

CONTROL DE HIGIENE EN PLANTAS ELABORADORAS DE ALIMENTOS COMO TRABAJO DE LABORATORIO PARA ALUMNOS DE LA ORIENTACIÓN ALIMENTOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Dello Staffolo, Marina

Facultad de Ingeniería, Dep. de Ing. Química, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Pcia. Bs. As., Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI, UNS-CONICET), B. Blanca, Argentina. marinadellostaffolo@gmail.com

Resumen

Los alumnos de la carrera de Ingeniería Química de esta Facultad, pueden optar en su último año de cursada, entre tres orientaciones: Ingeniería de procesos, Ingeniería Ambiental e Ingeniería de Alimentos. Dentro de la orientación de Alimentos se dicta la asignatura de Microbiología y Toxicología de los Alimentos. Como parte de las Prácticas de Laboratorio, uno de los Trabajos Prácticos realizados comprende el estudio microbiológico del ambiente de una planta elaboradora de alimentos simulada en el Laboratorio del Departamento de Ingeniería Química de esta Facultad. Los objetivos propuestos para este trabajo fueron: i) afianzar los conceptos teóricos sobre microbiología y la ubicuidad de los microorganismos; ii) adquirir destreza en la toma de muestras del ambiente para ensayos microbiológicos en una planta; iii) incorporar la importancia de la higiene y sanidad de las plantas elaboradoras de alimentos como parte de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas de Higiene (BPH) y para la implementación de los POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento). Se pudo concluir que la incorporación de este Trabajo Práctico fue significativamente positiva y contribuye a la educación integral (teórico-práctica) de los alumnos de la Orientación de Alimentos de Ingeniería Química.

1. Introducción

Los alimentos luego de ser procesados quedan expuestos al ambiente y pueden contaminarse con microorganismos de deterioro y/o patógenos antes del envasado. Se ha observado que no es tan sencillo garantizar en una planta, que los microorganismos del ambiente no contaminen al alimento en alguna de las etapas del proceso. Para cumplir este objetivo existen las siguientes normativas: Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas de Higiene (BPH) y los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES).

Las BPM son todos los procedimientos necesarios que se aplican en la elaboración de alimentos con el fin de garantizar que estos sean seguros, y se emplean en toda la cadena de producción de los mismos, incluyendo materias primas, elaboración, envasado, almacenamiento, operarios y transporte, entre otras. Son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, y para el desarrollo de procesos y productos. Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano. Son indispensables para la aplicación del Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) y de otros programas de Gestión de Calidad. El Código Alimentario Argentino incluye en el Capítulo N° II la obligación de aplicar las BPM. Asimismo, la Resolución 80/96 del Reglamento del Mercosur indica la aplicación de las BPM para establecimientos elaboradores de alimentos que comercializan sus productos en dicho mercado (Alimentos Argentinos, 2002; Hasnan y col., 2022). Es primordial para la industria centrarse en cinco elementos clave de las BPM: personas, productos, procesos, procedimientos e instalaciones. Esto ayuda a cumplir con estándares estrictos durante todo el proceso de producción (Safety Culture Auditor, 2023).

Las BPH constituyen todas aquellas condiciones y medidas necesarias para prevenir y controlar los peligros de contaminación del producto, principalmente peligros de tipo biológico. Están incluidas en las BPM. Las buenas prácticas de higiene se aplican a la producción, cosecha, procesamiento, transporte y manipulación de los alimentos (FAO, 2017, Fortin y col., 2021).

