



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE
AMASADORA E HILADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA QUESO
MOZARELLA EN LA EMPRESA RIOLAC”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa la obtención del título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR

BYRON MANUEL SÉMPER BRAVO

Riobamba – Ecuador

2016

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Byron Manuel Sémper Bravo, con cedula de identidad número 0604610840, declaro que el presente trabajo de titulación es mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos contantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como Autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 22 de Junio del 2016.

Byron Manuel Sémper Bravo

CI: 060461084-0

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Marlene Beatriz Barba Ramírez.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Manuel Enrique Almeida Guzmán.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Julio Mauricio Oleas López.

ASESOR DE TESIS

Riobamba, 22 de julio de 2016.

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y por su intermedio a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por haberme formado profesionalmente.

A mis maestros, quienes con sus sabias enseñanzas encaminaron mi profesión y mi vida.

De manera especial a mi Director de Tesis: Ing. M.Cs. Manuel Almeida G., que con su desinterés y entrega total ha puesto a mi alcance sus valiosos conocimientos, que sin ellos hubiesen sido imposible llevar a cabo dicha investigación.

A la Empresa Riolac, por facilitarme las instalaciones y brindarme los conocimientos técnicos, para el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A Dios mi “Dulce Rabid de Galilea”.

A mis padres y toda mi familia, quienes con su comprensión, amor, virtudes y su mutua ayuda, me dieron fuerza, ánimo y un ferviente anhelo de superación, para llegar a una meta propuesta, que sin Dios, sin doctrina, sin ley no existe.

A mi abuelita Gloria, quien cumpliendo roles de madre, siendo mi guía, mi sol en cada instante de mi vida, ella es quien direccionó mi vida.

Principalmente a mi padre mi mejor maestro quien con su gran conocimiento, experiencia y gran apoyo, me dice “Nunca desistas de tus sueños, solo trata de ver las señales que te lleven a él.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	i
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LOS QUESOS	3
1. <u>Origen</u>	3
2. <u>Definición</u>	3
3. <u>Historia del queso en el Ecuador</u>	4
4. <u>Consumo y producción mundial</u>	5
5. <u>Clasificación de los quesos</u>	5
6. <u>Tipos de quesos existentes en el Ecuador</u>	6
7. <u>Elaboración</u>	11
8. <u>Efecto de los diferentes componentes de la leche en el queso</u>	14
9. <u>Propiedades y aportes nutricionales</u>	15
10. <u>Requisitos microbiológicos</u>	17
11. <u>Requisitos complementarios</u>	17
B. QUESO MOZZARELLA	18
1. <u>Descripción</u>	18
2. <u>Características sensoriales</u>	19
3. <u>Propiedades nutritivas</u>	19
4. <u>Beneficios</u>	21
5. <u>Proceso de elaboración</u>	21
6. <u>Uso</u>	25
7. <u>Propiedades</u>	25

8.	<u>Requisitos del queso mozzarella</u>	26
9.	<u>Requisitos complementarios</u>	26
10.	<u>Criterios microbiológicos</u>	27
C.	MÁQUINAS HILADORAS DE QUESO MOZZARELLA	28
1.	<u>Importancia</u>	28
2.	<u>Características de hiladoras comerciales</u>	28
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	33
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	33
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	33
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	33
1.	<u>En la construcción del prototipo semiautomático para el hilado del queso</u>	33
2.	<u>En la elaboración de queso mozzarella</u>	34
3.	<u>Instalaciones</u>	35
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	35
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	35
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	36
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	37
1.	<u>Construcción del prototipo semiautomático</u>	37
2.	<u>Evaluación de la eficiencia del prototipo semiautomático</u>	37
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	41
1.	<u>Tiempo de hilado de 40 kg, minutos</u>	41
2.	<u>Costo mano de obra del hilado, dólares/40 kg</u>	41
3.	<u>Emisión de ruidos del prototipo, dB</u>	41
4.	<u>Consumo de energía del prototipo, kw en 40 kg</u>	42
5.	<u>Costo consumo energía del prototipo, dólares en 40 kg</u>	42

6.	<u>Costo de la construcción del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella</u>	42
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	43
A.	CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO PARA EL HILADO DEL QUESO MOZZARELLA	43
B.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROTOTIPO	45
C.	EFICIENCIA DEL PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO PARA EL HILADO DEL QUESO MOZZARELLA	47
1.	<u>Tiempo de hilado de 40 kg de masa, minutos</u>	47
2.	<u>Costo mano de obra del hilado, dólares/40 kg</u>	51
3.	<u>Emisión de ruidos, dB</u>	52
4.	<u>Consumo de energía, kw en 40 kg</u>	53
5.	<u>Costo consumo energía, dólares en 40 kg</u>	53
D.	COSTO DE CONSTRUCCIÓN	54
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	56
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	57
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	58
	ANEXOS	77

RESUMEN

En la empresa “Riolac”, ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, se diseñó y construyó un prototipo semiautomático para el amasado e hilado del queso mozzarella, siendo necesario determinar su eficiencia, frente al hilado manual, por lo que se consideraron dos tratamientos experimentales, que corresponden a dos métodos de amasado e hilado y cada uno con 25 repeticiones, distribuidas bajo un diseño completamente al azar. Los resultados experimentales se analizaron mediante la prueba t’Student, considerándose muestras emparejadas con varianzas diferentes. Determinándose que para el procesamiento de 40 kg de masa de queso mozzarella con la máquina se requiere de una sola persona, a diferencia del método manual que se lo realiza con 3 personas, por lo que se establece un ahorro en el costo de mano de obra de 2.24 ± 0.04 dólares cada 40 kg de masa. El tiempo de hilado con la máquina fue de 12.21 ± 0.41 minutos, mientras que manualmente fue de 24.32 ± 0.32 minutos, consiguiéndose reducir el tiempo de procesamiento en 12.13 ± 0.50 minutos. La máquina produce una emisión de ruidos de 75.32 ± 1.11 dB, que se considera aceptable a nivel de trabajo industrial, un consumo de energía de 0.46 ± 0.02 kW por cada 40 kg de masa procesada, con un costo de 0.042 ± 0.001 dólares, por lo que se recomienda utilizar el hilador semiautomático (prototipo) para el amasado e hilado del queso mozzarella.

ABSTRACT

The Riolac company is located in the province of Chimborazo in Riobamba, it was designed and built a semi-automatic prototype for kneading and spinning of mozzarella, it's necessary to determine its efficiency compared to manual spinning, so two treatments were considered experimental that corresponding to two methods of mixing and spinning and each with 25 repetitions, distributed under a completely randomized design. The experimental results were analyzed by t'Student test, considering paired samples are considered with different variances. Processing 40 kg mass of mozzarella with machine requires a person, unlike the manual method that it is performed with 3 people, in order to establish the cost savings and workforce of 2.24 ± 0.04 dollars each 40 kg mass. Spinning time with the machine was 12.21 ± 0.41 minutes, while manually was 24.32 ± 0.32 minutes. The machine produces a noise emission of 75.32 ± 1.11 dB, which is considered acceptable level of industrial labor, power consumption 0.46 ± 0.02 kw per 40 kg of processed mass, at a cost of $0042 + 0.001$ dollars, for it is recommended to use the semi-automatic spinner (prototype) for kneading and spinning of mozzarella.

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	VALORES COMPARATIVOS DE LOS APORTES NUTRICIONALES DE DIFERENTES QUESOS CADA 100 GRAMOS.	16
2.	REQUISITOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y GRASA EN LOS QUESOS FRESCOS.	17
3.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA QUESOS FRESCOS NO MADURADOS.	18
4.	REQUISITOS DEL CONTENIDO DE GRASA LÁCTEA EN EL EXTRACTO SECO DEL QUESO MOZZARELLA.	20
5.	REQUISITOS DEL QUESO MOZZARELLA.	26
6.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DEL QUESO MOZZARELLA.	27
7.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	34
8.	CARACTERÍSTICAS DEL AMASADO E HILADO DEL QUESO MOZZARELLA REALIZADO MANUALMENTE Y CON UN PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO EN LA EMPRESA RIOLAC.	47
9.	COSTOS (DÓLARES) DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO PARA EL HILADO DE QUESO MOZZARELLA.	53

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Planos de la vista lateral del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.	37
2.	Planos de la vista frontal, posterior e interna del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.	38
3.	Planos del detalle de la tina y del hilador del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.	39
4.	Vista de la estructura del cuerpo del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.	42
5.	Vista de la tina e hilador del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.	43
6.	Vista del control de mandos del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.	44
7.	Prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.	45
8.	Tiempo requerido (minutos), para hilar 40 kg de masa de queso mozzarella de forma manual y con el prototipo semiautomático.	48
9.	Costo de la mano de obra (dólares), para hilar 40 kg de masa de queso mozzarella de forma manual y con el prototipo semiautomático.	49
10.	Emisión de ruidos (dB), del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella en funcionamiento.	50
11.	Consumo de energía (kw), del prototipo semiautomático para el hilado 40 kg de masa de queso mozzarella.	51
12.	Costo del consumo de energía (dólares), del prototipo semiautomático en el hilado 40 kg de masa de queso mozzarella.	52

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados experimentales de la valoración de las características del hilado del queso mozzarella en base a 40 kg de queso.
2. Análisis estadísticos de los resultados experimentales de la valoración de las características del hilado del queso mozzarella en base a 40 kg de queso.
3. Análisis mediante la prueba de t`Student de las características del hilado manual frente al empleo del prototipo.

I. INTRODUCCIÓN

Los quesos de pasta hilada, tienen como característica principal que como parte de su proceso de fabricación, recibe un tratamiento térmico mecánico que tiene como objetivo fundir las proteínas y alinear sus fibras, a esto se le llama: hilado y consiste en estirar repetidas veces la cuajada caliente. Este tipo de quesos son muy populares en todos los países y reciben diferentes nombres: Oaxaca en México, Guerillo en Nicaragua, palmito en Costa Rica., queso de mano en Venezuela; A esta familia de quesos hilados pertenece el queso Mozzarella, el queso para pizzas (para fundir) y el queso provolone (Pencue, O. 2008).

Entre las principales características y propiedades de la mozzarella destaca su delicado sabor, su valor nutritivo, su facilidad de uso, su alto rendimiento y sus innumerables aplicaciones culinarias. Su elaboración se basa en la leche de búfala, pero debido a que la producción de leche de búfala es escasa y sale cara, hoy en día se está produciendo de leche de vaca y oveja. Un buen queso mozzarella debe cumplir tres requisitos fundamentales: derretirse, estirarse y responder bien al gratinado. Cuando se hornea y se derrite, se vuelve elástico, esta son la característica básicas que hacen de la mozzarella un queso tan apreciado en casi todo el mundo (Carnero, J. 2012).

El sector lácteo ha sido históricamente determinante en la economía ecuatoriana y en los últimos años ha experimentado un importante crecimiento. El desarrollo tecnológico en la industria láctea ha venido evolucionando, es así que anteriormente los equipos para la elaboración de los diferentes productos eran más artesanales, todo está ha mejorado constantemente desde el diseño de los equipos, la construcción y funcionalidad de los mismos.

Pero uno de los problemas de la elaboración de queso mozzarella, es la escasez de mano de obra para que realice el amasado y el hilado, lo que obliga a buscar nuevas alternativas tecnológicas y mecánicas que cubran el déficit en el manejo de la producción, pero el problema radica fundamentalmente que para este tipo de queso de pasta hilada, no hay maquinaria en el Ecuador y sus costos en otros países son sumamente altos, por lo que su rentabilidad y calidad se ve mermada.

Por consiguiente, el presente trabajo investigativo se realizó con las perspectivas de mejorar el procesamiento de queso mozzarella con la utilización de maquinaria, de una forma industrial y tecnificada; es por esto, que al diseñar y construir un prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella, se estaría produciendo un impacto positivo para el productor.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Construir un prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella en la Empresa “Riolac” de la ciudad de Riobamba.
- Diseñar un prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella en la Empresa “Riolac”.
- Evaluar la eficiencia del prototipo semiautomático en el hilado del queso mozzarella.
- Determinar los costos de la elaboración del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella en la Empresa “Riolac”.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LOS QUESOS

1. Origen

Hasta donde alcanzan los hallazgos arqueológicos solo se pueden ofrecer suposiciones sobre la cuestión de cómo y cuándo surgió el queso. Sin embargo es prácticamente seguro que los primeros quesos aparecieron una vez iniciada la domesticación de los animales en el Neolítico, hace 10.000 a 12.000 años. Se ha comprobado hasta ahora que la historia del queso, se ha basado siempre en suposiciones, pero los primeros testimonios gráficos son del siglo tercero antes de nuestra era, en Mesopotamia, a través del friso sumerio de “Ur”, llamado “La Lechería”, dentro del templo de la gran diosa de la vida Ninchursag, este friso describe gráficamente la producción del queso (<http://www.poncelet.es>. 2016).

De acuerdo a Licata, M. (2016), el origen del queso no es muy preciso pero puede estimarse entre el año 8.000 a.C y el 3.000 a.C. Datos arqueológicos demuestran que su elaboración en el antiguo Egipto data del año 2.300 a.C. Gracias al imperio europeo, poco a poco el queso se ha dado a conocer en todo el mundo. Fue en Suiza (1815), donde se abrió la primera fábrica para la producción industrial del queso.

2. Definición

Licata, M. (2016), señala que según el código alimentario se define como queso, al producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido a partir de la coagulación de la leche (a través de la acción del cuajo u otros coagulantes, con o sin hidrólisis previa de la lactosa) y posterior separación del suero.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización. (INEN, 2013), indica que se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido

mediante:

- Coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los materiales lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso;
- Técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de la leche y/o de productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido en el apartado anterior.

3. Historia del queso en el Ecuador

En un artículo publicado por <http://www.haciendacochaucoecuador.com>. (2016), se reporta que el mercado ecuatoriano de quesos es muy dinámico; de acuerdo con las investigaciones de Pulso Ecuador, un 84,3% de los hogares urbanos de las principales 15 ciudades consumen regularmente este producto; esto representa algo más de un millón de hogares. Indudablemente, el mercado más dinámico es el del queso fresco; su tradición y precio son factores decisivos a la hora de elegirlo: 92,8% de los hogares que compran regularmente queso adquieren ese tipo. La variedad mozzarella (11,5%) y los quesos maduros (4,8%) son también predilectos por una gran cantidad de ecuatorianos; aunque, el precio de estos productos hace que su consumo se concentre mayormente en los hogares de altos ingresos. En el Ecuador urbano, mensualmente se consumen 1,36 millones de kilos de queso de todas las variedades, lo cual representa un mercado de \$7,03 millones por mes.

