

---

## El proceso de producción de la celulosa

Las plantas de celulosa se dedican al procesamiento de la madera para la obtención de la principal materia prima para la producción de papel: la pulpa, o pasta. Generalmente se trata de grandes fábricas situadas en las mismas zonas donde se recolecta la madera, es decir cerca de bosques o plantaciones de monocultivos de árboles, donde se facilite el transporte de troncos abaratando así los costos de transporte.

Básicamente la madera está constituida por lignina y fibras de celulosa y el primer paso para la obtención de pulpa consiste en triturar la madera sólida. Según los procesos utilizados se distinguen dos tipos de pulpa:

\* La pulpa mecánica. Los procesos mecánicos trituran la madera y liberan las fibras. Este procedimiento convierte hasta el 95% de la madera en pulpa pero conserva la lignina, lo que posteriormente le da un tinte amarronado o amarillento al papel. Este tipo de pulpa se emplea principalmente para papel de periódico y otros productos en los que la calidad de la impresión no es tan importante.

\* La pulpa química. La madera es transformada primero en pequeñas astillas y luego sometida a un cocimiento con productos químicos, seguido por un proceso de refinado. La extracción química separa la lignina de la celulosa para que ésta quede como producto final. Eso se logra mediante hidrólisis (reacción con agua) en condiciones de mayor temperatura, con uso de productos químicos y con un gran consumo de energía. Según el producto químico utilizado se distingue: 1) el proceso "kraft" o "al sulfato" (actualmente el más común), que cuece las astillas de madera con sosa cáustica; 2) el proceso "al sulfito" (que dominó la industria papelera desde finales del siglo XIX hasta mediados del XX), que cuece las astillas de madera en una solución ácida; y 3) el proceso termomecánico químico, donde se calienta al vapor y se trata las astillas con productos químicos antes de molerlas.

Según el proceso y el tipo de madera utilizada se obtienen distintos tipos de pulpa: de fibra larga (coníferas) y de fibra corta (el resto, con algunas excepciones). La importancia de esta diferencia con relación al papel es que el de fibra larga es más flexible, por lo cual se lo utiliza generalmente en papel periódico. La pulpa producida, tanto por procesos mecánicos como químicos, generalmente requiere ser blanqueada. Existen diversos métodos de blanqueo: 1) con cloro gas (también llamado cloro elemental), 2) libre de cloro elemental (ECF), que utiliza dióxido de cloro (dentro de esta técnica se ha desarrollado también el ECF que emplea ozono en las etapas iniciales del proceso de blanqueo y dióxido de cloro en la etapa final, y el ECF "mejorado", que elimina la mayor parte de la lignina que da el color amarillento antes del blanqueo, reduciendo así la utilización de energía y de productos químicos para el mismo) y 3) "totalmente libre de cloro" (TCF), es decir, que se trata de un blanqueo sin compuestos clorados, que utiliza oxígeno y peróxido de hidrógeno u ozono.

A mediados de la década de 1980 comenzó la discusión pública acerca del proceso de blanqueo de la celulosa. Los análisis revelaron una alta concentración de AOX (un parámetro que mide la concentración total de cloro vinculado a compuestos orgánicos en aguas residuales) en los vertidos

---

de plantas de celulosa; posteriormente se encontraron también dioxinas. Dioxina es el nombre común para una familia de compuestos químicos (existen 77 formas diferentes de dioxinas), que presentan propiedades y toxicidad similares; aparecen como consecuencia de procesos térmicos que involucran productos orgánicos en presencia de cloro y tienen graves efectos sobre la salud y el ambiente, que se agudizan por sus propiedades de persistencia y acumulación.

La producción mundial de pulpa química blanqueada ha aumentado en los últimos 15 años de 56 millones a cerca de 90 millones de toneladas. Según cifras del año 2002, aproximadamente el 20% de la producción mundial de celulosa es blanqueada químicamente con el tradicional cloro gas y alrededor del 75% es blanqueado con dióxido de cloro en el proceso ECF, mientras que apenas poco más de 5% es blanqueado por el proceso TCF.

