COVER PAGE IN ENGLISH
(solo para artículos en español, portugués o francés)

Resource Efficiency in Bakeries for a Cleaner Production

Natalia Robles, PhD
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica, nrobles@itcr.ac.cr

Abstract– ***One of the most important problems to defeat for a cleaner production is an efficient resource consumption in the manufacturing processes. This article presents the resource utilization of some bakeries in Costa Rica, where indicators of the water, electricity and flour efficiency were developed and compare to indicators from the same industry worldwide. Among the more important problems found were the cleaning practices in which water is not controlled, the common practice is to let the water running through the cleaning processes. And in addition, the wastewater usually has organic matter, grease and other contents that complicate the water cleaning and that could be cleaned before. Achieving a sustainable production requires an efficient resource utilization the economic goal is so dominant that when the resource is expensive it might be possible, but when it is cheap it won´t become important to save it as much as possible. For this purpose, several possible practices are towards a cleaner production are presented.***

Keywords—Cleaner Production, bakeries, resources consumption, bakery efficiency, resources utilization.

Eficiencia en el Consumo de Recursos en Panaderías desde el Enfoque de la Producción Más Limpia

Natalia Robles, PhD
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica, nrobles@itcr.ac.cr

Resumen*–*Uno de los principales desafíos para una producción más limpia es el consumo eficiente de los recursos en los procesos productivos. En este estudio se muestra el consumo de recursos en panaderías en Costa Rica. Se estudian algunos casos logrando aproximar indicadores de consumo para el agua, la energía y para la harina como principal materia prima. Estos se compararon con indicadores de otros países para esa misma industria. Entre las situaciones más problemáticas que se encontraron resaltan las prácticas de lavado que se caracterizan por dejar el correr el agua y por no eliminar los residuos de alimentos de forma que el agua residual queda cargada de materia orgánica, grasas y otros elementos. La conciencia sensible del impacto en el medio ambiente procurará hacer un uso eficiente de los recursos independientemente de su costo o de su disponibilidad; sin embargo, cuando los recursos son de bajo costo la preocupación es menor que cuando son de alto costo. Por ese motivo se plantean buenas prácticas como primer paso para buscar una producción más limpia.

Palabras clave-- producción más limpia, panaderías, consumo de recursos, eficiencia en panaderías, aprovechamiento de recursos.

I. Introducción

Desde la década de los setenta se mostró el impacto perjudicial en el medio ambiente de los patrones de producción y consumo que la sociedad ha venido adoptando. Aunque fuera por desconocimiento, el alto grado de contaminación de recursos como el agua, el suelo y el aire en diversas regiones del planeta, así como el acelerado cambio climático lo evidencian. A nivel mundial se han llevado a cabo acuerdos internacionales, el protocolo de Montreal, el de Kyoto y las Conferencias de las Partes son algunos. Aunque aún en la COP 28 de finales del 2023 no se ha logrado el nivel de compromiso esperado. A pesar de ello, el llamado a lograr una producción que implique un menor uso de recursos y que sea baja en emisiones de carbono se mantiene. Algunas empresas se han propuesto metas propias de reducción de su impacto ambiental, quizá hasta más exigentes que las que les impusiera una legislación del país en que están, pero ¿Por qué son poco frecuentes esos planteamientos? Un común argumento, y es el que ha llevado a que las COP hasta el momento no lleguen a compromisos medibles y concretos, es la creencia de que eso requiere aumentar los costos y con ello afectar las ganancias. Se considera que toda acción en torno a ello va a aumentar los costos y por lo ello no solo no es atractivo hacerlo, sino que hasta se ve prohibitivo pensarlo. De ahí que la única forma para lograrlo sería bajo incentivos estatales o por el contrario mediante penalizaciones. Es decir, mediante el poder coercitivo de un castigo o por el contrario a través de un aliciente de conducta. Esa creencia desconoce que las prácticas de producción contribuyen al cambio climático y por la contaminación que muchas veces generan eventualmente se traducen en costos sociales. Lo que le ocurre al planeta nos afecta a todos, hayamos colaborado mucho o poco para ello. Los glaciares se derriten cada vez más en las regiones polares y aumentan el nivel del mar en regiones costeras lejanas, aunque ni uno ni el otro sean las regiones de mayor emisión de carbono. Otro ejemplo es Mozambique, Bangladesh y Pakistán, tienen pocos habitantes con vehículos, sin embargo, en estos últimos años los efectos del cambio climático les han causado estragos [1]. En el estudio sobre la confianza de la sociedad en las empresas Edelman Trust Barometer [2] se encuestaron personas de 28 países, un 52% manifestó que no están haciendo lo suficiente contra el cambio climático, y más aún, un 82% piensa que debería ser un aspecto prioritario para las gerencias de las empresas.

