

Evaluación del filtro de carbón activado en el sistema de filtrado Ilerdagua

El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de un filtrado mediante carbón activado del agua de las balsas de vaciado de palots de fruta, para reducir el nivel de productos químicos que se podrían acumular tras semanas o meses de reutilizar la misma agua (residuos de fitosanitarios provenientes de la fruta o de los palots, residuos de la desinfección como cloratos o percloratos y residuos de metales pesados). Así mismo, también se verificó si este filtrado con carbón activado tenía un efecto en la reducción de la contaminación fúngica.



Fotografías 1 y 2. A la izquierda, detalle del depósito con 1500kg de carbón activado (rectangular); derecha, aspecto del agua de la balsa después de haberse filtrado durante 10h por el carbón activado

EFICACIA DEL FILTRADO EN LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA

Se tomaron **2 muestras de AGUA** para analizar el nivel de residuos de fitosanitarios, de cloratos/percloratos y de metales pesados:

- **Muestra de agua 'filtrado sílex + cloración'**: se tomó el 19/9/2023 por la tarde, directamente de la balsa de vaciado de palots, mientras estaban procesando pera Limonera. En ese momento, el agua llevaba más de 3 meses sin renovarse y hacía 40 días desde la última vez que se filtró por el filtro de carbón activado. Se habían volcado en la balsa unas 320 tn de fruta de hueso y pepita.
- **Muestra de agua 'filtrado sílex + filtrado carbón activado + cloración'**: se tomó a la mañana siguiente, el 20/9 a las 7:30h. La operativa fue la siguiente: se terminó de trabajar la tarde anterior a las 19:00h, se paró la cloración y se siguió filtrando por el filtro de sílex durante 2h para rebajar al máximo posible la carga de suciedad y que el filtro de carbón pudiera tener un rendimiento óptimo. Posteriormente, se filtró durante 10h por el filtro de carbón activado y se empezó la cloración. En ese momento se tomó la muestra directamente de la balsa antes de que se empezara a procesar fruta.

Además de estas muestras de agua, también de tomaron **3 muestras de FRUTA**: una muestra la tarde del 19/9 habiendo estado sumergida en la balsa de agua unos 30 segundos, otra muestra de la misma partida,

que se sumergió durante 30 segundos en el agua al día siguiente a las 7:30h, y una tercera muestra que se tomó directamente del palot para conocer el nivel inicial de residuos de fitosanitarios, de cloratos/percloratos y de metales pesados. En esta muestra de pera directamente del palot no se detectó ningún residuo de los analizados, por lo tanto, lo que se detectara en las otras dos muestras de pera estarían directamente relacionadas con la contaminación química del agua de la balsa.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos. Se observa que, efectivamente, se acumulan residuos químicos en el agua de la balsa si ésta se reutiliza durante varias semanas/meses. En este caso se detectaron 11 materias activas de fitosanitarios, aunque todas ellas a niveles muy bajos, menores a 10 µg/l. Estos niveles tan bajos no causaron contaminación cruzada a la pera Limonera que se vació en esta agua. Tras las 10h de filtrado con el carbón activado, se redujo el número de materias activas de 11 a 1 (reducción > 90%), y en la única materia activa que se detectó, Boscalid, se redujo su concentración de 7.2 a 0.17 µg/l (reducción >97%).

Además de los residuos de fitosanitarios, se ha verificado que también se acumulan cloratos y cloratos, que son residuos derivados de la desinfección con hipoclorito sódico. En este caso, los cloratos han alcanzado una concentración de 28.000 µg/l (28 ppm) que, en este caso, sí ha contaminado la pera que se vació en esa agua y dejó un residuo de 0.025 mg/kg (0.025 ppm), que si bien es un nivel que está por debajo del LMR fijado por la UE (LMR: 0.05 ppm), ya marca como una materia activa más y, en el caso de una comercialización a clientes que limiten el número de materias activas, podría ser causa de rechazo de la mercancía.

Por otro lado, en ninguna de las muestras, ni de agua ni de fruta, se detectaron residuos de metales pesados.

Tabla 1. Residuos de fitosanitarios, de cloratos/percloratos y de metales pesados en el agua de la balsa y en la fruta que se sumergió en ella, antes y después de ser filtrada durante 10h por el filtro de carbón activado.