- Los problemas de las plantas de celulosa

Las plantas de celulosa aumentan cada vez más en tamaño y capacidad de producción, agravando aún más los impactos de su proceso industrial, que de por sí presenta serios riesgos ambientales. Pueden identificarse algunos factores de riesgo:

\* el tamaño (la escala)

Las plantas actuales de pulpa de papel son unas megafábricas cuyo solo tamaño se convierte en un riesgo. En un proceso industrial en el que se utilizan tantos productos químicos tóxicos, cualquier pequeño detalle que se altere, cualquier fuga mínima, se convierten en grandes por la escala de la fábrica. Por otro lado, los efluentes tóxicos podrán ser pequeños comparados con los volúmenes que se procesan, pero no con las magnitudes que la naturaleza puede soportar. Los efluentes de una planta grande de 600.000 toneladas métricas son de aproximadamente 1000 litros por segundo.

\* el olor (emisiones)

Las descargas aéreas de las fábricas de celulosa (resultantes de la incineración de toneladas de residuos que quedan del proceso y son utilizados en la generación de energía), contienen productos químicos cancerígenos (fenoles clorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y Compuestos Orgánicos Volátiles), compuestos de azufre oxidado que provocan daños en la vegetación, compuestos que provocan trastornos hormonales (como por ejemplo fenoles clorados), y compuestos de azufre reducido causantes del característico olor penetrante a "huevo podrido" que se convierte en un problema para los pobladores de los alrededores. Estudios epidemiológicos recientes han evidenciado posibles efectos en la salud como consecuencia de la exposición a estos compuestos a niveles comúnmente presentes en las proximidades de una planta de celulosa. Un estudio finlandés (The South Karelia Air Pollution Study) muestra que la exposición a compuestos malolientes del azufre aumenta el riesgo de infecciones respiratorias agudas.

\* problemas con la producción misma de los agentes de blanqueo

Muchos blanqueadores químicos son reactivos y peligrosos de transportar, y por eso deben ser producidos en el lugar (in situ) o en las cercanías. Tal es el caso del dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>), un gas amarillo verdoso extremadamente reactivo que explota con facilidad, lo cual representa un gran peligro, en caso de accidente, para los trabajadores de la planta y los pobladores vecinos. Otro agente utilizado, el cloro elemental (Cl<sub>2</sub>), es muy tóxico; se trata de un gas de color verdoso que se vuelve corrosivo en presencia de humedad.

\* los vertidos y la contaminación del agua

La gigantesca demanda de agua de las plantas de celulosa puede llegar a reducir los niveles de agua y sus vertidos pueden aumentar su temperatura, lo cual es crítico para el ecosistema fluvial.

---

Generalmente las fábricas suelen instalarse cerca de un curso de agua con mucho caudal donde no sólo abastecer su demanda (con menos costos) sino también verter luego sus efluentes. La industria de la celulosa es la segunda consumidora mundial de cloro y la mayor fuente de vertido directo de organoclorados tóxicos a los cursos de agua.

De los procesos de producción de celulosa, los que potencialmente más contaminación pueden producir son los métodos químicos, en particular los de producción de pulpa kraft, cuyos vertidos del proceso de blanqueo pueden contener compuestos orgánicos presentes en la pulpa y compuestos de cloro, cuya mezcla puede formar una serie de productos tóxicos, tales como dioxinas, furanos y otros organoclorados (también conocidos como “haluros orgánicos absorbibles” o AOX, por su sigla en inglés), que tienen cada uno de ellos distintos grados de toxicidad. El grave problema con estos compuestos es que su capacidad de biodegradarse es muy baja, lo que significa que permanecen en la biosfera incluso muchos años después de haber sido liberados, acumulándose en los tejidos de los organismos vivos (bioacumulación). Esto determina que las concentraciones en los tejidos grasos de organismos superiores (incluido el ser humano) sean superiores a las concentraciones presentes en el ambiente en el que fueron expuestos, lo que los transforma en un problema de salubridad humana importante. Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), la exposición a pequeñísimos niveles de dioxinas (medidos en millonésimos de miligramos) puede provocar en el ser humano alteraciones del sistema inmunológico, del sistema hormonal endócrino incluida la actividad de regulación de los esteroides sexuales y el crecimiento, y cambios genéticos hereditarios, sin olvidarse del cáncer. Entre las fuentes principales de emisión de dioxinas figura el blanqueo de celulosa con cloro elemental.

