Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

DETERMINACIÓN DE LA FUERZA, VOLUMEN Y TIEMPO DE PRENSADO EN LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO MATERA Y SEMIDURO EN LACTEOS "LA PLAZUELA"

(Determination of Force, Volume and Time-Pressed in the process of making the Type Cheese Matera and Semi Hard in Dairy "LA PLAZUELA")

Germán José Artigas Hidrobo. Lcdo. Estadística. Profesor Tiempo Completo
Universidad Valle del Momboy. artigasg@uvm.edu.ve

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue determinar los valores estándar óptimos que permitan conocer la fuerza, el volumen y tiempo de prensado necesarios en el proceso de elaboración de queso tipo matera y semi-duro, utilizando herramientas estadísticas como el diseño experimental factorial de efectos fijos y el análisis de regresión lineal simple. Teóricamente se apoyó en autores como González (2002) y la Asociación estadounidense para pruebas de materiales (ASTM,2011). Los resultados evidencian gran variabilidad en los pesos finales de los quesos dado que la presencia de preparación es de tipo artesanal, con la utilización de material no apto para su mezcla, tales como cucharas de palo, utensilios de cocina, que no poseen en si una medida para calcular la cantidad de cuajo necesario para la elaboración del queso. Es importante mencionar que este procedimiento artesanal genera gran cantidad de pérdidas, debido a que la cantidad de cuajo seleccionado es desproporcional al peso resultante del queso semiduro y el líquido que fluye de la prensa es desechado. Finalmente se logró estimar los valores adecuados para mejorar el rendimiento y evitar la merma de material a través de los modelos estadísticos utilizados, lo que se traduce en rentabilidad económica para la empresa.

Palabras Claves: Estandarización, Diseño Factorial, Regresión Lineal, Fuerza, Volumen, Prensado, Queso Matera, Queso Semiduro.

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

ABSTRACT

The overall objective of the research was to determine the optimal standard values that reveal the force, volume and pressing time required in the process of making cheese and semi-hard pot, using statistical tools such as factorial experimental design fixed effects and simple linear regression analysis. Theoretically authors relied on as Gonzalez (2002) and the American Association for Materials Testing (ASTM, 2011). The results show great variability in the final weights of cheeses since the presence of preparation is artisanal, using material not suitable for mixing, such as wooden spoons, kitchen utensils, you do not have to if a measured to calculate the amount of rennet needed for cheese making. It is noteworthy that this process generates large amounts of scale loss, because the quantity of rennet is selected disproportional weight semihard cheese resulting from the flowing liquid and the media discarded. Finally was able to estimate the appropriate values to improve performance and prevent loss of material through statistical models, resulting in economic profitability for the company.

Key words: Standardization, Factorial Design, Linear Regression, Force, Volume, Pressed, Matera cheese, semi-hard cheese

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el ser humano a partir de la leche de diferentes mamíferos ha preparado quesos pues siendo un producto natural y nutritivo se ha hecho fácil de producir en cualquier parte del mundo. Al inicio la leche utilizada provenía de alces y camellos, mas hoy día en su mayoría se utiliza leche de vaca, cabra y oveja. Es de allí, de donde se puede deducir su practicidad, nivel nutricional y diversidad de formas y sabores; pues el queso se ha convertido en un alimento indispensable en la dieta humana y por ende, un producto de primera necesidad que a su vez genera un mercado bastante lucrativo.

Hoy por hoy existen alrededor de dos mil (2000) tipos de quesos entre las que se encuentran algunas variaciones sobre los tipos originales como el suizo-americano, el cheddar canadiense o el brie de Somerset, y cuyas diferencias se dan a conocer gracias a su caracterización individual, el cual a pesar de su origen animal se divide en dos categorías básicas: naturales y procesados; el primero se clasifica en varias categorías según su textura, corteza o grado de humedad, mas el segundo agrega preservativos y su duración es más prolongada, el cual no obstante pierde el carácter único del queso original.

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

Con lo mencionado anteriormente, es necesario destacar que si se quiere una quesera típica que funcione de manera semi-automatizada, se debe evitar al máximo la manipulación de la leche y el derrame debe contar con ciertos componentes para que se cumplan las disposiciones reguladoras, industriales, sanitarias y ambientales. Para ello existen entre otros algunos equipos auxiliares creados para la creación y manipulación del queso en su proceso.

Para el mismo, existe un proceso de elaboración, aplicación y mejora de las normas llamado Normalización, el cual es aplicado en distintas actividades científicas, industriales o económicas con el fin de organizar y mejorar. La asociación estadounidense para pruebas de materiales (ASTM, 2011), define la normalización "como el proceso de formular y aplicar reglas para una aproximación ordenada a una actividad específica para el beneficio y cooperación de todos los involucrados".

Aunado a lo anterior, según las normas ISO (International Organization for Standarization, 1994) la Normalización "es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico"

Ahora, si bien es cierto que la elaboración del queso en términos generales es muy parecida aun entre los distintos tipos del mismo, también es cierto, que existen algunos cambios importantes en algunas operaciones unitarias dentro de la variedad de productos; y es necesario resaltar que no todas las queseras cuentan con los requerimientos tecnológicos imprescindibles y las normas de elaboración, aplicación y mejoras para elaborar el queso de la forma correcta, lo que normalmente repercute en el tiempo de producción y rendimiento de la materia prima al aumentar la manipulación de la leche.

El sistema gerencial juega asimismo un papel importante, pues pensar y actuar en términos de ganar-ganar en las relaciones con los productores de leche, tener sistemas de mantenimiento preventivo y valorar la capacitación del personal son algunas de las estrategias gerenciales de alto apalancamiento para la optimización de los rendimientos. Además, se debe reconocer que la labor de optimización no es asunto exclusivo de la empresa fabricante de quesos, sino que comienza en el establo del productor de leche y continúa fuera de la fábrica, durante el transporte y comercialización de los productos terminados.