El consumo promedio por hogar alcanza las 2,5 unidades de 500 gramos; para

ello una familia destina en promedio \$ 6,5 por mes. El 81,5% del mercado de quesos corresponde a la variedad del fresco, que contempla el queso de mesa, de comida, el amasado, el criollo, entre otros. El 10,3% del gasto mensual corresponde al queso mozzarella, el 4,3% a las variedades de maduros y semimaduros, y el restante 3,8% a otras variedades.

Además <http://www.haciendacochaucoecuador.com>. (2016), manifiesta que a la hora de elegir un queso, las preferencias de los ecuatorianos son muy variadas; sin embargo, la calidad (37,5%) en donde se agrupan principalmente el sabor, lo saludable del producto y su precio (21,1%), son los factores decisivos para los consumidores, quienes en su mayoría, prefieren adquirirlo en un supermercado (40,2%), en una tienda de barrio (29,8%) o en el mercado (20%).

4. Consumo y producción mundial

Estados Unidos es el mayor productor mundial y casi la totalidad de esa producción es para el mercado local, siendo casi nula su exportación. Alemania es el mayor exportador en cuanto a cantidad y Francia el mayor exportador en cuanto a valor monetario. Así mismo, siguen a Estados Unidos en cuanto a producción. Dentro de los países productores en cuarta posición se encuentra Italia y en décima a Argentina. Los países importadores de quesos por excelencia son: Alemania, Reino Unido e Italia. El mayor consumo por persona lo registra Grecia, seguido de Francia y en tercera posición Italia. Luego siguen Suiza, Alemania, Países Bajos, Austria, Suecia, etc. (Licata, M. 2016).

5. Clasificación de los quesos

Resulta muy difícil realizar una clasificación estricta, debido a la amplia gama de quesos existentes. Según el código alimentario se clasifican según el proceso de elaboración y el contenido en grasa láctea (%) sobre el extracto seco (Licata, M. 2016).

a. Según el proceso de elaboración

Licata, M. (2016), reporta que según el proceso de elaboración se tienen:

- Fresco y blanco pasteurizado: el queso fresco es aquel que está listo para consumir tras el proceso de elaboración y el blanco pasterizado es el queso fresco cuyo coágulo se somete a pasterización y luego se lo comercializa.
- Afinado, madurado o fermentado: es aquel que luego de ser elaborado requiere mantenerse durante determinado tiempo (dependiendo del tipo de queso) a una temperatura y demás condiciones para que puedan generarse ciertos cambios físicos y/o químicos característicos y necesarios.

b. Según el contenido de grasa

Según sea el contenido de grasa (%), sobre el extracto seco (sin agua), Licata, M. (2016), los clasifica en:

- Desnatado: contiene como mínimo 10% de grasa
- Semidesnatado: con un contenido mínimo del 10% y un máximo del 25%
- Semigraso: con un contenido mínimo del 25% y un máximo de 45%
- Graso: contenido mínimo de grasa del 45% hasta un máximo del 60%
- Extragrasso: con un contenido mínimo del 60%
- Los quesos fundidos deben contener como mínimo un 40% de grasa.

6. Tipos de quesos existentes en el Ecuador

El INEN (2012), en la Norma NTE INEN 1528:2012; señala que en el Ecuador existen los siguientes tipos de quesos.

a. Queso madurado

Se entiende por queso sometido a maduración el queso que no está listo para el consumo poco después de la fabricación, sino que debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en unas condiciones tales que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso en cuestión (INEN, 2012).

b. Queso madurado por mohos

El queso madurado por mohos es un queso curado en el que la maduración se ha producido principalmente como consecuencia del desarrollo característico de mohos por todo el interior y/o sobre la superficie del queso (INEN, 2012).

c. Queso no madurado

Se entiende por queso no madurado el queso que está listo para el consumo poco después de su fabricación (INEN, 2012).

d. Queso fresco

Es el queso no madurado, ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche entera, semidescremada, coagulada con enzimas y/o ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos lácticos. También se designa como queso blanco (INEN, 2012).

e. Queso condimentado

Es el queso al cual se han agregado condimentos y/o saborizantes naturales o artificiales autorizados (INEN, 2012).

f. Queso cottage

Es el queso no madurado, escaldado o no, de alta humedad, de textura blanda o suave, granular o cremosa, preparado con leche descremada, coagulada con enzimas y/o cultivos lácticos, cuyo contenido de grasa láctea es inferior a 2% (INEN, 2012).

g. Queso cottage crema

Es el queso cottage al que se le ha agregado crema, de manera que su contenido de grasa láctea es igual o mayor de 4% (INEN, 2012).

h. Queso quark (quarg)

Es el queso no madurado ni escaldado, alto en humedad, de textura blanda o suave, preparado con leche descremada y concentrada, cuajada con enzimas y/o cultivos lácticos y separados mecánicamente del suero, cuyo contenido de grasa láctea es variable (INEN, 2012).

i. Queso ricota

Es el queso de proteínas de suero no madurado, escaldado, alto en humedad, de textura granular blanda o suave, preparado con suero de leche o suero de queso con leche, cuajada por la acción del calor y la adición de cultivos lácticos y ácidos orgánicos (INEN, 2012).

j. Queso crema

Es el queso no madurado ni escaldado, con un contenido relativamente alto de grasa, de textura homogénea, cremosa, no granulada, preparado solamente con crema o mezclada con leche, cuajada con cultivos lácticos y opcionales se permite el uso de enzimas adicionales en los cultivos lácticos (INEN, 2012).

k. Queso de capas

Es el queso moldeado de textura relativamente firme, no granular, levemente elástica preparado con leche entera, cuajada con enzimas y/o ácidos orgánicos generalmente sin cultivos lácticos (INEN, 2012).

l. Queso duro

Es el queso no madurado, escaldado o no, prensado, de textura dura desmenuzable, preparado con leche entera, semidescremada o descremada, cuajada con cultivos lácticos y enzimas, cuyo contenido de grasa es variable

dependiendo de la leche empleada en su elaboración y tiene un contenido relativamente bajo de humedad (INEN, 2012).

m. Queso mozzarella

Es el queso no madurado, escaldado, moldeado, de textura suave elástica (pasta filamentosa), cuya cuajada puede o no ser blanqueada y estirada, preparado de leche entera, cuajada con cultivos lácticos, enzimas y/o ácidos orgánicos o inorgánicos (INEN, 2012).

n. Quesillo criollo

Es el queso no madurado, escaldado, alto en humedad con textura blanda suave y elástica fabricado con leche, acidificada con ácido láctico, cuajado generalmente con cuajo líquido (INEN, 2012).

o. Queso criollo o queso de comida

Es el queso no madurado, preparado con leche, adicionado de cuajo y de textura homogénea, con desuerado natural (INEN, 2012).

p. Queso requesón

Es el producto obtenido por la concentración de suero y el moldeo del suero concentrado, con o sin la adición de leche y grasa de leche, cuyo contenido de grasa es variable (INEN, 2012).

q. Queso descremado

Es el queso no madurado, con un contenido relativamente bajo en grasa de textura homogénea preparado con leche descremada (INEN, 2012).

r. Queso cuartirolo

Es un queso fresco tradicional, de corteza lisa y suave con aroma y sabor

característico (INEN, 2012).

s. Queso de hoja

Es el queso no madurado obtenido a partir de queso criollo acidificado de forma natural en presencia de bacterias mesófilas nativas de Ecuador no patógenas; sometido a calentamiento previo al hilado, la característica es su envoltura en hoja de achira (INEN, 2012).

t. Queso Manaba

Es el queso no madurado obtenido a partir de leche, acidificado de forma natural en presencia de bacterias mesófilas nativas de la zona manabita, salado con sal en grano y colocado en moldes sin fondo para su prensado (INEN, 2012).

u. Queso amasado Lojano

Es el queso no madurado elaborado a partir de queso criollo salado y acidificado naturalmente, secado, molido y nuevamente prensado; la característica es su envoltura en hoja de achira (INEN, 2012).

v. Queso amasado Carchense

Es el queso no madurado obtenido de cuajada no cortada, de acidificación natural, molido, amasado, moldeado en moldes perforados y espolvoreado sal de consumo humano; desmenuzado manualmente, moldeado y prensado.

w. Queso Andino fresco

Es un queso no madurado, el cuerpo presenta un color que varía de blanco a crema y tiene una textura blanda (al presionarse con el dedo pulgar) que se puede cortar (INEN, 2012).

7. Elaboración

Para la elaboración de los quesos, la leche es obviamente la materia prima principal. La leche generalmente procede de vacas, ovejas, cabras y búfalas, obteniéndose quesos puros de las 4 especies y también de sus mezclas. Dependiendo del origen, así será el resultado final del queso, pudiendo variar tanto su sabor como su textura. Los quesos más suaves son los que están elaborados con leche de vaca y los más fuertes o madurados son sobre todo los quesos de oveja. Si se utiliza la leche cruda, es decir, sin tratar, el queso conserva más su sabor y toda su grasa. La leche pasteurizada es aquella que se somete a un elevado efecto de temperatura, destruyéndose así las bacterias y gérmenes dañinos, sin alterar su composición y cualidades (<http://www.poncelet.es>. 2016).

Todas las características finales de los quesos (sabor, textura, olor), además de las materias primas, dependen de las técnicas específicas de elaboración. La mayoría de los quesos no adquiere su forma final hasta que son prensados en un molde. Al ejercer más presión durante el prensado, se genera menos humedad, lo cual dará como resultado final un queso más duro (Licata, M. 2016).

De acuerdo a <http://www.poncelet.es>. (2016), la transformación de la leche en queso generalmente comprende siete etapas:

- Tratamiento de la leche
- Coagulación
- Corte de la cuajada y su desuerado
- Moldeo
- Prensado
- Salado
- Afinado o maduración

a. Tratamiento de la leche

Esta fase consiste en el filtrado de la leche para eliminar macro-sustancias

extrañas procedentes de su manipulación. A continuación puede añadirse o eliminarse nata, según el tipo de queso que se quiera elaborar. Tras este proceso, la leche debe homogeneizarse para igualar el tamaño de las partículas que la componen y así obtener una textura más uniforme. Una vez que se han realizado estos pasos se pasteuriza la leche en caso de los quesos de leche pasteurizada y se traslada a las cubas de elaboración (<http://www.poncelet.es>. 2016).

b. Coagulación

En la cuba de elaboración la leche se eleva a una temperatura alrededor de 35°C y se le añaden, dependiendo del tipo de queso que se quiera elaborar, fermentos lácticos o coagulantes de tipo vegetal o animal (cuajo). Después del tratamiento y coagulación, la leche se transforma pasando de un estado líquido a un estado sólido o semisólido, debido a la aglutinación de las micelas de la proteína “caseína”, formándose un gel (cuajada), que retiene además los glóbulos de grasa, agua y sales (<http://www.poncelet.es>. 2016).

c. Corte de la cuajada y su desuerado

Una vez transcurrido el tiempo de coagulación y comprobando que el gel o cuajada tienen la consistencia y textura adecuada, se procede a su corte mediante unos instrumentos denominados liras que presentan una serie de hilos tensos y paralelos entre sí. El tamaño del corte y la presión de la cuajada (en granos) determinarán el tipo de queso a elaborar. Como consecuencia de dicho corte se produce un drenaje inicial del suero.

El siguiente paso es trabajar en la cuba de elaboración, el grano mediante agitación y elevación de la temperatura favoreciendo todavía más la expulsión del suero y su unión. El paso último “el desuerado” sirve para eliminar el suero de la cuajada (<http://www.poncelet.es>. 2016).

d. Moldeo

Consiste en el llenado de los granos de la cuajada en moldes. Estos moldes son

actualmente de acero inoxidable o de plástico alimenticio, aunque antiguamente podían ser de esparto o madera. En los quesos tradicionales se ha mantenido las marcas o formas antiguas de los moldes (<http://www.poncelet.es>. 2016).

e. Prensado

Una vez llenados los moldes se pasa al prensado, que tiene como finalidad dar la forma definitiva al queso, evacuar el suero y el aire atrapado entre los granos y favorecer la unión de los granos de la cuajada. La presión y la duración del prensado dependerán del tipo de quesos que se desee elaborar. En la mayoría de las queserías actualmente se realiza la presión de forma mecánica (<http://www.poncelet.es>. 2016).

f. Salado

Esta fase tiene el propósito fundamental de regular el proceso microbiano evitando el crecimiento de microorganismos indeseables, contribuir al desuerado de la cuajada, formar la corteza y potenciar el sabor. Puede realizarse en seco, recubriendo la superficie del queso con cloruro sódico (sal), o por inmersión en un baño de salmuera (<http://www.poncelet.es>. 2016).

g. Maduración y afinado

<http://www.poncelet.es>. (2016), señala que en esta fase los quesos son mantenidos en cámaras o cuevas de maduración donde se controla la temperatura, la humedad y la aireación. Durante esta fase existen procesos mecánicos frecuentes como el volteo de los quesos, consiguiendo que la maduración sea uniforme y evitando que se deformen, el cepillado de las cortezas y en algunos casos frotamientos de la corteza con salmuera. Es una etapa muy importante ya que se producen en el queso una serie de reacciones y cambios físico-químicos que determinarán el aroma, el sabor, la textura, el aspecto, textura y consistencia. Estos son:

- La pérdida de humedad: la maduración prolongada supone normalmente

pérdida de humedad, pequeñas variaciones en el contenido y pueden tener repercusiones importantes en la textura.

- La glucólisis, es la degradación de la lactosa – azúcares y cuando la lactosa se convierte en ácido láctico.
- La proteólisis, es la degradación de las proteínas, provocada tanto por los fermentos como por la acción de cuajo, incidiendo decisivamente en la textura y en el desarrollo de los aromas. Es la base sólida del queso-su esqueleto
- La lipólisis, es la degradación de la parte grasa, es fundamental en el desarrollo del aroma, las acciones de las lipasas de la leche o de los fermentos, son las principales responsables de la formación de aromas característicos.