Los POES o Plan de Limpieza y Desinfección deben estar establecidos para todas las áreas o zonas de una planta de producción de alimentos. Constituyen documentos en donde se definen: el método de limpieza, la frecuencia, los productos de limpieza y desinfección a usar, la temperatura del agua, los responsables de ejecutar la tarea y los registros o listas de chequeo preoperacionales y operacionales que permiten evaluar la tarea. Incluyen también las acciones correctivas a tomar ante desvíos o deficiencias. Asimismo, establecen el monitoreo microbiológico de la limpieza cuyo análisis se realizará en el laboratorio de la misma planta o en un laboratorio externo. La limpieza industrial consta los siguientes pasos: retirar los residuos sólidos y preenjuagar con agua, limpiar con detergente, enjuagar, desinfectar, enjuagar, si el desinfectante lo requiere, secar o mejor escurrir. Donde quede agua proliferan los microorganismos, por lo tanto, es muy importante la operación de secado con aire o materiales seguros que no recontaminen la superficie o equipo (Michainie, 2013; de Oliveira y col., 2016).

Para llevar adelante estas tres normativas, un establecimiento debe tener los procedimientos escritos, hacer el seguimiento de esos procedimientos, llevar informes y registros de lo realizado (Alimentos Argentinos, 2002).

Los microorganismos patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli O157:H7* pueden permanecer en las superficies y desafortunadamente contaminar alimentos listos para consumir, es decir, alimentos que no sufrirán un proceso térmico previo al consumo, que permita eliminarlos. También resultan muy susceptibles los alimentos mínimamente procesados que se exponen a los equipos y su entorno, por ej.: ahumados en frío, escabeches, vegetales envasados a temperatura ambiente, etc. Numerosos estudios señalan a los nichos, biofilms, y a los equipos como fuentes de contaminación con microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades transmitidas por los alimentos. En consecuencia, es muy importante y requisito legal de funcionamiento en nuestro país, que la industria elaboradora de alimentos tenga implementados los sistemas de BPM, BPH, HACCP y POES (Michainie, 2013).

Por todo lo antes expresado, el objetivo de este trabajo es presentar como se realiza esta Práctica de Laboratorio para los alumnos de la carrera de Ingeniería Química de la Orientación de Alimentos de esta Facultad y evaluar la incorporación de la misma, en la asignatura Microbiología y Toxicología de Alimentos.

2. Parte Experimental

El trabajo práctico de laboratorio denominado “Control de higiene en plantas elaboradoras de alimentos” se realiza desde el año 2013 en el Laboratorio de Ingeniería Química del Departamento de Ingeniería Química de esta Facultad. Sus objetivos son: 1- Que el alumno comprenda la ubicuidad de los microorganismos mediante la observación práctica. 2- Que el alumno adquiera destreza en la toma de muestras del ambiente para ensayos microbiológicos en una planta. 3- Que el alumno incorpore la importancia de la higiene y sanidad de las plantas elaboradoras de alimentos como parte de las BPM, BPH y para el establecimiento de los POES requeridos para el funcionamiento de una planta elaboradora de alimentos.

Para llevar a cabo este trabajo práctico se investiga la presencia de microorganismos en: el aire, el agua, en mesadas y superficies de la planta elaboradora, en la piel de los operarios antes y después de la higienización previa a la manufactura de alimentos y en las materias primas. Se utilizan diferentes procedimientos de toma de muestra y un medio de

cultivo en dos estados (sólido y líquido) para poner en evidencia la presencia de los microorganismos.

2.1 Presencia de microorganismos en el aire

Se abre una placa con agar nutritivo estéril y dejarla abierta sobre la mesada de trabajo en el laboratorio. Transcurridos 15 minutos se cierra y se incuba a temperatura ambiente (20-25°C) por 3-5 días. Se incuba como control del experimento una caja de agar nutritivo que no haya sido abierta. El agar nutritivo posee los componentes que se muestran en la *Tabla 1*. Es un medio de cultivo utilizado para propósitos generales, para el aislamiento de microorganismos poco exigentes en lo que se refiere a requerimientos nutritivos. No contiene inhibidores del desarrollo bacteriano. La pluripeptona es la fuente de carbono y nitrógeno para el desarrollo bacteriano. El agregado de cloruro de sodio permite el enriquecimiento con sangre de carnero u otras sustancias, para facilitar el cultivo de microorganismos exigentes. Su uso está descrito en muchos procedimientos para el análisis de alimentos, aguas y otros materiales de importancia sanitaria.