Por ello, es necesario primero educar sobre los efectos de un consumo desmedido de los recursos, de su contaminación y de la generación indiscriminada de gases de efecto invernadero. Lamentablemente la educación puede ser insuficiente para cambiar la conducta, se requiere plantear caminos para alcanzar compromisos fuertes y permanentes. La metodología de la producción más limpia puede ser un primer paso en ese camino. Acuñada desde los años 90 por las Naciones Unidas, es "la aplicación de una estrategia preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente". La producción más limpia conlleva la determinación del consumo de los recursos para establecer si es eficiente o si se debe mejorar su aprovechamiento. Dado que evitar el desperdicio de los recursos conduce a reducir los costos de producción, las empresas se pueden interesar en aplicarla.

II. Consumo de Recursos para una Producción Más Limpia

Cuando los recursos como la materia prima necesaria para fabricar un producto no se aprovechan completamente, es decir en un 100% (meta imposible en muchos casos) el remanente no utilizado se convierte en un residuo del proceso. El residuo pasa a ser un desperdicio cuando no se le da ninguna utilidad. Los desperdicios en los procesos productivos

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

pueden deberse a diversidad de causas. Lo primero a considerar es que hay casos en los que es imposible utilizar el material completamente, pero también puede ser que se tenga un uso excesivo de materias primas e insumos, consumos energéticos innecesarios como cocimientos donde hay pérdidas de calor, iluminación excesiva o no aprovechamiento de la iluminación natural, la falta de aislamiento en tuberías, la presencia de fugas, y otros más. En muchas ocasiones no se les ve utilidad a los residuos de materias primas y el residuo pasa a ser un desperdicio. Cuando los residuos son de materias primas de bajo costo simplemente se desechan. Es decir, un residuo de una materia prima de bajo costo generalmente se desecha. En países con escasa legislación ambiental, no se exige una gestión adecuada para el manejo y disposición de los residuos por lo que muchas veces se desechan como residuos ordinarios, cuando pudieron tener valorización o bien aprovecharse al menos como fuente de energía.

Al conllevar los recursos distintos costos, será más atractivo para un productor estudiar la forma de reducir o mejor aún evitar desperdicios en los recursos de mayor costo más que en los de bajo costo. No obstante, hay que considerar también el volumen del desperdicio, puesto que se puede tener un desperdicio de 1kg diario de un material cuyo costo es de 500$/kg o bien un desperdicio de 10kg de otro material cuyo costo es de 100$/kg. La contabilidad del consumo de las materias primas no suele detallar cuánto fue realmente aprovechado y cuánto no lo fue y terminó desechándose. Incluso en los reportes de producción es poco común detallarlo, además es poco frecuente cuantificar el material adicional al reprocesar un producto que no cumplía con las especificaciones. Por lo tanto, se suele carecer de un indicador de los desperdicios y de su costo, lo que resulta en un desconocimiento del costo de la ineficiencia de los procesos. Los costos de la ineficiencia se definen como los gastos que no fueron estrictamente necesarios para obtener un producto. Los costos de la ineficiencia involucran los residuos y desechos o pérdidas que ocurren en el proceso de transformación, así como los costos de la no calidad y del manejo ambiental. A pesar de que es un tema importante para las finanzas de una empresa, no suele estar visible en la contabilidad [3], menos aún en los recursos cuyo consumo es más complejo de cuantificar y asignar como es el caso del agua y de la energía, ya que para estos lo usual es tener un único medidor para toda la instalación de fabricación. Como se mencionó, cuando un producto se debe reprocesar también hay un desperdicio de material, por lo que el costo de la no calidad es parte de este costo de la ineficiencia en los procesos. De ahí que, incurrir en un costo de la calidad, como el costo de la prevención, esto es, el costo de evitar que producto que no cumpla con los estándares de calidad llegue al cliente, es una acción que previene el desperdicio de recursos y por ende promueve una producción más limpia.

