

**Evaluación de mermas en la materia prima
durante la elaboración de panes en la
Panadería y Repostería “El Hogar”,
Tegucigalpa, Honduras**

Cristian Josué Macoto Cálix

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de mermas en la materia prima
durante la elaboración de panes en la
Panadería y Repostería “El Hogar”,
Tegucigalpa, Honduras**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Cristian Josué Macoto Cálix

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014

Evaluación de mermas en la materia prima durante la elaboración de panes en la Panadería y Repostería “El Hogar”, Tegucigalpa, Honduras

Presentado por

Cristian Josué Macoto Cáliz

Aprobado:

Raúl Espinal, Ph.D.
Asesor Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Juan Ruano, D.Sc.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Evaluación de mermas en la materia prima durante la elaboración de panes en la Panadería y Repostería “El Hogar”, Tegucigalpa, Honduras.

Cristian Josué Macoto Cáliz

Resumen. La merma es considerada como aquella pérdida de material que se obtiene durante un proceso transformativo y aumenta el costo unitario de producción. La Panadería y Repostería “el Hogar” necesita información que le indique la eficiencia en sus procesos productivos. El objetivo fue determinar las mermas físicas a lo largo del proceso de producción de panes y expresar estas mermas en valor monetario. Asimismo, evaluar el uso y el manejo de la materia prima desde el almacén hasta la distribución del producto final. Se realizó una inducción del proceso para familiarizarse con el mismo. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar evaluando los tres productos de panadería en tres tandas (repeticiones) de producción, las etapas del proceso de elaboración de los panes también fueron evaluadas. El pan campesino nuez presentó mayor eficiencia en el proceso obteniendo el 80% de la materia prima como producto final. El promedio de la eficiencia del proceso de elaboración de panes fue estimado en 67%. En la elaboración de panes se estimó una merma promedio acumulada de 1.6%. La utilización de materia prima de pan Galo para la elaboración de pan Baguette de 1/5 tiene un valor monetario negativo de 205.36 lempiras por semana. El valor monetario de la merma física semanal, en lempiras, en la elaboración de pan Baguette de 1/5 es de 190.66, de pan Galo de 308.11 y de pan Campesino Nuez de 114.07.

Palabras clave: Desperdicio, eficiencia, valor monetario.

Abstract. The decrease is considered that loss of material obtained during a transformative process, and increases the unit cost of production. The Baking and Pastry "Home" requires information indicating the efficiency of their production processes. The objective was to determine the physical losses along the bread production process and express these losses in monetary value. Also evaluate the use and handling of raw materials from the warehouse to the distribution of the final product. Induction process was conducted to familiarize you with it. Design was used Completely Randomized evaluating three bakers in three batches (replicates) of production; the stages of development of breads were also evaluated. The peasant bread nut provided greater efficiency in the process getting 80% of the raw material and final product. The average efficiency of the process of making bread was estimated at 67%. In making bread a cumulative average loss of 1.6% was estimated. The use of raw material Galo bread making bread 1/5 baguette has a negative monetary value of 205.36 Lempiras per week. The monetary value of weekly physical decline, Lempira, in making bread Baguette 1/5 is 190.66, 308.11 Galo bread and Peasant bread nut 114.07.

Keywords. Efficiency, monetary value, waste.

CONTENIDO

Portadilla	i
Páginas de firmas	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexo.....	v
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4 CONCLUSIONES.....	13
5 RECOMENDACIONES.....	14
6 LITERATURA CITADA	15
7 ANEXO	16

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXO

		Página
Cuadros		
1	Promedios de la merma y desviación estándar (DE) en la producción de pan Baguette de 1/5 en la Panadería y Repostería el Hogar	8
2	Promedios de la merma y desviación estándar (DE) en la producción de pan Galo en la Panadería y Repostería el Hogar	9
3	Promedios de la merma y desviación estándar (DE) en la producción de pan Campesino Nuez en la Panadería y Repostería el Hogar.....	9
4	Promedios de la merma y desviación estándar (DE) por horneado en la producción de panes en la Panadería y Repostería el Hogar	10
5	Eficiencia promedio y desviación estándar (DE) de materia prima a producto final según producto.....	10
6	Eficiencia promedio y desviación estándar (DE) de materia prima a producto final según tanda	11
7	Valor Monetario en lempiras de la elaboración de pan redondo con materia prima de pan galo.....	11
8	Valor monetario en lempiras de las mermas por desperdicio en la elaboración de panes en la Panadería y Repostería “El Hogar”	12
Figuras		
1	Diagrama general del proceso de producción de pan desde la recepción de la materia prima hasta la distribución final.....	5
Anexo		
1	Resultados de los análisis de varianza (probabilidad)	16