Sin embargo, atender con eficacia los factores necesarios para la correcta elaboración del queso, es una labor que requiere constancia de propósitos y visión a largo plazo. Ciertamente, una ardua tarea, por lo que el compromiso

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

de la alta gerencia es esencial para el éxito, pues en las industrias de productos lácteos, la elaboración de queso es un proceso complejo desde el punto de vista de la calidad, aún en el caso de quesos blancos o frescos "simples" fabricados por coagulación enzimática con cuajo, en ausencia de fermentos.

Hoy por hoy, con demasiada frecuencia no se les presta mucha atención a estos factores porque, vistos por separado, sus efectos sobre el rendimiento son modestos. Irónicamente, otro factor que contribuye a este menosprecio es la obtención de utilidades razonables con procesos ineficientes, puesto que los costos de producir quesos sin las normas establecidas tanto operacionales como sanitarias y sin la tecnología calificadas para el mismo, son mayores que los ingresos obtenidos por las ventas de los quesos elaborados.

Por su parte, además de lo anteriormente expuesto existen Factores que disminuyen el rendimiento de la leche al producir queso; los cuales se transforman en problemas al elaborar los mismos. Tal es el caso de la mastitis sub-clínica, una infección que disminuye los contenidos de caseína, grasa y lactosa, y aumenta el contenido de proteínas lacto séricas y el pH, causando la disminución de la grasa en forma creciente.

En este orden de ideas se puede inferir que los problemas traen como consecuencia que en una típica quesera sin las medidas ni las tecnologías mínimas necesarias para la elaboración de los distintos quesos, disminuyan las utilidades y aumentan los costos de producción de los mismos.

OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

La actividad lechera tiene un gran significado para la economía por diversos motivos y magnitudes, como por ejemplo: la generación de ingresos y fuentes de empleo, la movilización de recursos e insumos, el espacio territorial que la ocupa, la importancia del producto primario (leche), la diversidad sus derivados objeto de procesos de industrialización, su comercialización y su aporte como fuente alimenticia para la población en todo el país.

Ante tales consideraciones, se seleccionó la Empresa Lácteos La Plazuela, debido a que la cual cuenta con un proceso de elaboración de quesos de manera artesanal, el cual genera que la producción de sus productos tengan una variabilidad muy alta en las características principales de calidad, una de estas características es el peso final de los quesos.

En este proceso participan diversos elementos biológicos y químicos, por lo tanto debe considerarse de forma dinámica, es decir que se influye por

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

muchos factores externos y por lo tanto nada es estrictamente exacto. Como cuando se cocina, las dosis y tiempos son siempre orientativos y no definitivos. La premisa que es invariable es que de la buena leche se saca un buen queso.

Existen algunas diferencias entre los precios de la leche en los países de la región, sin embargo, es más notoria la diferencia entre los precios al productor y al consumidor dentro de cada país, lo cual es una señal de la importancia para tomar en cuenta programas para reducir los costos de la comercialización (Pomareda, 1999; pág. 5). Estas diferencias de precios serían más notorias aún si se considera que el precio al nivel de productor es por leche entera, mientras que al nivel de consumidor es por leche pasteurizada y que en promedio tiene un porcentaje menor de grasa. Si se lograra uniformidad en los pesos, sería más rápido la venta de quesos y no dedicarían una persona al pesado uno a uno a la hora de vender.

La investigación se basó en determinar los cálculos que permitan normalizar el cálculo de la fuerza, volumen y tiempo de prensado en el queso tipo matera y semiduro, mediante la aplicación teórica, estudio y posterior desarrollo de los cálculos que permitan determinar los valores óptimos para normalizar el prensado del queso, contribuir en el aprendizaje y en la transmisión de conocimientos para futuras investigaciones, además de permitir la adquisición de conocimiento sobre cómo normalizar el cálculo de la fuerza, volumen y tiempo de prensado en el queso tipo matera y semiduro. Además constituye un aporte a las distintas actividades científicas, industriales y/o económicas, específicamente a las empresas productoras de quesos, pues se induce a las organizaciones a realizar un estudio y análisis en los procesos de normalización que las mismas realizan, utilizando para ello el método científico, el cual conlleva la aplicación de técnicas como la observación, el estudio y el diseño de instrumentos para la recolección de datos, que representan un aporte metodológico a otras investigaciones.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Determinar los valores óptimos que permitan estandarizar y normalizar la fuerza, el volumen y tiempo de prensado en el proceso de prensado en el queso tipo matera y semiduro

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar los valores de fuerza, el volumen y el tiempo de prensado empleado por los trabajadores en el proceso de elaboración de queso tipo matera y semiduro.

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

- Realizar el Diseño Experimental y el Análisis de Regresión Lineal Simple con los datos recolectados de la fuerza, volumen y tiempo de prensado en el proceso de elaboración de queso tipo matera y semiduro.

- Analizar los valores que permitan la estandarización del cálculo de la fuerza, volumen y tiempo de prensado en el queso tipo matera y semiduro.

METODOLODÍA EMPLEADA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se enmarcó bajo el criterio de una Investigación de tipo descriptiva que según Chávez (2007. p: 135) Las investigaciones descriptivas "son todas aquellas que se orientan a recolectar información relacionadas con el estado real de las personas, objetos, situaciones o fenómenos para mejorar su operatividad". A su vez es de tipo experimental según Arias (2004) lo define como el "proceso que consiste en someter a un objeto o un grupo de individuos a determinadas condiciones o estímulos (variables independientes), para obtener los efectos que se producen (variable dependiente).