Muchas empresas no han realizado un estudio del consumo y aprovechamiento de los recursos para fabricar su producto. No se han dado a la tarea de determinar si consumen más agua, energía o materias primas de lo deberían. Esto puede parecer extraño pues los costos de producción serían menores al no tener desperdicios, pero ya sea porque el recurso es de bajo costo, o bien porque el desperdicio parece o se considera poco, o por la simple costumbre de haber realizado la tarea "siempre así", no se le presta atención. Es más, quizá ni siquiera se ha identificado que existe ineficiencia en el consumo de los recursos. Por lo tanto, se deben estudiar opciones para reducir, y más aún, cuando sea posible, eliminar esos desperdicios tanto para reducir los costos como para reducir el impacto sobre el medio ambiente.

La fabricación de algunos productos puede requerir materiales peligrosos o que contaminan el aire, el suelo o el agua o que incluso son perjudiciales para la salud de los empleados. Con mucha más razón el consumo de tales materiales debe ser lo más eficiente posible. La referencia [4] afirma que las industrias manufactureras consumen de forma intensiva materias primas naturales, materiales peligrosos, energía, compuestos de alta emisión de contaminantes y mano de obra, por lo que evaluar la fabricación sostenible en estas industrias puede mejorar hasta en un 40% su eficiencia.

En la Figura 1 esquematiza que acoger una producción más limpia en un proceso productivo conlleva determinar si se generan residuos por no aprovechar los recursos, siguiendo el principio administrativo: lo que no se mide no se conoce.

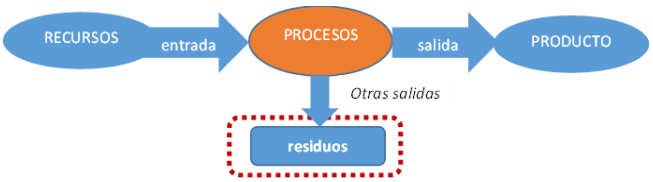

Figura 1. Elementos para una producción más limpia.

III. Metodología

Los recursos y procesos productivos varían según el producto que se considere. En este artículo se estudia el consumo de recursos en panaderías. Concretamente se analizó la fabricación del pan tipo baguette en 9 panaderías en Costa Rica. Las panaderías se caracterizan por requerir recursos como el agua y energía en adición a las materias primas. Los consumos fueron estimados en su mayoría mediante reportes de producción y facturaciones de servicios de agua y gas.

IV. Resultados: Consumo de recursos en panaderías

Estudio de consumo de agua

El Cuadro I resume los consumos de agua. En la última columna se calculó un indicador. La referencia [5] señala a la industria de la panadería como una de las de más alto consumo de agua tanto en Europa como en Estados Unidos, indican que consume desde 10000 a 300000 envases de 10 litros por día (100000 a 3000000 litros). En la referencia [6] reportan para una panadería un consumo de 7 litros para 29,67 kg de pan, lo que resulta en 0,236 litros de agua por kg de pan o bien 7kg por 26.67kg que son 0.236kg por kg de pan. Comparando lo

encontrado para el pan baguette es más de un 40% mayor en el 75% de las panaderías analizadas. Aunque es menor que el caso del pan árabe de la referencia [7] cuyo indicador de consumo de agua es de 0.42 kg de agua por kg de producto.

CUADRO I
CONSUMO DE AGUA

Panadería	Descripción del consumo y utilización del agua	Indicador del consumo de agua
Caso #1	3300 gramos de agua para 8750 gramos de pan.	0.38 gramos de agua por cada gramo de pan tipo baguette.
Caso #2	26kg de agua para 80 kg de pan, de ellos 10kg se convierten en agua residual, un 38%.	0.33 kg de agua por kg de pan tipo baguette.
Caso #3	1,5 litros de agua para 0.86kg de producto	0.25 litros de agua por kg o bien 0.25kg por kg de pan tipo baguette
Caso #4	8 litros de agua para producir 21.6 kg de producto	0.37 gramos de agua por gramo de baguette
Caso #5	9800 gramos de agua para producir 55000 gramos de pan	0.17 gramos de agua por gramo de pan tipo baguette.
Caso #6	3300g de agua para 8750g de pan baguette.	0.38 gramos de agua por gramo de pan tipo baguette
Caso #7	No reporta	
Caso #8	No reporta	
Caso #9	No reporta	