1. INTRODUCCIÓN

La panadería y repostería “El Hogar” es una empresa de mucha historia y tradición en la ciudad de Tegucigalpa. Desde su fundación en 1959 se ha destacado por la elaboración de diferentes productos de panadería caracterizados por ser productos de calidad, lo que la ha llevado a un éxito en el mercado local. Esta empresa cuenta con un solo centro de producción donde suplen la demanda de los productos en los cuatro centros de ventas existentes en la ciudad.

Según el diccionario de la lengua española (2014), mermar es hacer que algo disminuya o quitar a alguien parte de cierta cantidad que le corresponde. Podemos valorar como una merma toda porción de la materia prima para elaboración de panes que se consume naturalmente o se sustrae o sisa. La merma también es considerada como aquella pérdida de material que se obtiene durante el proceso transformativo, que aumentan el costo unitario de producción (Reyes 2008).

La Panadería y Repostería “El Hogar” ha determinado la necesidad de conocer la eficiencia en la producción de pan desde el recibo de la materia prima hasta la distribución del producto final, ya que representa una parte significativa de la producción total de la empresa. Se identifican puntos críticos de merma o pérdidas por mal utilización de recursos, las cuales se verían reflejadas negativamente en la rentabilidad del negocio (Cuevas *et al.* 2004).

Durante el proceso de transformación de materia prima a producto final ocurren diversas pérdidas de unidades, que en ciertos casos se consideran naturales o normales. Algunas de estas mermas son por la forma en que el empleado se desempeña o por la propia naturaleza de los ingredientes que integran la formulación y en otros casos, resultan accidentales debido a descuido, ignorancia o negligencia durante la fase productiva (Reyes 2008).

El manejo del recurso humano es importante cuando se habla de eficiencia en panadería. El equilibrio físico, mental y social del trabajador se verá reflejado en la efectividad con la que labore. Se puede decir que horarios prolongados no son interesantes bajo el punto de vista de productividad, crea una fatiga en el empleado, de tal modo que acumula el cansancio laboral a lo largo de la semana; provocando un aumento en la probabilidad de ocurrencia de una merma accidental o accidentes de trabajo (Suñé *et al.* 2004).

La panadería y repostería “El Hogar” no cuenta con registros que documenten las actividades realizadas en el proceso de elaboración de panes. En el 2003 la empresa realizó un estudio de mermas en repostería, en donde se experimentaron mermas en bodega que fueron responsabilidad del proveedor debido a las fugas en distribución. Se estimaron pérdidas del 0.3% de materia prima en mezclado y de un 1.4% en harina de espolvoreo (Flores 2003). También se han realizado diversos estudios que enfatizan la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y Análisis de Puntos Críticos de Control para garantizar la inocuidad y calidad de sus productos (González 2005).

La calidad de los panes que en la Panadería y Repostería “El Hogar” se producen es un factor indiscutible para muchos consumidores quienes están dispuestos a pagar el alto costo de un pan a cambio de su excelente sabor. Existen diversos factores que atentan contra la calidad de los panes, viéndose reflejado en la vida útil del mismo. La vida útil se define como el periodo de tiempo durante el cual resulta deseable el consumo de un producto alimenticio elaborado, en otras palabras, el tiempo que tarda la calidad de los panes en alcanzar niveles considerados inaceptables para su consumo (Bello 2000).

La humedad del producto es un factor muy importante; este influye directamente en la vida útil del producto al convertirse en un medio ideal para la contaminación y crecimiento microbiano, ocasionando daños organolépticos y nutritivos en el producto final. Sin embargo, la humedad es insuficiente para indicar lo perecedero que es un alimento al no considerar las interacciones del agua con otros componentes (Fito *et al.* 2001). Se espera que la humedad y la actividad de agua en el producto final sea lo más semejante posible para estandarizar la vida anaquel del mismo.

