. Direct Food Additive Petition. Ozone as an Antimicrobial Agent for the Treatment, Storage and Processing of Foods in Gas and Aqueous Phases. Electric Power Research Institute.

EUROPEAN COMMISSION, 2006- Directorate-General JRC Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies-"Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries".

Greene A.K., Few B.K., Joao C,. Serafini. A. 1993. Comparison of ozonation and chlorination for the disinfection of stainless steel surfaces, *J Dairy Sci*, 76:3617-3620.

Lagrange F., Reiprich W., Hoffmann M. 2004. CIP-cleaning and disinfection with ozone water, Fleischwirtschaft, (Vol. 84) (No. 2) 112-114.

Lowe, M. 2002. Surface sanitation with ozone enriched water, NSF Registration and case study review. Ozone III Conference Proceedings. Fresno, CA October 28-30.

McClain, J. 2002. Use of ozone in winery sanitation. Ozone III Conference Proceedings. Fresno, CA October 28-30.

Packman, R and Adams. D. 2005. Resolving the rising cost of water effluent. International Food Hygiene. 16 (5): 5,7-8.



Porter. S 2002. Case Study: Ozone system to provide sterile rinse water. Ozone III Conference. Fresn Proceedings o, CA October 28-30.

Takahashi K., Koike K., Fukuzaki S. 2003. Comparison of the efficacies of gaseous ozone and sodium hypochlorite in cleaning stainless steel particles fouled with proteins, *Biocontrol Science*, Vol 8 n°2:87-91.