En los recorridos en las panaderías se encontró que más de la tercera parte del agua que se utiliza es para lavados lo que coincide con el estudio de la producción de pan de la referencia [6] que reportan que el agua se utiliza mayoritariamente para lavados. Lo anterior resulta en una importante cantidad de agua residual. La referencia [5] destaca que de la considerable cantidad de agua que se usa en la industria de la panadería aproximadamente un 50% de ella es para lavar el equipo y suelos, por lo que termina desechándose. En un estudio en panaderías pequeñas encontraron que se disponían desperdicios del proceso de fabricación del pan en el agua al lavar los equipos [8]. La referencia [9] señala que el agua residual de las panaderías pequeñas tiene una alta carga de materia orgánica como azúcar, harina, leche, grasa, huevos y otros, aunque afirma que las empresas suelen desconocer la composición de sus aguas residuales y que las descargas en algunas ocasiones son a cuerpos de agua sin antes haberles aplicado un tratamiento. En el sector alimentario los equipos e instrumentos, en los restaurantes las vajillas, ollas y otros, además de las mismas instalaciones, suelen lavarse sin haber retirado completamente los restos de alimentos de forma que con el lavado se retiran haciendo que el agua residual esté cargada también de materia orgánica, grasas y otros residuos. Eso se observó en las prácticas de lavado de los casos estudiados Además, entre mayor es el consumo de agua para limpiezas y lavados, mayor es la generación de agua residual.

En la referencia [8] sugieren realizar un lavado gradual, aplicable también a otros productos. Se desarrolla en cuatro etapas, inicia con una inmersión y cierra con dos enjuagues, estiman así se puede ahorrar un 10% del consumo de agua en comparación con dejarla correr.

En Costa Rica el agua ha sido un recurso abundante por lo que no se le suele dar un uso cuidadoso. Sin embargo, hay que tener presente que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático IPCC [10] en sus proyecciones para Centroamérica tienen una reducción aproximada para el año 2050 del 20% en los reservorios de agua más grandes, motivo que debe alentar a un uso regulado. El costo del suministro de agua es bajo por lo que el ahorro económico de un mejor aprovechamiento de ese recurso seria poco atractivo, pero como se indicó los escenarios de disponibilidad ameritan identificar posibles ahorros de este importante recurso. Además el World Economic Forum señala entre los riesgos globales más importantes para los próximos años a la crisis de recursos naturales, el fracaso en la mitigación y adaptación al cambio climático, los desastres naturales, los daños por incidentes ambientales y las condiciones climáticas extremas [11].

Estudio de consumo de materias primas

El Cuadro II resume el consumo de harina de las panaderías. En la última columna se calculó un indicador:

CUADRO II
CONSUMO DE MATERIA PRIMA (HARINA)

Panadería	Consumo de harina	Indicador del consumo de harina
Caso #1	7000 gramos para 8750 gramos de pan.	0.8 gramos de harina por cada gramo de pan tipo baguette
Caso #2	50 kg para 80 kg de pan.	0.625 gramos de harina por cada gramo de pan tipo baguette.
Caso #3	35 kg de harina para producir 55.5 kg de pan.	0.63 gramos de harina por cada gramo de pan tipo baguette.
Caso #4	15000 gramos de harina para 21600 gramos de pan.	0.69 gramos de harina por cada gramo de pan tipo baguette.
Caso #5	35000 gramos de harina para 55000 gramos de pan.	0.64 gramos de harina por cada gramo de pan tipo baguette.
Caso #6	7000g de harina para 8750g de pan.	0.8 gramos de harina por gramo de pan tipo baguette
Caso #7	1000 kg de harina para 1100 kg de pan.	0.90 gramos de harina por cada gramo de pan tipo baguette.
Caso #8	5kg de harina para 6 kg de pan.	0.83 gramos de harina por cada gramo de pan tipo baguette.
Caso #9	875 kg de harina para 1050 kg de pan.	0.83 gramos de harina por gramo de pan tipo baguette.

En algunas instalaciones se observó harina derramada en el suelo. Aunque no se cuantificó la cantidad derramada se notó más en el caso #1, siendo así una de las causas que no sea tan eficiente en su uso como el caso #2. Tampoco se contabilizaron los productos defectuosos que como se indicó hay que considerar pues aunque hay casos en los que se pueda

recuperar en un producto secundario como en pan molido, en otros casos se deben desechar, por ejemplo, el pan que se quema, cae al suelo o no se vende en el plazo.