En el horneado, el calor se propaga del ambiente hasta el interior, atravesando toda la superficie del pan; en el producto se establece un gradiente de temperatura con un máximo inicial de 100 °C. Se reconoce como merma a la cantidad de agua que se mueve del interior al exterior del pan, y se evapora al llegar a la superficie del mismo (Academia del área de plantas piloto de alimentos 2004). Esta merma es, de cierto modo, positiva en el proceso debido a que reduce el porcentaje de humedad del pan.

Tomando en cuenta la necesidad de documentar la eficiencia de la empresa en sus procesos de elaboración de pan, los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar uso y manejo de materia prima desde pedidos hasta distribución final.
- Cuantificar las mermas por etapa en la producción de panes.
- Expresar las mermas físicas por desperdicios en términos monetarios.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó en la planta de procesamiento de la panadería y repostería “El Hogar” ubicada en el Barrio San Felipe, Tegucigalpa, MDC, Honduras.

Metodología. Se invirtió tiempo en una inducción y observación de la producción para conocer la naturaleza del proceso y poder determinar con mayor exactitud la metodología ideal para cuantificar la eficiencia. Se desarrolló un diagrama de flujo (figura 1) que esquematiza las actividades realizadas en la producción y ayuda a determinar los puntos en que se debería hacer énfasis. Se evaluaron tres tipos de panes (pan galo, pan campesino nuez y pan baguette de 1/5) en tres tandas (días) de producción (lunes, miércoles y viernes). Los tipos de panes fueron elegidos por el volumen de producción ya que consecuentemente son más influyentes en los ingresos de la empresa.

Descripción de actividades en panadería. La producción diaria radica en base a las requisiciones del supervisor de producción, quien las realiza basándose en la demanda de cada producto. Se pesaron los ingredientes con una balanza digital de plataforma marca UWE.

Amasado. En el área de amasado se recibió la materia prima proveniente de almacén. En esta etapa se lograron diferenciar dos fases: mezclado y amasado. En el mezclado los componentes de la formulación pierden su individualidad generando en la masa características físicas deseables. Por otra parte, en el amasado la velocidad de la amasadora aumenta; en esta etapa la formulación se vio adulterada debido a correcciones que el empleado ejecuta, es decir, adición o reducción del contenido de agua o aumento de la proporción de levadura, estos cambios van a depender de las características que presente la masa y las condiciones ambientales del lugar. Se controló la temperatura de la masa, esta aumentó debido al calor producido por la hidratación de la harina al iniciar la absorción del agua y por la fricción de la masa y la amasadora (Kurlat 2009); por tal razón se adicionó hielo al agua para disminuir la temperatura y evitar fermentación prematura.

La masa se cortó en bollos con un peso determinado según el tipo de pan. Estos bollos se pasaron por la sobadora para lograr una miga uniforme, un pan más compacto y de corteza más brillante. La masa se dejó reposar y se tapó con bolsas plásticas para evitar la pérdida de humedad. El reposo permitió que la masa se relaje y facilite la manipulación (Hui *et al.* 2006).

La masa descansada se dividió de forma mecánica, dándole el tamaño y la forma característica del pan que va a producir. Una vez armado, el pan se colocó en bandejas forradas con papel de hornear para evitar que el pan se adhiriera a la bandeja. La bandeja se

colocó en una cámara de fermentación en donde se mantuvo a bajas temperaturas para mantener latente el organismo fermentador. La temperatura fue llevada a condiciones óptimas de fermentación minutos antes de ser horneado.

Horneado. En el horneado, la superficie del pan fue cortado para evitar fracturas y para promover un mejor desarrollo del mismo. El tiempo y temperatura de cocción fueron dependientes del empleado, ya que su experiencia es muy influyente para la obtención de un pan de calidad. Durante el horneado se realizaron inyecciones de vapor en la atmosfera del pan; induciendo, de este modo un aumento de volumen, brillo y color en el producto final (Hui *et al.* 2006). El producto fue enviado a la sala de distribución donde se cuantificó y se colocó en cestas para facilitar su distribución a los diferentes centros.