Por su parte el diseño del estudio se corresponde con un diseño de investigación de campo, el cual es definido por Arias (2004) como aquella investigación que "consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren hechos, sin manipular o controlar variable alguna". En tal sentido es pertinente resaltar que en el estudio que se presenta, se toman los datos directamente de la realidad del proceso de prensado del queso tipo matera y semiduro en la quesera "Lácteos la Plazuela". Posteriormente se realizó la etapa de experimentación para el uso del Análisis de Varianza para encontrar los valores óptimos de las variables en estudio.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Para Tomás-Sabado (2010: 21), la población hace referencia al "… conjunto de todos los individuos que cumplen ciertas propiedades y de quienes deseamos estudiar ciertos datos.". Así mismo, es importante definirla e identificarla sobre la base de las características que la delimitan para la selección posterior de algunos de sus elementos. Para la presente investigación se consideró la población de estudio los quesos tipo matera y tipo semi duro que elaboran los trabajadores en la empresa Lácteos "La Plazuela".

Sentís (2003), define la muestra como un subconjunto de la población, es decir, una parte de ella. Por otro lado, León y Montero (2006) establecen que el muestreo a propósito o intencional es aquel donde el investigador selecciona o escoge los elementos a estudiar. Por considerarse una

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

población grande, y numerable sólo para un instante de tiempo determinado se escogió intencionalmente 10 quesos diarios de cada tipo por seis días para un total de 60 quesos de cada tipo.

ASPECTOS GENERALES DE LA PREPARACIÓN DEL QUESO SEMIDURO

-Descripción del proceso
-Se le coloca 195gr de calcio a 412 lts de leche.
-Luego se le agrega el cuajo que se hace disolviendo 12gr de cuajo en 1,2 lts de agua para 412 lts de leche.
-Se espera 40 in para el cuajo
-Se corta la cuajada en un tiempo de 3min
-Se bate para que la cuajada se endurezca por un tiempo de 10min
-Luego se le colocan las plantas de acceso para darle contextura y terminar de separar el suero de la cuajada (10min).
-Se le colocan 6 kg de sal a la cuajada.
-Se deja reposar 10min antes de colocarle los materiales del proceso de prensado.
-Se presan por 18 horas y se pesa para luego ser llevado al almacén.

ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE ANÁLISIS DE VARIANZA

En la presente investigación se utilizó un modelo de diseño experimental factorial la cual utiliza el modelo de análisis de varianzas de efectos fijos que para Pérez (1996) es un método para comparar dos o más medias. Supónganse *k* muestras aleatorias independientes, de tamaño *n*, extraídas de una única población normal. A partir de ellas existen dos maneras independientes de estimar la varianza de la población σ^2

La primera, llamada *varianza dentro de los grupos* (ya que sólo contribuye a ella la varianza dentro de las muestras), o *varianza de error*, o *cuadrados medios del error*, y habitualmente representada por *MSE* (*M*ean *S*quare *E*rror) o *MSW* (*M*ean *S*quare *W*ithin) que se calcula como la media de las *k* varianzas muestrales (cada varianza muestral es un estimador centrado de σ^2 y la media de *k* estimadores centrados es también un estimador centrado y más eficiente que todos ellos). *MSE* es un cociente: al numerador se le llama *suma de cuadrados del error* y se representa por *SSE* y al denominador *grados de libertad* por ser los términos independientes de la suma de cuadrados.

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

La otra llamada *varianza entre grupos* (sólo contribuye a ella la varianza entre las distintas muestras), o *varianza de los tratamientos*, o *cuadrados medios de los tratamientos* y representada por *MSA* o *MSB* (*M*ean *S*quare *B*etween). Se calcula a partir de la varianza de las medias muestrales y es también un cociente; al numerador se le llama *suma de cuadrados de los tratamientos* (se le representa por *SSA)* y al denominador (*k*-1) grados de libertad. *MSA* y *MSE*, estiman la varianza poblacional en la hipótesis de que las *k* muestras provengan de la misma población. La distribución muestral del cociente de dos estimaciones independientes de la varianza de una población normal es una *F* con los grados de libertad correspondientes al numerador y denominador respectivamente, por lo tanto se puede contrastar dicha hipótesis usando esa distribución.

Si en base a este contraste se rechaza la hipótesis de que *MSE* y *MSA* estimen la misma varianza, se puede rechazar la hipótesis de que las *k* medias provengan de una misma población. Aceptando que las muestras provengan de poblaciones con la misma varianza, este rechazo implica que las medias poblacionales son distintas, de modo que con un único contraste se contrasta la igualdad de *k* medias.

Existe una tercera manera de estimar la varianza de la población, aunque no es independiente de las anteriores. Si se consideran las *kn* observaciones como una única muestra, su varianza muestral también es un estimador centrado de σ^2

Se suele representar por *MST*, se le denomina *varianza total* o *cuadrados medios totales*, es también un cociente y al numerador se le llama *suma de cuadrados total* y se representa por *SST*, y el denominador (*kn* -1) grados de libertad.