En [12] encontraron en una panadería pequeña con 14 empleados, que generaba 16kg de residuos sólidos por día, siendo la mitad de las materias primas, la mayoría de harina. En la referencia [6] se encontraron consumos de 13.64 kg de harina para producir 26.6 kg de pan (no tipo baguette), posterior al horneado, lo que resulta en un indicador de 0.52 gramos de harina por gramo del pan, que comparado con el consumo de harina para el pan tipo baguette de las panaderías analizadas es mayor. La referencia [7] presenta para un caso de pan árabe un indicador de consumo de 0.42 kg de harina por kg de producto. Así, se puede decir que estas panaderías hacen un mejor aprovechamiento de la harina. En otro estudio para una producción de 4,5 toneladas mensuales de pan (no baguette) se utilizan 453.59 kg de harina lo que resulta en un indicador de 0.1008 kg de harina por kg de pan [13]. Así, el consumo en las panaderías estudiadas es mayor. Aunque las diferencias entre los tipos de pan pueden llevar a distintos indicadores se debe buscar el menor consumo de recursos.

Además del consumo de los recursos antes indicados hay que tener presente que desde hace varios años varias organizaciones han llamado la atención mundial sobre el desperdicio de alimentos. FAO reporta un 30% de desperdicio de alimentos en los procesos de fabricación y 17% en los trasiegos [14]. A pesar de la creación de Bancos de Alimentos muchos alimentos no logran llegar o ser entregados a tiempo. Por ello, un consumo ineficiente de los recursos para producir alimentos aumenta aún más el desperdicio.

También se generan desperdicios del producto, del pan, en el paso a través de la cadena de suministros, por ejemplo en el trasiego del producto hacia el cliente. En [15] hallaron una relación entre las ventas y las tasas de perdida de pan que sugieren que un menor rango de opciones, es decir, de panes, puede reducir la cantidad de pan a desechar. También encontraron que si el vendedor, fuera responsable del pan no vendido se podrían reducir los niveles de desechos pues se obligaría al vendedor a mejorar su proyección de pedidos y a implementar medidas como descuentos por cantidades para reducir la cantidad de producto a desechar. Finalmente al estudiar un total de 380 establecimientos entre vendedores y panaderías en conjunto con lo que hallaron en la literatura, las mayores estadísticas las encontraron en los vendedores y en las casas, aproximadamente 3 kilogramos por persona por año.

Estudio de consumo de energía

El principal consumo energético en la fabricación del pan es el horneado cuya fuente de energía usualmente es el gas. El consumo energético del horneado depende de la cantidad de líquido en la masa que debe ser evaporado. En [16] indican que cuando la humedad de la masa es mayor a un 40% se requiere duplicar el tiempo de horneado, aproximadamente 40 a 45 minutos en oposición a los 20 a 25 minutos que se requieren cuando la humedad en la masa no supera el 40%.

Los casos 1, 2 y 3 no reportaron consumos energéticos. Sin embargo, fue posible agregar un caso #10 en el que se hornea un gran volumen diario. El Cuadro III brinda el resumen y calcula un indicador:

CUADRO III
CONSUMO DE ENERGIA (GAS DEL HORNO)

Caso	Consumo de gas en el horneado del pan	Indicador del consumo de gas
Caso #4	7.5kWh (horno eléctrico)	no se logró estimar
Caso #5	165 litros de diésel	3 litros de diésel /kg pan
Caso #6	Tiempo de horneado entre 16 y 18min.	no se logró estimar
Caso #7	Tiempo de horneado entre 20 y 25min a 220 a 250°C. 4kWh	no se logró estimar
Caso #8	100 litros de gas LP al mes 0.5kW y 8 horas de horneado que resultan en 4kWh 0.3kwh	16.67 litros de gasLP / kg de pan
Caso #9	3kWh	no se logró estimar
Caso #10	140 cilindros de gas LP al mes o 5.6 cilindros al día para 150kg de pan , 0.53kW	0.93 litros de gasLP / kg de pan