Toma de Datos. Para poder desarrollar la metodología de cuantificación fue necesario crear conciencia en el recurso humano de la importancia del estudio. Asimismo, establecer un compromiso con los empleados para obtener toda su colaboración y facilitar el proceso de cuantificación. La toma de datos se realizó desde el mes de junio hasta agosto del 2014.

Se registró el peso inicial de cada uno de los tratamientos considerando la inexactitud del empleado con respecto a la formulación establecida. Las correcciones por parte del empleado también se registraron tomando en cuenta que se le agregó en diversos casos mayor contenido de levadura y agua. De igual manera, se cuantificó el uso de harina para espolvoreo en el área de amasado, considerando el peso inicial y final de la misma.

Debido a la naturaleza del proceso, es difícil cuantificar las pérdidas o desperdicios en la producción panadera debido a que la merma invisible se acumula para la tanda subsiguiente. Al finalizar el cortado en bollos de la masa, sobra cierta cantidad de masa la cual era agregada a la tanda siguiente y así sucesivamente. Por lo que, para mayor exactitud de la estimación se cuantificó la cantidad de masa sobrante de la tanda anterior a la evaluada.

El pesado de materia prima en almacén se realiza en base a la formulación de un pan específico, pero, después del amasado cierta porción de la masa es separada para la elaboración de otro tipo de pan similar al inicialmente establecido. Este fenómeno ocurre debido a las exigencias en demanda. Por lo que fue necesario cuantificar la cantidad de masa destinada a la elaboración del pan originalmente previsto y la cantidad de masa destinada para la elaboración del pan alterno.

Se cuantifico el número de panes elaborados con sus respectivos pesos, los cuales fueron sometidos a la cámara de fermentación y finalmente al horno. Al final del horneado, el pan pasó por un proceso de enfriado, durante este proceso el pan sigue perdiendo humedad (Hui *et al.* 2006). Por lo que al final del enfriado se cuantificó el peso y el número total de panes como producto final.

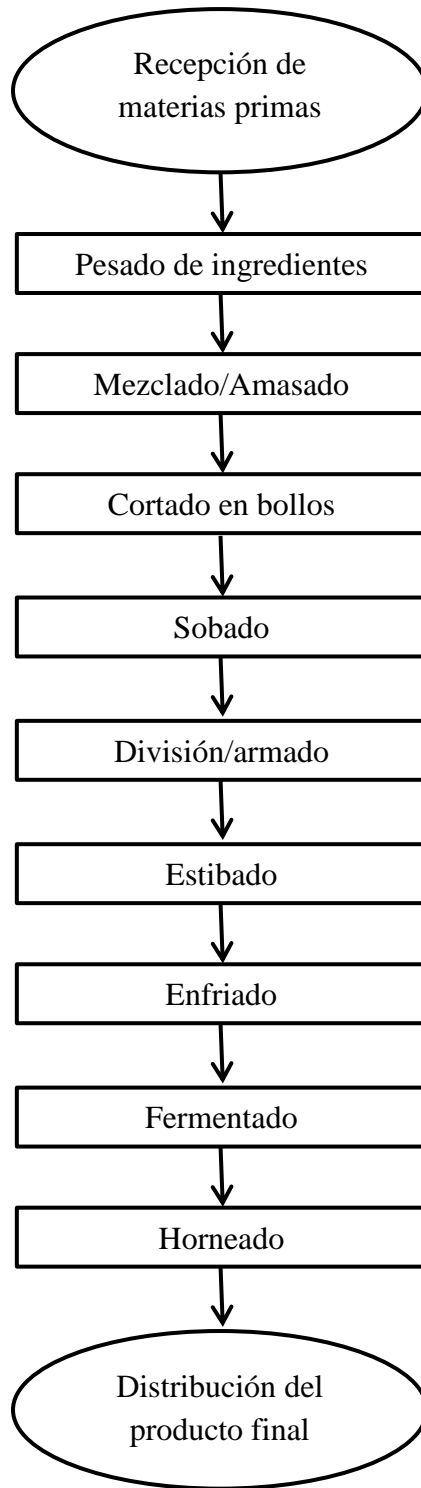


Figura 1. Diagrama general del proceso de producción de pan desde la recepción de la materia prima hasta la distribución final.