Los resultados de un anova se suelen representar en una tabla como la siguiente:

Fuente de variación	G.L.	*SS*	*MS*	*F*
Entre grupos Tratamientos	*k*-1	*SSA*	*SSA* /(*k*-1)	*MSA* /*MSE*
Dentro Error	(*n*-1)*k*	*SSE*	*SSE* /*k*(*n*-1)	
Total	*kn*-1	*SST*		

F se usa para realizar el contraste de la hipótesis de medias iguales. La región crítica para dicho contraste es $F > F_{\alpha(k-1,(n-1)k)}$

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

MODELO DE EFECTOS FIJOS

Un valor individual se puede escribir en este modelo como

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, \ldots, k \quad y \quad j = 1, \ldots, n$$

Donde μ es la media global, α_i es la constante del efecto, o efecto fijo, que diferencia a las *k* poblaciones. También se puede escribir:

$$\mu_i = \mu + \alpha_i \quad \varepsilon_{ij}$$

εij representa la desviación de la observación *j*-ésima de la muestra *i*-ésima, con respecto a su media. A este término se le suele llamar *error aleatorio* y, teniendo en cuenta las asunciones iniciales del análisis de la varianza son *k* variables (una para cada muestra), todas con una distribución normal de media 0 y varianza σ^2 .

La hipótesis nula en este análisis es que todas las medias son iguales

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_k$$
H_1: al menos una es diferente

que puede escribirse en términos del modelo como:

$$H_0 \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \ldots = \alpha_k = 0$$
H_1 al menos dos α_i distintas de 0

Como en H_0 se cumplen las condiciones del apartado anterior se tratará de ver como se modifican las estimaciones de la varianza en H_1.

En H_0 *MSA* y *MSE* son estimadores centrados de σ^2, es decir y usando el superíndice 0 para indicar el valor de las variables en H_0

$$E[MSA^0] = \sigma^2$$

$$E[MSE^0] = \sigma^2$$

Se puede ver que *MSE* es igual en la hipótesis nula que en la alternativa. Por lo tanto:

$$E[MSE] = E[MSE^0] = \sigma^2$$

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

Sin embargo al valor esperado de *MSA* en la hipótesis alternativa se le añade un término con respecto a su valor en la hipótesis nula

$$E[MSA] = \sigma^2 + \frac{n}{k-1}\sum_{i=1}^{k} \alpha_i^2$$

Al segundo sumando dividido por *n* se le llama *componente de la varianza añadida por el tratamiento*, ya que tiene forma de varianza, aunque estrictamente no lo sea pues α_i no es una variable aleatoria.

La situación, por lo tanto, es la siguiente: en H_0, *MSA* y *MSE* estiman σ^2; en H_1, *MSE* estima σ^2 pero *MSA* estima $\sigma^2 + n\,\sigma_\alpha^2$. Contrastar la H_0 es equivalente a contrastar la existencia de la componente añadida o, lo que es lo mismo, que *MSE* y *MSA* estimen, o no, la misma varianza.El estadístico de contraste es *F=MSA*/*MSE* que, en la hipótesis nula, se distribuye según una *F* con *k* - 1 y (*n* - 1)*k* grados de libertad. En caso de rechazar la H_0, *MSA* - *MSE* estima $n\,\sigma_\alpha^2$.

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES Y LOS NIVELES PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZAS

Debido a la manera artesanal en que se elaboran los tipos de quesos estudiados y en base a una muestra piloto de quesos elaborados por el mismo personal de la empresa se definieron los siguientes factores con sus respectivos niveles para la experimentación.
Por considerarse jornadas laborales de 11 horas desde que la empresa recibe la materia prima (leche) a las 6:00am y hasta las 5:00pm el factor tiempo de prensado del queso representará el primer factor experimental el cual tendrá dos niveles de tratamiento, el primer nivel prensado a 12 horas y el nivel segundo prensado a 24 horas. El segundo factor correspondiente a la variable en estudio fue el volumen de cuajo representado por el peso de cuajo utilizado para elaborar el queso y cuyos niveles utilizados son: 11.250; 11.500; 12.000; 12.500; 13.000; 13.500; 14.500 y 15.000 gramos. Y el tercer factor utilizado que correspondió con la variable fuerza fue el peso de prensado donde los niveles para este factor corresponden a 6.500; 7.500; 8.000; 8.500 y 9.000 gramos de peso. La distribución de las 60 muestras experimentales se distribuyeron tal como se muestra en la siguiente tabla:

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

Tabla Nº 1. Distribución de las Muestras Elaboradas según Factores experimentales y niveles

Factores inter-sujetos

		Etiqueta del valor	N
Tiempo de Prensado	12	12 Hrs	31
	24	24 Hrs	29
Peso del Cuajo	11250		7
	11500		9
	12000		11
	12500		14
	13000		5
	13500		5
	14500		5
	15000		4
Peso de Prensado	6500		4
	7500		6
	8000		12
	8500		25
	9000		13

* Valores expresados en gramos (gr).
Fuente: Artigas (2012).

RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL QUESO SEMI-DURO

Gráfico Nº 1. Distribución de Frecuencias del Volumen

Fuente: Artigas (2012).

El grafico de la Distribución de Frecuencias para el volumen permite observar la variabilidad del trabajo realizado durante las 60 muestras estudiadas y la cantidad de quesos que se elaboraron a un nivel promedio determinado. Se elaboraron cuatro quesos experimentando con un volumen inicial de 15 kilos,

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

cinco quesos a un volumen de 13; 13,5 y 14,5kg. Por otra parte se elaboraron 14 quesos con un volumen inicial de 12,5kg.

Gráfico Nº 2. Distribución de Frecuencias del Peso de Prensado

Fuente: Artigas (2012).

El grafico de la Distribución de Frecuencias muestra que se elaboraron 4 quesos con un tipo de prensado de 6,5kg; 6 quesos con un tipo de prensado de 7,5kg; 12 quesos con un tipo de prensado de 8kg; 25 quesos con un tipo de prensado de 8,5kg; y finalmente 13 quesos que fueron prensados a un promedio de 9kg.