8. Efecto de los diferentes componentes de la leche en el queso

Según <http://www.poncelet.es>. (2016), el papel de los diferentes componentes de la leche en el queso son:

- Agua: favorece el crecimiento microbiano y por tanto la maduración, afecta a la textura y rendimiento, influyendo en la vida del queso.
- Grasa: Afecta a la textura, sabor, rendimiento y color de los quesos.
- Lactosa: Afecta al desuerado, textura, sabor y maduración.
- Caseína: Afecta al rendimiento, sabor y olor.
- Proteínas del Suero: contribuyen con el valor nutritivo y la maduración. Pueden afectar a la coagulación.
- Minerales: participan en la coagulación, influyen en el desuerado y textura de la cuajada.
- Enzimas Coagulantes: en los quesos elaborados mediante coagulación enzimática o mixta, las enzimas coagulantes constituyen un elemento esencial. Tradicionalmente se utiliza la quimosina o renina, extraída del estómago de los corderos lactantes. Pero debido al aumento en la demanda de cuajos se han desarrollado técnicas para la utilización de enzimas provenientes de microorganismos y vegetales.
- Los cuajos microbianos son elaborados principalmente a partir de cultivos de mohos de la especie “Rhizomucor”. Actualmente se elabora quimosina

producida por fermentación con microorganismos modificados genéticamente, con lo cual se obtiene un enzima bastante similar a la quimosina de origen animal.

- Los cuajos vegetales pueden ser obtenidos de la piña (bromelina), lechosa (papaina) e higo (ficina). Estos enzimas tienen una capacidad proteolítica menos específica por lo cual pueden causar sabores amargos en los quesos si no son bien utilizados. Su uso a nivel comercial es limitado, generalmente se utilizan en la elaboración artesanal de determinados tipos de quesos.
- Cloruro de Calcio: Su uso permite obtener una cuajada más firme a la vez que permite acortar el tiempo de coagulación.
- Nitratos: los nitratos de sodio o potasio, tienen como función impedir la hinchazón precoz por bacterias
- Ácidos Orgánicos: en la elaboración de quesos por coagulación ácida se puede omitir el uso de cultivos por medio del empleo de ácidos orgánicos (acético, cítrico, láctico).
- Sal (cloruro de sodio): la sal se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso, además sirve para alargar su vida útil al frenar el crecimiento microbiano al disminuir la actividad de agua.

9. Propiedades y aportes nutricionales

Hernández, C. (2016), señala que el consumo de queso presenta las siguientes propiedades:

- Reduce las enfermedades crónicas: es rico en ácido linoleico conjugado (CLA) y en los esfingolípidos, componentes de la grasa de la leche que ayudan a reducir el riesgo de cáncer y padecimientos del corazón.
- Mejora el sistema cardiovascular y reproductivo: su grasa actúa como combustible para satisfacer las necesidades de energía del cuerpo. Además, los ácidos grasos como el linolénico (Omega-3) y linoleico (Omega-6) son esenciales para el crecimiento y beneficioso para los sistemas cardiovascular, reproductivo, inmunológico y nervioso.
- Favorece el crecimiento celular: gracias a sus vitaminas A y D ayuda a mejorar la visión y el sistema inmunológico.

- Llena de minerales esenciales: el calcio y el fósforo que aporta contribuye al crecimiento y la fortaleza de los huesos y dientes. Es importante consumir productos lácteos a lo largo de la vida para mantener una buena densidad ósea y prevenir la osteoporosis.
- Útil para los intolerantes a la lactosa: no contienen grandes cantidades de esta enzima, por lo que todas las personas pueden consumirlo sin problemas.

Licata, M. (2016), señala que el queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche, excepto porque contiene más grasas y proteínas concentradas. Además de ser fuente proteica de alto valor biológico, se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo, necesarios para la remineralización ósea. Gracias a todos los nutrientes importantes que el queso aporta, debe estar presente en una dieta sana y equilibrada, aunque deberá ser consumido con moderación. Con respecto al tipo de grasas que aportan, es importante señalar que se trata de grasas de origen animal, y por consiguiente son saturadas, las cuales influyen muy negativamente ante enfermedades cardiovasculares y la obesidad o sobrepeso. En cuanto a las vitaminas, el queso es un alimento rico en vitaminas A, D y del grupo B.

En el Cuadro 1, se reportan valores comparativos de los aportes nutricionales de diferentes tipos de quesos.

Cuadro 1. VALORES COMPARATIVOS DE LOS APORTES NUTRICIONALES DE DIFERENTES QUESOS CADA 100 GRAMOS.

Tipos de queso	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Grasa total (g)	Colesterol (mg)	Hidratos de carbono (g)
Blanco desnatado	78	13.3	1.4	5	3.3
Azul	353	21	29.5	88	0.7
Brie	329	20	27.5	80	trazas
Camembert	297	20	24	92	0.4
Cheddar	414	26	34	110	trazas
De Bola	350	29	25	85	2
De Burgos	203	15	15	14.5	2.5
De Cabrales	390	21	33	*	2
Emmental	380	28	30	100	0.2

Gruyere	268	8	25	*	3
Parmesano	420	40	29	100	trazas
Roquefort	370	19	33	100	trazas
Requesón	97	13.6	4	19	1.8

Fuente: Licata, M. (2016).

El INEN (2012), en la Norma NTE INEN 1528:2012, indica que los quesos frescos no madurados, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en el Cuadro 2.

Cuadro 2. REQUISITOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y GRASA EN LOS QUESOS FRESCOS.

Tipo o clase	Humedad % máximo	Contenido de grasa en extracto seco, % Mínimo
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Semiblando	65	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Entero o graso	-	45
Semidescremado o bajo en grasa	-	20
Descremado o magro	-	0,1

Fuente: INEN (2012), Norma NTE INEN 1528:2012.

10. Requisitos microbiológicos

El INEN (2012), reporta que al análisis microbiológico correspondiente, los quesos frescos no madurados deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas. Además, los quesos frescos no madurados, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en el Cuadro 3.

11. Requisitos complementarios

Como requisitos complementarios para quesos frescos no madurados, el INEN

(2012), en la Norma NTE INEN 1528:2012, establece que: Los quesos frescos no madurados deben mantenerse en cadena de frío durante el almacenamiento, distribución y comercialización a una temperatura de 4 ± 2 °C y su transporte debe ser realizado en condiciones idóneas que garanticen el mantenimiento del producto.

Cuadro 3. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA QUESOS FRESCOS NO MADURADOS.

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Enterobacteriaceas, UFC/g	5	2×10^2	10^3	1	NTE INEN 1529-13
Escherichia coli, UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10	10^2	1	NTE INEN 1529-14
Listeria monocytogenes en 25 g	5	ausencia	-		ISO 11290-1
Salmonella en 25 g	5	ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Fuente: INEN (2012), Norma NTE INEN 1528:2012.

B. QUESO MOZZARELLA

1. Descripción

El INEN (2007), en la Norma Codex Stan 262-2007, señala que el queso mozzarella es un queso no madurado, blando y elástico con una estructura fibrosa de largas hebras de proteínas orientadas en paralelo, que no presenta gránulos de cuajada. El queso no tiene corteza y se le puede dar diversas formas.

De igual manera, García, O. y Ochoa, I. (2015), manifiestan que el queso mozzarella es un queso fibroso, se estira y derrite al hornearlo. Los tipos principales son el tradicional de alta humedad y el de baja humedad, parcialmente descremado. El primero tiene una vida muy corta y además no se presta a los modernos métodos de empaquetado, porque tiende a perder líquidos después de su

empaque. El de baja humedad y parcialmente descremado, es el de mayor importancia comercial. Este producto tiene una vida adecuada, se presta a técnicas modernas de empaque y comercialización, se hace bajo mejores condiciones higiénicas y tiene excelentes características de calidad para usarlo en pizzas, sándwiches y platos calientes.

2. Características sensoriales

El queso mozzarella es relativamente insípido e inodoro en su estado más común, de masa lisa, blanda, se estira adecuadamente y no presenta orificios (García, O. y Ochoa, I. 2015).

En cambio en <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. (2014), se señala que el queso mozzarella presenta las siguientes características sensoriales:

- Consistencia: semidura a semiblanda según el contenido de humedad, materia grasa y grado de maduración.
- Textura: fibrosa, elástica y cerrada.
- Color: blanco a amarillento, uniforme, según el contenido de humedad, materia grasa y grado de maduración.
- Sabor: láctico, poco desarrollado a ligeramente picante según el contenido de humedad, materia grasa y grado de maduración.
- Olor: láctico, poco perceptible.
- Corteza: no posee.
- Ojos: no posee.

Además indica que, eventualmente podrá presentar aberturas irregulares (ojos mecánicos). Cuando el Queso Mozzarella contenga especias, condimentos, sustancias alimenticias y/o aromatizantes / saborizantes, presentará las características sensoriales acordes con los agregados realizados.

3. Propiedades nutritivas

<http://gastronomiaycia.republica.com>. (2008), reporta que considerando los

valores nutricionales de la mozzarella, parece que por un lado es más saludable la elaborada con leche de vaca por aportar más proteínas, un 18% frente al 15% de la mozzarella de búfala. También hay que tener en cuenta que la leche de vaca tiene la mitad de grasa que la leche de búfala, pero quizá es necesario remarcar que la leche de búfala ofrece una menor concentración de colesterol, además aporta más calcio y magnesio.

<http://alimentos.org.es>. (2016), indica que el queso mozzarella es un alimento rico en fósforo ya que 100 g. de este queso contienen 428 mg. de fósforo. Este alimento también tiene una alta cantidad de calcio. La cantidad de calcio que tiene es de 632 mg por cada 100 g. Entre las propiedades nutricionales del queso mozzarella cabe destacar que tiene los siguientes nutrientes: 0,20 mg de hierro, 19,90 g de proteínas, 0 g. de fibra, 67 mg. de potasio, 2 mg de yodo, 2,21 mg de zinc, 2,20 g de carbohidratos, 24 mg de magnesio, 373 mg de sodio, 206 ug de vitamina A, 0,03 mg de vitamina B1, 0,27 mg de vitamina B2, 4,10 mg de vitamina B3, 0,06 ug de vitamina B5, 0,01 mg de vitamina B6, 2 ug de vitamina B7, 10 ug de vitamina B9, 0,65 ug de vitamina B12, 0 mg de vitamina C, 0,10 ug de vitamina D, 0,35 mg de vitamina E, 2,30 ug de vitamina K, 233 kcal de calorías, 78 mg de colesterol, 16,10 g de grasa y 2,20 g de azúcar.

El INEN (2007), en la Norma Codex Stan 262-2007, señala que los requisitos del contenido de grasa láctea en el extracto seco del queso mozzarella son los que se reportan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. REQUISITOS DEL CONTENIDO DE GRASA LÁCTEA EN EL EXTRACTO SECO DEL QUESO MOZZARELLA.

Queso mozzarella	Contenido mínimo	Contenido máximo	Nivel de referencia
Con alto contenido de humedad	20 %	No restringido	40 % a 50 %
Con bajo contenido de humedad	18 %	No restringido	40 % a 50 %

Fuente: INEN (2007). Norma Codex Stan 262-2007

4. Beneficios

Como tiene una alta cantidad de calcio, el queso mozzarella es un alimento bueno para los huesos y es muy recomendable su consumo durante el embarazo puesto que en estas etapas el organismo lo consume en mayor medida. También al ser un alimento rico en fósforo, ayuda a mantener los huesos y dientes sanos así como una piel equilibrada ya que ayuda a mantener su pH natural. Por su alto contenido en fósforo este queso ayuda a tener una mayor resistencia física. Este mineral, contribuye también a mejorar las funciones biológicas del cerebro.

5. Proceso de elaboración

a. Materias primas

El INEN (2007), en la Norma Codex Stan 262-2007, se indica que las materias primas para la elaboración del queso mozzarella son la leche de vaca, de búfala o una combinación de ambas, así como los productos obtenidos de esas leches.

Los ingredientes permitidos según el INEN (2007), son los siguientes:

- Cultivos iniciadores de bacterias inocuas del ácido láctico y/o productoras de sabor y cultivos de otros microorganismos inocuos;
- Cuajo u otras enzimas coagulantes inocuas idóneas;
- Cloruro de sodio y cloruro de potasio como sucedáneo de la sal;
- Coadyuvantes de elaboración inocuos idóneos;
- Vinagre;
- Agua potable;
- Harinas y almidones de arroz, maíz, trigo y patata.

No obstante las disposiciones de la Norma general para el queso (CODEX STAN 283-1978), pueden utilizarse estas sustancias en la misma función como agentes antiaglutinantes para tratamiento de la superficie de mozzarella con un bajo contenido de humedad, cortada, rebanada y rallada, siempre que se añadan únicamente en cantidades funcionalmente necesarias según exigen las buenas

prácticas de fabricación (BPF).

b. Control de calidad de la leche

Se utilizará leche cruda de buena calidad. A la misma se le aplicarán las pruebas de rutina para la elaboración de quesos debiéndose obtener resultado negativo a la prueba del alcohol, valores de acidez entre 16°D y 19°D, ausencia de inhibidores y valores de materia grasa acorde al tipo de mozzarella que se pretenda obtener (<http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. 2014).

c. Acondicionamiento de la leche

Se pasteurizará a 73°C durante 15". Se enfriará a la temperatura de maduración (36°C) de la leche por acción de los fermentos (<http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. 2014).

d. Adición de Calcio

Se agregará 0,3 g de cloruro de calcio por cada litro de leche a elaborar, mezclándolo bien luego de ser agregado (<http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. 2014).

e. Agregado de fermentos

Se agregará fermento termófilo liofilizado en cantidad adecuada a la cantidad de leche a utilizar. Se mezclará bien y se dejará en reposo durante 30 min, manteniendo constante la temperatura (36°C). Esta etapa de acción de los fermentos sobre la leche se llama maduración de la leche (<http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. 2014).

f. Coagulación

Se descenderá la temperatura a 32°C y se agregará cantidad de cuajo suficiente para coagular a esa temperatura durante 30 min. Debe mantenerse a 32°C

durante todo el tiempo que dura la coagulación (<http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. 2014).

g. Corte

La cuajada semisólida está pronta a ser cortada cuando el quesero pueda levantarla aproximadamente un cm, separándola del recipiente en el que se encuentra, sin romper el borde sólido.