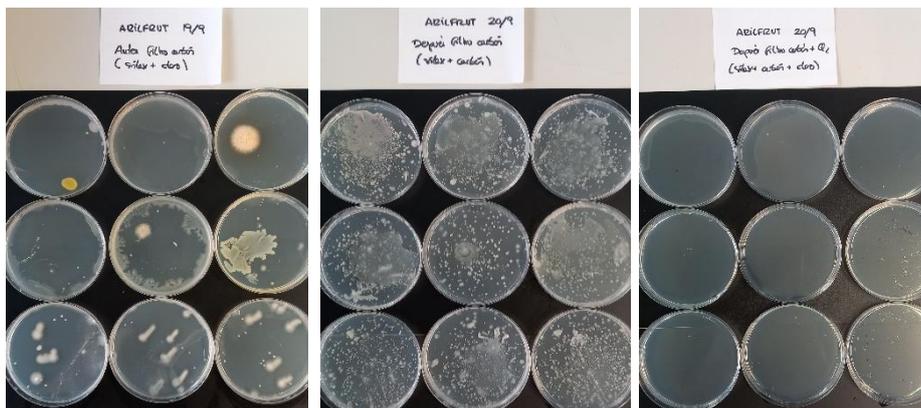
Análisis	Filtrado sílex + cloración		Filtrado + carbón activado + cloración	
	Agua (µg/l)	Fruta (mg/kg)	Agua (µg/l)	Fruta (mg/kg)
Fitosanitarios	Metolachlor: 0.038 Difenoconazol: 1.4 Iprodiona: 2.8 Krexomim-metil: 0.067 Propiconazol: 0.29 Tebuconazol: 7.1 Diethyltoluamide: 0.27 Acetamiprid: 1.1 Boscalid: 7.2 Fluopiram: 3.6 Tiabendazol 0.67	Captan: 0.037	Boscalid: 0.17	<LC
Cloratos	Cloratos: 28.000	Cloratos: 0.025	Cloratos: 2.900	<LC
Percloratos	Percloratos: 13.7		Percloratos: <0.5	
Metales pesados	Cadmio: <1.5 Mercurio: <0.2 Plomo: <10	Cadmio: <0.005 Mercurio: <0.004 Plomo: <0.005	Cadmio: <1.5 Mercurio: <0.2 Plomo: <10	Cadmio: <0.005 Mercurio: <0.004 Plomo: <0.005

EFICACIA DEL FILTRADO EN LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLOGÍA

Se tomó muestra de agua para determinar el nivel de contaminación microbiológico (en tubos con tiosulfato sódico para inactivar el cloro libre que pudiera haber), en los mismos puntos que el apartado anterior, es decir, antes y después del filtrado con carbón activado y además, un punto intermedio tras el filtrado con carbón pero antes de empezar la cloración.

Los resultados indican que sólo la filtración con carbón activo no desinfecta el agua sino que es necesario añadir un desinfectante, en este caso hipoclorito de sodio para garantizar que el agua de retorno a la balsa esté libre de contaminación microbiológica.

La población de aerobios mesófilos detectada en las 3 muestras de agua fue de: 16 ufc/mL agua de la balsa mientras se estaba trabajando fruta (con 4.37 ppm cloro libre); >10³ uf/mL tras el filtrado con carbón activado pero sin cloración (0.0 ppm cloro libre); y <1ufc/mL tras la cloración (3.3 ppm cloro libre).



Fotografía 3. Aspecto de las siembras del agua en los 3 momentos de muestreo: antes del filtrado con carbón activado (durante la jornada de trabajo), después de las 10h del filtrado con carbón activado, pero sin cloración y tras la cloración estándar. Cada fila corresponde a una repetición.

CONCLUSIONES

El sistema llerdagua de filtrado y desinfección permite reutilizar el agua de balsas de volcado de fruta durante 2 meses sin que ello suponga un riesgo de contaminación fúngica ni de contaminación química para la fruta que se esté procesando, ya que, aunque efectivamente se acumulan residuos de fitosanitarios, éstos lo hacen a niveles tan bajos que no suponen un riesgo de contaminación cruzada para la fruta con la que entran en contacto.

Sin embargo, sí que se pueden llegar a acumularse residuos derivados de la desinfección, concretamente cloratos, que podrían contaminar la fruta que se estuviera trabajando y dejar un residuo que podría comprometer la comercialización de la misma, ya que, si bien no superaría el LMR establecido (0.05 ppm), sí contaría como una materia activa más. Hay que destacar que este estudio se ha realizado con pera Limonera, que es una variedad con una epidermis fina, pero que sería necesario conocer el residuo que dejarían estos niveles de cloratos acumulados en el agua en distintas especies/variedades con una tipología de epidermis distinta, como melocotones, paraguayos, pera Conferencia con *russeting*, etc., que suelen tener mayor retención de productos químicos.

Por otro lado, el filtrado con carbón activado, por sí solo, no reduce la contaminación microbiológica del agua, siendo necesaria la adición de hipoclorito para mantenerla desinfectada.

Por todo ello, se recomienda realizar un ciclo de filtrado con carbón activado periódicamente, ya que se ha comprobado su elevada eficacia en la reducción, prácticamente total, de los residuos químicos tanto los derivados de la desinfección como los otros residuos químicos que pudieran acumularse, haciendo del sistema de filtrado llerdagua el sistema de gestión más sostenible medioambientalmente y suponiendo un ahorro de agua considerable para la empresa.