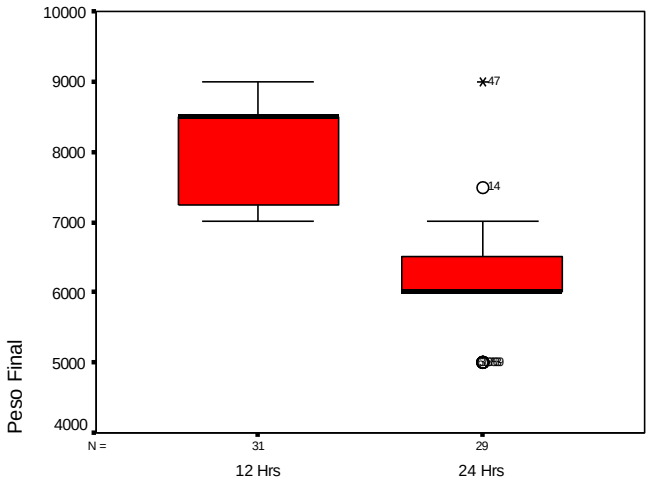
Gráfico Nº 3. Distribución del Tiempo de Prensado

Fuente: Artigas (2012).

El grafico muestra que el 48% de la muestra experimentada se realizó a un tiempo de prensado de 24 horas mientras que el 52% se prensó durante 24 horas.

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

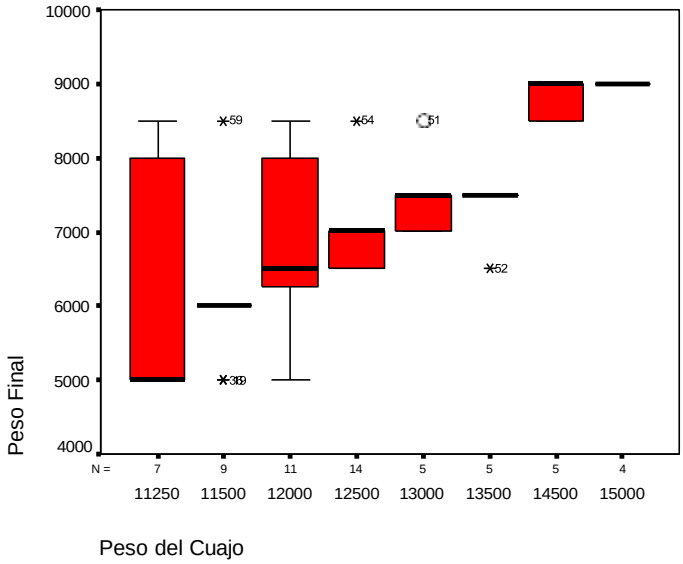
Gráfico Nº 4. Dispersión del Peso Final de los Quesos Semi-Duros para los distintos niveles del tiempo de Prensado



Fuente: Artigas (2012).

Este grafico nos muestra que a medida que el tiempo de Prensado aumenta el Peso Final del Queso disminuye, haciendo que se pierda mayor cantidad de cuajo. Cuando se usan 12 hrs de prensado el peso promedio se ubica alrededor de los 8,5kg mientras que con 24 hrs de prensado se obtiene en promedio 6kg de producto final.

Gráfico Nº 5. Dispersión del Peso Final de los Quesos Semi - Duros para los distintos niveles de Peso Inicial de Cuajo

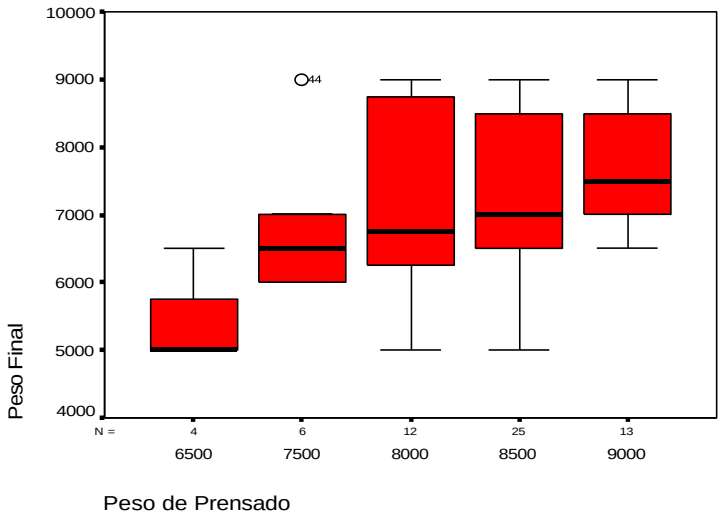


Fuente: Artigas (2012).

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

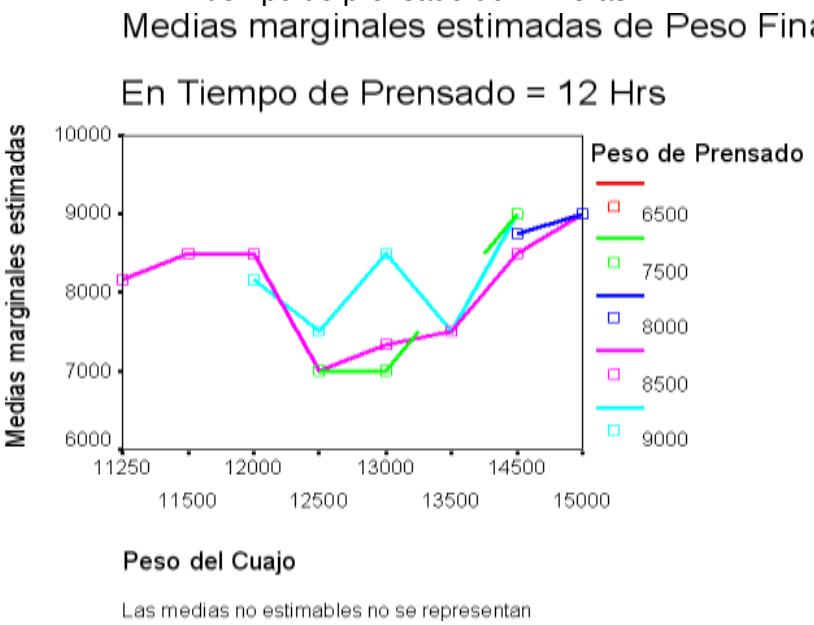
En el caso del Volumen inicial de Cuajo se observa la diferencia en los promedios así como también la relación directa, en el sentido de que a mayor cantidad inicial – mayor peso final.