Tabla 1. Fórmula e instrucciones de preparación del Agar Nutritivo

| Fórmula [g/L] | Instrucciones de preparación |
|-----------------------|---|
| Pluripeptona 5.0 | Suspender 31.0 g de polvo por litro de agua destilada. Mezclar y dejar reposar 5 minutos. Calentar suavemente agitando y hervir 1 o 2 minutos hasta su disolución. Distribuir en envases apropiados y esterilizar a 121 ° C durante 15 minutos. |
| Extracto de carne 3.0 | |
| Cloruro de sodio 8.0 | |
| Agar 15.0 | |
| pH final: 7.3 ± 0.2 | |

2.2 Presencia de microorganismos en la piel

Se abre en cercanía de un mechero una placa de agar nutritivo estéril y tocar su superficie suavemente con la yema de los dedos. Luego, se lavan bien las manos con agua y jabón, 3 veces y se repite el ensayo previamente descrito. Se incuban todas las placas 24-48 horas a 37°C. De esta manera se puede evaluar microbiológicamente la acción higienizante del jabón y discutir con los alumnos las diferencias entre los términos limpieza, desinfección, higienización y agentes biocidas.

2.3 Presencia de microorganismos en mesadas y superficies de la planta elaboradora de alimentos.

Con hisopos estériles se presionan las superficies de mesadas, tablas de picar, bandejas, utensilios, equipos, cuchillas de equipos, cortadoras de embutidos, cortadoras de pan de molde, cintas transportadoras, tolvas, mezcladoras, pisos, paredes y rincones donde considere necesaria la toma de muestra para estudiar la sanidad del ambiente. Luego, se abre una placa de agar nutritivo estéril en cercanía de un mechero, y se toca su superficie suavemente, con los hisopos utilizados. Se incuba 24-48 horas a 37°C.

2.4 Presencia de microorganismos en materias primas y agua

Se abre en cercanía de un mechero un envase de arroz. Se toman 2-3 granos de arroz con pinza estéril y se colocan en un tubo conteniendo 5 ml de caldo nutritivo. Se incuba 24-48 horas a 37°C. Para estudiar el agua de red, se toman 3,0 - 4,0 mL de agua de las canillas de la planta en un tubo estéril. Asépticamente se agregan 0,5 mL de la muestra en un tubo conteniendo 5,0 mL de caldo nutritivo. Se incuba 24-48 horas a temperatura ambiente. Al mismo tiempo, se incuban un tubo con 2,0 mL de caldo nutritivo sin sembrar a modo de control

del medio de cultivo. Este tubo control, luego de la incubación no debe presentar desarrollo microbiano.

Luego de la incubación de las placas y tubos se observa si hubo desarrollo o no de microorganismos y se discute acerca de la ubicuidad de los microorganismos y de la importancia de la higiene y sanidad en las plantas elaboradoras de alimentos.

3. Resultados y Discusión

Las placas de cultivo expuestas al aire presentaron crecimiento microbiano tanto bacteriano como fúngico y sus colonias pueden observarse en la *Figura 1*. En el ensayo para investigar la presencia de microorganismos en la piel, se pudo observar el desarrollo de bacterias con halo de inhibición, lo cual permitió hacer notar a los alumnos las diferentes formas en que se pueden presentar las colonias bacterias de distintas especies y sus interrelaciones en el medio de cultivo *in vitro* (*Figura 2A y 2B*).

Las mesadas y superficies de la planta elaboradora de alimentos también fueron analizadas con hisopos estériles y se observó menor desarrollo microbiano en comparación con las placas expuestas al aire y las manos (*Figura 2D*). En este punto, se pudo discutir con los alumnos la diferencia entre los conceptos de limpieza y desinfección. Se remarcó que la limpieza se refiere a la eliminación de suciedad e impurezas de las superficies. En cambio, la desinfección es un procedimiento que, utilizando técnicas físicas o químicas, permite eliminar, matar, inactivar o inhibir a un gran número de microorganismos encontrados en el ambiente.