En el caso de los vertidos de celulosa blanqueada con dióxido de cloro, éstos contienen cloroformo, ácidos clorados y sulfonas. El blanqueo con dióxido de cloro produce grandes cantidades de clorato, que actúa como herbicida. Se ha comprobado que aunque los vertidos son más biodegradables que los de la técnica de cloro elemental y se ha reducido la presencia de organoclorados, igualmente se siguen produciendo y afectando el ambiente. Si bien los efluentes líquidos son menos tóxicos que hace diez años, aún son peligrosos, por lo ya referido de que son contaminantes persistentes, es decir que se van acumulando permanentemente y no se degradan.

Por otro lado, además de los efectos de los organoclorados, a fines de 1994 tomó cuerpo la convicción de que sustancias de la madera se convierten en compuestos problemáticos durante el proceso de extracción de la celulosa, pues se manifestaron efectos tóxicos en peces afectados por vertidos de producción de celulosa blanqueada y no blanqueada. Las sustancias de la madera disueltas, los residuos químicos y los compuestos producidos por reacciones entre las sustancias químicas y las sustancias de la madera, producen contaminantes que pueden reducir los niveles de oxígeno de los cursos de agua a los que se viertan, llegando a ser letales para los peces.

Los efluentes del proceso de blanqueo contienen generalmente entre 40 y 50 kilos de sustancias orgánicas (principalmente lignina) por tonelada de pulpa. Estudios realizados en Canadá y Suecia a fines de la década de 1980 y principios de los 90 sobre los efectos tóxicos crónicos de los vertidos de las plantas de celulosa en los peces de los cursos de agua aledaños, revelaron alteraciones reproductivas, aumento del metabolismo y cambios en la estructura de las poblaciones de peces. Otros estudios revelaron daños genéticos, cambios hormonales, alteraciones hepáticas, problemas de la función celular, cambios en la composición de la sangre, lesiones en piel y branquias y reacciones del sistema inmunológico de los peces. Un estudio realizado en 2003 reveló que el 80% de las hembras del pez *Gambusia* que habitaba aguas abajo de una planta de celulosa manifestaron una masculinización parcial (alteración de las aletas anales, un rasgo relacionado con la actividad hormonal masculina), y 10% de los peces experimentaron una masculinización total. Si bien los

---

investigadores no identificaron un componente hormonal masculino específico en el efluente de la planta de celulosa, posteriores pruebas del mismo produjeron una variedad de reacciones en los receptores de hormonas masculinas.

A la luz de todos estos problemas cabe preguntarse si los riesgos enumerados asociados a las plantas de celulosa para la producción de papel están justificados en aras de algún bien general, si se trata de una actividad destinada a satisfacer necesidades humanas genuinas o si ha contribuido a revertir la pobreza. Los informes y los testimonios que exponemos a continuación dicen que no. Las plantas de celulosa no son más que otro eslabón de la cadena de actividades de un “desarrollo” insustentable con el que los grandes intereses económicos aseguran su poder.

Artículo basado en información suministrada por el consultor Rune Leithe-Eriksen, correo electrónico: [rune@rle.se](mailto:rune@rle.se) , el Ingeniero Químico Camilo Barreiro, correo electrónico: [camilobarreiro@yahoo.com](mailto:camilobarreiro@yahoo.com) ; y en información obtenida de: “Industria del papel y de la pasta de papel: sectores basados en recursos biológicos”, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, <http://www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo3/72.pdf> ; Compuestos Organoclorados como Contaminantes Persistentes: el caso de las dioxinas y los bifenilos policlorados <http://es.geocities.com/pirineosjuan/organoclorados.html> ; “The Case Against Chlorine Dioxide”, Miranda Holmes, Georgia Strait Alliance y Delores Broten, Reach for Unbleached, <http://www.bcen.bc.ca/bcerart/Vol7/thecasea.htm> , “Missing Monitoring What should be monitored but isn't”, Reach for Unbleached!, <http://www.rfu.org/MonMiss.htm> ; “Towards a Sustainable Paper Cycle”, prepared for the World Business Council for Sustainable Development by the Internacional Institute for Environment and Development (IIED), 1996 ; “Causes for Concern: Chemicals and Wildlife”; preparado para WWF por Valerie Brown, M.S., diciembre 2003, <http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/causeforconcern01.pdf> ; “Trends in World Bleached Chemical Pulp Production: 1990-2002”, [http://aet.org/reports/market/aet\\_trends\\_2002.html](http://aet.org/reports/market/aet_trends_2002.html)