Cálculo monetario de las mermas. Una vez cuantificada la eficiencia en la elaboración de cada pan, se multiplicó el porcentaje de pérdida o desperdicio por la cantidad de masa total en una semana. De este modo se obtuvo la cantidad de masa que se desperdicia semanalmente por producto. Esta cantidad fue dividida por el peso que, en teoría el pan debería tener para obtener la cantidad de panes que la panadería está dejando de producir por su ineficiencia. El número de panes resultantes se multiplica por el precio unitario del pan evaluado, de este modo se conoció el valor monetario de la merma. Según lo observado en la inducción, en el uso y manejo de la materia prima se presentaron irregularidades con el objetivo de suplir la demanda del momento, por tanto, se realizó un análisis del impacto de estas irregularidades considerando el número y el precio actual del pan elaborado versus el número y el precio del pan que se debió elaborar. La diferencia es la cantidad de dinero que se está dejando de percibir.

Diseño Experimental. Se usó un Diseño Completamente al Azar evaluando como tratamientos los tres productos de panadería en las tres tandas (repeticiones) de producción. Las etapas del proceso de elaboración de los tres panes también fueron evaluadas.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias Duncan para comparar los tratamientos evaluados (los tres productos de panadería en las tres tandas y las etapas del proceso de elaboración de pan). El análisis de datos se hizo con el programa “Statistical Analysis System”, SAS® versión 9.4.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Merms en la elaboración de panes. Se cuantificó la merma a partir del pesado de ingredientes. Es aquí donde comenzó el manejo de la materia prima que fue transportada desde el almacén hasta el área de producción en sacos por un ascensor. Estos sacos contenían la mayoría de los ingredientes necesarios para la elaboración de dicho pan, la parte complementaria fue agregada por el empleado en el momento del amasado. Se observó que al momento de verter los ingredientes en la batidora existen desperdicios por materia prima que queda adherida al saco o bolsa que lo contiene. Asimismo, al momento de agregar la harina a la batidora se levanta una nube de harina que se pierde en el viento y podría representar una pérdida circunstancial (invisible).

En el amasado, se observó que existe pérdida de materia prima en el momento de sacar la masa de la batidora ya que pedazos de la misma quedan adheridos a la batidora y a su implemento. Sin embargo, esta porción de masa no representa una pérdida debido a que se incorpora a la tanda subsiguiente. Adicionalmente, la fermentación tiene lugar a partir del amasado por lo que podría presentarse una pérdida de peso debido a la degradación de los componentes de la harina (azúcares), que son parcialmente oxidados por la acción de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en orden de obtener energía para su sobrevivencia (Voet *et al.* 2006).

Cuando la masa se cortó en bollos, se utilizó harina para espolvorear la cual es lanzada sobre superficie de la mesa de trabajo así como en el producto para facilitar el proceso de sobado. En esta etapa del proceso la merma ocurre principalmente por esta cantidad de harina que se utiliza; que va a depender de la forma en que cada empleado realiza el sobado, es decir, algunos utilizan mayor cantidad de harina para espolvoreo que otros y viceversa.

Los bollos fueron divididos en una maquina especial, programada para separar los bollos en 30 secciones con el peso específico de cada pan a producir (Baguette de 1/5 o Galo), posterior a esto son colocados en la mesa de trabajo. En este punto algunos panes pierden la forma y otros no tienen el peso adecuado para salir al mercado. Esto ocurre debido a la rapidez con la que el empleado ejecuta la acción, sacrificando la uniformidad en el momento de colocar la masa en la maquinaria. Como acción correctiva, el empleado tenía a su disposición una cantidad de masa adicional; a la cual ponía o quitaba determinada porción según el caso. Al final del proceso la cantidad sobrante, de esta masa adicional, era agregada a la tanda siguiente o utilizada para remover la suciedad de las manos del empleado que manipulaba las bandejas y finalmente desechada.

En el proceso de elaboración de pan Baguette de 1/5 se registraron las mermas en diferentes etapas del proceso (cuadro 1). Se determinó que las mermas en las tres etapas analizadas son bajas y estadísticamente iguales debido a la alta variabilidad observada, pero se infiere que no existe una etapa crítica en esta parte del proceso. La variabilidad de los resultados del análisis es bastante alta debido a que existen diversas fuentes de variación (empleado que ejecute la acción o el día de la semana en que se realice). La merma acumulada promedio fue de 1.43%.