Gráfico Nº 6. Dispersión del Peso Final de los Quesos Semi - Duros para los distintos niveles del Peso de Prensado



Fuente: Artigas (2012).

Gráfico Nº 7. Obtención de medias marginales estimadas del Peso final con el tiempo de prensado de 12 horas

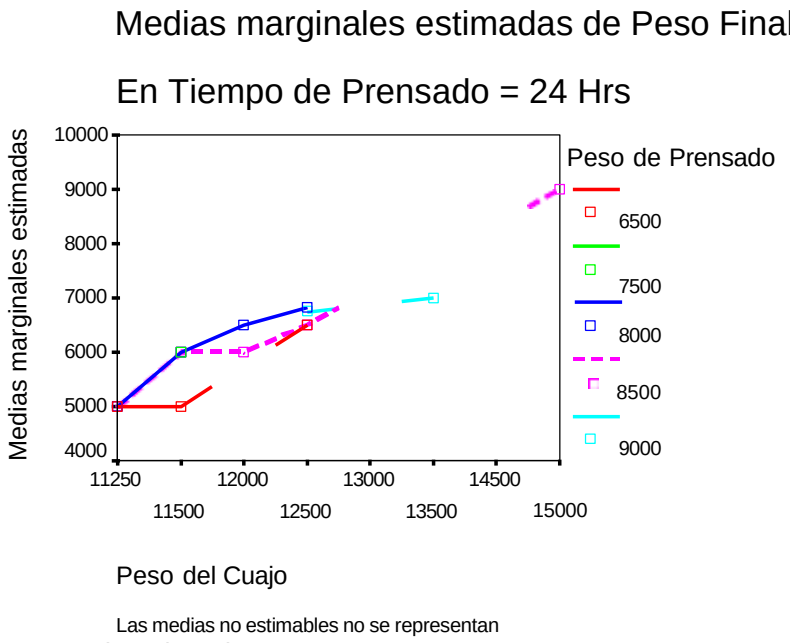


Fuente: Artigas (2012).

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

Este gráfico muestra los promedios estimados para el Peso Final en correspondencia a los diferentes niveles de promedio de cuajo inicial y peso de prensado cuando el tiempo de prensado fue de 12 horas. El hecho de que las líneas se intercepten o crucen indican que los niveles pueden combinarse y generar promedios diferentes y no correlativos, sin embargo las líneas también generan una pequeña tendencia que por supuesto está influenciada por el volumen inicial de cuajo, es decir, que a medida que se utiliza mayor volumen de entrada, el peso final también será mayor lo cual parece obvio. Por otro al verter la mayor cantidad de volumen inicial (cerca de los 15kg), el peso promedio final está alrededor de los 9kg sin importar el peso de prensado, esto al término de las 12 horas que es lo que se representa en el gráfico. El color de cada línea de tendencia en el gráfico representan los diferentes pesos de prensados a los que fueron sometidas las muestras experimentales.

Gráfico Nº 8. Obtención de medias marginales estimadas del Peso final con el tiempo de prensado de 24 horas



Fuente: Artigas (2012).

El grafico que corresponde al tiempo de prensado en 24 horas se observa más claramente la tendencia lineal respecto al volumen inicial y al peso final. También se observa que al utilizar un peso promedio de prensado de 8,5kg es donde se obtienen los mayores rendimientos del producto final. Con sólo una diferencia de medio kilo de más y utilizando 9kg en el prensado, se observa que el peso promedio final tiene una tendencia a estabilizarse en

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

7kg aún cuando se haya comenzado con un volumen final de 12kg o de 13,5kg; de esta manera la empresa está perdiendo en promedio kilo y medio de cuajo al utilizar 9 kg de prensado en vez de 8,5kg.

Tabla Nº 2. Análisis de Varianza para el modelo de efectos mixtos

ANOVA

Fuente	Suma de cuadrados tipo I	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	84.629.166,7	32	2.644.661,5	-	0,0000
Intersección	3.031.704.166,7	1	3.031.704.166,7	-	0,0000
CUAJO	44.225.234,5	7	6.317.890,6	121,5	0,0000
PRENSA	9.212.735,8	4	2.303.184,0	77,5	0,0410
TIEMPO	16.790.118,2	1	16.790.118,2	2.259,7	0,0000
CUAJO * PRENSA	6.530.330,9	14	466.452,2	4,5	0,3500
CUAJO * TIEMPO	7.841.901,1	5	1.568.380,2	42,2	0,1209
PRENSA * TIEMPO	28.846,2	1	28.846,2	3,9	0,7135
Error	5.416.666,7	27	200.617,3	-	-
Total	3.121.750.000,0	60	-	-	-
Total corregido	90.045.833,3	59	-	-	-

Variable dependiente: PESO

Fuente: Artigas (2012).