Otra señal usada es cuando el quesero puede hacer un corte a través de la superficie y dejar una línea definida que muestra suero y ninguna partícula de cuajada adherida al filo cortante. El cuchillo se introduce luego y se hace el primer corte en forma distanciada o en trozos grandes. Se deja reposar de 5 a 10 min, luego se realiza el segundo corte en tamaño de 2 cm y se deja en reposo nuevamente (García, O. y Ochoa, I. 2015).

h. Separación de la cuajada

Se deja drenar o salir el suero completamente. Luego se sacan los trozos de cuajada, se dejan escurrir durante unos 20 a 25 min, o se presan suavemente, durante 5 min (García, O. y Ochoa, I. 2015).

i. Hilado y moldeado de la cuajada

Se corta la cuajada en tajadas de unos 2 cm de espesor aproximadamente. Luego se colocan en agua o suero caliente (de 65 a 75° C), se dejan 2 min dentro del agua para que se ablanden, al cabo de los cuales se retira la cuajada del agua, se amasa y se vuelve a colocar en el agua para que se conserve caliente. Cuando la cuajada muestra brillo y plasticidad se moldea, ya sea manualmente, o colocándola en un molde para darle una forma determinada. Los tamaños comunes son de 100, 500 y 2500 g (García, O. y Ochoa, I. 2015).

j. Prueba del hilado:

De acuerdo a <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. (2014), la prueba del hilado es una prueba empírica que permite saber si la masa ha alcanzado el punto de hilado aun cuando no pueda determinarse el valor de pH. Consiste en sumergir un trozo pequeño de masa de mozzarella en agua a caliente (alrededor de 80°C), trabajarla mecánicamente y observar la capacidad de estirarse formando hilos.

En el mismo sentido, García, O. y Ochoa, I. (2015), señalan que para la prueba de hilado se toman muestras de cuajada cada 15 min. Se colocan en agua o en suero entre 65 a 70° C de temperatura durante 1 min. Se sacan y se estiran. Cuando presenten características de elasticidad, o que den una lámina de pergamino, la cuajada está en su punto. (Como cuando se estira un chicle).

k. Enfriado y salado del queso

García, O. y Ochoa, I. (2015), indican que para mantener su forma correcta, los quesos no deben aplicarse o amontonarse uno encima de otro. Para el enfriamiento se emplea una salmuera o suero frío (por debajo de 8°C). La temperatura interior del queso no puede bajar de los 5 °C, porque los bordes exteriores comenzarían a congelarse. Este proceso dura de 30 min a 2 h, de acuerdo con el tamaño de los quesos. Un contenido deseable de sal oscila alrededor de 1.0 a 1.5 %. El agregado de demasiada sal puede retardar completamente el desarrollo del aroma y sabor deseables y extraer demasiada humedad, haciendo que el producto quede desmejorado. La adición de muy poca sal puede estimular al crecimiento acelerado e indeseable de microbios.

Otra forma de salar consiste en hilar y moldear la cuajada en agua caliente a 65 - 75° C a la cual se le ha agregado un 6% de sal inicialmente, y luego se va ajustando su contenido de sal a medida que van pasando los quesos, los cuales toman un.5% de sal con relación a su peso.

l. Empacado

Los quesos deberán acondicionarse en envases o envolturas bromatológicamente aptos. La mozzarella de humedad comprendida entre 52 y 60 %, podrá envasarse

conjuntamente con el suero remanente de su obtención o con una solución salina citratada (<http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. 2014).

m. Conservación

Como estos quesos no necesitan maduración se hace necesario conservarlos en refrigerador hasta el momento del consumo. Su período de conservación es de 15 a 20 días. Un producto de óptima calidad presenta color blanco, ligeramente brillante y con apariencia humedecida (García, O. y Ochoa, I. 2015).

6. Uso

Este queso fibroso es muy usado para la fabricación de pizzas, cuando está casi seco y en ensaladas, cuando es fresco. Para comer sin derretir, se acostumbra a preferir la mozzarella fresca, en forma de queso lechoso de pasta blanda. Cuando se encuentra bastante seco y maduro es frecuente que su piel se torne de color amarronado siendo entonces llamado pasita (<http://www.ecured.cu>. 2015).

7. Propiedades

Según la preparación del queso mozzarella, pueden variar sus propiedades y características nutricionales. El queso mozzarella es un alimento rico en fósforo ya que 100 g de este queso contienen 428 mg de fósforo, también tiene una alta cantidad de calcio, 632 mg por cada 100 g (<http://www.ecured.cu>. 2015).

En <http://alimentos.org.es>. (2016), se indica que entre las propiedades nutricionales del queso mozzarella cabe destacar que tiene los siguientes nutrientes: 0,20 mg de hierro, 19,90 g de proteínas, 67 mg de potasio, 2 mg de yodo, 2,21 mg de zinc, 2,20 g de carbohidratos, 24 mg de magnesio, 373 mg de sodio, 206 ug de vitamina A, 0,03 mg de vitamina B1, 0,27 mg de vitamina B2, 4,10 mg de vitamina B3, 0,06 ug de vitamina B5, 0,01 mg de vitamina B6, 2 ug de vitamina B7, 10 ug de vitamina B9, 0,65 ug de vitamina B12, 0,10 ug de vitamina D, 0,35 mg de vitamina E, 2,30 ug de vitamina K, 233 kcal de calorías, 78 mg de

colesterol, 16,10 g de grasa y 2,20 g de azúcar.

8. Requisitos del queso mozzarella

a. Requisitos generales

El INEN (2011), en la Norma NTE INEN 0082, indica que este tipo de queso debe presentar los siguientes requisitos:

- El queso Mozzarella deberá presentarse en forma ovoide (pera) y podrá tener diversas dimensiones.
- La corteza del queso Mozzarella, deberá presentar consistencia semidura y aspecto liso. Su color podrá variar de blanco a crema.
- La pasta del queso Mozzarella deberá presentar textura blanda, elástica y no deberá presentar agujeros. Su color deberá ser uniforme y podrá variar del blanco a amarillo brillante y su sabor deberá ser el típico de esta variedad, ligeramente ácido.

b. Especificaciones

El INEN (2011), en la Norma NTE INEN 0082, se reporta que el queso Mozzarella, ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Cuadro 5.

Cuadro 5. REQUISITOS DEL QUESO MOZZARELLA.

Requisitos	Mín (%)	Máx (%)	Método de ensayo
Humedad	-	60	INEN 63
Grasa en el extracto seco	45	-	INEN 64

Fuente: INEN (2011), Norma NTE INEN 0082.

9. Requisitos complementarios

a. Envasado

El queso Mozzarella deberá acondicionarse en un envase cuyo material sea resistente a la acción del producto y que no altere las características organolépticas del mismo (INEN. 2011).

b. Rotulado

La Norma NTE INEN 0082 (INEN (2011), indica que el rótulo o la etiqueta del envase deberá incluir la siguiente información:

- Denominación del producto: QUESO MOZZARELLA,
- Designación del producto según INEN 62. Queso blando, extragrasso y sin madurar
- Cuando no se use leche de vaca deberá indicarse el tipo de leche utilizada,
- Razón social del fabricante, su dirección o nombre de la zona o provincia respectiva,
- Dirección completa del importador si el queso es fabricado fuera del país,
- Fecha de fabricación,
- Declaración de los aditivos añadidos,
- Indicación de pasteurizado, en caso de que lo sea,
- Número de Registro Sanitario, y
- Nombre del País de origen.

10. Criterios microbiológicos

Los criterios de aceptación microbiológicos del queso mozzarella según la Norma NTE INEN 0082 (INEN 2011), se reportan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DEL QUESO MOZZARELLA.

Microorganismo	Criterios de aceptación	Categoría ICMSF	Método de ensayo
Coliformes/ g (30°C)	n = 5 c = 2 m =1000 M = 5000	5	FIL 73A: 1985

Coliformes/ g (45°C)	n = 5 c = 2 m =100 M =500	5	APHA:1992
Estafilococos coagulación. positiva/ g	n = 5 c = 2 m =100 M = 1000	5	FIL 145: 1990
Salmonella spp / 25 g	n = 5 c = 0 m = 0	10	10 FIL 93A: 1985
Listeria/ 25 g monocytogenes	n = 5 c = 0 m = 0	10	10 FIL 143: 1990

n: número de unidades de muestra analizada.

c: número máximo de unidades de muestra cuyos resultados pueden estar comprendidos entre m (calidad aceptable) y M (calidad aceptable provisionalmente).

m: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable.

M: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable provisionalmente.

Fuente: INEN (2011), Norma NTE INEN 0082.

C. MÁQUINAS HILADORAS DE QUESO MOZZARELLA

1. Importancia

Hilar queso no es fácil. Hay trabajadores que realizan esta operación (levantar y bajar hilos de cuajada), durante doce horas diarias, soportando temperaturas cercanas a los 70 °C. Al analizar el movimiento que hacía la cuajada para “convertirse” en queso, los diseñadores se dieron cuenta de que el proceso podría asemejarse con el que hace una amasadora de pan. Luego de adaptar el diseño de la hiladora a un diseño ya establecido de la máquina que hacía transmisión de la potencia, diseñar el gancho que permite el hilado, fabricar las piezas de la máquina, ensamblarlas y ponerla en condiciones óptimas, se obtuvo un primer prototipo viable económicamente y con una capacidad de hilar 4,5 kg de cuajada por ciclo (<http://historico.agenciadenoticias.unal.edu.co>. 2016).

2. Características de hiladoras comerciales

a. Malaxadora –hiladora Delani

La Malaxadora –hiladora, consiste en un recipiente horizontal con forma de U y un agitador de cinta fabricado especialmente. El agitador consiste en un conjunto de palas helicoidales internas y externas. La cinta exterior mueve materiales hacia el

centro del recipiente y la cinta interior mueve los materiales hacia los extremos del recipiente. La cinta también gira a aproximadamente 33 rpm, pasando así los materiales tanto radial y lateralmente para asegurar mezclas completas en tiempos de ciclo cortos. Esta acción provoca el crecimiento de la gota de aceite en la masa y facilita su extracción en los procesos siguientes (DELANI. 2016).

b. Malaxadora CREMEX

Soto, J. (2016), señala que la máquina Malaxadora CREMEX ha sido diseñada específicamente para fabricar quesos que requieran un cocimiento, amasado, malaxado e hilado de la pasta, y que tengan como característica un excelente fundido y hebra; entre los que se encuentran el queso asadero, Oaxaca, Gouda, tipo mozzarella, tipo manchego, entre otros; ya sean elaborados de leche fluida o a base de proteínas rehidratadas.

- Cuenta con un sistema de agitación de doble listón entrelazado diseñado especialmente para amasar la pasta o cuajada, de tal manera que las proteínas y los demás componentes de la leche sean desdoblados al máximo proporcionando al producto final una excelente consistencia en textura y hebra, así como también se obtiene un mayor rendimiento de producto.
- El sistema de giro reversible de las aspas o listones, facilita el movimiento de la pasta dentro de la tina y el vaciado del producto, éste sistema de agitación imita el movimiento natural de los brazos del artesano quesero, lo que permite obtener un queso con las mismas características en sabor, textura y presentación de un queso elaborado con el método tradicional.
- La chaqueta de vapor tiene un diseño sanitario que garantiza que la operación de cocimiento pueda llevarse a cabo de forma eficiente y efectiva, debido al alojamiento seguro del vapor en el interior de la misma sin que tenga ningún tipo de contacto directo con el producto, evitando así cualquier riesgo de contaminación en el producto, así mismo el diseño de la tina permite que haya una concentración uniforme del calor dentro de la máquina lo que asegura el cocimiento óptimo de la pasta garantizando de ésta manera la calidad e

higiene del producto final.

- Cuenta con una triple cubierta de teflón Dupont en el interior de la tina de cocimiento, para evitar que se pegue el queso en las paredes de la misma, este material está aprobado por FDA para ser utilizado en equipos que tengan contacto con alimentos para consumo humano.

Además indica, que se ha realizado un extenso estudio de validación para cualificar el diseño del equipo, así como también su fácil operación y seguridad para el operario, incluyendo ensayos de temperatura, uso de energía, resistencia a la corrosión y facilidad de limpieza y mantenimiento,

c. Hiladora de vapor modelo FV 100

<http://www.almacsrl.com>. (2016), reporta que la hiladora de vapor modelo FV 100 es una máquina diseñada para la producción de quesos de pasta hilada usando, como materias primas, cuajadas envasadas, cuajadas frescas e ingredientes alimentarios. La materia prima que se transformará se introduce directamente en el interior de un compartimento de elaboración (capacidad ~ 50 litros) y se somete a la acción combinada de dos tornillos sinfín de contrarrotación y cuatro inyectores de vapor. Es durante esta fase de elaboración que la pasta empieza a sufrir una transformación estructural, pasando de una consistencia granular y discontinua a una consistencia fibrosa y continua, típica de las pastas hiladas. En cuanto la pasta logra las características deseadas será descargada automáticamente por el empuje de los tornillos alimentadores. La máquina dispone de un doble fondo con cámara de aire capaz de aislar el compartimento de elaboración manteniendo constante la temperatura de la pasta. Los productos que se pueden realizar en esta hiladora son:

- Mozzarella
- Mozzarella de búfala
- Pizza cheese (queso para pizza)
- Scamorza
- Provola

- Quesos fundidos y preparados alimenticios

Además, <http://www.almacsrl.com>. (2016), señala que la hiladora de vapor modelo FV 100 está compuesta por:

- Máquina totalmente fabricada con acero inoxidable AISI 304 y materiales plásticos certificados para uso alimentario.
- Compartimento de elaboración y tornillos alimentadores revestidos con material antiadherente.
- Cámara de aire alrededor del compartimento de los tornillos de alimentación para garantizar el aislamiento térmico respecto al ambiente exterior.
- 2 inyectores de vapor
- Tornillos sinfín de avance diseñados para que sean fácilmente desmontables sin usar ninguna herramienta
- Motorización equipada con separador para permitir la limpieza entre el motor y el compartimento de elaboración.
- Empalmes con grado de curvado diseñados para evitar puntos de estancamiento.
- Posibilidad de invertir la rotación de los tornillos alimentadores. Cada uno está equipado con un motor independiente, pueden girar según las necesidades, en la misma dirección o en direcciones opuestas.
- Velocidad de rotación de los tornillos alimentadores regulable a través del convertidor con dos motorizaciones, cada una de 1.5 kw.
- Cuadro de mandos y potencia estanco con grado de protección IP 65, fabricado con acero inoxidable AISI 304, equipado con dispositivos electrónicos para la regulación de la velocidad de trabajo y el control de la seguridad del operador
- Motorización con variador de velocidad en baño de aceite estanco, equipado con cárter que consiente, en caso de pérdidas de aceite, evacuar a tierra para evitar la contaminación del producto.
- Aislamiento exterior de los tornillos alimentadores, con posibilidad de separación del alojamiento para poder sanear completamente.
- Sencillez de desmontaje de sus partes amovibles sin ayuda de herramientas y totalmente inspeccionable

- Sonda térmica para detectar la temperatura de la pasta
- Serie de sensores de prevención de accidentes para activar el bloqueo del funcionamiento de la máquina en caso de apertura de las protecciones
- Cierre hermético de la tapa.
- Levantamiento tapa manual para la extracción automática del producto.
- Dispositivo automático para el cierre de los inyectores en ausencia de vapor.
- Filtro vapor para las partículas en suspensión (No previsto)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se realizó en la empresa “Riolac”, ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, en la ciudadela Los Álamos tres, diagonal a la escuela San Felipe Neri, donde se construyó el prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella. En cambio las pruebas del equipo, se realizaron en las fábricas procesadoras de este tipo de queso, como son: “Lácteos Rosu” ubicada en el cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua y en la planta de “Lácteos Rosendo” situada en el cantón Gualaquiza, provincia de Morona Santiago.