En el cortado en bollos y sobado se presenta una merma del 0.51%, este valor representa en su totalidad la cantidad de harina extra que se utilizó para espolvorear y que no se incorporó a los bollos. Por tanto, representan un desperdicio en el proceso que según Flores (2003); no debe sobrepasar el 1%, por lo que se concluye que el uso de harina para espolvoreo está siendo bien utilizada en la producción de pan Baguette de 1/5. En estudios anteriores se estimó que la cantidad de harina para espolvorear utilizada era de 1.4% (Flores 2003), se logra observar que hay una reducción considerable de la merma en esta etapa.

Cuadro 1. Promedios de la merma y desviación estándar (DE) en la producción de pan Baguette de 1/5 en la Panadería y Repostería el Hogar.¹

Etapa	% ± DE
Pesado de ingredientes/Amasado	0.31 ± 0.10 a
Cortado en bollos/Sobado	0.51 ± 0.19 a
División/Armado	0.61 ± 0.45 a
Promedio acumulado	1.43
Coefficiente de variación	39.38

¹ Medias seguidas de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

En el proceso de elaboración de pan Galo, que es un proceso similar al de Pan Baguette, se registraron las mermas en las diferentes etapas que posee (cuadro 2). Se creía que podrían existir diferencias en la eficiencia de cada etapa en base a lo observado en la inducción, en donde se logró identificar que podría haber mayores desperdicios en el cortado de los bollos por mal utilización de la harina. Pero, finalmente se concluyó que no existe diferencia entre las mermas de cada etapa en la producción de este pan. La merma acumulada es en promedio, de 2.46%. Este promedio es casi el doble de la merma en la elaboración de pan Baguette de 1/5. Esta diferencia se puede deber a la variabilidad de los datos, que es normal debido a la naturaleza del proceso. La panadería es considerada una ciencia empírica por lo que los resultados de su ejecución son justificados en base a la experiencia (Radrigan 1999).

Cuadro 2. Promedios de la merma y desviación estándar (DE) en la producción de pan Galo en la Panadería y Repostería el Hogar.¹

Etapa	% ± DE
Pesado de ingredientes/Amasado	1.50 ± 0.94 a
Cortado en bollos/Sobado	0.72 ± 0.12 a
División/Armado	0.24 ± 0.20 a
Promedio acumulado	2.46
Coefficiente de variación	68.67

¹ Medias seguidas de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

En el proceso de elaboración de pan Campesino Nuez no se dividió la masa en la máquina, esta división se realizó manualmente por un empleado haciendo uso de una balanza digital (se pretendió ser lo más preciso y exacto posible). Por ende, solo se cuantificó la merma a partir del pesado de ingredientes al amasado y del cortado en bollos al boleado. En el cuadro 3 se observa que no existió diferencia significativa entre estas dos etapas y, que se pierde el mismo la misma cantidad de harina en cada etapa. El total de la merma es, en promedio, de 0.90%; lo cual está por debajo del límite permisible de 1% (Flores 2003).

Cuadro 3. Promedios de la merma y desviación estándar (DE) en la producción de pan Campesino Nuez en la Panadería y Repostería el Hogar.¹

Etapa	% ± DE
Pesado de ingredientes/Amasado	0.025 ± 0.02 a
Cortado en bollos/Sobado	0.87 ± 0.11 a
Promedio acumulado	0.90
Coefficiente de variación	21.23

¹ Medias seguidas de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

Pérdida de peso en el horneado. Se registró la pérdida en peso del producto producida en el fermentado y en la cocción del mismo (cuadro 4). La pérdida se produce debido a la cantidad de agua que se evapora al alcanzar temperatura de ebullición. Además, ocurre la volatilización de todas aquellas sustancias que tienen temperatura de ebullición inferior a 100 °C; en particular el alcohol etílico y la mayoría de sustancias aromáticas que se forman en la fermentación (Hui *et al.* 2006). No se encontró diferencia en la cantidad de agua y compuestos volátiles que se pierde en cada pan a pesar de las fluctuaciones en temperatura y tiempo existentes, es decir, existe una estandarización de este proceso que influye positivamente en la vida anaquel del producto.

