

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Proyecto Final de Graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos para
optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos

**Evaluación de las condiciones actuales de procesamiento y la eficacia de la etapa de
salado en queso Bagaces producido de forma artesanal, para el establecimiento de
recomendaciones técnicas transferibles al sector productivo mediante una
capacitación.**

Elaborado por:

Lourdes Chacón Quirós

Carné: B11777

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

Marzo, 2019

Tribunal Examinador

Proyecto de graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Elaborado por:
Lourdes Chacón

Aprobado por:



M.Sc. Carmela Velázquez Carillo
Presidente del Tribunal



PhD. Eric Wong González
Director del Proyecto



Dra. Jessie Usaga Barrientos
Asesora del Proyecto



Lic. Diana Víquez Barrantes
Asesora del Proyecto



Lic. Gabriela Davidovich Young
Profesor Designado

Derechos de propiedad intelectual

La información generada en este proyecto es de uso público

Dedicatoria

*A Dios porque sin su gracia no hubiera sido posible concluir este proyecto
y a mis padres, este trabajo también ha sido de ustedes.*

Agradecimientos

Agradezco a Dios en primer lugar, por permitirme recibir una formación integral, y por la gracia y fuerza que ha derramado en mí para poder culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis papás, gracias por apoyarme en todo momento, por brindarme los recursos económicos para estudiar, pero sobre todo porque este logro es también de ustedes que hasta en giras estuvieron conmigo.

A Mari, Elías y Ani, porque en ustedes siempre tuve el ejemplo a seguir, especialmente en la excelencia académica.

A mi comité, Eric, Diana y Jessie; su apoyo incondicional fue primordial para que concluyera este proyecto. Por sus palabras de ánimo, recomendaciones y respuestas a todas mis inquietudes. Pero gracias sobre todo por su tiempo, porque no importó el día o la hora, estuvieron ahí para mí.

A ILSI Mesoamérica, gracias por el grado de confianza otorgado, por la contribución económica al proyecto y su disposición en todo momento a colaborar, y gracias también por buscar apoyar a los pequeños productores de la región.

A los productores de queso Bagaces, sin su apertura a participar y su deseo de aprender y mejorar, este proyecto no hubiera sido posible.

A Marce, gracias por ser mi compañera de trabajo durante todo este proceso. Todas las madrugadas valieron la pena.

A Camacho, Alonso, Vanny, Giovanni, Luis y el personal del laboratorio de Química del CITA por colaborarme en todo momento en las distintas pruebas que tuve que realizar.

A todos mis amigos, compañeros y hermanas de grupo pastoral que de una u otra forma me acompañaron en este proceso: los fines de semana en las pruebas experimentales, con palabras de ánimo o con sus oraciones; me sentí respaldada por ustedes.

Índice General

Tribunal Examinador	i
Derechos de propiedad intelectual	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice General	v
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras	viii
Abreviaturas	ix
Resumen	x
1. JUSTIFICACIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo General.....	4
2.2. Objetivos Específicos.....	4
3. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1. Antecedentes y situación actual del queso Bagaces en Costa Rica	5
3.2. Caracterización del queso Bagaces	6
3.3. Proceso de elaboración del queso Bagaces	7
3.4. Factores de riesgo para la inocuidad que están asociados con el queso Bagaces ..	11
3.5. Medidas de control en el procesamiento del queso Bagaces	13
3.6. Evaluación de la probabilidad de crecimiento de microorganismos patógenos mediante el software Cheese Stability Predictor.	16
4. MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. Localización.....	17
4.2. Materias Primas	18
4.3. Actividades preliminares	18
4.3.1. Búsqueda y selección de los productores artesanales de queso Bagaces	18
4.3.2. Desarrollo de la herramienta para realizar el diagnóstico en queserías	19
4.4. Metodología	19
4.4.1. Evaluación de las condiciones actuales de procesamiento	19

4.4.2. Determinación de la eficacia de la etapa de salado	21
4.4.3. Transferencia de los resultados	25
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5.1. Evaluación de las condiciones actuales de procesamiento	27
5.1.1. Caracterización del proceso de elaboración de queso.....	27
5.1.2. Caracterización fisicoquímica del queso.....	36
5.2. Determinación de la eficacia del salado.....	38
5.2.1. Proceso para elaboración del queso Bagaces y ajustes en el proceso	38
5.2.2. Determinación de la inocuidad del queso	41
5.3. Transferencia de los resultados	47
5.3.1. Desarrollo del taller del taller de capacitación	47
5.3.2. Evaluación del taller.....	51
6. CONCLUSIONES	55
7. RECOMENDACIONES	56
8. BIBLIOGRAFÍA.....	57
9. ANEXOS.....	61
9.1. Guía de proceso para la elaboración de queso Bagaces.....	61
9.2. Flujos de proceso de la producción de queso Bagaces de los productores visitados.....	71
9.3. Material de apoyo para el taller de capacitación.....	74
9.3.1. Portada.....	74
9.3.2. Presentación	75
9.3.3. Informe de BPM.....	78
9.3.4. Guía de proceso.....	80
9.4. Evaluaciones de la capacitación.....	86
9.4.1. Evaluación inicial.....	86
9.4.2. Evaluación final	87

Índice de cuadros

Cuadro I. Microorganismos regulados en quesos frescos, no madurados y requesón.....	7
Cuadro II. Parámetros microbiológicos para leche fluida permitidos en la leche que se comercialice directamente para el consumo humano.....	14
Cuadro III. Condiciones de pH y Aw en las que la probabilidad de crecimiento de los microorganismos disminuye.....	15
Cuadro IV. Información de los productores seleccionados para aplicar diagnóstico de la producción artesanal de queso tipo Bagaces.....	18
Cuadro V. Tratamientos evaluados para determinar el efecto del salado en la inocuidad del queso seco Bagaces.....	24
Cuadro VI. Resultados de la evaluación del cumplimiento de BPM realizada a los productores nacionales de queso Bagaces.....	28
Cuadro VII. Diferencias observadas en el proceso de elaboración de queso Bagaces de los distintos productores.....	33
Cuadro VIII. Valores promedio de las propiedades químicas de los quesos elaborados por los productores evaluados y la probabilidad de crecimiento de patógenos de referencia para quesos almacenados a temperaturas mayores a los 5°C.....	36
Cuadro IX. Probabilidad de crecimiento de <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>E. coli O157:H7</i> y <i>S. aureus</i> en queso Bagaces almacenado a temperatura ambiente.....	44
Cuadro X. Tiempo estimado, para cada tratamiento evaluado, en que el queso Bagaces deberá permanecer en sal para alcanzar un Aw de 0,83.....	45
Cuadro XI. Información general del taller impartido a los productores de queso Bagaces.....	47
Cuadro XII. Descripción del programa del taller de capacitación impartido a los productores de queso Bagaces.....	48
Cuadro XIII. Número de operarios que participaron de las capacitaciones y lugar donde se desarrolló la actividad.....	49
Cuadro XIV. Número de aciertos promedio y notas promedio alcanzadas en la evaluación inicial y final aplicadas a los 27 participantes del taller de capacitación.....	51
Cuadro XV. Calificación global asignada por los participantes de la actividad de capacitación.....	52

Índice de figuras

Figura 1. Flujo de proceso utilizado en la elaboración de queso seco Bagaces.....	22
Figura 2. Diseño curricular del taller de capacitación impartido a los productores de queso Bagaces.....	26
Figura 3. Cumplimiento porcentual alcanzado por los productores artesanales de queso Bagaces en las distintas categorías evaluadas en la guía de inspección de BPM del RTCA 67.01.33:06.....	29
Figura 4. Defectos hallados en los quesos elaborados en la primera prueba experimental.....	39
Figura 5. Defectos hallados en los quesos elaborados en la segunda y definitiva prueba experimental.....	40
Figura 6. Curvas de Aw en el tiempo de salado para el Aw promedio de los tratamientos evaluados a nivel de Planta Piloto.....	41
Figura 7. Curvas de pH en el tiempo de salado para el pH promedio de los tratamientos evaluados a nivel de Planta Piloto.....	42
Figura 8. Sesiones de capacitación impartidas a los productores artesanales de queso Bagaces.....	50
Figura 9. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P1.....	71
Figura 10. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P2.....	71
Figura 11. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P3.....	72
Figura 12. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P4.....	72
Figura 13. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P5.....	73
Figura 14. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P6.....	73

Abreviaturas

AHAW (por sus siglas en inglés): EFSA Panel on Animal Health and Welfare

ANDEVA: Análisis de Varianza

Aw: Actividad del agua

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura

CITA: Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

CNP: Consejo Nacional de Producción

CNPL: Cámara Nacional de Productores de Leche

CODEX:

FAO (por sus siglas en inglés): “Food and Agriculture Organization”

FDA (por sus siglas en inglés): “Food and Drug Administration”

h: horas

g: gramos

H₂O: Agua

IFT: International Food Technology

ILSI: International Life Sciences Institute

NaCl: Cloruro de Sodio

NDSC: National Disease Surveillance Centre

RTCR: Reglamento Técnico Costa Rica

SEPSA: Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria

UFC: Unidades Formadoras de Colonia

% WPS (por sus siglas en inglés): Porcentaje de sal en fase acuosa.

< : menor que

°C: grados Celcius

Resumen

Chacón Quirós, Lourdes

Evaluación de las condiciones actuales de procesamiento y la eficacia de la etapa de salado en queso Bagaces producido de forma artesanal, para el establecimiento de recomendaciones técnicas transferibles al sector productivo mediante una capacitación.

Tesis en Ingeniería de Alimentos, San José, CR.:

L Chacón Q., 2019

50h.: 14 il. – 71 ref.

El presente trabajo de investigación evaluó las condiciones actuales del procesamiento y el efecto del salado sobre el aseguramiento de la inocuidad del queso Bagaces artesanal producido en Costa Rica. Participaron 6 productores, a quienes se les aplicó una herramienta de diagnóstico desarrollada con base en la tabla de evaluación del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06. Se obtuvo como resultado que ninguno de los establecimientos cuenta con los requisitos mínimos de BPM que exige el reglamento para funcionar. Las oportunidades de mejora se centran en la infraestructura, el uso correcto del uniforme y la implementación de programas escritos que regulen los procesos de limpieza y desinfección, el manejo de desechos sólidos y el control de plagas.

Se analizó, fisicoquímicamente, una muestra de queso de cada productor. Se obtuvo un rango de humedad de 28,87 % a 40,88 %, de pH entre 4,77 y 5,54, de A_w entre 0,7614 y 0,9332 y de contenido de sal entre 1,32% en masa y 7,39% en masa. Dado los valores de pH y A_w se recomendó almacenar el queso en refrigeración. Estos evidenciaron la probabilidad de crecimiento de los microorganismos patógenos de referencia (*L. monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *E. coli O157:H7* y *S. aureus*) en el queso almacenado a temperatura ambiente. Además, la variabilidad observada en los parámetros medidos refleja la falta de un proceso estandarizado que se evidenció al observar que cada productor sigue un flujo de proceso distinto.

Se elaboraron 3 lotes independientes de queso Bagaces a escala piloto para evaluar el comportamiento del A_w y el pH a lo largo de 60 días en sal en cuatro tratamientos: bloque de queso en seco y en salmuera y cubo de queso en seco y salmuera. Se calculó el tiempo que el queso debe permanecer en sal para alcanzar un A_w de 0,83, parámetro que permite controlar el crecimiento de *S.aureus*, microorganismo más crítico porque resiste más a la sal,

y se estimó la probabilidad de crecimiento de los microorganismos patógenos de referencia con el software “Cheese Shelf Stability Predictor” de la Universidad de Wisconsin-Madison. El tratamiento más eficiente fue el cubo en salmuera (6 ± 4 días) pero la variabilidad asociada al experimento no permitió observar diferencias significativas en los tiempos. Sin embargo, independientemente del tratamiento evaluado, la probabilidad de que los microorganismos de referencia mencionados puedan desarrollarse es del 100% por lo tanto, el queso debe almacenarse desde el día 0 en condiciones de refrigeración. Resulta además imprescindible realizar la pasteurización de la leche y aplicar un control estricto de las BPM para no comprometer la inocuidad del queso.

Se impartieron talleres de capacitación para transferir los resultados de la investigación. Se reforzaron conceptos teóricos importantes y se entregó una guía de proceso que resume las condiciones idóneas para producir el queso Bagaces. Los participantes del taller demostraron interés en las actividades planeadas y expresaron un alto grado de satisfacción con el desarrollo de éste. Las evaluaciones aplicadas permitieron comprobar que los participantes adquirieron nuevos conocimientos aplicables a su labor diaria ya que se observó un aumento significativo en el número de aciertos promedio.

QUESO BAGACES; SALADO, INOCUIDAD; AW; PH

Dr. Eric Wong, Director del Proyecto
Escuela de Tecnología de Alimentos

1. JUSTIFICACIÓN

El mercado lácteo en Costa Rica y Centroamérica ha aumentado en los últimos años. Entre 1980 y el 2012 se estableció un crecimiento anual promedio en la producción de leche del 7% (Muñoz & Zamora, 2013) y para el 2016, la producción anual de leche del país alcanzó los 1,135 millones de litros, tres millones de litros diarios (Madriz, 2017). Según datos de la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), la producción de leche representa un 9,9% del valor agregado agropecuario, lo que genera trescientos trece mil ciento setenta millones de colones (₡ 313.170.000) (Madriz, 2015).

La mayor parte de esa producción es comercializada como leche fluida, sin embargo, la necesidad de preservarla, así como las exigencias del consumidor, han generado también un crecimiento en la producción de derivados lácteos, donde el queso es el principal producto. Según datos de la Cámara Nacional de Productores de Leche (CNPL), el queso representa el 18% de los productos lácteos comercializados, siendo la leche fluida el principal con un 62% (Coto, 2018).

En el 2017, según datos de la CNPL, el sector informal transformó aproximadamente el 40 % de la leche producida (Coto, 2018) y de ésta, el 75 % se destinó a la producción de quesos de forma artesanal, mientras que el restante se comercializa principalmente como natilla y mantequilla (Zúñiga *et al.*, 2005).

El sector informal artesanal se compone de explotaciones familiares de larga tradición, que trabajan con ordeño manual y, por lo general, con un bajo nivel tecnológico de procesamiento. Además, se caracteriza por tener poca diversidad de quesos y donde el procesamiento se interpreta más como un mecanismo de conservación del producto que como un intento formal de darle un valor agregado. Fue de esta forma que en Costa Rica se inició la producción de quesos frescos, sin embargo, mientras la producción industrial se ha fortalecido, este sector se ha quedado estático en cuanto a infraestructura o capacitación tecnológica (Barrientos & Villegas, 2010).