En [16] reportan consumos energéticos en panaderías industriales en el año 2000 de 13.5MJ/kg y 6.5MJ/kg para panaderías más pequeñas. En el 2003 se encontraron consumos de 4 MJ/kg para panaderías industriales y 6 MJ/kg para panaderías pequeñas. Nótese que según esto la industria de la panadería implementó mejoras en esos años permitiendo reducir su indicador de consumo energético en la fabricación. Asimismo señalan que el consumo energético para la fabricación del pan baguette es de 9MJ/kg (anteriormente encontraron un promedio de 16.1MJ/kg). Para este tipo de pan para una masa de 1080 gramos que se hornea por 30 minutos el consumo de 0.25 kwh esto es 0.47MJ/kg. También indican que el consumo energético debido al horneado es de 1MJ si se considera un horneado de 1 hora de para un 1 kg de pan (similar al baguette). En panaderías de Ecuador la referencia [17] reporta consumos energéticos entre los 0.124 a 0.315 kWh/kg de pan, y específicamente para el horneado solamente 0.36 a 0.96 kWh/kg. La referencia [18] indica una cantidad de energía térmica para este tipo de pan de los 4.7MJ/kg de pan.

Por la composición química del pan es común que el horno deba precalentarse algún tiempo para alcanzar una cierta temperatura antes de ingresar el pan. Si bien pareciera que una opción evidente sería eliminarlo, no se puede pues afectaría la calidad final del pan. Antes se indicó que es común usar gas licuado u otro combustible para hornear. Cabe resaltar que la matriz energética del país es más de un 90% de energía renovable, generada mediante energía hidroeléctrica. Por el costo de producción al fabricante no usa la energía eléctrica pero resulta en más emisiones de gases de efecto invernadero que si usara aunque su costo de producción fuera más alto. Nótese nuevamente que para la industria prioriza el beneficio económico más que el medioambiental.

V. BARRERAS PARA AUMENTAR EL CONSUMO DE RECURSOS EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Hay dos barreras que superar para buscar de acciones:

- Inacción por considerar de poco impacto una acción

Las acciones se deben analizar a la luz de la producción. Por ejemplo, reducir un empaque en 1 cm o 10 g, puede valer la pena si se ve desde la producción diaria, mensual o anual.

- La necesidad de innovar en oposición a la inercia

"Siempre se ha hecho así" es creer que hay desperdicios inevitables y restringe la exploración de formas de producir. Es cierto que eso puede requerir un cambio de tecnología de producción, pero antes hay cambios menores, por ejemplo, de herramientas como una cuchilla de corte para reducir la viruta, que no la elimina pero es económico y pronto de implementar.

Hay que resaltar que un menor consumo de recursos repercute positivamente en el cambio climático. El más evidente es el menor consumo energético, pero también un menor consumo de agua lo es pues se requiere energía para hacerla llegar al proceso. También un menor consumo de material pues su traslado al proceso requiere energía. Evitar reprocesar un producto por problemas de calidad también ahorra energía la requerida para reprocesarlo.

Cuando los recursos se aprovechan al máximo posible, la siguiente etapa es estudiar la posibilidad de reducir su consumo. Generalmente para ello se debe realizar un cambio en el diseño del producto o en la tecnología de producción y ciertamente eso es complejo y de alto costo. Georgia-Pacific, fabricante de papel en un programa de optimización de embalaje con una compañía de té y generó envases 41% más ligeros, el cambio le permitió ahorrar combustible y así reducir los costos del transporte [19]. Pero primero hay que estudiar la eficiencia actual en el consumo de los recursos.

VII. CONCLUSIONES

La producción más limpia al ser una estrategia que busca hacer un uso más eficiente de los recursos, agua, energía, materias primas lejos de conllevar altos costos, contribuye a reducirlos al atacar la ineficiencia en los procesos productivos. Al ser la producción industrial repetitiva y masiva es importante considerar que incluso reducciones que podrían catalogarse como pequeñas, o de recursos de bajo costo, al valorarse de forma semanal, mensual o anual podrían implicar ahorros atractivos para las empresas.

En los casos estudiados se encontraron oportunidades para reducir el consumo de recursos mediante buenas prácticas para una producción más limpia que son prontas y de bajo costo de implementación. Aplicarlas reduce el consumo de los recursos favoreciendo el costo de la producción.

Los consumos encontrados pueden usarse como un primer acercamiento para tener referencias de desempeño.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las panaderías participantes.