Diversos compuestos orgánicos se volatizan en el horneado, esta pérdida representa un 10.4% del peso del pan. Debido a que se hornea por convección, la parte externa del pan sufre una reducción de humedad hasta llegar al 5%; la parte interna se mantiene casi constante a 43.5% (similar a la masa antes de hornear). Cuando el pan es removido del horno, la humedad del interior migra hacia la parte externa (seca). Durante el enfriado, continua la evaporación de humedad y se reduce hasta llegar aproximadamente a 38% (Hui *et al.* 2006). El promedio de merma por fermentado y horneado es de 15.87% por lo que inferimos que estos procesos están siendo bien ejecutados, al ser este valor muy parecido al valor teórico (15.9).

Cuadro 4. Promedios de la merma y desviación estándar (DE) por horneado en la producción de panes en la Panadería y Repostería el Hogar.¹

Pan	% ± DE
Baguette de 1/5	17.24 ± 1.16 a
Galo	15.28 ± 1.18 a
Campeño Nueces	15.11 ± 2.46 a
Promedio acumulado	15.87
Coefficiente de variación	10.8

¹ Medias seguidas de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05).

Uso y manejo de la materia prima. Se comparó el número teórico de panes que se debieron producir y la cantidad real producida. La relación entre estos dos valores nos permite inferir sobre la eficiencia en la elaboración de cada producto. El producto más eficiente fue el pan Campeño Nuez (cuadro 5), esto debido a que la producción de este pan es más estable en comparación a los otros, es decir, no existen derivación de la masa para elaboración de otros panes. El pan Galo en cambio es el menos efectivo debido a que en la elaboración de este pan se utiliza su materia prima para la elaboración de otros productos (Baguette de 1/3 y 1/5). Adicionalmente, al finalizar el cortado en bollos sobraba una porción considerable que era almacenada para agregar a tandas futuras.

Cuadro 5. Eficiencia promedio y desviación estándar (DE) de materia prima a producto final según producto.¹

Pan	% ± DE
Baguette de 1/5	72.64 ± 1.17 b
Galo	52.47 ± 3.10 c
Campeño Nueces	80.84 ± 0.31 a
Coefficiente de variación	2.63

¹ Los promedios seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes (P<0.05).

Durante la inducción se logró observar el comportamiento de los empleados conforme al paso de los días. Por tal razón se decidió realizar un análisis de eficiencia por días. Los resultados reflejan que el sistema de producción es más eficiente los días lunes y miércoles (cuadro 5). Estas fluctuaciones probablemente están ligadas al cansancio físico y mental que se manifiesta en el empleado a través de la semana, lo cual genera en él una sensación de falta de energía que disminuye su capacidad de trabajo (Suñé *et al.* 2004).

Cuadro 6. Eficiencia promedio y desviación estándar (DE) de materia prima a producto final según tanda.¹

Día	% ± DE
Lunes	67.54 ± 15.75 ab
Miércoles	69.88 ± 12.60 a
Viernes	62.37 ± 15.85 b
Promedio	67
Coefficiente de variación	22.25

¹ Medias seguidas de letras iguales no son significativamente diferentes (P<0.05).

Desviación de materia prima. La materia prima del pan Galo se utilizó para la elaboración de otros productos de similar formulación (Baguette de 1/3 y 1/5). Estas derivaciones de materia prima influyen en los ingresos de la empresa (cuadro 7) debido a las diferencias en peso y precio de cada pan. El precio del pan Galo es de L. 3.00 en comparación al pan Baguette de 1/5 que es de L. 5.00; teniendo en cuenta la cantidad de masa de pan Galo que se deriva para la elaboración de pan Baguette de 1/5, se estarían dejando de percibir L. 205.36 por semana.

Cuadro 7. Valor Monetario en lempiras de la elaboración de pan redondo con materia prima de pan gallo.

Pan	Materia prima total (g)	No. de panes	Ingreso por venta	Ingreso no percibido
Baguette de 1/5	31285	472	2358.28	205.36
Galo		855	2563.64	

1 dólar = 21.31 L.