De acuerdo con un estudio realizado por el Consejo Nacional de Producción (CNP), en su mayoría se presentan deficiencias de infraestructura que, sumado al uso de leche sin pasteurizar, pueden poner en riesgo la salud del consumidor. Además, este estudio reveló que para un mismo tipo de queso hay gran variación en los procesos de producción entre las

fincas productoras, ya que algunos hacen uso de tinas de maderas, otros de plástico o de acero inoxidable y algunos salan en seco mientras otros hacen uso de salmuera (MAG, s.f).

En la actualidad, de los diferentes tipos de queso blanco típicos de Costa Rica, el queso Bagaces se continúa elaborando a partir de leche cruda, en establecimientos que incumplen las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), con personal poco capacitado y con menos de 30 días en contacto con sal. Este queso se empezó a desarrollar a finales del siglo XVIII, en zonas rurales del país donde no se contaba con electricidad ni sistemas de refrigeración, para ofrecer un producto lácteo que se conservara por mucho más tiempo a temperatura ambiente, partiendo del salado como el método de conservación (Anónimo, 2015).

Producto de la etapa de salado al que se somete, el queso Bagaces se caracteriza por su alto contenido de sal, sin embargo, éste puede variar según los días de almacenamiento y contacto con la sal. Un estudio realizado por Lorenzini (1994), reportó valores máximos del 5% de NaCl con 103 días en sal (aproximadamente 15 semanas), alcanzando un equilibrio a los 46 días. Se sabe que grandes concentraciones de sal favorecen el desuerado del queso, es decir, un bajo contenido de humedad disminuye la actividad del agua y asimismo la actividad microbiana (Ramírez *et al.*, 2017). Basado en este fundamento, es que el sector artesanal de queso Bagaces tiene la creencia popular de que la etapa de salado es suficiente para asegurar la inocuidad de este producto lácteo almacenado a temperatura ambiente.

A la fecha, no hay estudios que determinen el tiempo necesario de exposición del bloque de queso en la sal para asegurar una completa y homogénea distribución de ésta en él, de forma que asegure la calidad e inocuidad del producto terminado. Por su parte, el nivel de sal necesario para proporcionar una inactivación microbiana completa en el queso depende además de la forma, tamaño y contenido de agua del queso (Pintado *et al.*, 2015). Hay microorganismos capaces de sobrevivir en medios con concentraciones elevadas de sal. Por ejemplo, *Staphylococcus aureus* sobrevive en concentraciones de NaCl de 6,5%, *Listeria monocytogenes* puede crecer en presencia del 10% de NaCl (FDA, 2001) y *Coxiella burnetii* alrededor de 10% de NaCl, sin embargo, la pasteurización (a 65°C por 30 minutos), es el tratamiento más efectivo para reducir la carga microbiana de estos microorganismos en la leche cruda (EFSA, 2010).

Debido a lo anterior, la FAO (2016) considera la pasteurización como el principal factor determinante de la inocuidad en el procesamiento de la leche para la elaboración de

productos lácteos. Mientras que la FDA estableció un mínimo de 60 días de maduración para los quesos producidos a partir de leche cruda (FDA, 2016c), este mínimo de tiempo se estableció con base en los resultados de varios estudios realizados en quesos elaborados a partir de leche cruda donde se demostró que luego de este tiempo, los quesos contenían niveles muy bajos de *E.coli* O157:H7, *L. monocytogenes* y *Salmonella* spp (D'Amico *et al.*, 2010; D'Amico *et al.*, 2014). Los cambios de las propiedades fisicoquímicas, como la disminución de pH o A_w , así como la competencia con otros microorganismos, puede ser la causante de la muerte de estos microorganismos patógenos a los 60 días, sin embargo, cabe mencionar que la reducción microbiana varía dependiendo del tipo de patógeno, de la carga inicial, así como de las condiciones de procesamiento (Yoon *et al.*, 2016).

La capacidad de algunos microorganismos de crecer en medios con altas concentraciones de sal (FDA, 2001; EFSA, 2010), sumado a prácticas de manufactura deficientes durante la elaboración del queso, pone de manifiesto la necesidad de ejercer controles más rigurosos sobre los establecimientos que elaboran queso seco de forma artesanal para evitar el crecimiento de microbiota normal o contaminaciones post proceso que puedan afectar la salud de los consumidores. Por esta razón, bajo el marco de una iniciativa propiciada por el “International Life Science Institute” (ILSI, por sus siglas en inglés)-Mesoamérica, en la presente investigación se estudió el procesamiento y las características del queso seco, conocido en Costa Rica como queso Bagaces, con el fin de generar evidencia científica que permitiera determinar si el proceso de salado que actualmente se aplica en la elaboración de este tipo de queso es eficaz para garantizar la producción de un producto inocuo.

Es importante resaltar que los resultados de la presente investigación fueron además transferidos, mediante una capacitación, al sector lácteo de interés con el fin de orientar la elaboración de queso Bagaces inocuo en beneficio de los consumidores y favoreciendo a su vez el crecimiento y desarrollo del sector quesero artesanal en el país y en el resto de la Región Mesoamericana.

Las actividades en las plantas artesanales deben ser estimuladas ya que representan un factor económico positivo para las comunidades rurales. Por esta razón, conocer las principales debilidades en el sector con miras a ofrecer mejoras en el procesamiento, ayudará a revalorizar e impulsar la producción de este tipo de queso.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar las condiciones actuales de procesamiento y la eficacia de la etapa de salado en queso Bagaces producido de forma artesanal, para el establecimiento de recomendaciones técnicas transferibles al sector productivo mediante una capacitación.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones actuales de procesamiento artesanal de queso Bagaces producido en Costa Rica para definir los parámetros de inocuidad críticos en su procesamiento.
- Determinar la eficacia del salado para asegurar la inocuidad del queso Bagaces producido de forma artesanal.
- Establecer, con base en los resultados de la investigación, recomendaciones técnicas transferibles al sector productivo mediante una capacitación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes y situación actual del queso Bagaces en Costa Rica

El queso Bagaces tiene su origen en la zona de Bagaces, Guanacaste y de acuerdo con la investigación realizada por Sedó (2012), este queso se elaboró por primera vez en la Villa de Bagaces. La producción de este queso data a finales del siglo XVIII, con el surgimiento de las grandes haciendas ganaderas y nace como una alternativa de aprovechamiento de la leche debido a la escasez de sistemas de refrigeración. Durante la época de invierno, se daba una sobre producción de leche y si bien ya se desarrollaba la producción de queso fresco, el mal estado de los caminos no permitía la comercialización de éste y por la falta de sistemas de refrigeración se dificultaba su conservación por un tiempo prolongado. Es de esta manera que el queso Bagaces, al conservarse en sal, permitía que el queso se almacenara a temperatura ambiente desde 23 días hasta un año (Solís, 2016). Debido al alto contenido de cloruro de sodio (NaCl) el principal uso que se le dio y que actualmente se mantiene, es en la elaboración de productos de panadería y repostería propia de la zona de Guanacaste como rosquillas, pan tipo baguette, entre otros (Chávez, 1997).

En la elaboración del queso se utilizaban canoas de madera de “Pochote”, fabricadas por los mismos peones, ya que ésta poseía las características de dureza y resistencia necesarias y no transmitía olores al producto. El salado del queso se hacía en seco, es decir, los bloques se cubrían superficialmente de sal, de manera que al estibar varios bloques de queso la sal evitaba el contacto entre estos. Durante la primera semana de almacenamiento, el bloque se volteaba cada día y durante el mes siguiente cada 15 días (Lorenzini, 1994).

A pesar de la llegada de electricidad a la zona de Guanacaste, la producción de este queso se mantuvo y hoy representa uno de los quesos blancos tradicionales de Costa Rica, en compañía del queso fresco Turrialba y el queso Palmito (Mayorga, 1992). Su producción migró a diferentes zonas del país como Golfito, San José, San Carlos, Zarcero, Nicoya y otros. Actualmente, a pesar de los avances tecnológicos, el queso seco se continúa produciendo principalmente de forma artesanal, en su mayoría, con técnicas rudimentarias, en condiciones de infraestructura que incumplen las buenas prácticas de manufactura (BPM) y siguiendo el mismo procesamiento de años atrás (Arias, 2017; Sánchez, 2017).

Aunque en ámbitos legales, el sector lácteo costarricense se ha fortalecido creando normas para regular la producción de derivados lácteos, así como un acompañamiento a los productores, estos esfuerzos se han enfocado más hacia la producción de queso fresco Turrialba y no existe una regulación específica que estandarice la producción del queso Bagaces ni la supervisión periódica a los establecimientos que desarrollan y comercializan este tipo de queso.

3.2. Caracterización del queso Bagaces

El queso Bagaces se clasifica como queso blanco no madurado, es decir, aquel que está listo para el consumo, finalizado el proceso de elaboración (RTCR, 2007). Al ser un queso duro el contenido de humedad es inferior al 39% y el contenido de grasa menor al 20% (Mayorga, 1992). Se caracteriza por ser de fuerte aroma y sabor, de textura sumamente dura y seca y un color amarillento. De acuerdo con el estudio llevado a cabo por Lorenzini (1994), el contenido de sal, el cual varía según el tiempo de salado, oscila desde un 2% (a las 24 h de producido) hasta 5% a los 103 días en sal.

Los factores anteriores han determinado que se comercialice como queso rallado o molido, sin embargo, no puede clasificarse como tal, ya que según el CODEX (2011) los quesos duros para rallar son aquellos que han sido sometidos a un procedimiento de maduración. Luego que la cuajada, que puede salarse ligeramente, recibe la forma adecuada, el queso puede salarse nuevamente con salmuera, sal seca o ambas y después se mantiene en un lugar fresco y bien aireado o a temperatura controlada durante al menos seis meses.

A la fecha, no se ha establecido un reglamento propio para el queso Bagaces que especifique sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas y defina sus características sensoriales. Así mismo, no se encontró reportado en la literatura, la caracterización fisicoquímica de este tipo de queso. Sin embargo, el producto terminado debe cumplir con los criterios microbiológicos establecidos en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos (2009); los cuales se muestran en el cuadro I.

Cuadro I. Microorganismos regulados en quesos frescos, no madurados y requesón.

Microorganismo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	< 10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 ³ UFC/g
<i>Listeria monocytogenes</i> /25 g	Ausencia
<i>Salmonella</i> spp/25 g	Ausencia

Construido con información de RTCA, 2009.

3.3. Proceso de elaboración del queso Bagaces

El queso Bagaces parte de un queso fresco que, una vez formado el bloque se somete a un período de salado, por lo tanto, el proceso de elaboración de este tipo de queso, previo al salado, sigue los mismos pasos que se utilizan en la producción del queso fresco. Es importante mencionar que la variación en el tiempo, con respecto a los primeros años en que se producía, es muy pequeña, siendo los principales ajustes la forma en que se adicionan los ingredientes, así como el material de los implementos que se utilizan.

A continuación, se detallan las etapas del proceso de elaboración del queso Bagaces según lo descrito por Lorenzini (1994), las entrevistas realizadas a los distintos productores participantes de este proyecto y lo indicado en la literatura para quesos frescos en general.

1. **Recepción de la leche:** se parte de leche cruda adquirida por ordeño del ganado propio o comprada a productores de la zona. Se recibe en lecheras de acero inoxidable, estañones de plástico u otro material a una temperatura que oscila entre los 32- 40°C para usarse dentro de las 2 horas siguientes al ordeño. La leche se filtra con ayuda de una manta o colador antes de ser depositada en la tina de coagulación. En caso no utilizar la leche de forma inmediata, ésta deberá enfriarse a una temperatura igual o inferior a 6°C si se recolecta diariamente (CODEX, 2004).

2. **Análisis de la leche:** antes de disponer de la leche para su procesamiento es indispensable realizar pruebas de acidez, presencia de antibióticos, hacer análisis sensoriales y cualquier otra prueba estipulada en reglamentos para asegurar la calidad de la materia prima (FAO, s.f).

3. **Pasteurización:** consiste en calentar la leche a una temperatura de 65°C por 30 minutos o su equivalente (72°C por 15 segundos) para garantizar la eliminación de los microorganismos patógenos que puedan estar presentes en ésta (Clark & Agarwal, 2012). A pesar de ser considerada como la etapa más crítica de la línea de proceso, los productores artesanales, en su mayoría, no realizan esta etapa, sino que parten de la temperatura de recibo. En caso de utilizar leche refrigerada solamente calientan la leche a una temperatura cercana a los 37°C para preparar la leche para la coagulación (Lorenzini, 1994).

4. **Enfriamiento:** la leche pasteurizada se enfría a una temperatura de 37- 40°C, pasando agua fría por la chaqueta de la marmita o en baño de hielo (FAO, s.f).

5. **Premaduración:** se adiciona un cultivo de bacterias ácido-lácticas, con temperatura óptima de crecimiento entre 25-40 °C, con el fin de acidificar ligeramente el queso fresco. Así, la cantidad de ácido láctico producido inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos o de deterioro (gram-negativos principalmente), que pudiesen estar presentes (Lillevang, 2004). La cantidad de cultivo adicionado se define según las recomendaciones del proveedor, así como el tiempo de reposo; sin embargo, lo más usual es dejar reposar la leche durante 30 minutos a 37°C. Así mismo, en esta etapa se adiciona cloruro de calcio. Este compuesto aumenta la firmeza de la cuajada además de reducir el tiempo de coagulación, también puede tener efectos positivos en la recuperación de grasa y proteína y por ende mejorar el rendimiento del queso (Clark & Agarwal, 2012).

6. **Coagulación:** el proceso se inicia con la adición de cuajo a la leche, líquido o en pastilla según el productor, se mezcla por 2 minutos y se deja reposar a una temperatura de 37-39°C por aproximadamente 30-45 minutos (FAO, s.f). La experiencia adquirida por medio de la práctica le permite a los productores saber cuando la leche está cuajada, sin embargo la prueba de corte ayuda a medir cuando se alcanzó la dureza adecuada. Con un cuchillo, se realiza un corte en forma de cruz sobre la masa de la cuajada, posteriormente, con ayuda del cuchillo, se levanta el trozo de la cuajada cortado, el corte debe ser nítido, las superficies lisas y brillantes y el suero debe salir limpio, no lechoso (Lorenzini, 1994).

La práctica más común es realizar una coagulación enzimática a partir de quimosina, originalmente derivada del abomaso de terneros y actualmente preparada microbiológicamente. Esta enzima rompe los enlaces entre los aminoácidos fenilalanina y

metionina presentes en la k-caseína para que, en una segunda etapa, los agregados de para-k-caseína produzcan el coágulo (Ramírez & Vélez, 2014). Durante el proceso de coagulación, los puentes de fosfato de calcio se forman entre las micelas y se tensan a medida que se expulsa el suero, formando una estrecha red de caseína, que atrapa algunos componentes solubles en agua y de grasa, así como agua (Clark & Agarwal, 2012).