El trabajo experimental de esta investigación tuvo una duración de 60 días.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la presente investigación se consideraron como unidades experimentales a la masa de la cuajada con la que se iba a realizar el queso con la utilización del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella, empleándose un total de 50 unidades experimentales, distribuidas en 2 grupos, 25 unidades con la utilización del prototipo y 25 unidades experimentales para el hilado manual, siendo cada unidad experimental de 40 kg por parada, por lo que se procesó un total de 2000 kg de queso mozzarella.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon en el desarrollo de la presente investigación fueron los siguientes:

1. En la construcción del prototipo semiautomático para el hilado del queso

a. Materiales

- Planchas de acero inoxidable (AISI-304)
- Pernos de acero inoxidable
- Piñones de acero inoxidable
- Motores reductores
- Cadena
- Soportes
- Placas y conductores eléctricos

b. Equipos

- Soldadora
- Plasma
- Dobladora

2. En la elaboración de queso mozzarella

a. Insumos

- Leche de vaca
- Cloruro de calcio
- Fermento termófilo liofilizado
- Sal

b. Materiales

- Mesas
- Baldes plásticos
- Paños de tela
- Malla
- Moldes
- Botas
- Mascarilla
- Cofia

- Mandil
- Guantes

c. Equipos

- Olla doble fondo
- Termómetro
- Prensa
- Quemador
- Tina para cocción
- Prototipo semiautomático para el hilado del queso

3. Instalaciones

- Empresa "RIOLAC"
- Fabricas procesadoras del queso mozzarella (Lácteos Rosu y Lácteos Rosendo)

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente trabajo por tener el objetivo de determinar la eficiencia del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella, frente al hilado manual, se consideraron dos (2) tratamientos experimentales, que corresponden a dos métodos de amasado e hilado y cada uno con 25 repeticiones, por lo que las unidades experimentales se distribuyeron de una manera completamente al azar, como se describe en el Cuadro 7.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Hilado	Código	Repeticiones	T.U.E.	kg/tratam.
Manual	HM	25	40	1000
Prototipo semiautomático	HPS	25	40	1000
Total kg de masa para queso mozzarella				2000

T.U.E.: Tamaño de la unidad experimental, 40 kg de masa.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales que se consideraron en base a los métodos de amasado e hilado tanto manual como con el prototipo fueron las siguientes:

- Tiempo de hilado de 40 kg, minutos
- Ahorro de tiempo en el hilado (prototipo frente al manual), minutos
- Costo mano de obra del hilado, dólares/40 kg
- Ahorro mano de obra en el hilado (prototipo frente al manual), dólares/40 kg
- Emisión de ruidos del prototipo, dB
- Consumo de energía del prototipo, kw en 40 kg
- Costo consumo energía del prototipo, dólares en 40 kg
- Costo de la construcción del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales por tratarse de las respuestas de dos métodos de amasado e hilado (manual frente al prototipo semiautomático), se analizaron con la prueba estadística de t'Student considerándose muestras emparejadas con varianzas diferentes, y su cálculo responden a los siguientes propuestos matemáticos:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

Donde:

t = valor estadístico de la prueba t de Student.

\bar{X}_1 = valor promedio del grupo 1.

\bar{X}_2 = valor promedio del grupo 2.

σ_p = desviación estándar ponderada de ambos grupos.

N_1 = tamaño de la muestra del grupo 1.

N_2 = tamaño de la muestra del grupo 1.

Para el cálculo de desviación estándar ponderada de ambos grupos se utilizó la siguiente formula:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{SC_1 + SC_2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

Donde:

σ_p = desviación estándar ponderada.

SC = suma de cuadrados de cada grupo.

N = tamaño de la muestra 1 y 2.

Además en la eficiencia del prototipo como son la emisión de ruidos, consumo de energía y costo del consumo energía, se empleó la estadística descriptiva, dando relevancia al valor promedio y su desviación estándar, por tratarse de datos referenciales únicamente.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Construcción del prototipo semiautomático

Primeramente se inició con la elaboración de diseño del prototipo, con la dirección de los técnicos de Riolac, para lo cual se tomó en cuenta que se debía procesar 40 kg de masa para queso por parada y en base a esto se realizaron los diferentes planos como se demuestran en los gráficos 1, 2 y 3.

Luego de haber obtenido todos los materiales necesarios, se procedió con su construcción, en base a las especificaciones técnicas, considerándose que es una maquina donde se van a procesar alimentos y que deben cumplir con los requisitos sanitarios correspondientes.

2. Evaluación de la eficiencia del prototipo semiautomático

Para la evaluación de la eficiencia del prototipo semiautomático se procedió a utilizar la cuajada elaborada para este tipo de queso, depositando en la tina 40 kg de esta masa y proceder al hilado, para estimar el tiempo de hilado y el costo de mano de obra, debiendo realizarse la contrastación de estos resultados con los resultados obtenidos del hilado realizado manualmente.

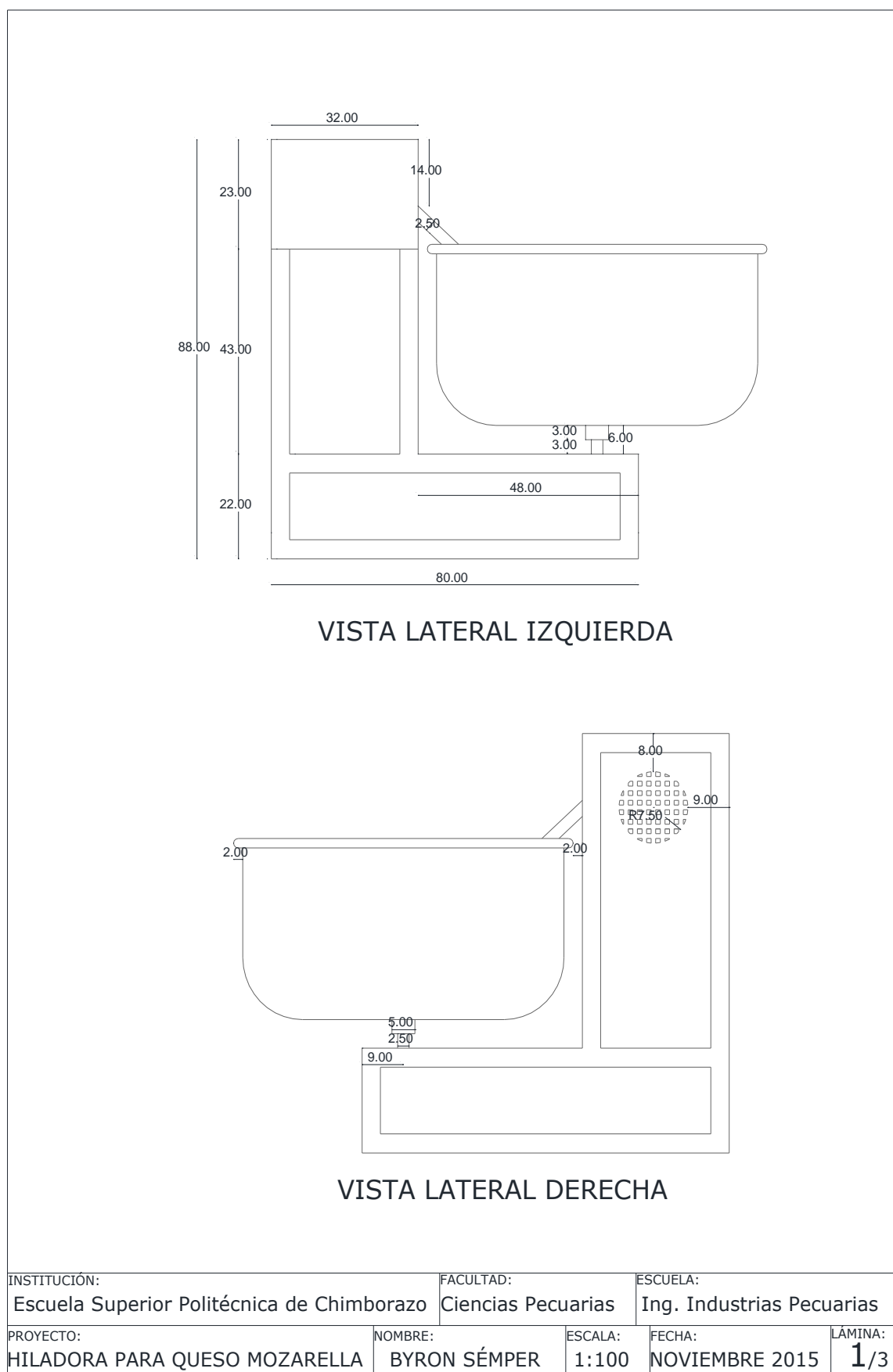


Gráfico 1. Planos de la vista lateral del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.

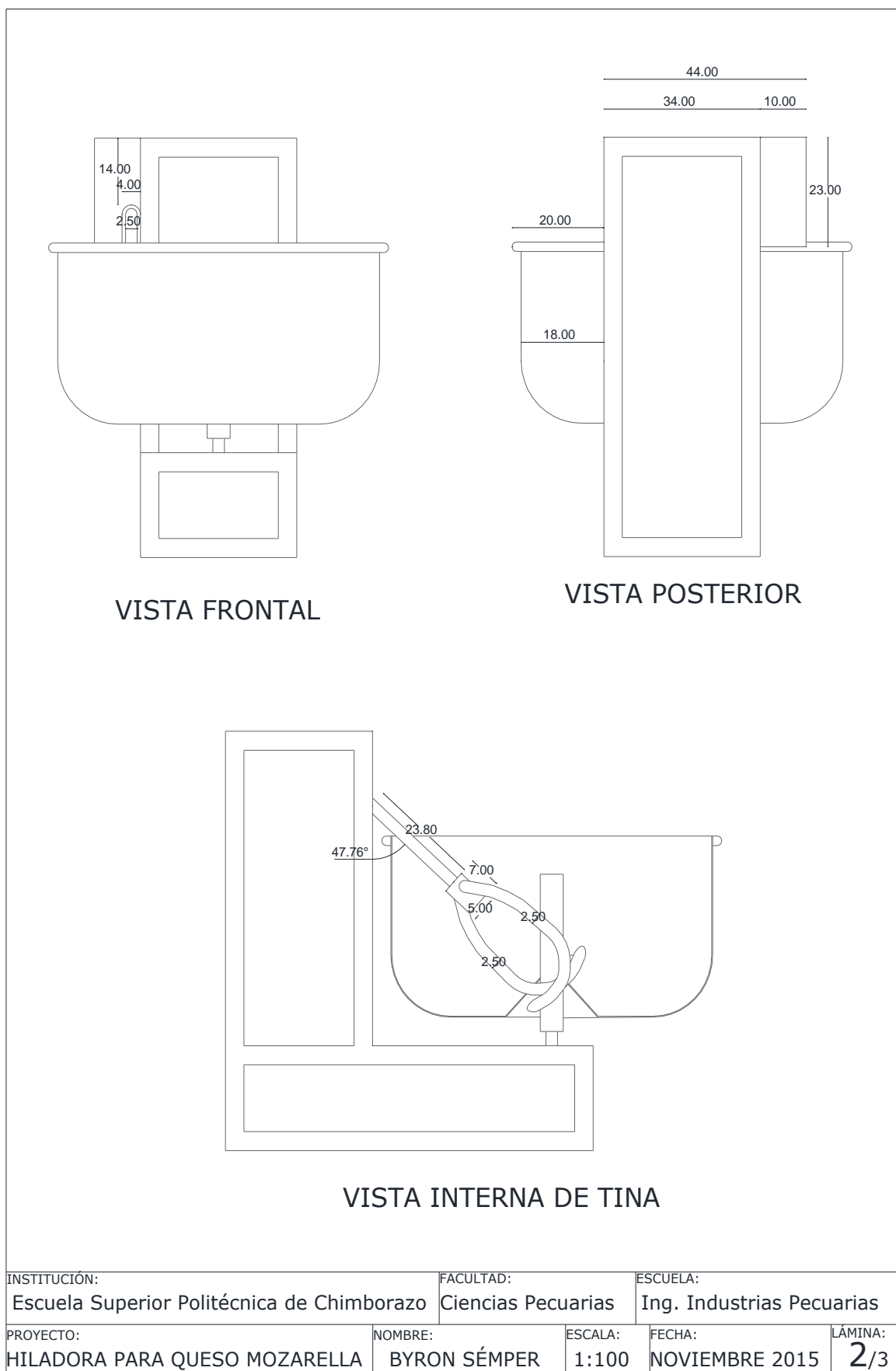


Gráfico 2. Planos de la vista frontal, posterior e interna del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.