El Análisis de Varianza muestra en primer lugar que el modelo utilizado es significativo, y por tal motivo recoge la variabilidad existente en el conjunto de datos y la explica de manera adecuada, también se puede analizar de la misma que existe estadísticamente diferencia significativa en las medias de los tratamientos utilizados, es decir, que existe diferencia de medias entre los distintos niveles utilizados en el diseño experimental que generan en promedio diferentes pesos finales del producto en correspondencia a cada una de las tres variables o factores estudiados.

De las tres Variables estudiadas la más significativa es el Tiempo de Prensado, la cual obtiene el valor de la distribución de Probabilidad F más alto, indicando que existe diferencia entre el peso final de los quesos prensados a 12 horas y el prensado a 24 horas. De igual manera con los diferentes niveles de los Volúmenes de Cuajo inicial y del Peso de Prensado quienes afectan al Peso Promedio final de los quesos elaborados.

Un aspecto relevante de la Tabla Nº2 es que las combinaciones dos a dos las variables en estudio no son estadísticamente significativas y que no existe una diferencia considerable en los promedios finales cuando se usan

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

diferente combinaciones de dos variables. Por ejemplo, utilizar un volumen inicial de 11,5kg y prensarlo a 12 horas genera un resultado promedio final similar al obtenido cuando se utiliza un volumen inicial de 14,5kg y se prensa a 24 horas. De aquí que debería prestarse mayor atención a ver si hay otras variables que las afecten al peso final y que mantengan la calidad del producto esperado, tal como la consistencia o densidad y considerar factores lates como el personal que labora, los métodos de trabajo y otras que pudieran afectar de manera concomitante los resultados esperados.

Al analizar la variabilidad que representan los niveles del tiempo de prensado conjuntamente con las otras variables se observa que no varia significativamente en los promedios del peso final lo cual representa una ventaja desde el punto de vista económico específicamente en términos de producción y productividad, ya que no es muy significativo dejar un queso prensado a 12 horas que a 24 horas lo cual duplica prácticamente la capacidad de producción de la empresa y da pie a que la gerencia de recursos humanos opte medidas que conlleven a niveles óptimos de producción.

RESULTADOS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESOS TIPO MATERA

El proceso de prensado del queso tipo matera es más sencillo aún. El cuajo es vaciado en las cestas dispuestas para tal fin y colocados uno encima de otro hasta formar una torre de 10 quesos o cestas sin algún tipo de fuerza que ejerza prensado en ellos. Los quesos escurren su suero por simple gravedad, sin embargo cada veinte minutos aproximadamente se voltea la torre de quesos hasta repetir el procedimiento por cuatro horas. Al final de la jornada laboral los quesos tipo matera son envasados y guardados en el cuarto de refrigeración.

Es por lo antes descrito que ni la variable tiempo ni la variable fuerza son consideradas y por tal razón el modelo estadístico utilizado para la estimación y cálculo de los valores óptimos fue el Modelo de Regresión Lineal Simple.

Tabla Nº 3. Estadísticos descriptivos del las Variables Peso Inicial y Peso Final

Estadísticos descriptivos

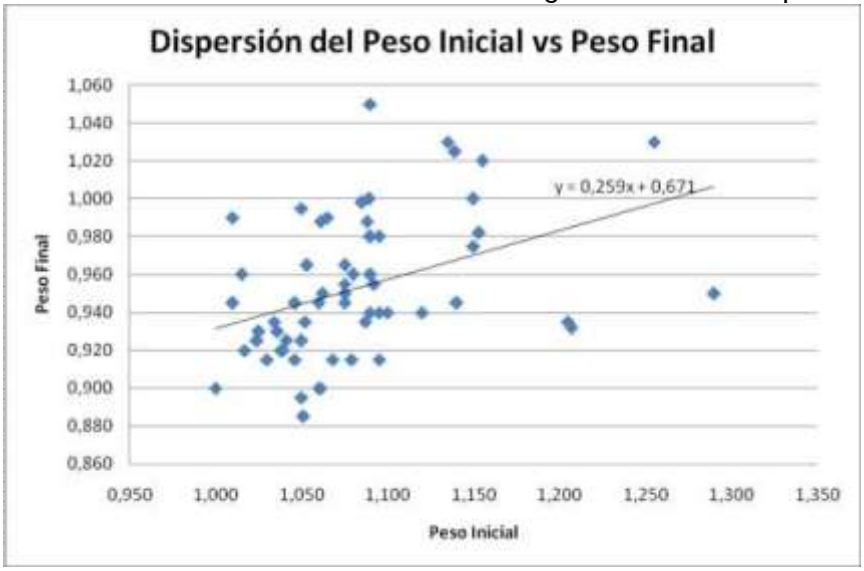
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Peso Inicial	60	1000,0000	1290,0000	1083,133	57,052300
Peso Final	60	885,0000	1050,0000	952,5500	37,308801

Fuente: Artigas (2012).

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

La Tabla Nº 3 refleja que el peso promedio de volumen utilizado para la preparación de quesos tipo matera fue de 1.083,133 gramos evidenciándose una variabilidad de 57,05 gramos. Por su parte el peso del producto final presentó un promedio de 952,55 gramos y una variabilidad de 37,3088 gramos. Pareciera que la variabilidad de es poca pero si se utiliza el criterio de seis sigmas podíamos estimar que el 99,97% de la producción tendía pesos entre 840,624 y 1.064,476 gramos, una diferencia notable de 223,853 gramos o casi un cuarto de kilo entre el queso de menor peso y el de mayor.

Gráfico Nº 9. Modelo de Análisis de Regresión Lineal Simple



Fuente: Artigas (2012).