7. **Corte de la cuajada:** cuando el productor determina que la firmeza de la cuajada es la adecuada, éste procede a realizar el corte de ésta. El proceso se puede llevar a cabo con una lira o instrumento de corte, sin embargo, la práctica más comúnmente observada en el sector artesanal es la utilización de un cuchillo y las manos para amasar y desmenuzar la cuajada (Lorenzini, 1994).

El corte de la cuajada es un paso muy importante ya que influye en el drenaje del suero y el rendimiento del queso. Es importante, por ende, que el tamaño de los gránulos de cuajada sea de un tamaño uniforme y que el instrumento utilizado sea filoso. Entre más fino sea el corte menor es el contenido de humedad en el producto final, sin embargo, se debe evitar la formación de finos (partículas pequeñas de cuajada) que puedan perderse durante el desuerado y afectar el rendimiento (Kristensen *et al.*, 2004).

Una cuajada enzimática no desuera espontáneamente por lo tanto la operación de corte, así como lo agitación de ésta, son factores que facilitan el desuerado. Los gránulos de cuajada se agitan por al menos 2 minutos.

8. **Reposo de la cuajada:** la cuajada se deja reposar por al menos 10 minutos para estabilizarla y favorecer que los gránulos se depositen en el fondo del recipiente para facilitar el desuerado.

9. **Desuerado:** la eliminación del suero se realiza por la parte superior de la tina y con la ayuda de un recipiente y colador se descarta todo el suero libre. Kristensen *et al.* (2004) describen que la forma en que se realice esta etapa influye directamente en la textura del queso. Al desuere el queso antes de prensarlo, se espera una textura más abierta y granular producto de la entremezcla de los gránulos y el aire.

10. **Pre-salado:** a la cuajada se le adiciona entre (0,5 y 2)% en masa de sal, con respecto al contenido inicial de leche, con el fin de acelerar el proceso de difusión de la sal hacia el interior del queso ayudando a controlar la formación de gas (Melilli *et al.*, 2006). En el

estudio conducido por Melilli *et al.* (2006) se determinó que los quesos sometidos a un presalado tienen un contenido de sal más uniforme que los quesos salados únicamente en salmuera. Lo anterior se debe a que, en la salmuera, se desarrollan grandes gradientes de concentración de sal en el bloque de queso que favorecen que el contenido de humedad y la porosidad en la superficie exterior del bloque disminuyan y formen una capa de barrera con menor porosidad que impide una mayor penetración de sal.

11. **Moldeo:** esta operación busca formar el queso y ayudar a que los gránulos de la cuajada se aglomeren (Ramírez & Vélez, 2014). La cuajada desmoronada se comprime con las manos y se distribuye en el molde de tal modo que se formen bloques individuales (FAO, s.f). El tamaño y el material del molde dependen de las preferencias de cada productor, sin embargo, lo usual es trabajar con bloques de 2kg-3kg de cuajada en moldes de madera (Lorenzini, 1994).

12. **Prensado:** el prensado busca eliminar el restante de suero que haya quedado ocluido entre las partículas de cuajada y usualmente se realiza por medio de una prensa bajo presión por un tiempo corto. Sin embargo, al tratarse del sector artesanal, la práctica más usual es la colocación de una piedra o recipiente con agua sobre el molde o dejar el queso sobre su propio peso por 24 horas para que se desuere por gravedad (Lorenzini, 1994).

13. **Salado:** transcurridas las 24 horas del prensado, se saca el queso del molde y se coloca sobre el recipiente dispuesto para salar el queso. Este procedimiento se puede realizar en seco de forma que el queso es recubierto de sal de tal manera que al estibar varios bloques la sal evita el contacto de unos bloques con otros. También se puede sumergir el queso en una salmuera. En los primeros años de su producción, éste se salaba por un mínimo de 22 días hasta un máximo de 12 meses (Lorenzini, 1994), sin embargo, dado que a la fecha no existe un proceso estandarizado, el tiempo de salado es estipulado por cada productor según la experiencia adquirida, así como de las características deseadas en el producto terminado.

Las técnicas para salar el queso abarcan dos grandes metodologías: salado en salmuera y salado en seco. En el primer método, el bloque de queso se sumerge en salmuera (disolución agua-sal) por un tiempo definido. Con este método se busca que los iones de sodio y cloruro migren al interior del queso y el agua se mueva hacia el exterior del queso hasta que se alcance un equilibrio osmótico. De esta manera, el queso adquiere una textura

más dura durante el salado. El NaCl y el H₂O se mueven en respuesta a sus respectivos gradientes de concentración pero sus velocidades de difusión son mucho más bajas en comparación con soluciones puras debido a una serie de factores obstaculizadores, por lo tanto, al tratarse de un proceso de difusión impedido, la difusión de la sal se verá afectada por el nivel de humedad del queso, el tamaño y la forma de las piezas de queso, la concentración de NaCl en la salmuera y el tiempo y la temperatura durante el proceso (Guinee & Fox, 2017).

En el segundo método, el bloque de queso se pone en contacto directo con la sal, de forma que esta cubra la superficie de todo el bloque. El fundamento de ese método es el mismo que el de la salmuera, se busca el intercambio iónico por medio de un proceso de difusión hasta alcanzar el equilibrio osmótico. Según los estudios realizados, el efecto del salado es similar a si se trabajara con una salmuera sobresaturada, esto porque el contra flujo de humedad del queso crea una capa de salmuera sobresaturada en la superficie del queso. El alto contenido de sal provoca una rápida pérdida de humedad en la superficie del queso que a su vez, causa la contracción de la estructura del queso, disminuyendo la porosidad y evitando el flujo de agua y la entrada de sal en el queso (Santapaola *et al.*, 2013; Guinee & Fox, 2017).

De forma general, se puede afirmar que un aumento en la concentración de salmuera da como resultado una mayor absorción de sal y mayores niveles de sal en fase acuosa en el queso.

3.4. Factores de riesgo para la inocuidad que están asociados con el queso Bagaces

A lo largo de los años se ha generado evidencia que demuestra que distintos tipos de queso son la causa de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) por la presencia de *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, entre otros microorganismos patógenos (Kousta *et al.*, 2010; EFSA, 2015). El queso, al ser un alimento rico en nutrientes como proteínas, grasas, minerales y vitaminas (Khetra *et al.*, 2015), es una matriz alimentaria enriquecida que favorece el desarrollo de los microorganismos que puedan estar presentes de forma natural o introducidos en alguna etapa del proceso por una higiene inadecuada. De todas las fuentes de contaminación, la utilización de leche cruda es considerada una de las

principales causas de la contaminación de los quesos por ser portadora de los microorganismos antes mencionados (Quigley *et al.*, 2013).

En Estados Unidos, en el período de 1993-2006, de 122 brotes reportados por enfermedades transmitidas por los alimentos, el 22% se debió al consumo de queso elaborado con leche no pasteurizada. A raíz de estos brotes dos personas fallecieron y 641 fueron hospitalizados (Langer *et al.*, 2013). Otro estudio, que realizó la FDA en 1066 muestras de quesos elaborados con leche cruda, reportó la presencia de microorganismos patógenos (*Salmonella* spp., *E. coli* O111:H8, *L. monocytogenes*, entre otros en 111 muestras de las cuales 25 eran queso duro (FDA, 2016a). En Colombia, un estudio reportó la presencia de coliformes termotolerantes y totales, *Salmonella* spp. y *Staphylococcus* spp. en el queso Costeño (queso con un contenido de sal del 3%). Los valores sobrepasaban lo establecido en la normativa nacional (Ramírez *et al.*, 2017).

En Costa Rica, son pocos los registros existentes que reporten casos de enfermedades transmitidas por los alimentos a causa del queso seco, sin embargo, se han realizado investigaciones en queso fresco o en leche cruda encontrando algunos de los microorganismos patógenos antes mencionados. Por ejemplo, en el 2004, se encontraron niveles de *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y coliformes termotolerantes, por encima de los límites aceptables establecidos por la normativa vigente, en quesos frescos muestreados en expendios y puestos de Ferias del Agricultor en la Región Central Norte del país (Decagon, 2006; Acuña *et al.*, 2004).

Los microorganismos incorporados de manera involuntaria durante el procesamiento del queso son otro factor de riesgo asociado con el queso seco. Así como la leche puede ser portadora de microorganismos patógenos, también el ser humano y el ambiente de trabajo lo son. Al tratarse del sector informal de producción de queso, es común que los establecimientos se encuentren contiguos a la sala de ordeño, con protección parcial hacia el exterior, no cuenten con sistemas de refrigeración ni controlen las aguas residuales y no cuenten con adecuados programas de limpieza y desinfección de los equipos y herramientas de trabajo (CNP, 2001). Lo anterior, así como el incumplimiento de las buenas prácticas de higiene por parte de los operarios, puede convertirse en una causa de la contaminación del queso, al introducir los microorganismos patógenos en alguna etapa de la elaboración de éste, comprometiendo la inocuidad del producto terminado (Pintado *et al.*, 2015).

Lorenzini (1994), analizó queso Bagaces de 7 productores de la zona de Bagaces, Guanacaste y reportó la presencia de coliformes termotolerantes y *Staphylococcus aureus* en altas concentraciones para el día 0. Además, concluyó que, a pesar de observar una disminución significativa con respecto al tiempo de almacenamiento, en general el número de microorganismos viables fue alto y argumentó, que el alto nivel de contaminación en el queso al tiempo 0 se debe básicamente a la cercanía de la zona de ordeño y los desechos de los animales con respecto al sitio de elaboración del queso y a la carencia de medidas higiénicas por parte de los operarios.

3.5. Medidas de control en el procesamiento del queso Bagaces

Es importante considerar que la inocuidad hace referencia a todas las acciones encaminadas a garantizar que un alimento no causará daño al consumidor cuando éste sea preparado o ingerido, de acuerdo con el uso al que se destine (FAO, s.f).

Desde esa perspectiva, existen distintos parámetros que ayudan a controlar los factores de riesgo asociados con el queso Bagaces, entre ellos se pueden citar el aseguramiento de la calidad de la leche cuando se recibe. Debido a que la leche cruda puede ser portadora de distintos microorganismos patógenos, someter la leche cruda a análisis microbiológicos y fisicoquímicos es fundamental para garantizar la inocuidad del producto desde el inicio de la producción. Por ejemplo, un recuento bajo de bacterias y de células somáticas son indicadores clave de la calidad de la leche y a medida que aumenta su número, existe un mayor riesgo de contaminación de la leche y el queso (Amico & Donnelly, 2017). Por su parte, un pH por debajo de 6,5 puede alertar de que la leche presenta una carga microbiana alta y por ende se debería descartar esa materia prima (Fox *et al.*, 2017).

Así mismo, en Costa Rica rige el Reglamento Técnico: RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche higienizada, el cual establece los requisitos en cuanto a propiedades fisicoquímicas y parámetros microbiológicos que debe cumplir la leche para ser procesada (RTCR, 2007). En la sección 4 del Anexo 9.3.4. se muestran los parámetros de calidad e inocuidad y sus respectivos límites permitidos para leche cruda y en el cuadro II se detallan los parámetros microbiológicos para leche fluida.

Cuadro II. Parámetros microbiológicos permitidos para leche fluida que se comercializa directamente para el consumo humano.

Microorganismo	Límite Máximo Permitido	
	<i>Leche cruda</i>	<i>Leche pasteurizada</i>
Coliformes totales	2000UFC/mL	9,4 NMP/mL
<i>Salmonella spp./25g</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Listeria monocytogenes/25g</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	500UFC/mL	100 UFC/mL
Coliformes fecales	100 UFC/mL	<3 NMP/mL

Construido con información del RTCR, 2007

La FAO (2016) considera la pasteurización como el principal factor determinante de la inocuidad en el procesamiento de la leche para la elaboración de productos lácteos. Este proceso tiene la capacidad de reducir el número de microorganismos patógenos al calentar la leche a una temperatura específica durante un tiempo determinado (FDA, 2012). Considerando que *Coxiella burnetii* es el microorganismo de referencia para productos lácteos, y según las validaciones realizadas para leche entera, se estableció que el calentamiento de cada partícula de leche a 65°C por 30 minutos es la condición mínima de pasteurización para asegurar una reducción de 5 logaritmos de la presencia de *C. burnetii* en leche entera (CODEX, 2011). Es importante resaltar además que no existe diferencia significativa en los valores nutricionales de la leche pasteurizada y la no pasteurizada (FDA, 2012).

Por su parte, la actividad del agua (A_w) y el pH son dos parámetros de medición menos complejos en términos de los equipos requeridos, los gastos y personal capacitado, entre otros que ayudan a alcanzar la inocuidad de los productos lácteos como el queso. A diferencia de la pasteurización, estos parámetros no pueden reducir la carga microbiana *per se*, pero pueden retardar o impedir el crecimiento microbiano. Para que un queso entonces pueda almacenarse de manera segura a temperatura ambiente, los valores de pH y la actividad del agua del alimento deberán tomarse como punto de referencia y modificarse de ser necesario (IFT, 2001).

El A_w describe el grado en el que el agua está ligada a los alimentos, es decir su disponibilidad para participar en reacciones químicas/bioquímicas y para facilitar el

crecimiento de microorganismos, mientras que el término pH se refiere a una escala numérica (de 0 a 14, siendo 7 neutro) utilizada para describir la acidez y la alcalinidad de una sustancia (IFT, 2001). Cada microorganismo tiene niveles óptimos y mínimos de Aw para su crecimiento, así, por ejemplo, *E. coli* y *Salmonella* spp. requieren de un Aw mínimo de 0,95 y 0,94 respectivamente para sobrevivir. *L. monocytogenes* por su parte tiene mayor resistencia al requerir de un Aw de 0,92 (IFT, 2001), sin embargo, de forma general se considera 0,83 como el nivel de corte seguro para el crecimiento de patógenos. Este valor se basa en la actividad mínima para el crecimiento de *S. aureus*. Entre 0,60 y 0,85 los alimentos se consideran de humedad intermedia y no requieren de la refrigeración para controlar los patógenos, pero la vida útil del producto está limitada por la descomposición principalmente de mohos y levaduras (FDA, 2016b).

De igual forma, los microorganismos sólo pueden crecer en ciertos rangos de pH, cada microorganismo presenta un pH mínimo, óptimo y máximo. El pH óptimo de los microorganismos patógenos de interés está entre 6,0 y 7,0 así que para observar una inhibición del crecimiento microbiológico es necesario asegurar condiciones más ácidas. De los microorganismos en estudio, *Salmonella* spp. es el que resiste condiciones de acidez más drásticas, sin embargo, por debajo de 4,2 se inhibe su crecimiento (IFT, 2001). Es importante considerar que algunos microorganismos, como *E. coli* O157:H7, pueden sobrevivir en condiciones ácidas durante largos períodos de tiempo, incluso si su crecimiento está inhibido.