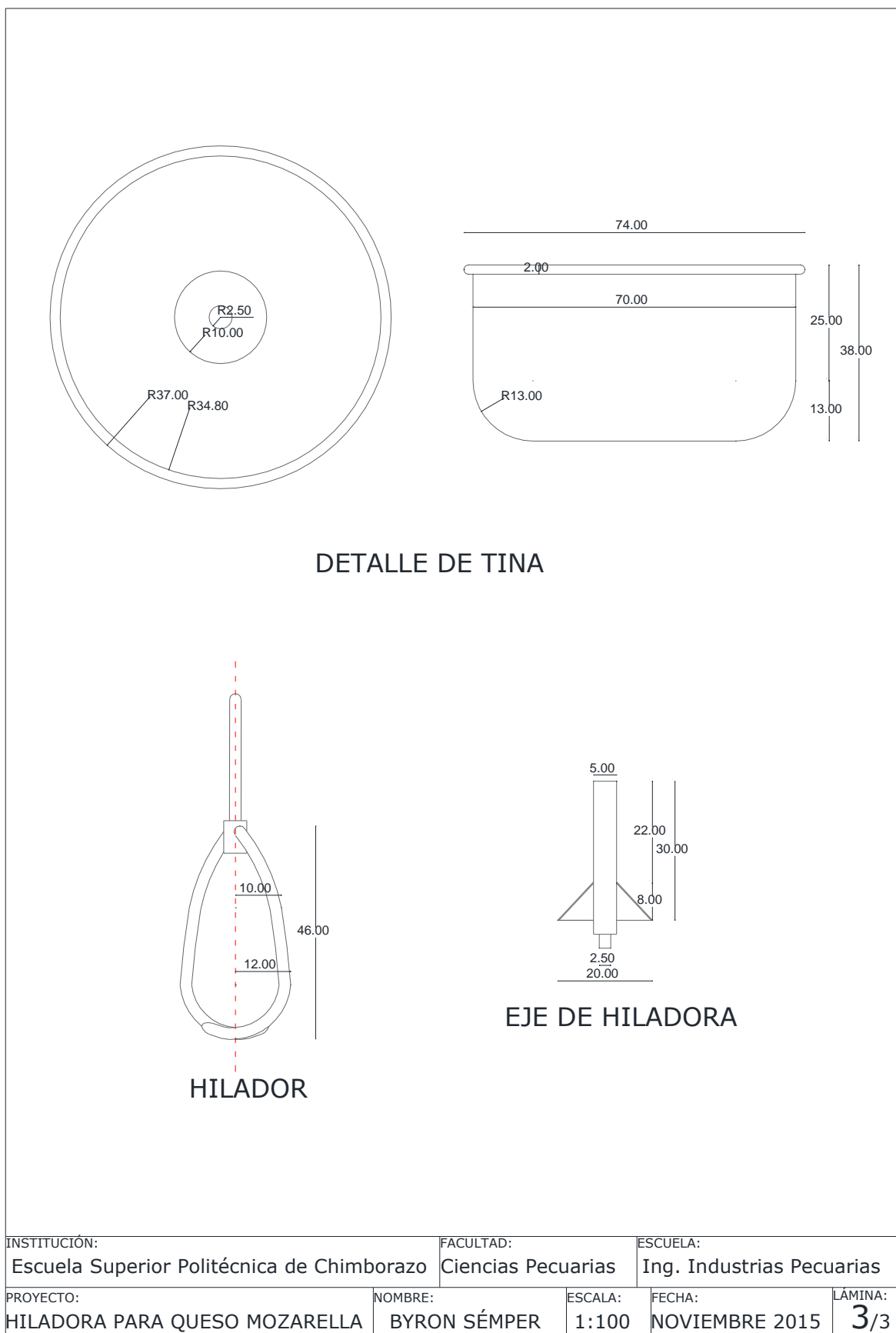


Gráfico 3. Planos del detalle de la tina y del hilador del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.

Entendiéndose que el amasado y el hilado de la masa es un tratamiento térmico mecánico que tiene como objetivo fundir las proteínas y alinear sus fibras, a esto se le llama: hilado y consiste en amasar y estirar repetidas veces la cuajada caliente, hasta obtener una masa homogénea y elástica.

Además, también se evaluó la emisión de ruidos, el consumo de energía y su costo del consumo energía.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Tiempo de hilado de 40 kg, minutos

Con una masa de mozzarella que tenía un peso de 40kg, se evaluó el tiempo que se demoraron en hilar tres personas manualmente; en cambio que con el prototipo, se colocó de igual manera 40 kg de la masa y utilizando un solo operario, se verificó en que tiempo se realizó este proceso.

Los resultados obtenidos, se confrontaron y por diferencia se estableció el ahorro de tiempo en el hilado, al utilizar el prototipo semiautomático.

2. Costo mano de obra del hilado, dólares/40 kg

El costo de mano de obra para el hilado se estableció por medio del tiempo utilizado y el número de personas que intervienen tanto en el proceso manual como con el prototipo en base al pago de un día de trabajo y por diferencia se determinó el ahorro económico de la mano de obra que se utiliza en el hilado.

3. Emisión de ruidos del prototipo, dB

La medición del ruido generado por el prototipo se evaluó utilizando el equipo Sonómetro, que señala la intensidad del ruido que se produce durante proceso del hilado y sus resultados se expresan de decibelios (dB).

4. Consumo de energía del prototipo, kw en 40 kg

El prototipo semiautomático cuenta con dos motores, que sumando las especificaciones de los motores serían 2.25 kw/h, esta valor relacionándoles con los tiempos que se demoran en hilar, se obtuvo el consumo de energía requerido para hilar 40 kg de masa de queso.

5. Costo consumo energía del prototipo, dólares en 40 kg

El costo del consumo energía del prototipo se estableció considerándose que actualmente el costo por kw es de 0.091 USD; según la Empresa Eléctrica de Riobamba.

6. Costo de la construcción del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella

El costo de su construcción se estableció considerando los gastos realizados tanto en materiales, equipos y mano de obra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO PARA EL HILADO DEL QUESO MOZZARELLA

La construcción del cuerpo de la hiladora se la realizó con planchas de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 1.5 mm; cada pieza fue ensamblada con soldadura autógena garantizando su durabilidad. Para evitar la deformación su armazón se realizó con tubo cuadrado de acero inoxidable, formando una estructura rectangular (Gráfico 4).



Gráfico 4. Vista de la estructura del cuerpo del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.

La tina fue ensamblada con precisión proporcionando la no existencia de fugas durante el proceso, esta tiene una capacidad máxima de 60 kg, considerando que se debe ingresar 40 kg de masa para queso y se le debe ir añadiendo agua caliente para facilitar el hilado de la masa. Esta esta sobrepuesta sobre un motor de 2 HP con un reductor de velocidad a 50 rpm. Además dispone de un control de

salida para el agua utilizada en el proceso de hilado así como para facilitar el drenado del agua durante su lavado y limpieza (Gráfico 5).



Gráfico 5. Vista de la tina e hilador del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.

El hilador se construyó en base a una estructura circular al cual esta adherido dos estructuras dispuestas en formas circulares de 24 centímetros de diámetro en su parte ancha y que se suspenden desde el cuerpo al interior de la tina, este sistema está conectado a un motor de 1 HP y a un reductor de velocidad de 30 rpm, que permite el giro de la masa contrastando al movimiento de la tina. Éste sistema de agitación mixto, imita el movimiento natural de los brazos del artesano quesero, lo que permite obtener un queso con las mismas características en sabor, textura y presentación de un queso elaborado con el método tradicional.

El cuadro de mandos y potencia está fabricado con acero inoxidable AISI 304, equipado con dispositivos electrónicos para el encendido y apagado de los dos motores que conforman la hiladora de queso, recubierto con material aislante (PVC), para facilitar el control y seguridad del operador (Gráfico 6).



Gráfico 6. Vista del control de mandos del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.

B. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROTOTIPO

Del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella construido (Gráfico 7), puede señalarse que este presenta las siguientes características:

- Es construido totalmente en acero inoxidable (AISI 304), para evitar posibles problemas de corrosión por estar en contacto permanente con agua.
- Esta contiene una tina con capacidad de 60 kg, para un trabajo continuo de 40 kg de masa, ubicada en un motor de 2 HP, con una reducción a 50 rpm.
- El hilador consta de un brazo giratorio a 30 rpm, dispuesto en forma de dos azas circulares bidireccionales.



Gráfico 7. Prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella.

- Un control de mandos posicionado al exterior de la máquina y que permite el control de los motores por separado.
- La tina tiene un tubo recolector de agua, lo que permite su fácil evacuación de los líquidos del residuo del proceso del hilado de la masa así como del agua utilizada en su limpieza.
- Presenta un ahorro de tiempo, mano de obra y energético en comparación con los sistemas tradicionales de amasado e hilado.
- Ahorro energético significativo al reducir el consumo de vapor.
- Simplicidad en el uso y limpieza (ahorro de mano de obra).
- Bajo costo de construcción y mantenimiento por su diseño simple y su robusta construcción.

Las características del prototipo realizado en el presente trabajo, concuerdan con las señaladas por DELANI. (2016), Soto, J. (2016) y <http://www.almacsrl.com>. (2016), quienes indican que las malaxadoras –hiladoras, han sido diseñadas para que la materia prima que se transformará (cuajada cortada), se introduzca directamente en el interior de la tina de elaboración y sea sometida a la acción combinada de tornillos sinfín de contrarrotación, para que la pasta empiece a sufrir una transformación estructural, pasando de una consistencia granular y discontinua a una consistencia fibrosa y continua, típica de las pastas hiladas y que tengan como característica un excelente fundido y hebra. Además señalan, que se ha realizado un extenso estudio de validación para cualificar el diseño del equipo, así como también su fácil operación y seguridad para el operario, incluyendo ensayos de temperatura, uso de energía, resistencia a la corrosión y facilidad de limpieza y mantenimiento.

C. EFICIENCIA DEL PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO PARA EL HILADO DEL QUESO MOZZARELLA

En el cuadro 8, se reportan los resultados de la eficiencia de la utilización del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella, en cual por una parte se realizan la comparación con el empleo del hilado manual y por otra, las características de la máquina.

1. Tiempo de hilado de 40 kg de masa, min

El tiempo que requirieron tres personas para realizar el hilado manual de 40 kg de pasta para queso mozzarella fue de 24.34 ± 0.32 min, en cambio, cuando se utilizó el prototipo semiautomático, se requirió de una sola persona y se empleó un tiempo de 12.21 ± 0.41 min (Gráfico 8), estableciéndose entre estos valores diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de t'Student ($P < 0.01$), y que demuestran que existen una gran diferencia entre el trabajo de las personas y el ciclo de operación de la máquina, de ahí que se concuerde con lo señalado por Rincón, E. (2005), quien indica que la calidad de los productos y los tiempos de proceso y entrega se han convertido en los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de analizar un proceso o modificarlo. Muchas de las empresas

Cuadro 8. CARACTERÍSTICAS DEL AMASADO E HILADO DEL QUESO MOZARELLA REALIZADO MANUALMENTE Y CON UN PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO EN LA EMPRESA RIOLAC.

Parámetro	Media	Desv. Estánd.	Rango	E. Estánd.	C.V. (%)
Tiempo de hilado de 40 kg, minutos					
Manual	24,34	± 0,32	1,76	0,065	1,33
Prototipo	12,21	± 0,41	2,12	0,082	3,34
Ahorro de tiempo	12,13	± 0,5	2,54	0,099	4,1
Prueba de t'Student Tcal = 122,09 Prob. = 2,40E-35 (**)					
Costo mano de obra del hilado, dólares/40 kg (1)					
Manual	2,69	± 0,04	0,2	0,007	1,33
Prototipo	0,45	± 0,01	0,08	0,003	3,32
Ahorro mano de obra	2,24	± 0,04	0,19	0,007	1,67
Prueba de t'Student Tcal = 299,05 Prob. = 1,12E-44 (**)					
En el prototipo					
Emisión de ruidos, dB	75,32	± 1,11	5	0,222	1,47
Consumo de energía, kW en 40 kg	0,46	± 0,02	0,08	0,003	3,32
Costo consumo energía, dólares en 40 kg	0,042	± 0,001	0,007	0,0003	3,41

Desv. Estánd.: Desviación estándar.

E. Estánd.: Error estándar.

C.V. (%): Coeficiente de variación, en porcentaje.

(1): Para el hilado manual se requieren 3 personas y para el hilado en el prototipo 1 persona.

(**): Existen diferencias altamente significativas (Prob. < 0,01); en las comparaciones del manual con el prototipo.

actualmente cuentan con clientes que exigen de entrada un cumplimiento estricto de los requerimientos del producto y una entrega oportuna, un ejemplo de ello son las industrias aeronáutica, electrónica y principalmente la alimentaria, en las cuales el menor grado de imprecisión y/o retraso en los productos puede implicar un elevado costo. Para ello se han venido modificando los procesos con ayuda de la tecnología, con el fin de mejorar o reemplazar aquellos que anteriormente se realizaban de forma manual, obteniendo así su automatización parcial (semiautomáticos) o total (automáticos).

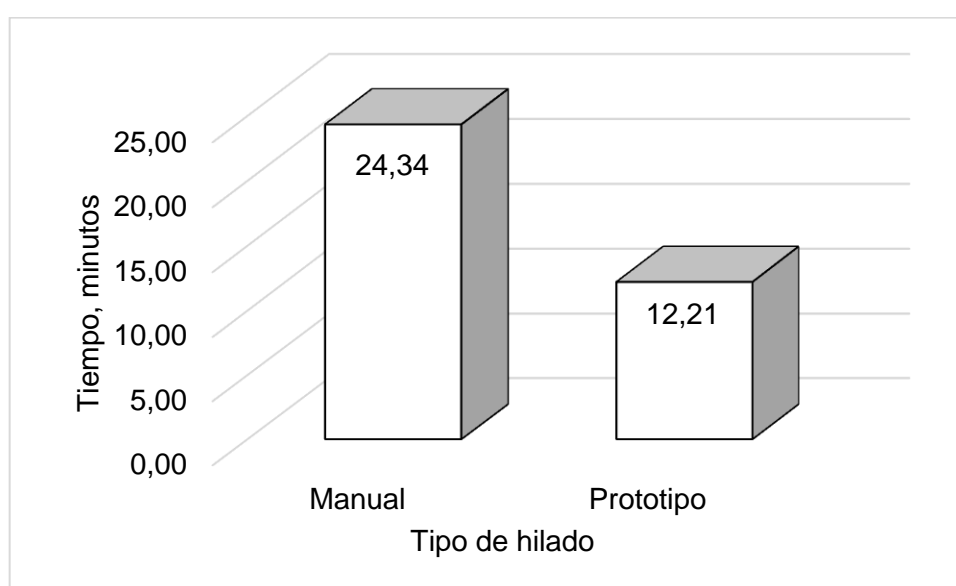


Gráfico 8. Tiempo requerido (minutos), para hilar 40 kg de masa de queso mozzarella de forma manual y con el prototipo semiautomático.