En la evaluación de la presencia de microorganismos en materias primas y agua realizada en medio líquido (*Figura 2C*) se observó que solamente un año, presentaron desarrollo las muestras de agua de la canilla, lo que puede atribuirse a una deficiente toma de muestra.



Figura 1- Desarrollo microbiano de placas de cultivo expuestas al aire exterior e interior de la planta.



Figura 2- Crecimiento de microorganismos de la piel de las manos antes y después del lavado con jabón (A y B). Presencia de microorganismos en materias primas y agua de red (C) y en superficies (D).

Las muestras de arroz, en la mayoría de los años de realización de este trabajo práctico, presentaron crecimiento microbiano en el caldo nutritivo (Figura 2C).

Los resultados de la implementación de este Trabajo Práctico de Laboratorio se pueden presentar de la siguiente manera: i) se observó un gran interés por parte de los alumnos en este trabajo y sobre todo luego del aislamiento obligatorio por la pandemia; ii) se puso en evidencia que los alumnos visualizaban por primera vez, la presencia de microorganismos ambientales en el aire y superficies de trabajo de la planta simulada; iii) los alumnos tomaron contacto con el manejo de material de laboratorio microbiológico y diferentes técnicas de siembra en diferentes tipos de medios de cultivo y condiciones de cultivo de microorganismos; iv) se logró que los alumnos comprendieran la relevancia de la higiene y sanidad de las plantas elaboradoras de alimentos como parte de las BPM, BPH, HACCP y para el establecimiento de los POES requeridos para el funcionamiento de una planta elaboradora de alimentos, según las normativas vigentes en nuestro país. Esto es relevante, ya que como Tutora Docente de PPS llevadas a cabo en la industria de alimentos, se puso de manifiesto la necesidad de los establecimientos elaboradores de poner en funcionamiento todas estas normativas para mantener vigente o registrar por primera vez la habilitación de la fábrica como elaboradora de productos alimenticios.

4. Conclusiones

De esta manera, se puede concluir que la incorporación de este Trabajo Práctico fue significativamente positiva y contribuye a la educación integral (teórico-práctica) de los alumnos de la Orientación de Alimentos de Ingeniería Química.

Bibliografía

- Alimentos Argentinos (2002). Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Boletín de difusión. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/publicaciones/calidad/BPM/BPM_conceptos_2002.pdf.
- de Oliveira, C.A.F., da Cruz, A.G., Tavolaro, P., Corassin, C.H. (2016). Capítulo 10 - Food Safety: Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP), Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). En Editor: Jorge Barros-Velázquez, Antimicrobial Food Packaging. Academic Press, pág. 129-139, ISBN 9780128007235, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00010-3>.
- Fortin, N.D., Carr, C.C., Scheffler, J.D. (2021). Capítulo 32 - HACCP and other regulatory approaches to prevention of foodborne diseases. En Editor(s): J. Glenn Morris, Duc J. Vugia, Foodborne Infections and Intoxications (Fifth Edition). Academic Press, pág. 545-561. ISBN 9780128195192. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819519-2.00006-2>.
- Michainie, S. (2013). Monitoreo de la higiene en superficies. Apuntes de Laboratorio. Publicado por Laboratorios Britania, CABA, Argentina. https://www.britanialab.com/capacitacion/capacitacion/6/volumen_2_monitoreo_de_la_higiene_de_superficies
- Hasnan, N.Z.N., Kadir Basha, R., Mohd Amin, N.A., Mohd Ramli, S.H., Huat Tang, J.Y., Aziz, N.A. (2022). Analysis of the most frequent nonconformance aspects related to Good Manufacturing Practices (GMP) among small and medium enterprises (SMEs) in the food industry and their main factors, Food Control, 141, 109205, ISSN 0956-7135, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109205>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Panamericana de la Salud (OPS), OMS (2017). Manual para manipuladores de alimentos. Alumno. Washington, DC: OPS.
- Safety Culture Auditor (2023). Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). <https://safetyculture.com/es/temas/bpm-buenas-practicas-de-manufactura/>