En el cuadro III se observan las condiciones de pH y Aw para los microorganismos en estudio en las que observa una disminución de su actividad microbiana. De forma general a medida que el Aw y el pH disminuyen menor será la probabilidad de que se desarrollen los microorganismos (IFT, 2001).

Cuadro III. Condiciones de pH y Aw en las que la probabilidad de crecimiento de los microorganismos disminuye.

Microorganismo patógeno	pH ¹	Aw ¹
<i>Escherichia coli</i>	< 4,40	< 0,95
<i>Listeria monocytogenes</i>	< 4,39	<0,92
<i>Salmonella</i> spp.	< 4,20	<0,94
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 4,00	< 0,83

¹ Construido con información de (IFT, 2001)

Desde tiempos antiguos el salado también ha sido visto como un método de conservación de los alimentos y en la actualidad es muy utilizado en la elaboración de quesos debido a sus efectos sobre la composición, la actividad enzimática y la microbiota. La sal, junto con el pH deseado, el A_w y el potencial redox, minimizan el deterioro y previenen el crecimiento de microorganismos patógenos (Hayaloglu, 2017).

En los alimentos como el queso Bagaces, la adición de solutos como la sal busca disminuir la actividad del agua para inhibir el crecimiento microbiológico. La sal en el queso aumenta la presión osmótica en la fase acuosa de los alimentos, causando la deshidratación de las bacterias, produciéndoles la muerte o previniendo su crecimiento y proliferación (Ramírez *et al.*, 2017).

Si bien, grandes concentraciones de sal favorecen una disminución en el contenido de humedad y A_w del queso ayudando a controlar la actividad microbiana (Ramírez *et al.*, 2017), es importante resaltar que hay microorganismos capaces de sobrevivir en medios con concentraciones elevadas de sal. Por ejemplo, *Staphylococcus aureus* sobrevive en concentraciones de NaCl de 6,5%, *Listeria monocytogenes* puede crecer en presencia del 10% de NaCl (IFT, 2001) y *Coxiella burnetii* alrededor de 10% de NaCl (AHAW, 2010).

Los altos contenidos de sal, por ende, no aseguran la inocuidad del queso. El salado no puede utilizarse como barrera exclusiva y deberá ir acompañado de pasteurización de la leche, Buenas Prácticas de Manufactura, y refrigeración del queso de ser necesario (Ramírez *et al.*, 2017).

3.6. Evaluación de la probabilidad de crecimiento de microorganismos patógenos mediante el software Cheese Stability Predictor.

La herramienta “Cheese Stability Predictor” se desarrolló a partir de un estudio realizado en la Universidad de Wisconsin. Se estudiaron 67 quesos, muestreados en el mercado local, para evaluar la capacidad de crecimiento de *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli O157:H7* y *S. aureus* a lo largo de 15 días de almacenamiento a 25°C. Leong *et al* (2014) determinaron que la sobrevivencia de las bacterias patógenas en estudio se vio favorecida por las condiciones de pH y porcentaje de sal en fase acuosa (%WPS por sus siglas en inglés), y fue, con base en estos dos factores, que establecieron las condiciones

límites de crecimiento o no crecimiento para un almacenamiento (<25°C) seguro y prolongado de quesos elaborados con leche pasteurizada.

El software permite predecir la probabilidad de crecimiento de los patógenos antes mencionados, en quesos elaborados a partir de leche pasteurizada, en función del pH y del % de sal en fase acuosa, lo cual permite definir si el producto puede almacenarse por tiempo prolongado a temperatura ambiente, sin necesidad de llevar a cabo un estudio reto en el producto. Una probabilidad mayor a 0,96 indica que el producto deberá almacenarse en refrigeración, de lo contrario la inocuidad del mismo se verá comprometida. Entre 0,04 y 0,96 se deberá conducir un estudio reto, con *S. aureus* y *L. monocytogenes* como microorganismos de interés y una probabilidad menor a 0,04 indica que el producto se puede almacenar sin problema alguno a temperatura ambiente.

Para utilizar esta herramienta el pH de los quesos debe estar entre 4.5 y 6.5, y el % WPS entre 0.47 y 0.98. En caso de que el producto presente valores más altos la herramienta no se puede utilizar y si los valores son más bajos entonces se debe introducir el mínimo valor permitido.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

La evaluación de la producción actual de queso Bagaces se realizó visitando a productores artesanales de distintas zonas geográficas del país, específicamente en la zona de Guanacaste en los cantones de Nicoya y Bagaces, en la zona norte en Zarcero y San Ramón y en la zona sur en Golfito.

Para llevar a cabo los análisis necesarios para caracterizar la producción actual del queso Bagaces, así como determinar la eficacia de la etapa de salado, se hizo uso del Laboratorio de Química y Microbiología del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA), así como de la Planta Piloto y el laboratorio de Química de la Escuela de Tecnología de Alimentos. Estas instalaciones se ubican en la Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro, Montes de Oca.

4.2. Materias Primas

La materia prima utilizada corresponde a la formulación característica de un queso fresco, por lo tanto, se trabajó con leche de vaca entera adquirida en la lechería El Quetzal, Oreamuno de Cartago. Así mismo, se utilizó sal fina marca Coonaprosal, cuajo marca CHYMAX, cloruro de calcio y cultivo STI 14 marca Chr. Hansen adquiridos de proveedores nacionales.

4.3. Actividades preliminares

4.3.1. Búsqueda y selección de los productores artesanales de queso Bagaces

Para definir las queserías participantes en la evaluación de la producción artesanal del queso Bagaces se contactó a los productores de este tipo de queso que participaron con anterioridad en el proyecto “Descripción de la situación actual sobre el uso y consumo, perfil sensorial y grado de aceptación del queso seco tradicional elaborado en la región Huetar Norte y región Chorotega de Costa Rica” (Solís, 2016).

Con el fin de abarcar varias zonas del país y basado en la disponibilidad de los productores para participar del proyecto, se seleccionaron 6 queserías. En el cuadro IV se detalla la información de éstas.

Cuadro IV. Información de los productores seleccionados para aplicarles el diagnóstico de la producción artesanal de queso tipo Bagaces.

Productor	Ubicación Geográfica
A	Golfito
B	Zapote, Zarcero
C	Las Brisas, Zarcero
D	Los Ángeles, San Ramón
E	Guayabo, Bagaces
F	Pozo de Agua, Nicoya

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Desarrollo de la herramienta para realizar el diagnóstico en queserías

Para evaluar las condiciones actuales de procesamiento artesanal de queso Bagaces se desarrolló una herramienta que contempla aspectos de la formulación, operaciones unitarias aplicadas para la obtención del producto y el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). La elaboración de ésta se basó en la guía de Buenas Prácticas de Manufactura del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA, 2007) y en la herramienta desarrollada en el trabajo “Caracterización de la producción artesanal de queso en las empresas de la Cámara Nacional de Queseros Artesanos y Afines (CANAQUEAF), capacitación de sus miembros y elaboración de una propuesta de plan de acción que permita revalorizar los quesos artesanales” (Viquez, 2012).

Para más detalles, la herramienta se presenta en la sección 9.1 de los anexos.

4.4. Metodología

4.4.1. Evaluación de las condiciones actuales de procesamiento

4.4.1.1. Caracterización del proceso de elaboración del queso

Con el fin de caracterizar el proceso de elaboración del queso seco se aplicó un diagnóstico en cada una de las 6 queserías seleccionadas. Para ello, se realizó una visita a cada productor para aplicar *in situ* la herramienta descrita en la sección 4.3.2 y recolectar información sobre la formulación, condiciones y parámetros controlados durante el procesamiento y el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura.

4.4.1.2. Caracterización fisicoquímica del queso

El producto terminado se caracterizó con el fin de relacionar los resultados con las condiciones de procesamiento para identificar, por medio de esto, los parámetros y las etapas que pueden comprometer la inocuidad del producto durante el salado.

Para ello, se determinó por triplicado el pH, el contenido de agua libre (A_w), la humedad y la concentración de sodio a una muestra de queso de cada uno de los productores visitados. Las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente y previo a la realización de las mediciones se homogeneizaron con un procesador de alimentos por 20 segundos.

Se emplearon los siguientes métodos del Laboratorio de Química del CITA para realizar la determinación fisicoquímica de los quesos: “Determinación de pH” P-SA-MQ-

012 (CITA, 2016b) basado en el método 981.12 de la AOAC International, “Determinación de la actividad del agua (Aw)” P-SA-MG-041 (CITA, 2015) basado en el método 978.18 de la AOAC International y “Determinación de minerales por espectrofotometría de Absorción Atómica” P-SA-MQ-035 (CITA, 2016a) basado en el método 987.02 de la AOAC International.

El contenido de humedad de las muestras se analizó por balanza de humedad, fundamentado en el método termogravimétrico con lámpara infrarroja (Pojić *et al.*, 2015), con el fin de realizar una medición rápida. A continuación, se detalla el procedimiento utilizado:

1. Se abre la tapa del equipo, se coloca el plato de aluminio y se cierra la tapa. Automáticamente el equipo se tara indicando cero en la pantalla.
2. Se abre la tapa y sin desalinear el plato se coloca 2g de la muestra, previamente molida con batidora y homogeneizada, haciendo una capa delgada sobre el plato.
3. Se cierra la tapa y automáticamente se inicia la medición a 105°C (Park & Bell, 2004).
4. Al finalizar el proceso el equipo indica el contenido de humedad, así como la masa inicial y final de la muestra. Este valor de humedad es el que se anota para cada medición.

4.4.1.3. Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados de la caracterización del proceso de elaboración del queso (sección 4.4.1.1) se elaboró un diagrama para cada uno de los flujos de proceso obtenidos mediante el diagnóstico a las queserías. Asimismo, se construyó un cuadro que detalla las condiciones de procesamiento utilizadas, por cada productor, en la etapa de salado.

Con los resultados de la caracterización fisicoquímica de cada queso analizado (sección 4.4.1.2) se elaboró un cuadro que reporta, para cada parámetro evaluado, el promedio de las réplicas con su respectiva desviación estándar, así como el promedio general con el intervalo de confianza al 95%. Estos datos se relacionaron con las condiciones de procesamiento aplicadas en el salado de cada queso para construir el diagrama presentado en la sección 4.4.2.1 que contempla las condiciones de procesamiento que pueden comprometer la inocuidad del queso salado.

La evaluación del grado de cumplimiento de las BPM se realizó haciendo uso de la “Guía para el llenado de la Ficha de Inspección de las Buenas Prácticas de Manufactura para

las fábricas de alimentos y bebidas, procesados” (RTCA, 2007). Con base en la información recolectada mediante el diagnóstico se completó la ficha y se asignó el respectivo puntaje para cada quesería. Además, estos resultados se incorporaron como material para el taller de capacitación que se describe en la sección 4.4.3.

A cada productor se le hizo entrega de un reporte de la visita realizada que incluía, las principales fortalezas y oportunidades de mejora en cuanto a BPM, los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en las muestras del queso analizado y la probabilidad de crecimiento de los patógenos de interés según el software *Cheese Shelf Stability Predictor*, Cabe resaltar que no fue necesario realizar una validación de la herramienta porque la misma fue validada por la Universidad de Wisconsin Madison para quesos elaborados a partir de leche pasteurizada y almacenados a temperatura ambiente. La validación de esta herramienta fue publicada por Leong *et al.* (2014).

4.4.2. Determinación de la eficacia de la etapa de salado

4.4.2.1. Elaboración del queso seco Bagaces

De acuerdo con las operaciones unitarias observadas en las visitas realizadas a los productores y el análisis de resultados del primer objetivo, descrito en la sección anterior, se construyó el flujo de proceso que se utilizó para elaborar el queso en la planta piloto. En la figura 1 se muestra el procedimiento.

Este flujo reproduce las condiciones experimentales observadas con mayor frecuencia en el diagnóstico descrito en el apartado 4.4.1.1. Sin embargo, es importante resaltar que se trabajó con leche pasteurizada ya que se parte de la hipótesis de que *Coxiella burneti*, microorganismo de referencia en productos lácteos, sobrevive en concentraciones de sal de hasta el 10% mas no a un tratamiento térmico como la pasteurización. Además, el programa informático utilizado, para determinar el efecto del salado sobre la inocuidad del queso Bagaces (ver sección 4.4.2.2) es aplicable para quesos elaborados a partir de leche pasteurizada o sometida a algún otro tratamiento térmico y considera únicamente los patógenos significativos a pesar de la pasteurización.

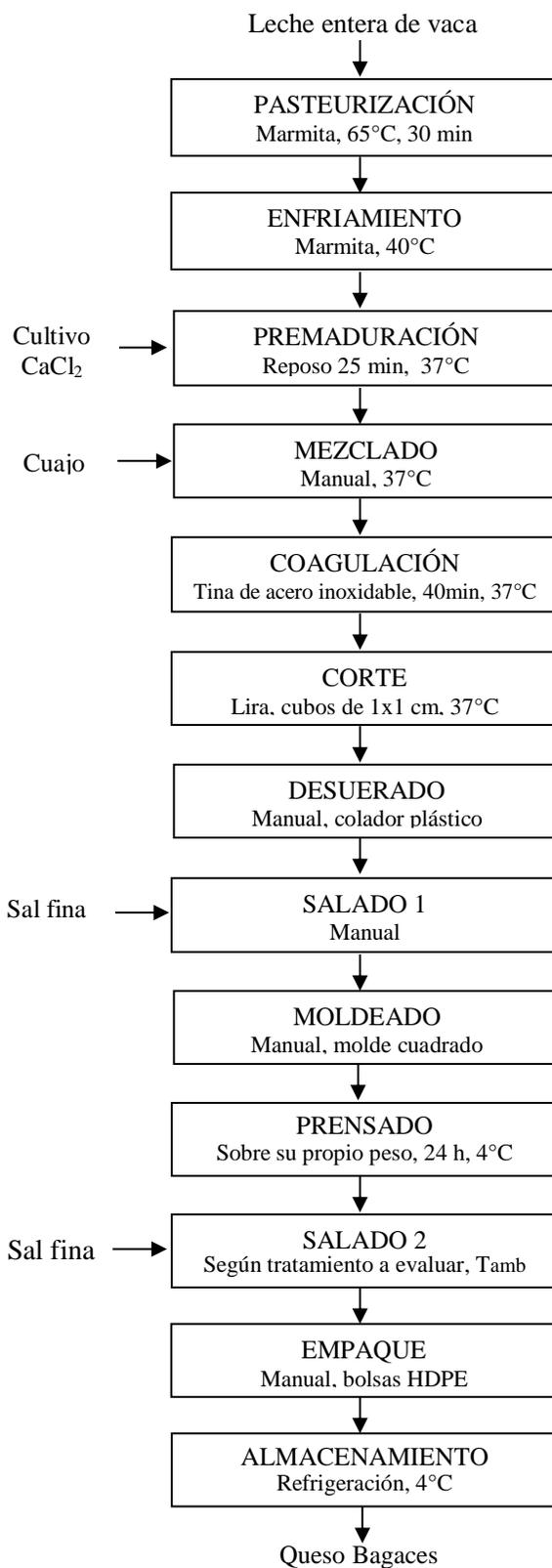


Figura 1. Flujo de proceso utilizado en la elaboración de queso seco Bagaces.