El gráfico Nº 9 muestra la dispersión presente en el proceso de elaboración de quesos tipo matera, así como también el modelo matemático que permite determinar el peso promedio final que se obtendría al usar un valor determinado como peso inicial. Por ejemplo, si utilizamos un volumen inicial de cuajo de 1.100gr el promedio del peso final se ubicará en:

$$\text{Peso Final} = 0{,}259(1{,}100\text{kg}) + 0{,}671$$
$$\text{Peso Final} = 0{,}9559\text{kg}$$

En el caso de querer estimar la cantidad de volumen que debe utilizarse para obtener quesos de en promedio un kilo despejaríamos la fórmula así:

$$1{,}000 = 0{,}259(\text{Peso Inicial}) + 0{,}671$$

$$\text{Peso Inicial} = (1{,}000 - 0{,}671) / 0{,}259$$

$$\text{Peso Inicial} = 1.270{,}327\text{gramos}$$

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

CONCLUSIONES

Para dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

En relación a la recopilación de los datos que permitieron el cálculo de fuerza, volumen y tiempo de prensado en el queso tipo matera y semiduro, se destaca la presencia una variabilidad en la preparación de los mismos. Por otro lado las escalas utilizadas para el diseño experimental son las que por lo general se presentan en el proceso. También es importante mencionar que el procedimiento artesanal utilizado en la empresa genera gran cantidad de pérdidas de producto que puede ser reutilizado para la elaboración de productos secundarios como suero o cuajadas.

La aplicación del Análisis de Varianza a los datos recolectados y del Análisis de Regresión permitió un diseño capaz de decidir que combinación de niveles son necesarios para conseguir los valores del peso final deseado y estandarizar y normalizar los valores que la gerencia de producción o los encargados del proceso, quieran obtener como producto final. Uno de los resultados mas relevantes fue la significancia en la diferencia del tiempo de prensado el cuál si mantiene las otras características de calidad, puede considerarse llevarlo a cabo para duplicar la producción en la misma jornada laboral.

El análisis de los valores encontrados permitirá a la gerencia tomar decisiones sobre los métodos de trabajo, organización y valores estándares de las recetas que quieran elaborar en correspondencia a las características que quieran de su producto. También les permitirá elaborar un estudio de costos de cada uno de los niveles para determinar cual combinación es la que les generará mayor rentabilidad y poder posicionarse en el mercado y consolidarse como una industria competitiva en el mercado trujillano.

RECOMENDACIONES

La empresa debería utilizar procedimientos de prensado automatizados o calibrar los instrumentos utilizados para garantizar el peso correcto de prensado así como también la adquisición de utensilios con marcas de niveles para la mezcla del cuajo, con la finalidad de seguir las medidas óptimas, que permitan la estandarización del proceso y así poder obtener pesos uniformes y con poca variabilidad lo que les agilizará los cálculos a la hora de la venta de sus productos.

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

Hacer un estudio de costos más profundos a la hora de determinar la cantidad de cuajo inicial y tomar en los estudios experimentales futuros, un mayor control de otras variables iniciales que pudieran estar afectando el peso final de los quesos, como lo son, las cantidades de cuajo, sal utilizadas en la mezcla, niveles de grasa de la leche, pureza, entre otras.

Implementar controles y pruebas que permitan medir la calidad de la materia prima antes de ser adquirida de modo que puedan contar con una materia prima de calidad y a los estándares mínimos requeridos para que el producto final sea homogéneo.

Contar con un conjunto fijo de proveedores de la materia prima.

Realizar estudios de mercado con la finalidad de obtener las preferencias de los consumidores en relación a los tipos de queso a elaborar.

Llevar a cabo un estudio de los tiempos óptimos del proceso para determinar la viabilidad de implantar una jornada que permita duplicar la producción utilizando el prensado a doce horas.

REFERENCIAS

Alais, Ch.(1979) Veinticinco años de selección en un hato lechero del trópico húmedo. ALPA, VI Reunión, La Habana, Cuba

Asociación estadounidense para pruebas de materiales (ASTM,2011) Boston

Chávez Nilda, (2007). Introducción a la Investigación Educativa. Editorial Graficas.Venezuela.

Equipo regional de fomento y capacitación en lechería para América Latina, (1986) Informe preliminar México

González V, (2002) Composición láctea y rendimiento quesero de vacas de la raza Criollo Lechero Tropical. México

Harbutt J. (1998) La leche. Composición. España. Editorial Trillas.

Hernández, A (2010) Tratado de nutrición Composición y calidad nutritiva de los alimentos. México Editorial Panamericana

ISO (International Organization for Standarization, 1994)

Depósito Legal: PPX200602TR2436 / ISSN:1856-6936. Volumen 6 Edición No 2 – Año 2012

León, Orfelio y Montero, Ignacio (2006). *Metodologías científicas en psicología*. Editorial UOC. Barcelona.

Pérez A (1996 Introducción a la bioestadística. México. Editorial Trillas.

POMAREDA B, C. 1999. Globalización y el mercado internacional de lácteos. In: Taller "La Normativa Ambiental. Exigencias y Oportunidades para la Empresa Privada en la Ganaderia e Industria Lactea", San José, C.R., 1999. 1999. Informe. San José, Cámara Nacional de Productores de Leche, SIDE

SAGARPA/SIAP. (2005) Criollo lechero tropical. México

Sánchez, C. (1992) Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. Veterinaria México

Sentís, J. y otros (2003). *Bioestadística*. 3ra Edición. Editoral Masson. México.

Tomás-Sábado, Joaquin (2010). *Fundamentos de bioestadística y análisis de datos para enfermería*. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Villegas-de-Gante A. (2004) Utilización agroindustrial. México. Editorial Mc Graw Hill

Weill, R. J. 1982 Inmunotoxinas. Boston. Editorial Panapo