Por lo que en este sentido, al hilar el queso mozzarella con el prototipo, se estaría disminuyendo en 12.13 ± 0.50 min por cada proceso de hilado (40 kg por parada), lo que representa un ahorro considerable de tiempo y si se le suma a esto, el costo de mano de obra de los tres operaciones que lo realizan manual, se establece que el empleo del prototipo semiautomático para el hilado del queso proporciona mejores beneficios al productor quesero, sin que se disminuya la calidad del producto terminado.

2. Costo mano de obra del hilado, dólares/40 kg

El costo de la mano de obra dentro de proceso productivo es uno de los factores importantes que se debe considerar ya que Obando, R. (2013), indica que este costo suele superar a todos los demás elementos de costos juntos, por lo tanto es sumamente necesario conocerlo en detalle, ya que se trata de un reglón de costo de respetable cuantía, por lo que la planificación y control de costos de mano de obra son ingredientes esenciales de planificación y control de utilidades de toda empresa, de hecho en algunas compañías estos costos son los de mayor relevancia; por lo mencionado, en el presente trabajo se estableció que el hilado manual de 40 Kg de masa de queso mozzarella, realizado por tres personas fue de 2.69 ± 0.04 dólares, en cambio que al utilizarse el prototipo semiautomático y controlado por una persona este fue de 0.45 ± 0.1 dólares (Gráfico 9), diferencias que son altamente significativas ($P < 0.01$), existiendo por tanto un ahorro económico de 2.24 ± 0.04 dólares, que es una diferencia importante y que justificarían plenamente la adquisición de una maquina hiladora para la elaboración de queso fundido como es el mozzarella, ya que además Salazar, B. (2015), señala que el costo de la mano de obra como componente del costo total de fabricación es un factor de suma importancia que afecta el producto y por consecuencia la permanencia de la organización en determinado mercado.

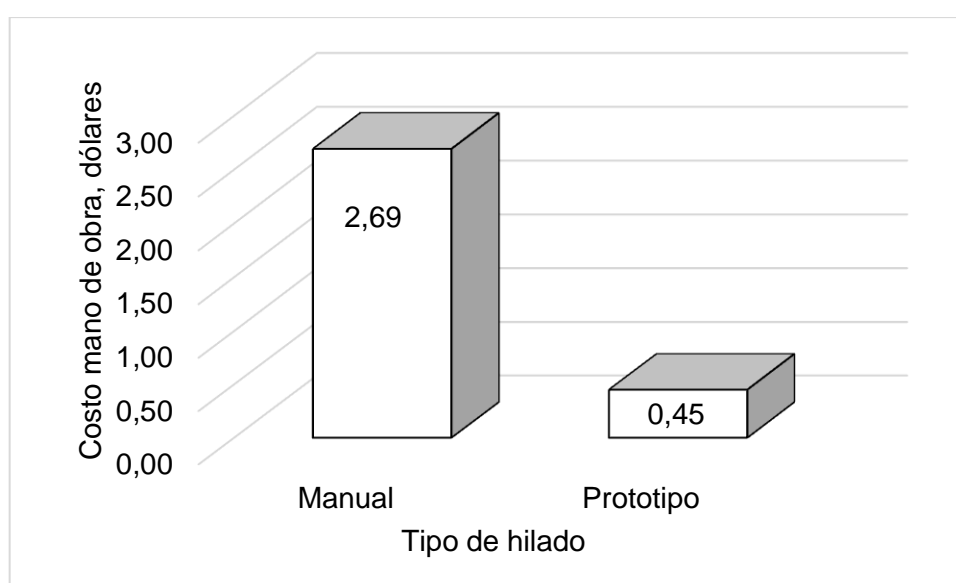


Gráfico 9. Costo de la mano de obra (dólares), para hilar 40 kg de masa de queso mozzarella de forma manual y con el prototipo

semiautomático.

3. Emisión de ruidos, dB

El reconocimiento del ruido como un peligro para la salud es reciente y sus efectos han pasado a ser considerados un problema sanitario cada vez más importante, por lo que en <http://www.ehu.eus>. (2003), se indica que el ruido puede causar muchos problemas, pero la principal consecuencia social es el deterioro de la audición, que produce incapacidad de entender una conversación en condiciones normales y que está considerado una desventaja social severa, por lo que el ruido con niveles por encima de 80 dB puede aumentar el comportamiento agresivo.

Bajo este entorno, la emisión de ruidos determinados a través del Sonómetro del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella fue de 75.32 ± 1.11 dB. En el Gráfico 10, se puede apreciar que la mayoría de los ruidos medidos de la maquina en funcionamiento se encuentran entre 74 y 75 dB, considerándose este valor como aceptable, ya que <http://www.jmcprl.net>. (2012), señala que la exposición durante 8 horas del día a ruidos por encima de 85 a 90 dB es peligroso, pero que en todo caso se sugiere que el operario de esta máquina debería utilizar protectores auriculares para atenuar el nivel sonoro y reducir el sonido a 20 dB, que según el autor citado es el umbral de audición.

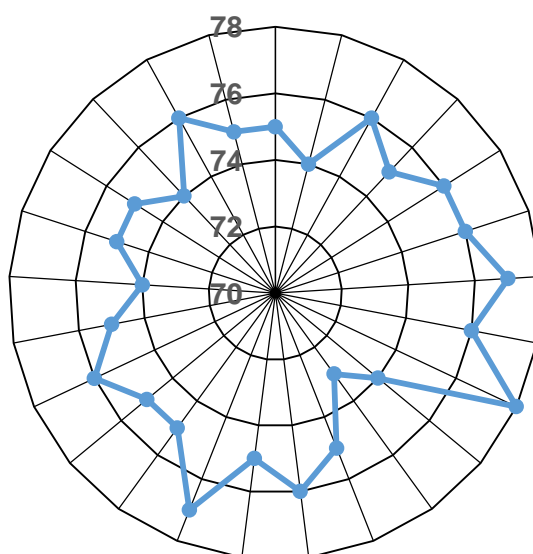


Gráfico 10. Emisión de ruidos (dB), del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella en funcionamiento.

4. Consumo de energía, kw en 40 kg

El consumo de energía de una máquina eléctrica, dependen del tipo y el tamaño del motor o motores que utilice, por lo que para conocer dicho consumo se debe tener en cuenta la descripción de los caballos de fuerza (HP), por lo que para el caso del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella, al estar conformado por 2 motores y en base a sus especificaciones, el consumo por hora es de 2.25 kw, al relacionar este valor con los tiempos que se demoraron en hilar 40 kg de masa de queso, se estableció un consumo promedio de 0.46 ± 0.02 kw , ya que la mayoría de mediciones realizadas según el Gráfico 11, se encuentran entre un rango de 0.44 a 0.46 kw, existiendo además una sola observación que esta fuera de este rango.

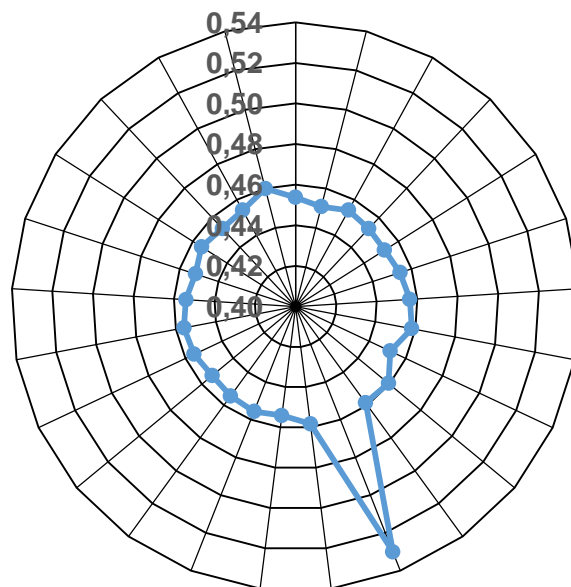


Gráfico 11. Consumo de energía (kw), del prototipo semiautomático para el hilado 40 kg de masa de queso mozzarella.

5. Costo consumo energía, dólares en 40 kg

El costo del consumo de energía del prototipo semiautomático para el hilado de queso mozzarella, por estar en función del consumo de energía, se estableció que en promedio el hilado de 40 kg de masa cuestan 0.042 ± 0.01 dólar, ya que

además del Gráfico 12, se establece que casi todas las observaciones realizadas presentan costos de energía entre 0.40 y 0.42 dólares por los 40 kg de queso hilado, notándose por consiguiente que este costo es relativamente bajo y que la adquisición de este tipo de máquinas resultaría beneficio para el productor, ya que permite reducir los costos de producción, o a su vez permite que su inversión sea fácilmente recuperable.

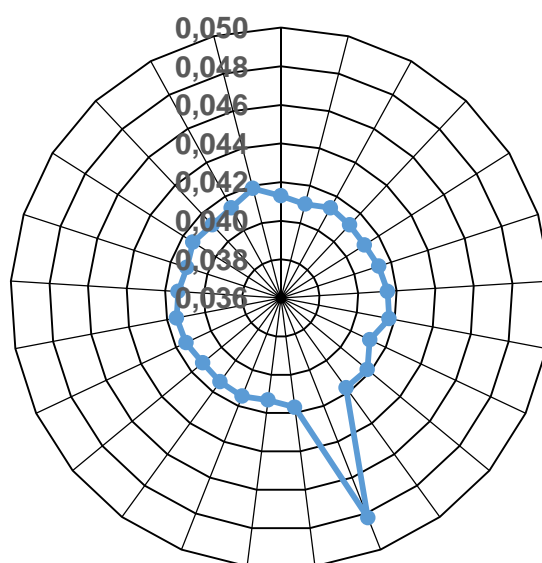


Gráfico 12. Costo del consumo de energía (dólares), del prototipo semiautomático en el hilado 40 kg de masa de queso mozzarella.

D. COSTO DE CONSTRUCCIÓN

En el cuadro 9, se reportan los egresos realizados en la construcción del prototipo semiautomático para el hilado de queso mozzarella, en donde se toma en cuenta los 2 motores con sus respectivos reductores, el material para la construcción de la tina y la cubierta del cuerpo de la hiladora, el panel y su sistema eléctrico, así como los accesorios necesarios para el ensamblaje de sus partes y el costo de mano obra, estableciéndose que ésta a nivel de fábrica tendría un costo de 5580 dólares, a diferencia de máquinas similares a nivel de comercio, en los que se incluyen sistemas de emisión de vapor de agua caliente tienen costos de alrededor de 10000 dólares, considerándose por tanto que el costo del equipo es fácilmente deducible o recuperable al realizar esta inversión, por cuanto con su uso existe ahorros de tiempo de proceso, menor costo de mano de obra y el

consumo de energía es relativamente bajo.

Cuadro 9. COSTOS (DÓLARES) DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO SEMIAUTOMÁTICO PARA EL HILADO DE QUESO MOZZARELLA.

Detalles	Precio unidad	Cantidad	Subtotal
Motores con reductores de velocidad	850	2	1700
Estructuras rectangulares de acero inoxidable AISI 304	450	2	900
Planchas de acero inoxidable AISI 304	500	2	1000
Ejes, piñones y pernos de acero inoxidable			200
Cadena	80	1	80
Soportes de caucho	10	20	200
Panel y sistema eléctrico	500	1	500
Mano de obra	-	-	1000
Costo total, dólares			5580

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden realizar en base al empleo del prototipo semiautomático para el hilado del queso mozzarella, serían las siguientes:

- Para el procesamiento de 40 kg de masa de queso mozzarella con la máquina hiladora se requiere de una sola persona, a diferencia del método manual que se lo realiza con 3 personas, por lo que se establece un ahorro en el costo de mano de obra de 2.24 ± 0.04 dólares.
- En el tiempo de procesamiento del hilado se estableció que con el uso de la máquina para hilar 40 kg de masa de queso se requiere de 12.21 ± 0.41 minutos, a diferencia que cuando se lo realiza manualmente que es de 24.32 ± 0.32 minutos, consiguiéndose reducir el tiempo de procesamiento en 12.13 ± 0.50 minutos.
- Como características especiales que presenta la maquina es que produce una emisión de ruidos de 75.32 ± 1.11 dB, que se considerable aceptable a nivel de trabajo industrial, un consumo de energía de 0.46 ± 0.02 kw por cada 40 kg de masa procesada, con un costo de 0.042 ± 0.001 dólares.
- El costo de construcción del equipo a nivel de fábrica es de 5580 dólares, pudiendo esta inversión ser fácilmente recuperable, por cuanto con su empleo existen ahorros de tiempo de proceso, menor costo de mano de obra y el consumo de energía es relativamente bajo.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que pueden efectuarse en base a la evaluación del prototipo pueden ser las siguientes:

- Utilizar el hilador semiautomático (prototipo) para el amasado e hilado del queso mozzarella, por cuanto con su empleo se reducen los tiempos de proceso, existe un ahorro significativo en el costo de mano de obra y un bajo consumo energético, en comparación con el procesamiento manual.
- El personal que trabaje con este equipo debe utilizar protectores auriculares para atenuar el nivel sonoro que produce la maquina hiladora y de esta manera evitar la presencia de enfermedades industriales ocasionadas por el ruido.
- Mejorar el diseño de este prototipo para que se incluya una fuente de vapor de agua caliente automática, ya que durante el amasado e hilado se requiere que la masa del queso permanezca entre 60 a 70 °C.