4.4.2.2. Determinación de la inocuidad del queso

Es claro que la velocidad de penetración de la sal varía en el tiempo y depende también de si la sal se encuentra seca o en una disolución (salmuera) (Lauverjat *et al.*, 2009; Pajonk *et al.*, 2003). Así mismo, mediante el contacto con los productores se encontró variabilidad en la forma de salar los quesos, así como en el tiempo que éste se expone a la sal.

Con base en esta información se propuso un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo factorial 4x6 con método y tiempo de salado como los factores evaluados para determinar el efecto del salado sobre la eficacia de la operación de salado en términos de garantizar la inocuidad del queso seco:

- El factor método de salado se analizó en 4 niveles: a) bloque de queso en seco, b) cubos de queso en seco, c) bloque de queso en salmuera, y d) cubos de queso en salmuera. Los niveles a y c representan las formas más comunes de salar el queso que se observaron, y el nivel d, además de ser una técnica empleada por un productor artesanal, representa una mejora en la eficiencia del proceso para los quesos que se comercializan en polvo o rallados. El b no fue una técnica observada, sin embargo, también representa una mejora en la eficiencia del proceso de salado para los quesos comercializados rallados, de ahí la importancia de su análisis.

- El factor tiempo se analizó en 6 niveles con el fin de construir una curva de la variación del A_w y del pH en el tiempo de salado. Los tiempos evaluados fueron: 0, 8, 16, 27, 41 y 60 días. Actualmente los productores salan el queso entre 8 y 30 días, de ahí la importancia de analizar los primeros cuatro tiempos. Dado que la FDA determinó que, al utilizar leche no pasteurizada, el curado de un queso debe realizarse por al menos 60 días (FDA, 2016c), se extienden los muestreos hasta el día 60. En caso de alcanzar en este tiempo condiciones aceptables para producir un queso Bagaces similar al disponible actualmente en el mercado nacional y con características fisicoquímicas que garanticen su inocuidad (pH y A_w), será posible recomendar a los productores artesanales, que actualmente utilizan leche no pasteurizada, el tiempo mínimo de salado requerido para no comprometer la inocuidad de su producto.

En el cuadro V se resumen los tratamientos que fueron evaluados.

Cuadro V. Tratamientos evaluados para determinar el efecto del salado en la inocuidad del queso seco Bagaces.

Tratamiento	Método de salado	Tiempo de salado (días)
1	Bloque en seco	0
2		8
3		16
4		27
5		41
6		60
7	Cubos en seco	0
8		8
9		16
10		27
11		41
12		60
13	Bloque en salmuera	0
14		8
15		16
16		27
17		41
18		60
19	Cubos en salmuera	0
20		8
21		16
22		27
23		41
24		60

Se realizaron 3 repeticiones de cada uno de estos tratamientos partiendo en cada uno de un lote de leche diferente (estos representan los bloques estadísticos). Se trabajó con bloques de queso de 15x15x8 cm de aproximadamente 2kg y cubos de 4x4x4 cm. Se utilizó sal fina en una proporción de 2:1 (sal:queso) para el método de salado en seco y una salmuera al 36% de sal. Las muestras en sal (en seco y salmuera) se almacenaron a temperatura ambiente. Estos factores reproducen las condiciones experimentales observadas con mayor frecuencia en las visitas realizadas y se mantuvieron constantes para mantener la reproducibilidad del experimento.

Para cada tratamiento se tomó una muestra del centro geométrico del queso a la cual se le midió por duplicado el pH y el Aw tal como se describió en el apartado 4.4.1.2.

A partir de los valores promedio de pH y Aw se determinó, por medio del software gratuito *Cheese Shelf Stability Predictor*, la probabilidad de crecimiento de los microorganismos patógenos en estudio para cada tratamiento evaluado (University of Wisconsin-Madison, 2013).

Así mismo, se graficó la curva de Aw y de pH en el tiempo de salado con el fin de ilustrar el comportamiento de cada tratamiento propuesto. Para el Aw se estimó, para cada tratamiento, los días que el queso debe permanecer en sal para alcanzar un Aw de 0,83, el cual representa el límite para prevenir el crecimiento de células bacterianas de *Staphylococcus aureus*, microorganismo más resistente a la sal ($A_{w_{prom}} = 0,8345$) (Beuchat *et al.*, 2012). Al considerar que el Aw desciende asintóticamente, se utilizó un modelo no lineal con ajuste de primer orden (*First-order Decay Kinetics (3P)*) para estimar el tiempo de salado requerido en cada tratamiento. Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA), con JMP PRO, para determinar si hay diferencias significativas entre los tiempos para los tratamientos evaluados.

4.4.3. Transferencia de los resultados

4.4.3.1. Desarrollo del taller de capacitación

Con el fin de transmitir los resultados de la presente investigación, se realizó un taller de capacitación con los productores artesanales de queso Bagaces que participaron en el proceso de diagnóstico y caracterización.

El diseño curricular constituye el marco de referencia para desarrollar el evento e implica definir orientaciones para guiar una acción, organizar las partes y seleccionar los medios para realizarla. Basados en la propuesta presentada por el IICA (Calivá, 2009) se utilizó el siguiente esquema para diseñar la actividad (figura 2).

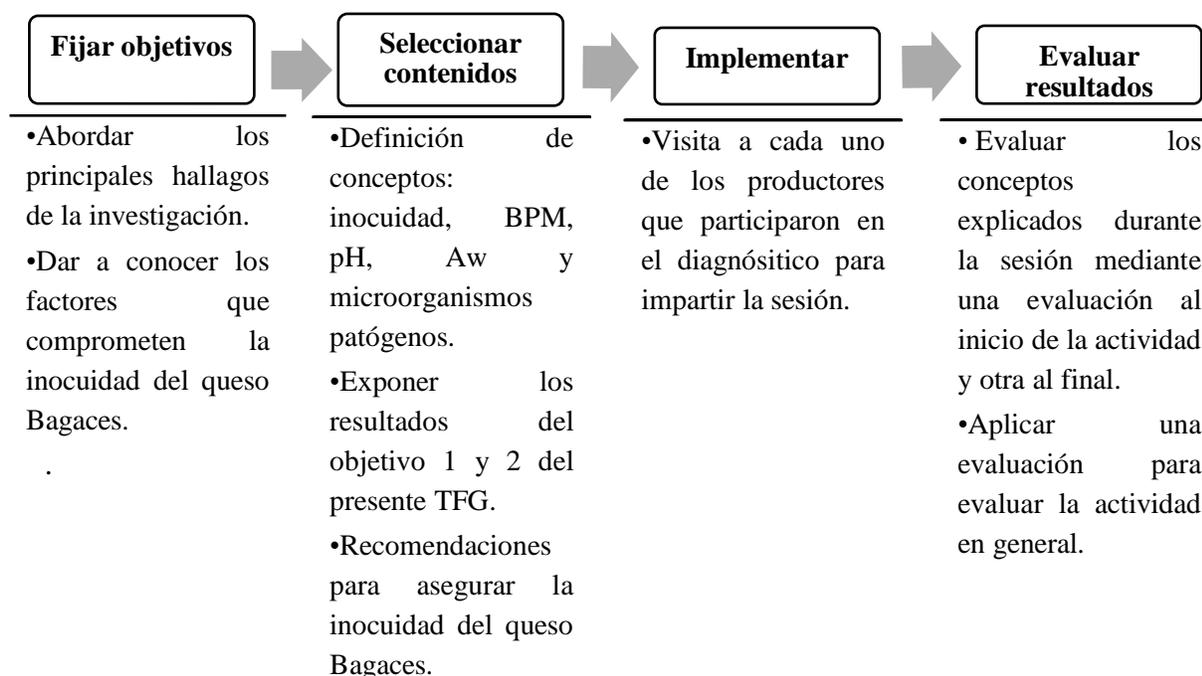


Figura 2. Diseño curricular del taller de capacitación impartido a los productores de queso Bagaces.

El taller fungió como un espacio de construcción colectiva que, combinando teoría y práctica, buscó aprovechar la experiencia de los participantes, así como sus necesidades de capacitación (Candelo *et al.*, 2003).

Como material de apoyo se contó con una presentación en Power Point que mostraba las definiciones de los conceptos teóricos, así como los resultados de la investigación. Dado que las sesiones se impartieron en las queserías, en aquellos establecimientos donde no se facilitaba el uso de un proyector, se presentaron las diapositivas impresas en forma de cartel. También, se hizo entrega a los participantes de una carpeta que contenía las diapositivas impresas para que hicieran anotaciones de ser necesario.

Además, se diseñó y entregó un documento que detalla la formulación, los parámetros que se deben controlar, el flujo de proceso y otra información que se considera relevante en el proceso de elaboración de queso Bagaces.

El contenido de la carpeta entregada se muestra en el anexo 9.3.

4.4.3.2. Evaluación del taller

Con el fin de evaluar el aprendizaje adquirido por los participantes se aplicó una evaluación al inicio de la actividad para registrar los conceptos que conocían de antemano y una vez finalizado el taller se les aplicó una segunda encuesta, la cual contenía las mismas preguntas de la encuesta inicial, pero variando el orden de los ítems. Esto se hizo para verificar si habían adquirido los nuevos conocimientos. La herramienta contó con cinco preguntas de selección única y ésta se puede observar en el anexo 9.4.1. y 9.4.2. Se tomó en cuenta el grado de escolaridad de los participantes para diseñar las preguntas.

Para el análisis de resultados se registró el número de aciertos para cada una de las evaluaciones aplicadas. A partir del promedio del número de aciertos para el inicio (μ_i) y el final (μ_f) se calculó una diferencia con el fin de determinar, con una prueba de hipótesis con $\alpha = 0,01$, si el aumento en los aciertos es significativamente distinto. Se planteó la siguiente hipótesis:

- $H_0: \mu_f - \mu_i = 0$
- $H_A: \mu_f - \mu_i > 0$

Así mismo, fue importante recibir aportes sobre la experiencia de los participantes durante el taller por ello, una vez finalizada la actividad se aplicó una encuesta para evaluar la capacitación. Este documento se desarrolló con base en la herramienta “Evaluación de cursos” R-CA-006 (CITA, 2016c) y el documento se puede observar en el Anexo 9.4.3.

Para analizar los resultados se calculó la frecuencia relativa de cada categoría de respuesta para determinar en cuántos de los ítems se cumplió que el 100% de los participantes estuvieron totalmente de acuerdo.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Evaluación de las condiciones actuales de procesamiento

5.1.1. Caracterización del proceso de elaboración de queso

El Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura (RTCA 67.01.33:06) estipula que los establecimientos que procesen o distribuyan alimentos deberán contar con un puntaje mínimo de 81 para obtener el permiso de funcionamiento (RTCA,

2007). Con base en la inspección realizada durante las visitas a los productores artesanales se determinó el puntaje alcanzado por cada una de las queserías. En el cuadro VI, se muestra los valores obtenidos. Se utilizará la nomenclatura P_i para referirse a cada productor donde *i* puede asumir los valores del 1- 6.

Cuadro VI. Resultados de la evaluación del cumplimiento de BPM realizada a los productores nacionales de queso Bagaces.

Productor	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Calificación¹	19	44	26	43,5	21,5	55,5

¹La nota se asignó según el sistema de puntos establecido en la guía de inspección de BPM del RTCA sobre una base de 100 puntos.

En el cuadro VI se puede observar que los establecimientos visitados incumplen los requisitos mínimos de BPM, necesarios para asegurar la inocuidad del producto terminado. De acuerdo con la calificación obtenida y según lo que estipula este reglamento RTCA 67.01.33:06, los establecimientos inspeccionados cuentan con condiciones inaceptables y se debería considerar el cierre de ellos (nota < 60).

En el sector informal muchos productores inician su negocio sin contar con las instalaciones físicas adecuadas y a otros se les dificulta solventar los problemas de deterioro causados por la antigüedad del establecimiento o por el exceso de humedad y la utilización de sal en grandes cantidades. Este sector se ha caracterizado además por tener recursos económicos limitados, lo que causa que los productores decidan no invertir en mejorar el aspecto físico de la zona de producción sino destinarlo a la compra de materia prima u otros insumos necesarios para aumentar o mantener la producción. Tomando en consideración lo anterior y que la guía de inspección del RTCA 7.01.33:06 evalúa distintos rubros y cada uno aporta un porcentaje de la nota global (siendo las condiciones de infraestructura el más importante al aportar alrededor del 46% de la nota, seguido del cumplimiento de las prácticas de higiene y los controles operacionales con un 15% cada una) es que la presente investigación esperaba hallar bajas calificaciones.

En la figura 3 se desglosa la calificación otorgada a cada productor y se muestra el porcentaje de cumplimiento en cada uno de los rubros que evalúa la guía de inspección del RTCA de Buenas Prácticas de Manufactura (RTCA 67.01.33:06).