REFERENCIAS

[1] A. Borunda, "As climate disasters grow more costly, who should pay the bill?", *Environment National Geographic*. 4 noviembre 2022. Recover from: https://www.nationalgeographic.com/environment/article/as-climate-disasters-grow-more-costly-who-should-pay-the-bill

[2] Edelman Trust Barometer, "2023 Edelman Trust Barometer Global Report,"2023, https://www.edelman.com/sites/g/files/aatuss191/files/2023-01/2023%20Edelman%20Trust%20Barometer%20Global%20Report.pdf

[3] B. Van Hoof, N. Monroy, and A., Saer, *Producción más Limpia, Paradigma de la Gestión Ambiental*, 1ª ed., México, Editorial Alfaomega, 2008.

[4] G. Valvidia and F. Castillejo, "Prospective and trends in technology and skills for sustainable social development," *19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Leveraging emerging technologies to construct the future", Virtual Edition*, 19 – 23 July 2021, DOI: 10.18687/LACCEI2021.1.1.429

[5] ,D.E. Ungereanu-Comanita, S. Olteanu, E.L. Cosbuc, C. Smaranda and M. Gavrilescu, "Environmental Pressure Generated by Bakery Waste for Sustainable Management," *IEEE 2021 Conference on e-Health and Bioengineering (EHB)*, Romania**,** 2021, DOI: 10.1109/EHB52898.2021.9657621

[6] C. Hernández, K. Pérez y E. Medrano, "*Diagnóstico de Producción más limpia en la Panadería y Rosquilleria Bellorín ubicada en el municipio de Somoto,"*2019, http://ribuni.uni.edu.ni/3211/

[7] R. Abdullah, "Guidelines for Jordanian Small Dairy and "Bakery and Arabic Sweet" Enterprises," *Resource Efficient and Cleaner Production (RECP)* , Royal Scientific Society Jordania,2023.

[8] T. Bantacut, and S.K. Zulaikha "Study on Possibility of Cleaner Production Application at Small Scale Bakery Industry in Pekalongan Indonesia," *Chem. Process Eng. Res*., Vol.59, 2019. doi:10.7176/CPER/59-01

[9] I. Varela-Rojas, "Barreras que enfrentan las empresas en Costa Rica para adoptar prácticas de producción más limpia," *Revista Tecnología en Marcha*, *20*(1), pp. 80, 2007, Recover from: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/93

[10] Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) "*Climate Change 2014: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*". [Core Writing Team, R. K. Pachauri y L. A. Meyer (eds.)]. Geneva, Switzerland. Recuperado de http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/

[11] World Economic Forum "*Global Risk Report 2023*", 2023. https://www.weforum.org/reports/globalrisks-report-2023/

[12] A. F. C. Passini, P. Chagas and J. O. Demarco, "Cleaner Production Options for a Small Bakery," *Gestão & Produção*, Vol.26(3), e3613, 2019,. https://doi.org/10.1590/0104-530X3613-19

[13] J. Morales and Y. Toledo, "*Diagnóstico Técnico de Producción Mas Limpia en la Repostería y Panadería El Socorro Juigalpa Chontales*", Universidad Autónoma de Nicaragua, 2014. https://repositorio.unan.edu.ni/1768/1/10398.pdf

[14] R. Benitez, "*Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe"*. FAO, 2022, https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/

[15] P. Brancoli,, M.Lundin, K.Bolton, y M.Eriksson M. *Resources, Conservation & Recycling* 2019, *147*, 128–136, https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.04.027 Sweden

[16] B.Notarnicola, G. Tassielli, P.A Renzulli and F. Monforti, "Energy flows and greenhouses gases of EU (European Union) national breads using an LCA (Life Cycle Assessment) approach," *Journal of Cleaner Production*, Vol.140,pp. 455-469, 2017.

[17] M. Briceño-León, D. Pazmiño-Quishpe, J.-M. Clairand and G. Escrivá-Escrivá, "Energy Efficiency Measures in Bakeries toward Competitiveness and Sustainability—Case Studies in Quito, Ecuador" *Sustainability*, Vol.13, 5209, 2021,https://doi.org/10.3390/su13095209

[18] I. Eladly, E. Khater, A. Bahnasawy and A., Samir, "Process engineering energy consumption in bread baking," *Misr J. Ag. Eng*., Vol. 32, pp. 535-554, 2015.

[19] Blanchard D., "*Georgia-Pacific seeks sustainability throughout the supply chain*," Industry Week, 2010 Recuperado de: https://www.industryweek.com/leadership/companiesexecutives/article/21941331/georgiapacific-seeks-sustainability-throughout-the-supply-chain