VII. LITERATURA CITADA

1. CARNERO, J. 2012. La mozzarella, tradición entre la vanguardia y el clasicismo. Disponible en <http://www.directoalpaladar.com/cultura-gastronomica/la-mozzarella-tradicion-entre-la-vanguardia-y-el-clasicismo>.
2. DELANI. 2016. Malaxadoras DWDH-200/300. Disponible en http://www.delani.biz/producto_pdf/2743402_ACT-101-MLX%20Malaxadora%20DWDH.pdf.
3. GARCÍA, O. Y OCHOA, I. 2015. Preparación del queso mozzarella. Servicio Nacional de Aprendizaje “SENA” Bogotá, Colombia. Disponible en http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b6_car3.pdf
4. HERNÁNDEZ, C. 2016. 5 propiedades del queso. Disponible en <http://enforma.salud180.com/nutricion-y-ejercicio/5-propiedades-del-queso>.
5. <http://alimentos.org.es>. 2016. Queso mozzarella. Alimentos. Información general acerca del queso mozzarella. Disponible en <http://alimentos.org.es/queso-mozzarella>.
6. <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>. 2014. Elaboración de Queso Mozzarella. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Disponible en http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/18911/mod_resource/content/1/QUESO%20MOZZARELLA%202014.pdf.
7. <http://gastronomiaycia.republica.com>. (2008). Queso Mozzarella, ¿de búfala o de vaca?. Disponible en <http://gastronomiaycia.republica.com/2008/03/02/queso-mozzarella-de-bufala-o-de-vaca/>

8. <http://historico.agenciadenoticias.unal.edu.co>. 2016. Hiladora de queso. Disponible en <http://historico.agenciadenoticias.unal.edu.co/matices/ediciones/2/14.html>
9. <http://www.almacsrl.com>. 2016. Hiladoras de vapor. FV 100. Disponible en http://www.almacsrl.com/es/categories/Productos_%3E_Producci%C3%B3n_de_quesos_clipados_%3E_Hiladoras_de_vapor.xhtml.
10. <http://www.ecured.cu>. 2015. Queso Mozzarella. Disponible en http://www.ecured.cu/Queso_Mozzarella
11. <http://www.ehu.eus>. 2003. Efectos fisiológicos del ruido. Curso de Acústica creado por GA. © Copyright 2003. Disponible en <http://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/efectos%20y%20normativa/efectos%20y%20normativa.html>
12. <http://www.haciendacochaucoecuador.com>. 2016. Historia del queso en el Ecuador. Hacienda Cochaucó. Disponible en <http://www.haciendacochaucoecuador.com/historia-del-queso-en-el-ecuador/>
13. <http://www.jmcpri.net>. 2012. Ruido. Disponible en <http://www.jmcpri.net/GLOSARIO/RUIDO.htm>.
14. <http://www.poncelet.es>. 2016. Origen del queso. Disponible en <http://www.poncelet.es/enciclopedia-del-queso/historia.html>
15. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2007. Norma del Codex para la Mozzarella. Codex Stan 262-2007. Quito, Ecuador. Disponible en <http://www.fenagh.net/Publicaciones/CODEX/Norma%20codex%20para%20mozzarella.pdf>.
16. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2012. Norma

general para quesos frescos no madurados. Requisitos. Norma NTE INEN 1528:2012. Quito, Ecuador. Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1528.2012.pdf>.

17. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2013. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2829 2013-11. Norma general para el queso (CODEX STAN 283-1978, MOD). Quito, Ecuador.
18. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2011. Queso Mozzarella. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0082. Quito, Ecuador. Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0082.2011.pdf>.
19. LICATA, M. 2016. Los quesos. Composición, elaboración y propiedades nutricionales. Disponible en <http://www.zonadiet.com/comida/queso.htm>.
20. OBANDO, R. 2013. Presupuesto de mano de obra. Disponible en <https://prezi.com/ngria-fibqar/presupuesto-de-mano-de-obra/>
21. PENCUE, O. 2008. Elaboración de queso. Quesos hilados. Popayán, Colombia. Disponible en <http://oscarpencue.blogspot.com/2008/01/queso-hilados-la-caracterstica.html>.
22. RINCÓN, E. 2005. Análisis de la interpelación hombre-máquina y su incidencia en la programación de la producción. Tesis de Grado. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Disponible en <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/4661/2/117932.pdf>.
23. SALAZAR, B. 2015. Aplicación del tiempo estándar. Disponible en <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/aplicación-del-tiempo-estándar/>.

24. SOTO, J. 2016. Máquinas malaxadoras, para quesos de pasta hilada o cocida. Patente N° 234929 Grupo Lactis. Aguascalientes, México. Disponible en <http://grupolactis.jimdo.com/maquinaria/malaxadoras/>

ANEXOS

Anexo 1. Resultados experimentales de la valoración de las características del hilado del queso mozarela en base a 40 kg de queso.

Tiempo de hilado, minutos		Ahorro tiempo, minutos	Emisión de ruido, dB	Consumo energía, kw	Costo consumo energía, dólares	Costo mano de obra, dólares		
Manual	Prototipo					Manual	Prototipo	Ahorro
24,41	12,10	12,31	75	0,454	0,041	2,700	0,446	2,254
24,32	12,02	12,30	74	0,451	0,041	2,690	0,443	2,247
24,11	12,11	12,00	76	0,454	0,041	2,667	0,447	2,221
24,30	12,07	12,23	75	0,453	0,041	2,688	0,445	2,243
23,27	12,05	11,22	76	0,452	0,041	2,574	0,444	2,130
24,44	12,11	12,33	76	0,454	0,041	2,704	0,447	2,257
24,41	12,17	12,24	77	0,456	0,042	2,700	0,449	2,252
24,27	12,22	12,05	76	0,458	0,042	2,685	0,451	2,234
24,35	12,04	12,31	78	0,452	0,041	2,694	0,444	2,250
25,03	12,25	12,78	74	0,459	0,042	2,769	0,452	2,317
24,37	12,23	12,14	73	0,459	0,042	2,696	0,451	2,245
24,42	12,19	12,23	75	0,457	0,042	2,701	0,450	2,252
24,55	12,22	12,33	76	0,458	0,042	2,716	0,451	2,265
24,41	12,11	12,30	75	0,454	0,041	2,700	0,447	2,254
24,38	12,15	12,23	77	0,456	0,041	2,697	0,448	2,249
24,39	12,12	12,27	75	0,455	0,041	2,698	0,447	2,251
23,53	12,09	11,44	75	0,453	0,041	2,603	0,446	2,157
24,35	12,14	12,21	76	0,455	0,041	2,694	0,448	2,246
24,45	12,16	12,29	75	0,456	0,041	2,705	0,448	2,256
24,44	12,11	12,33	74	0,454	0,041	2,704	0,447	2,257
24,51	12,05	12,46	75	0,452	0,041	2,711	0,444	2,267
24,47	12,13	12,34	75	0,455	0,041	2,707	0,447	2,260
24,49	12,07	12,42	74	0,453	0,041	2,709	0,445	2,264
24,41	12,11	12,30	76	0,454	0,041	2,700	0,447	2,254
24,38	14,14	10,24	75	0,530	0,048	2,697	0,521	2,176

354 dólares mensuales representan 9600 minutos de trabajo (40 horas *60 minutos*4 semanas).

Anexo 2. Análisis estadísticos de los resultados experimentales de la valoración de las características del hilado del queso mozarella en base a 40 kg de queso.

<u>Tiempo de hilado manual, minutos</u>	<u>Tiempo de hilado manual, minutos</u>	
24,41	Media	24,34
24,32	Error típico	0,06
24,11	Mediana	24,41
24,30	Moda	24,41
23,27	Desviación estándar	0,32
24,44	Varianza de la muestra	0,10
24,41	Curtosis	6,17
24,27	Coficiente de asimetría	-1,87
24,35	Rango	1,76
25,03	Mínimo	23,27
24,37	Máximo	25,03
24,42	Suma	608,46
24,55	Cuenta	25,00
24,41	Coficiente de variación	1,33
24,38		
24,39		
23,53		
24,35		
24,45		
24,44		
24,51		
24,47		
24,49		
24,41		
24,38		

Tiempo de hilado prototipo, minutos

	<u>Tiempo de hilado prototipo, minutos</u>	
12,10		
12,02	Media	12,21
12,11	Error típico	0,08
12,07	Mediana	12,11
12,05	Moda	12,11
12,11	Desviación estándar	0,41
12,17	Varianza de la muestra	0,17
12,22	Curtosis	23,72
12,04	Coficiente de asimetría	4,82
12,25	Rango	2,12
12,23	Mínimo	12,02
12,19	Máximo	14,14
12,22	Suma	305,16
12,11	Cuenta	25,00
12,15	Coficiente de variación	3,34
12,12		
12,09		
12,14		
12,16		
12,11		
12,05		
12,13		
12,07		
12,11		
14,14		

Ahorro de tiempo, minutos
12,31
12,30
12,00
12,23
11,22
12,33
12,24
12,05
12,31
12,78
12,14
12,23
12,33
12,30
12,23
12,27
11,44
12,21
12,29
12,33
12,46
12,34
12,42
12,30
10,24

<i>Ahorro de tiempo, minutos</i>	
Media	12,13
Error típico	0,10
Mediana	12,29
Moda	12,30
Desviación estándar	0,50
Varianza de la muestra	0,25
Curtosis	8,83
Coficiente de asimetría	-2,76
Rango	2,54
Mínimo	10,24
Máximo	12,78
Suma	303,30
Cuenta	25,00
Coficiente de variación	4,10

Costo de mano de obra del hilado manual, dólares/40 kg

2,700		
2,690	<u>Costo de mano de obra del hilado manual, dólares/40 kg</u>	
2,667	Media	2,692
2,688	Error típico	0,007
2,574	Mediana	2,700
2,704	Moda	2,700
2,700	Desviación estándar	0,036
2,685	Varianza de la muestra	0,001
2,694	Curtosis	6,179
2,769	Coefficiente de asimetría	-1,873
2,696	Rango	0,195
2,701	Mínimo	2,574
2,716	Máximo	2,769
2,700	Suma	67,309
2,697	Cuenta	25,000
2,698	Coefficiente de variación	1,331
2,603		
2,694		
2,705		
2,704		
2,711		
2,707		
2,709		
2,700		
2,697		

Costo de mano de obra del hilado con el prototipo, dólares/40 kg

0,446		
0,443	<u>Costo de mano de obra del hilado con el prototipo, dólares/40 kg</u>	
0,447	Media	0,450
0,445	Error típico	0,003
0,444	Mediana	0,447
0,447	Moda	0,447
0,449	Desviación estándar	0,015
0,451	Varianza de la muestra	0,000
0,444	Curtosis	23,539
0,452	Coefficiente de asimetría	4,789
0,451	Rango	0,078
0,450	Mínimo	0,443
0,451	Máximo	0,521
0,447	Suma	11,255
0,448	Cuenta	25,000
0,447	Coefficiente de variación	3,320
0,446		
0,448		
0,448		
0,447		
0,444		
0,447		
0,445		
0,447		
<u>0,521</u>		

Ahorro en mano de obra, dólares/40 kg de queso

2,254

2,247

2,220

2,243

2,130

2,257

2,251

2,234

2,250

2,317

2,245

2,251

2,265

2,253

2,249

2,251

2,157

2,246

2,257

2,257

2,267

2,260

2,264

2,253

2,176

Ahorro en mano de obra, dólares/40 kg de queso

Media 2,242

Error típico 0,007

Mediana 2,251

Moda 2,257

Desviación estándar 0,037

Varianza de la muestra 0,001

Curtosis 3,708

Coefficiente de asimetría -1,590

Rango 0,187

Mínimo 2,130

Máximo 2,317

Suma 56,054

Cuenta 25,000

Coefficiente de variación 1,672

Emisión de ruidos, dB

75
74
76
75
76
76
77
76
78
74
73
75
76
75
77
75
75
76
75
74
75
75
74
76
75

Emisión de ruidos, dB

Media	75,32
Error típico	0,22
Mediana	75,00
Moda	75,00
Desviación estándar	1,11
Varianza de la muestra	1,23
Curtosis	0,51
Coefficiente de asimetría	0,30
Rango	5,00
Mínimo	73,00
Máximo	78,00
Suma	1883,00
Cuenta	25,00
Coefficiente de variación	1,47

Consumo de energía, kw

0,454
0,451
0,454
0,453
0,452
0,454
0,456
0,458
0,452
0,459
0,459
0,457
0,458
0,454
0,456
0,455
0,453
0,455
0,456
0,454
0,452
0,455
0,453
0,454
0,53

Consumo de energía, kw

Media	0,458
Error típico	0,003
Mediana	0,454
Moda	0,454
Desviación estándar	0,015
Varianza de la muestra	0,000
Curtosis	23,827
Coficiente de asimetría	4,831
Rango	0,079
Mínimo	0,451
Máximo	0,530
Suma	11,444
Cuenta	25,000
Coficiente de variación	3,323

Costo consumo de energía, dólares/40 kg de queso

0,041

0,041

Costo consumo de energía, dólares/40 kg de queso

0,041

Media 0,042

0,041

Error típico 0,000

0,041

Mediana 0,041

0,041

Moda 0,041

0,042

Desviación estándar 0,001

0,042

Varianza de la muestra 0,000

0,041

Curtosis 19,966

0,042

Coefficiente de asimetría 4,295

0,042

Rango 0,007

0,042

Mínimo 0,041

0,042

Máximo 0,048

0,041

Suma 1,038

0,041

Cuenta 25,000

0,041

Coefficiente de variación 3,415

0,041

0,041

0,041

0,041

0,041

0,041

0,041

0,041

0,048

Anexo 3. Análisis mediante la prueba de t`Student de las características del hilado manual frente al empleo del prototipo.

Tiempo de hilado, minutos				
Manual	Prototipo			
24,41	12,10			
24,32	12,02	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
24,11	12,11			
24,30	12,07			
23,27	12,05		<i>Manual</i>	<i>Prototipo</i>
24,44	12,11	Media	24,34	12,21
24,41	12,17	Varianza	0,10	0,17
24,27	12,22	Desviación estándar	0,32	0,41
24,35	12,04	Observaciones	25,00	25,00
25,03	12,25	Coeficiente de variación	1,33	3,34
24,37	12,23	Diferencia hipotética de las medias	0,00	
24,42	12,19	Grados de libertad	24,00	
24,55	12,22	Estadístico t	122,09	
24,41	12,11	P(T<=t) una cola	2,40E-35	
24,38	12,15			
24,39	12,12			
23,53	12,09			
24,35	12,14			
24,45	12,16			
24,44	12,11			
24,51	12,05			
24,47	12,13			
24,49	12,07			
24,41	12,11			
24,38	14,14			

Costo mano de obra

Manual	Prototipo
2,7	0,446
2,69	0,443
2,667	0,447
2,688	0,445
2,574	0,444
2,704	0,447
2,7	0,449
2,685	0,451
2,694	0,444
2,769	0,452
2,696	0,451
2,701	0,45
2,716	0,451
2,7	0,447
2,697	0,448
2,698	0,447
2,603	0,446
2,694	0,448
2,705	0,448
2,704	0,447
2,711	0,444
2,707	0,447
2,709	0,445
2,7	0,447
2,697	0,521

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	Manual	Prototipo
Media	2,69	0,45
Varianza	0,00	0,00
Desviación estándar	0,04	0,01
Observaciones	25,00	25,00
Coefficiente de variación	1,33	3,32
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	24,00	
Estadístico t	299,05	
P(T<=t) una cola	1,12E-44	