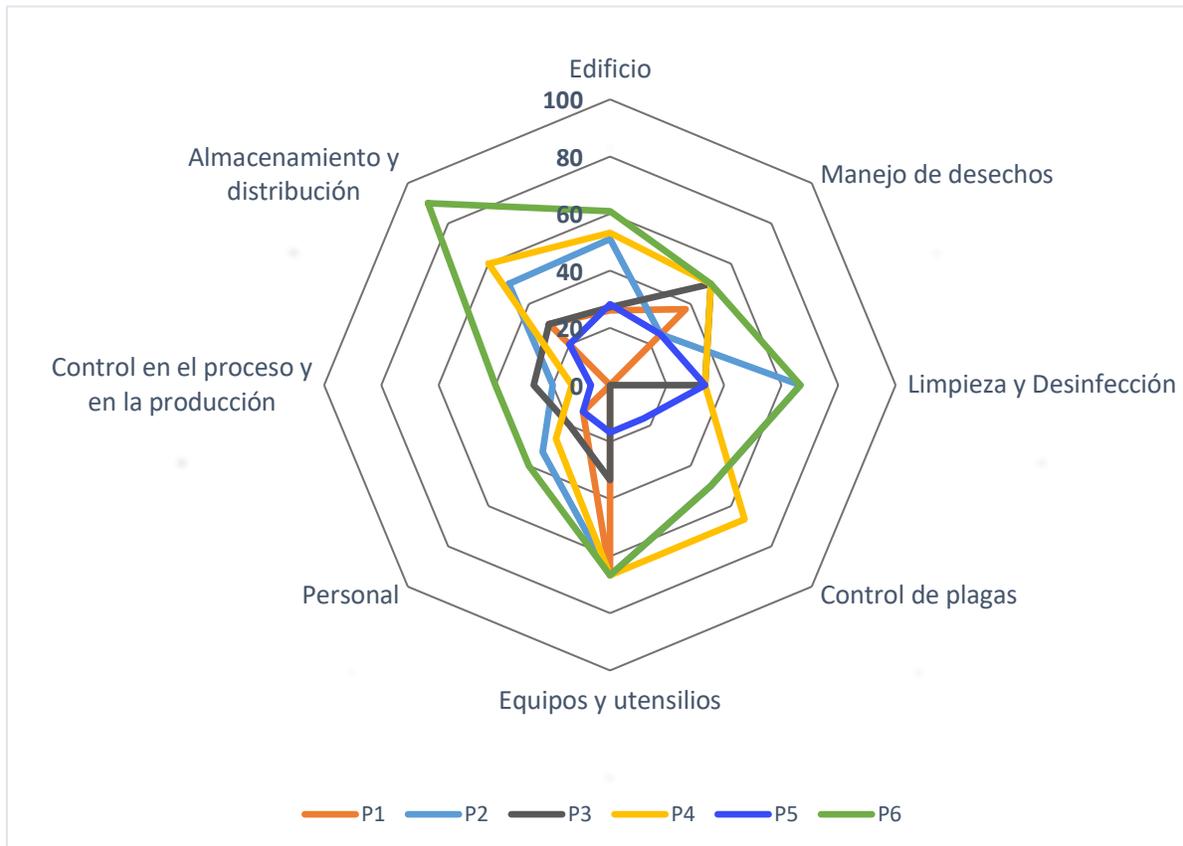


Figura 3. Cumplimiento porcentual alcanzado por los productores artesanales de queso Bagaces en las distintas categorías evaluadas en la guía de inspección de BPM del RTCA 67.01.33:06.

Se puede observar en la figura 3 que, con respecto al edificio, el productor que se encuentra en mejores condiciones cumple apenas con un 60% de los requerimientos establecidos en el RTCA 67.01.33:06 mientras que otros productores cumplen solamente con un 20%.

Es importante resaltar que todos los productores cuentan con un espacio físico protegido del exterior provisto para desarrollar la producción de queso y que las diferencias están principalmente en el diseño y ubicación de éstas. Los productores P2, P4 y P6, tienen deficiencias de menor grado ya que sí cuentan con un diseño higiénico, las instalaciones están construidas en su mayoría con los materiales adecuados y se encuentran en buen estado, sin embargo, aún pueden mejorar aspectos especialmente con el área dispuesta para el lavado de

manos, ya que se encontró que no cuentan con los insumos necesarios para que los operarios lleven a cabo la tarea de forma correcta.

Para los productores P1, P3 y P5 las calificaciones son más bajas porque cuentan con edificios más rústicos (donde el material no es lavable) y no están completamente aislados del exterior ya sea por grietas en las paredes y pisos, porque no cuentan con cielo raso o porque los operarios incumplen las BPM al mantener abiertas las puertas y/o ventanas durante las labores de producción. Además, a diferencia de las primeras tres, estas queserías están ubicadas cerca de la casa de habitación de los productores o contiguas a la lechería, por lo tanto, no cuentan con baños, vestidores ni comedores y existen focos de contaminación en los alrededores por el tránsito de animales.

Con respecto al manejo de desechos y la limpieza y desinfección, el grado de cumplimiento está entre el (30-60) %. Se observó que en general los productores realizan estas operaciones, sin embargo, no tienen un control de lo que hacen ni de cómo lo hacen, de la regularidad con que deben limpiar y desinfectar la zona de procesamiento, ni de los insumos que utilizan. Además, no han establecido una evaluación de la eficacia de la metodología empleada (especialmente para la limpieza y desinfección).

La principal oportunidad de mejora que tienen los productores en estos rubros es la implementación de programas estandarizados escritos e implementados que establezcan los procedimientos a seguir al desarrollar ambas actividades. Los programas escritos son importantes porque instruyen al operario en la forma correcta de realizar la operación y permiten además llevar un control del cumplimiento de la actividad para monitorear la medida de control (Stier, 2012).

En la figura 3 también se observa que el control de plagas es una de las principales deficiencias para estos productores. Los productores P2, P4 y P6, quienes obtienen el mayor grado de cumplimiento, indicaron que contratan un servicio de fumigación externo mas no cuentan con los debidos registros de estas actividades. Por su parte, es preocupante que algunos productores, como el P1 y el P3, hayan obtenido una calificación de cero en este rubro ya que además de tener deficiencias en infraestructura no cuentan con ningún control para evitar el ingreso de roedores u otros animales a la zona de procesamiento, por lo tanto, el riesgo de que el queso se contamine es aún mayor.

Con respecto a los equipos y utensilios que utilizan, a excepción del P5, estos son de acero inoxidable o plástico, en el caso de los que salan en salmuera, sin embargo, son de fácil limpieza y desinfección. EL P5 hace uso de moldes de madera y otros utensilios que se observaron con oxidación. Las bajas calificaciones alcanzadas por los productores en este rubro responden a la inexistencia de un programa de mantenimiento preventivo, el cual es de suma importancia (por ejemplo, el uso de sal en exceso puede deteriorar en menor tiempo el material de los equipos y utensilios).

En el procesamiento artesanal, durante la producción del queso es necesario que el operario haga uso de las manos en distintas operaciones (corte, moldeado y salado principalmente), por lo tanto, es de esperar que extremen las medidas de higiene para evitar contaminación cruzada personal-producto. Sin embargo, al observar en la figura 3 el rubro de personal, se visualiza el incumplimiento de estas medidas de higiene en los 6 productores evaluados. Las faltas se dan tanto por parte de los operarios como del patrono y si bien varían de un productor a otro, de forma general todos incumplen con más del 60% de los requerimientos de higiene del personal.

Con respecto a los operarios, estos no siguen las buenas prácticas de higiene al no utilizar correctamente el uniforme: llevan puesto el uniforme en áreas no permitidas como exterior, comedor, baño, entre otros. No utilizan equipo protector para cabello y barba y mantienen alimentos ajenos al proceso dentro de la planta. Además, no se lavan las manos al iniciar labores o con la frecuencia correcta según las pautas establecidas en el RTCA 67.01.33:06. Durante el procesamiento de alimentos, el lavado de manos de los operarios es fundamental para evitar la contaminación (NDSC, 2004).

Con respecto a los patronos, es responsabilidad de ellos suplir en las distintas zonas de procesamiento de la planta los insumos necesarios para que el personal pueda realizar correctamente la tarea, ya que se observó que además del incumplimiento por parte de los operarios, en algunos de los establecimientos no se contaba con jabón, toallas para secarse las manos ni alcohol en gel. Además, no hay un interés por parte de los dueños en la capacitación constante de sus operarios ni en el control médico que estipula el RTCA 67.01.33:06 para evitar que éstos operen con algún síntoma de resfrío o enfermedad transmitida por alimentos.

Finalmente, la inspección permitió determinar que los productores no realizan controles operacionales que van desde la potabilidad del agua hasta la inspección de materias primas (en especial la leche cruda), material de empaque, control de la producción y el correcto almacenamiento del producto ya terminado. El P6 es el que sobresale en cuanto al almacenamiento y distribución del producto y es porque se observó que esta empresa está más consolidada con respecto a las otras. Es una empresa más grande, trabajan con un mayor número de operarios, cuentan con un encargado de velar por la calidad del producto y con sistemas de refrigeración para almacenar el producto. En general, todos los productores cuentan con grandes oportunidades de mejora para implementar y tener un ambiente de trabajo que no comprometa la inocuidad del producto que se elabora.

Las visitas realizadas, también permitieron comprobar que, al igual que en la década de los 90 (Lorenzini, 1994), la mayoría de los productores actualmente elaboran un queso fresco y posteriormente lo salan por un tiempo definido para obtener el queso Bagaces. Así mismo, las inspecciones permitieron determinar que, si bien la base del procesamiento es la elaboración de un queso fresco, no existe un proceso estandarizado para elaborar este tipo de queso y cada productor sigue un procedimiento distinto para obtener su producto.

El anexo 9.2 muestra el diagrama de flujo que utiliza cada uno de los productores participantes del proyecto y en el cuadro VII, que se muestra a continuación, se detallan las condiciones de proceso que cada productor sigue y que difieren de los demás. Para el P1 no aplican las etapas correspondientes a la elaboración del queso porque este productor adquiere el queso fresco y él únicamente se encarga de realizar el salado.

Cuadro VII. Diferencias observadas en el proceso de elaboración de queso Bagaces de los distintos productores.

Etapas	Productor	Descripción
Recibo de leche	P6	Analiza: células somáticas, antibióticos, pH, propiedades químicas y temperatura de recibo. Filtra 2 veces.
	2,4	Medición de pH y filtrado
	3 y 5	Ningún análisis de control, sólo filtrado de la leche
Calentamiento	2,3,4,5	Calientan la leche a temperaturas entre los 30-35°C
	6	Pasteuriza la leche a 72°C por 15 segundos y luego la enfrían hasta 35°C
Coagulación	2	Leche a 35°C durante 1 hora
	3	Leche a 30°C durante 30 min
	4	Leche a 33°C durante 30 min
	5	Leche a 30°C durante 15 min
	6	Leche a 35°C durante 30 min
Prensado / desuerado 2	2	Balde con agua durante 1 hora a temperatura ambiente
	3	Balde con agua durante 1 hora + 4 días en refrigeración
	5	Balde con agua durante 24 horas a temperatura ambiente
	4 y 6	Sobre su propio peso en refrigeración durante 24 horas
Salado 2	1	Bloques de 2kg en salmuera por 22 días o en camas de sal por 37 días con sal gruesa.
	2	Bloques de 1kg en camas de sal fina por 8 días en hielera.
	3	Bloques de 2,5kg en camas de sal granulada por 8 días en baldes plásticos.
	4	Cubos de (4x4x4) cm en salmuera por 15 días.
	5	Bloques de 30 kg cubiertos por una capa delgada de sal fina por 6 días.
	6	Bloques de 5-6 kg en camas de sal gruesa por 22 días.
Almacenamiento	1,5,2	Temperatura ambiente
	3, 4, 6	Refrigeración

Desde el momento en que la leche se recibe, deben iniciar los controles para asegurar la inocuidad del producto terminado. Es por eso por lo que en esta etapa la leche debe someterse a una serie de análisis fisicoquímicos que permitan confirmar la calidad de la materia prima (FAO, sf). Como se observa en el cuadro VII, únicamente el P6 lleva a cabo

estos análisis. El P2 y P4 realizan la medición del pH y el P3 y el P5 ningún análisis. Es importante mencionar que dado que el P6 cuenta con un mayor nivel tecnológico es de esperar que realicen estos controles. Por su parte, el P2 cuenta con el equipo para realizar análisis fisicoquímicos sin embargo el personal no está muy familiarizado con el mismo y prefiere no utilizarlo. Esta situación observada pone en manifiesto la necesidad que tiene el sector artesanal de ser capacitado en cuanto al uso de instrumentos de medición. El P3 por su parte, utiliza leche propia, e indicó que llevan un control veterinario estricto lo que les permite saber que su leche es de buena calidad y que los problemas por células somáticas los perciben durante la coagulación y de ser así no se continúa con la producción.

La ausencia de controles de la calidad de la leche se agrava en las queserías que reciben leche de varios productores. Algunos indicaron utilizar leche de hasta 20 productores distintos (como el P4). Estos análisis, por lo tanto, además de asegurar la inocuidad del producto (midiendo células somáticas y pH), les permite estandarizar los lotes de producción al controlar las propiedades fisicoquímicas de la materia prima.

Se observó también que los productores, a excepción del P6, no miden la temperatura de recibo de la leche. Esta práctica se considera inadecuada ya que algunos de los productores transportan la leche desde zonas aledañas sin refrigerar y al recibirla no la procesan de forma inmediata o, al contrario, la refrigeran para utilizarla en los siguientes días. El CODEX (2004) establece que cuando la leche no se recoge ni utiliza dentro de las dos horas sucesivas al ordeño, la misma no debe superar los 8°C y deberá enfriarse a una temperatura igual o inferior a 6°C si se recolecta diariamente o menor o igual a 4°C si no se recolecta diariamente ya que las temperaturas indebidas incrementan la carga microbiológica de la leche, en particular favorecen la producción de toxina de *S.aureus*, lo que genera problemas de inocuidad.

En el cuadro VII se puede observar que solamente un productor somete la leche a un proceso de pasteurización, los demás elaboran un queso con leche cruda. Es importante mencionar que, durante la visita realizada para transferir los resultados, el P4 mencionó estar trabajando en conjunto con personal del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) para implementar la pasteurización en su proceso.

La coagulación se realiza a temperaturas entre los 30-35 °C sin embargo la mayor variación se da en el tiempo que va desde 15 minutos hasta 1 hora, lo cual puede generar

diferencias significativas en el producto terminado en cuanto a textura, contenido de humedad y contenido de sal. Una coagulación insuficiente produce un gel poco firme con exceso de finos mientras que sobrepasar el tiempo genera una cuajada dura difícil de desuerar afectando entonces el salado del queso (Walstra *et al.*, 2006).

Con respecto al prensado, algunos de los productores mantienen el queso a temperatura cercana a los 23°C o más, durante 1 hora o inclusive un día completo. Dado que los productores trabajan con leche cruda y ésta es portadora de microorganismos patógenos, si la leche está contaminada o se da una contaminación por incumplimiento de BPM, las condiciones del prensado generan un ambiente favorable para que estos microorganismos se desarrollen hasta alcanzar la dosis infecciosa (Bintsis & Papademas, 2002). Además, en esta etapa del proceso se cuenta con un queso fresco con un pH cercano a 6,4 y un Aw de 0,98 los cuales, en vez de constituir una barrera ante los microorganismos, favorecen su desarrollo. Por ende, de los tratamientos observados, tanto el P3, el P4 y el P6 utilizan la refrigeración como una barrera de control del crecimiento microbiológico y si bien en comparación con el P2 implica un mayor tiempo de procesamiento, disminuyen la probabilidad de comprometer la inocuidad del producto.

La etapa de salado es la que presenta mayor variabilidad. Se trabajan dos métodos distintos (salado en seco y en salmuera), el tipo de sal varía entre fina o gruesa y el tiempo de salado y el tamaño del bloque difiere para cada uno de los productores. Estas diferencias observadas, además de evidenciar que no existe un proceso estandarizado, influyen en las diferencias fisicoquímicas que se presentan en el cuadro VIII.