Expresión de mermas físicas en términos monetarios. Se calculó la merma total en todo el proceso de elaboración de los tres panes, la cual fue transformada a términos monetarios (cuadro 8), el análisis se hizo en base a los precios de cada pan, por tanto el valor encontrado hace referencia a la cantidad de lempiras que la empresa está dejando de percibir como producto vendido debido a los desperdicios que se dan a lo largo del proceso. Las medias mostradas como porcentaje de pérdida son valores muy

conservadores, es decir, representan un desperdicio sobrestimado debido a que gran parte de este desperdicio no es propiamente una merma sino que es un valor acumulado que se incorpora a cada tanda subsiguiente. De igual modo, existe una pérdida por desperdicio que se ve reflejada en la cantidad de panes producidos y también existe una posibilidad de mejora en los procesos.

Cuadro 8. Valor monetario en lempiras de las mermas por desperdicio en la elaboración de panes en la Panadería y Repostería “El Hogar”.

Pan	Pérdida (%)	Materia prima total (g)	Panes (unidad)	Impacto en ventas (L.)
Baguette de 1/5	1.43	177,169	38	190.66
Galo	2.46	159,984	103	308.11
Campesino Nueces	0.90	141,120	3	114.07

1 dólar = 21.31 L.

4. CONCLUSIONES

- La merma acumulada por desperdicios en el proceso de elaboración de panes en la Panadería y Repostería el Hogar fue 1.6%.
- El promedio de la eficiencia del proceso de elaboración de panes fue 67%.
- Las mermas estimadas en el fermentado/horneado fue 15.8%, en la desviación de la materia prima 15.6% y en desperdicios dentro del proceso 1.6 %.
- La utilización de materia prima de pan Galo para la elaboración de pan Baguette de 1/5 tiene un diferencial de 205.36 lempiras por semana.
- El valor monetario en lempiras de la merma física semanal en la elaboración de pan Baguette de 1/5 fue 190.66; en Pan Galo de 308.11; y en Pan Campesino de 114.07.

5. RECOMENDACIONES

- Implementación de control estadístico del proceso para tener un mejor control o registro de la producción semanal.
- Capacitar al personal de producción en Buenas Prácticas de Manufactura, Procedimientos Estandarizados de Sanitización e Inocuidad para el área de panadería.
- Realizar un análisis económico completo del impacto de las mermas acumuladas.

6. LITERATURA CITADA

Academia del área de plantas piloto de alimentos. 2004. Introducción a la tecnología de alimentos. Editorial Limusa. 2da Ed. México, D.F. 109 p.

Bello, J. 2000. Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.

Cuevas, R., O. Masera y R. Díaz. 2004. Calidad y competitividad de la agroindustria rural de América Latina y el Caribe. FAO. Roma. 41 p.

Fito, P., A. Andrés, J. Barat y A. Albors. 2001. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Editorial de la UPV. Valencia. 8 p.

Flores, S., 2003. Análisis de mermas en procesos productivos de la repostería “El Hogar”. Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 32p.

González, M. 2005. Elaboración de un manual de BPM para Repostería el Hogar. Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 83p.

Gutiérrez, J.B., 2000. Ciencia bromatológica: Principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España. 284 p.

Hui, Y.H., H. Corke, I. De Leyn, W. Nip y N. Cross. 2006. Bakery Products: Science and Technology. Blackwell Publishing. Oxford. UK. 262/278p.

Kurlat, J., 2009. Pan Francés. 3ª Edición. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Ediciones del INTI. Buenos Aires. Argentina.

Suñé, A., F. Gil y I. Arcusa. 2004. Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Ediciones Díaz de Santos. Madrid. 63 p.

Pérez, M., 2005. Elaboración de un manual de Buenas Prácticas de Manufactura para “Repostería El Hogar” S. de R.L. Ing. Agr. Honduras. 83 p.

Radrikan, M. 1999. Metodología de la investigación. Universidad de Santiago de Chile. Chile.

Reyes, E., 2008. Contabilidad de Costos: primer curso. Cuarta Edición. Limusa, México. 162 p.

Voet, D., J. Voet y C. Pratt. 2007. Fundamentos de la Bioquímica. 2da Edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid. España. 428 p.

7. ANEXO

Anexo 1. Resultados de los análisis de varianza (probabilidad).

Merma por etapa	P-value
Pan Baguette de 1/5	0.245
Pan Galo	0.118
Pan Campesino	0.071

Merma en Horneado	P-value
Producto	0.411
Tanda	0.632

Variables de Eficiencia del sistema	P-value
Producto	0.002
Tanda	0.068