El salado en seco es el método que se observó con mayor frecuencia, ya que 5 de 6 productores salan el queso con esta técnica. Es importante resaltar que el productor 1 utiliza ambas técnicas: salado en salmuera y salado en seco, variando el tiempo de salado según se observa en el cuadro VII. Si bien los 5 productores utilizan la misma técnica entre ellos hay variaciones en cuanto a la forma de aplicar la sal. Por ejemplo, el productor 5 solamente coloca una capa de sal alrededor del queso, sin cubrirlo, mientras que P1, P2, P3 y P6 forman camas de sal intercalando sal, queso, sal. El P6 es el que coloca mayor número de camas, para un total de 18-20 camas.

Con respecto al tamaño de los bloques de queso y el tiempo de salado existe también una gran variabilidad. Se halló productores (como el P1, P2 y el P3) que salan bloques

cuadrados de queso de 1-2 kg y el salado se realiza durante una semana aproximadamente y 37 días en el caso del P1. El P6 trabaja con bloques rectangulares de hasta 6 kg y los sala por 22 días mientras que el P5 sala quesos de hasta 30 kg. Llamó la atención que este productor siendo el que trabaja con quesos de mayor tamaño, es el que sala el producto por menos días. El P3, el cual trabaja con salmuera, utiliza cubos de queso de aproximadamente 64 cm³ y realiza el proceso de salado por 15 días.

Finalmente, no todos los productores utilizan la refrigeración como una barrera ante los microorganismos en el producto terminado. De acuerdo con lo observado, P1, P2 y P5 mantienen el queso a temperatura ambiente una vez que se empacó. De estos productores, el P2 no utiliza la refrigeración porque considera que el queso no lo requiere, aunque se observó que sí almacenan en refrigeración otros productos lácteos que también elaboran.

5.1.2. Caracterización fisicoquímica del queso

El cuadro VIII, detalla los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en las muestras de queso de los productores. El productor 4 no se incluye en el cuadro ya que éste no hizo entrega de una muestra para analizar.

Cuadro VIII. Valores promedio de las propiedades químicas de los quesos elaborados por los productores evaluados y la probabilidad de crecimiento de patógenos de referencia para quesos almacenados a temperaturas mayores a los 5 °C.

Productor	Humedad (%) ¹	pH ¹	Aw ¹	Contenido de sodio (g/100g) ¹	Probabilidad de crecimiento de patógenos de referencia ³
P1	28,87±1	4,89 ± 0,05	0,821±0,002	7,4 ± 0,4	0,26: Puede ocurrir
P2	30±0,8	5,06±0,02	0,761±004	2,2 ± 0,1	0,54: Puede ocurrir
P3	30±2	5,54±0,03	0,8655±0005	2,7 ± 0,2	0,98: Ocorre
P5	40,9±0,2	5,03±0,03	0,933±001	1,32 ± 0,07	0,51: Puede ocurrir
P6	34,7±0,7	4,77±0,06	0,834±003	2,5 ± 0,1	0,13: Puede ocurrir
Promedio²	33±4	5,2±0,3	0,83±0,05	3±2	0,48: Puede ocurrir

¹Valores reportados con la desviación estándar.

²Valores reportados con el Intervalo de Confianza para un 95%.

³Determinada con el software Cheese Shelf Stability Predictor para *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7 y *S. aureus*.

El contenido de humedad del queso Bagaces debe ser inferior al 39% (FDA, 2016c) y, de acuerdo con lo observado en el cuadro VIII, solamente el P5 incumple. Para el resto de los productores el queso está por debajo del límite establecido. Dado que el Aw y el contenido de sodio están asociados con la cantidad de agua que tiene un alimento, era de esperar que este productor tuviera también el mayor Aw y un menor porcentaje de sal ya que, además de salar el queso por menos tiempo, el área superficial es menor por trabajar un tamaño de bloque más grande por lo tanto la tasa de absorción de sal es menor (Guinee & Fox, 2017). Además, como se observó en el cuadro VII este productor realiza una coagulación de solamente 15 min, lo cual puede dar como resultado una cuajada muy suave, y según lo explican Walstra *et. al* (2005), la falta de firmeza en la cuaja disminuye la sinéresis por lo tanto se obtiene un queso fresco con mayor contenido de humedad.

Al comparar los valores del contenido de sodio con los días de salado que se muestran en el cuadro VII es posible confirmar, como indica Guinee & Fox (2017), que entre más días de salado, mayor es el contenido de sal (como es el caso del queso del P1) mientras que los quesos que permanecen en contacto con la sal por alrededor de 8 días tienen un contenido de sal de aproximadamente el 2%. Es importante resaltar que, para un queso Bagaces, el cual se caracteriza por su alto contenido de sodio, los valores hallados, a excepción del P1, se consideran bajos por su cercanía con los valores que se reportan para el queso fresco (1-3%) (Ramírez & Vélez, 2014).

Si bien no se cuenta con estudios anteriores ni normas que definan el pH característico de un queso Bagaces, al observar los valores reportados para los quesos de los productores es notorio que en su mayoría son quesos muy ácidos (hay valores inclusive menores a 5,0). Si se considera que para un queso fresco el pH ronda 6,2-6,5 (Lillevang, 2004) y que la formulación del queso en estudio no contiene acidulantes ni un cultivo láctico, entonces la acidificación del queso es producto del desarrollo de la microbiota normal presente en la leche o introducidos por contaminación al incumplir con las BPM. Según lo descrito en el cuadro VII, productores como el P2 y el P5 dejan el queso a temperatura ambiente favoreciendo así el desarrollo de cualquier microorganismo que pueda estar ahí presente (Bintsis & Papademas, 2002).

En el cuadro VIII, además, se observa la probabilidad de crecimiento de los microorganismos de referencia que predice el software utilizado. En el caso del queso del

P5 la probabilidad de que los microorganismos en estudio sobrevivan es muy alta ya que está por encima de 0,96. Para el resto de los productores la probabilidad es intermedia y para almacenar el queso a temperatura ambiente y asegurar que no causará ningún daño, se debe conducir un estudio reto con *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* como microorganismos de referencia. Hasta que no se compruebe, por medio del estudio reto, el efecto de la sal sobre esos microorganismos, el queso debe almacenarse en condiciones de refrigeración (Leong *et al.*, 2014).

De forma general, con respecto al A_w , los quesos Bagaces muestreados están en el límite para prevenir el crecimiento de células bacterianas de *Staphylococcus aureus* ($A_{w_{prom}} = 0,8345$). Sin embargo, dada la capacidad de los microorganismos para adaptarse a condiciones extremas como medios salados (Bintsis & Papademas, 2002), la probabilidad de que algún microorganismo patógeno sobreviva y se desarrolle hasta alcanzar la dosis infecciosa necesaria es alta y por eso no se recomienda producir ni almacenar estos productos a temperaturas superiores a los 7 °C.

Las diferencias observadas en los procesos de elaboración del queso Bagaces de los productores visitados demuestran que no existe un proceso estandarizado, sino que cada productor sigue su propia metodología. Así mismo, la variabilidad observada en cuanto a los parámetros fisicoquímicos analizados permite concluir que la forma de salar el queso (forma y tamaño del queso, método y tiempo de salado) influyen en las características e inocuidad del producto terminado. Este resultado evidenció la necesidad de estudiar los tres principales métodos de salado observados durante las visitas, con el fin de evaluar el efecto del salado reproduciendo las condiciones actuales de procesamiento. Estos resultados se discutirán en la sección 5.2.2.

5.2. Determinación de la eficacia del salado

5.2.1. Proceso para elaboración del queso Bagaces y ajustes en el proceso

En este objetivo se buscó validar, a nivel de planta piloto, si el salado tiene un efecto en el aseguramiento de la inocuidad del queso. Para ello, fue necesario seleccionar un flujo de proceso estandarizado para elaborar el queso de manera que hubiera consistencia entre las repeticiones. Debido a la variabilidad observada entre los procesos de los productores visitados, el flujo de proceso a utilizar se definió con base en las condiciones de manufactura

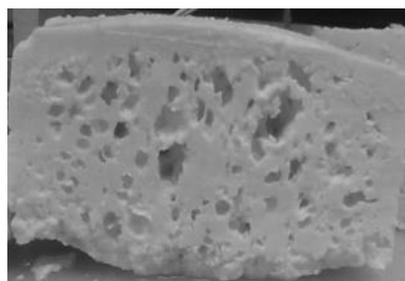
que se observaron comunes en todos los productores. Esto se hizo con el fin de evaluar el efecto del salado en las mismas condiciones en que trabajan las queserías, pero aplicando las Buenas Prácticas de Manufactura y la pasteurización de la leche.

Los tiempos de muestreo se seleccionaron considerando los tiempos de salado que seguían los productores como 8, 23 y 30 días y se seleccionó únicamente los métodos observados en las visitas, por lo tanto, en una primera prueba experimental no se había contemplado el método de cubo en seco.

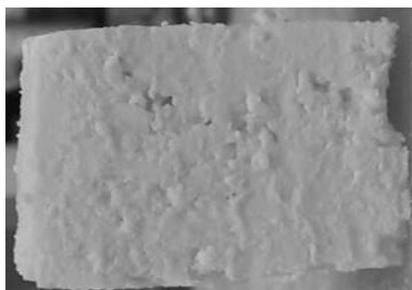
Una vez iniciados los muestreos del queso, se detectó que algunas de las muestras presentaban ojos abundantes y otras no. Los defectos observados se muestran en la figura 4. Se confirmó la presencia de *E. coli* en algunas de las muestras mas no en todas, así como recuentos altos de otros microorganismos: bacterias anaerobias esporulados, bacterias termotolerantes y psicrófilas y levaduras. Las muestras comprometidas fueron los bloques tanto en salado en seco como en salmuera, pero los cubos no presentaron el defecto antes mencionado.



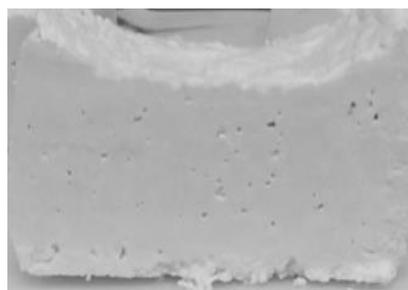
a) Bloque en seco, Lote 1, 23 días en sal



b) Bloque en salmuera, Lote 1, 23 días en sal



c) Cubo en salmuera, Lote 2, 23 días en sal



d) Bloque en seco, Lote prueba, 8 días en sal

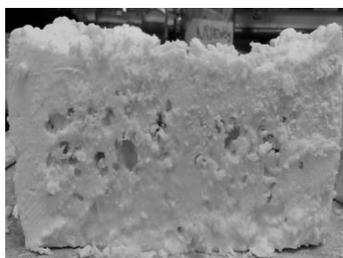
Figura 4. Defectos hallados en los quesos elaborados en la primera prueba experimental

Se condujo un estudio causa raíz para determinar la fuente de contaminación, sin embargo, no fue posible obtener conclusiones determinantes con exactitud. En una prueba (para 8 días de salado), en la que se modificó el agente desinfectante utilizado para los moldes

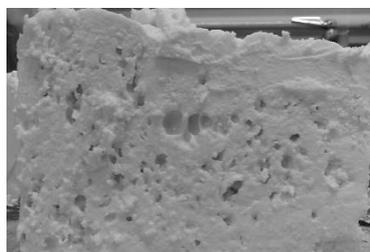
y se implementaron medidas de higiene más extremas, se obtuvo un queso libre de *E.coli*, por lo tanto, se procedió a repetir el proceso experimental aplicando esos ajustes. En la figura 4 se observa una foto del queso de esta prueba.

La experiencia permitió modificar condiciones del proceso en beneficio del proyecto. Por ejemplo, a partir de los datos tomados (se habían alcanzado ya 30 días en sal) fue posible observar que el tamaño del queso podría ejercer diferencias significativas en cuanto al tiempo en que se alcanza el equilibrio del A_w en el queso, por ende, se decidió incluir el tratamiento de cubo salado en seco para una segunda prueba experimental. Así mismo, se ajustaron los tiempos de muestreo para obtener más puntos de la curva en los primeros 30 días de contacto con la sal, esto porque se observó que al inicio la velocidad de salado era mayor.

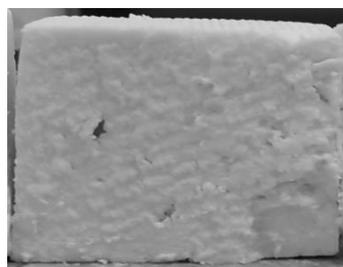
Se procedió a realizar de nuevo los tres lotes independientes de queso y a pesar de las medidas de higiene implementadas, el queso volvió a presentar los mismos defectos de calidad observados en la primera prueba experimental con la diferencia de que éste sí se encontraba libre de *E.coli*. Se consideró esta prueba como la oficial y los resultados obtenidos en estos muestreos fueron los analizados. En la figura 5 se observan las fotografías de algunos de los quesos evaluados.



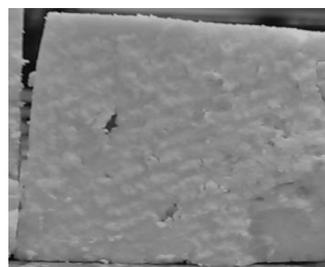
a) Bloque en seco, Lote 1, 41 días en sal



b) Bloque en salmuera, Lote 1, 41 días en sal



c) Cubo en seco, Lote 3, 41 días en sal



d) Cubo en salmuera, Lote 2, 41 días en sal

Figura 5. Defectos hallados en los quesos elaborados en la segunda y definitiva prueba experimental.

Los hallazgos encontrados ponen de manifiesto los retos tecnológicos a los que se enfrentan los productores de queso Bagaces al salar y almacenar el queso a temperaturas superiores a los 20°C ya que, a pesar de trabajar con Buenas Prácticas de Manufactura y leche pasteurizada, no se detiene la proliferación de microorganismos de deterioro, al contrario, las condiciones favorecen el desarrollo de éstos.

5.2.2. Determinación de la inocuidad del queso

En las figuras 6 y 7 se observan las curvas de Aw y pH, respectivamente, para los tratamientos evaluados a lo largo de 60 días del queso en contacto con la sal. Los resultados reportados corresponden al valor promedio de 3 mediciones.

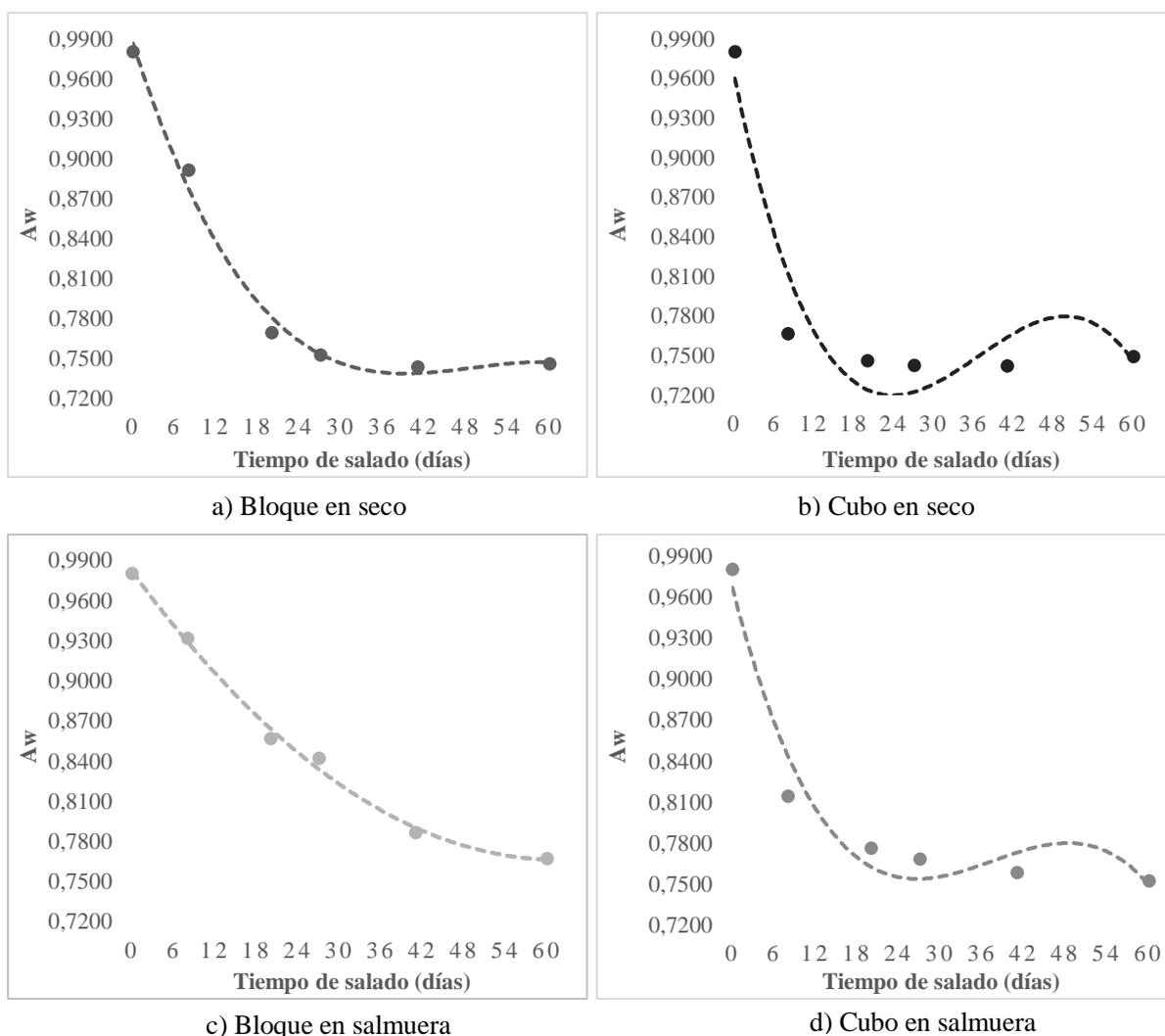


Figura 6. Curvas de Aw en el tiempo de salado para el Aw promedio de los tratamientos evaluados a nivel de Planta Piloto.

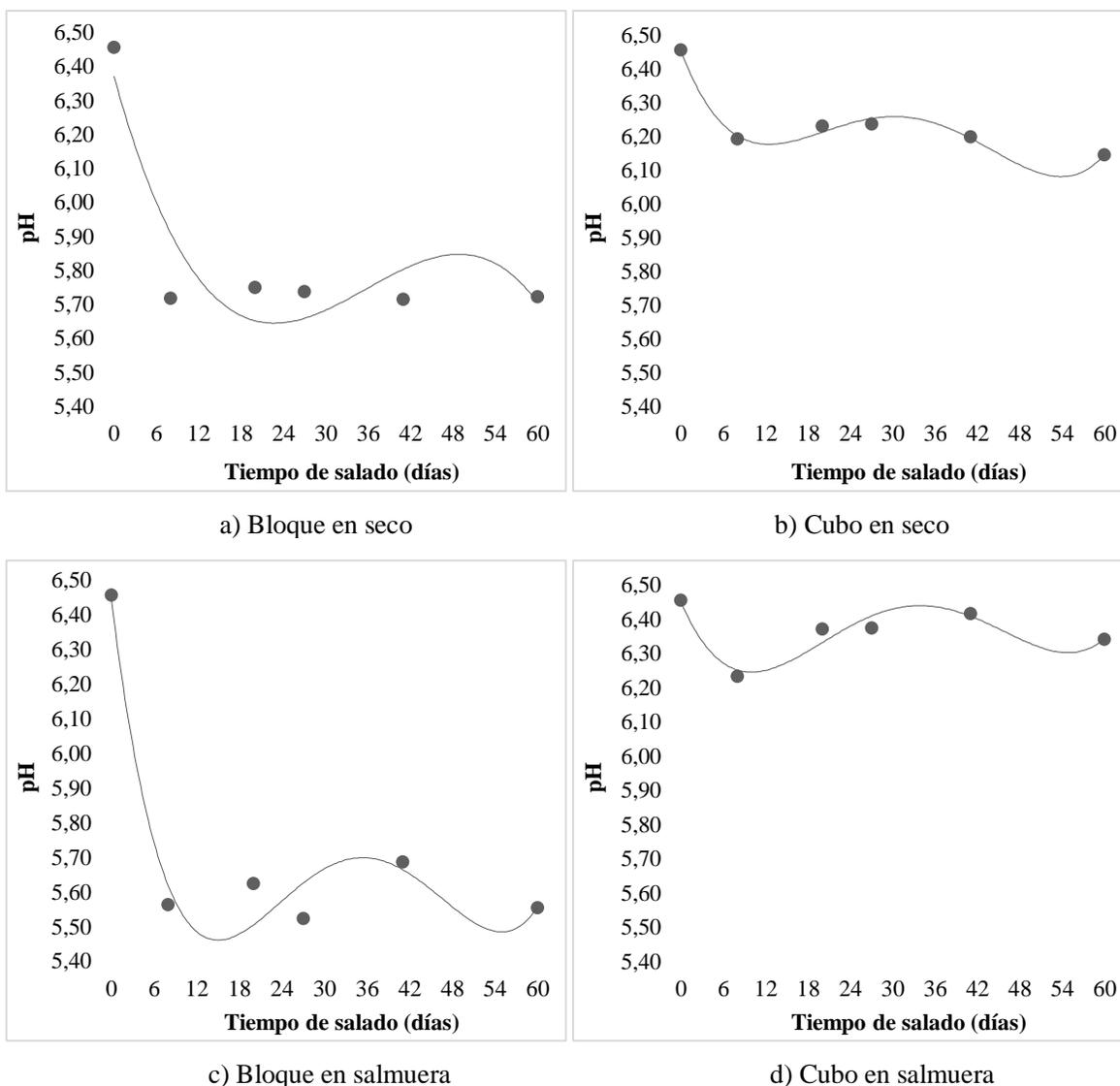


Figura 7. Curvas de pH en el tiempo de salado para el pH promedio de los tratamientos evaluados a nivel de Planta Piloto.

Los valores de A_w y pH reportados para el tiempo cero son característicos de un queso fresco, lo que permite confirmar que el procedimiento seguido se asemeja a las condiciones observadas por los productores, y que se inicia el salado del queso con un gran porcentaje de agua libre (Lillevang, 2004). Conforme aumenta el tiempo de salado, el A_w disminuye su valor hasta alcanzar el equilibrio osmótico mientras que, el pH presenta, en casi todos los tratamientos, una única disminución a los 8 días y de ahí se mantiene prácticamente constante.

En la figura 6 se observa, con respecto al A_w , que al finalizar el proceso de salado los cuatro tratamientos en estudio alcanzan un valor de A_w cercano a los 0,75 (punto de equilibrio osmótico). Si bien todos los tratamientos finalizan con valores de A_w similares, la diferencia está en el tiempo en que tardan en alcanzar ese equilibrio. En la figura 6 se puede observar que, experimentalmente, el cubo en seco fue el que presentó la mayor velocidad de salado, seguido del cubo en salmuera. Por su parte el bloque en salmuera es el más lento, luego de los 60 días de estar en sal, presentó un A_w promedio de 0,76. De acuerdo con lo descrito por Fox *et. al* (2017), “la cantidad de sal absorbida en un tiempo dado aumenta con el aumento de la relación superficie/volumen del queso”, era de esperar por tanto que los cubos de queso presentaran una mayor difusión de sal en menor tiempo tal y como se confirmó experimentalmente.

Con respecto al pH, en la figura 7 se observa que experimentalmente los bloques de queso presentan valores de pH más ácidos en comparación con los cubos. Dado que la formulación del queso no incluye un acidulante ni un cultivo para acidificar el queso, se tiene la hipótesis que la acidificación del queso es causada por el ácido producido por las bacterias presentes en el queso tanto lácticas (por el cultivo iniciador) como termotolerantes que se reproduce en los primeros 8 días de almacenamiento en sal, tiempo en el que la sal no se ha difundido en toda la superficie del queso y que por lo tanto no ejerce un efecto antimicrobiano (Guinee & Fox, 2017). Posterior a los 8 días la sal se ha difundido hasta el centro del queso inhibiendo así el metabolismo de la lactosa.

Es importante mencionar, que en ninguno de los tratamientos evaluados experimentalmente se alcanzó un ámbito de pH que permitiera tener un control sobre el crecimiento de los microorganismos patógenos en estudio. El pH mínimo alcanzado, aún después de todo el proceso, lo presentó el bloque en salmuera en un rango de 5,5-5,6, el cual se encuentra dentro del rango óptimo de crecimiento para los microorganismos patógenos en estudio. Según lo reportado por el ICMSF (1980) el pH mínimo para el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, el más ácido-tolerante, es de 4,0.

Con los valores promedio de A_w y pH obtenidos para cada tratamiento se predijo, con ayuda del software “*Cheese Shelf Stability Predictor*”, la probabilidad de crecimiento de *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7 y *S. aureus*. En el cuadro IX se muestran los resultados.

Cuadro IX. Probabilidad de crecimiento de *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7 y *S. aureus* en queso Bagaces almacenado a temperatura ambiente.

Tratamiento	Probabilidad de crecimiento de patógenos de referencia*
Bloque salado en seco	0,99
Cubo salado en seco	1,00
Bloque salado en salmuera	0,99
Cubo salado en salmuera	1,00

*Determinada con el software *Cheese Shelf Stability Predictor*

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en el cuadro IX, la probabilidad de crecimiento de los microorganismos patógenos de referencia es del 100%. Se esperaba que el bajo A_w de los quesos sumado con el pH actuara como barrera antimicrobiana, pero dado que los valores de pH reportados en este trabajo de investigación no son lo suficientemente ácidos no se puede contemplar como una barrera y por eso se sugiere almacenar en refrigeración desde el día cero el queso que se procese bajo las condiciones reportadas en esta investigación. Además de mantener un control exhaustivo de las BPM y elaborar el producto a partir de leche pasteurizada con adición de un cultivo protector.

De los microorganismos de referencia en estudio, *S. aureus* es el que mejor se adapta a ambientes de humedad reducida, en condiciones óptimas puede crecer en A_w de 0,83 (Beuchat *et al.*, 2012), por lo tanto, de alcanzar ese valor en un alimento, se controla el crecimiento de este y los otros microorganismos relevantes. Como se observa en la figura 6, para todos los tratamientos evaluados se obtuvo, al finalizar el proceso de salado, un queso Bagaces con un A_w inferior a 0,83.

A partir de la curva de A_w , se compararon los tratamientos en función del tiempo que tardan en alcanzar el A_w que controla el crecimiento microbiológico. Para ello, se estimó para cada uno el tiempo de salado en que se alcanza un A_w de 0,83, con el fin de evaluar si alguno ofrece una ventaja tecnológica. En el cuadro X se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro X. Tiempo estimado, para cada tratamiento evaluado, en que el queso Bagaces deberá permanecer en sal para alcanzar un Aw de 0,83

Tratamiento	Tiempo (días) ¹
Bloque salado en seco	7±3
Cubo salado en seco	8±6
Bloque salado en salmuera	15±7
Cubo salado en salmuera	6±4

¹Se reporta el promedio del tiempo ± el intervalo de confianza al 95%.

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados que se muestran en el cuadro X, en tres de los tratamientos evaluados, si el queso permanece en sal alrededor de 8 días es posible controlar el crecimiento de los microorganismos patógenos de referencia, siempre y cuando el queso se almacene en refrigeración. Según los datos obtenidos, salar en cubos en salmuera podría ser más rápido, sin embargo, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en los tiempos necesarios para alcanzar un Aw de 0,83 ($p = 0,2750$).

Se esperaba hallar diferencias en el comportamiento del Aw para los diferentes tratamientos de forma que entre más pequeño fuera la muestra de queso menor sería el tiempo de salado ya que según Fox *et al* (2017) “la cantidad de sal absorbida en un tiempo dado aumenta con el aumento de la relación superficie/volumen del queso”. Así mismo, Guinee & Fox (2017) explica que la tasa de absorción de sal decrece en el tiempo por la disminución en el gradiente de concentración de sal entre el queso y el medio de salado, por lo tanto en comparación con los cubos, los bloques de queso requieren mayor tiempo para distribuir homogéneamente la sal por lo tanto se crea mayor gradiente de concentración en el centro del bloque con respecto a las zonas externas.

Se considera que la variabilidad asociada con el experimento es la principal causante de no observar diferencias en el comportamiento del tiempo mínimo requerido para alcanzar el Aw seleccionado como referencia (0,83). En el cuadro X se observa que los intervalos de confianza son muy altos, por lo tanto, era de esperar que no se encontraran diferencias. Las posibles fuentes de variabilidad asociadas con el experimento se enuncian a continuación:

- Cada lote de queso se realizó con un lote diferente de leche la cual no se estandarizó con respecto al contenido de sólidos.
- A pesar de que en la elaboración del queso la cuajada de los tres lotes se saló al mismo porcentaje de sal, los quesos presentaron, en el tiempo cero diferencias en cuanto al contenido de sal: lote 1: 0,42%, lote 2: 0,28% y lote 3: 0,17%. Por lo tanto, la distribución inicial de la sal en los quesos ya era diferente y por lo tanto el A_w inicial entre los lotes también.
- Se trabajó con quesos de peso similar mas no eran idénticos entre tratamientos, por lo tanto si bien, para todos los tratamientos y lotes se mantuvo la misma proporción sal:queso pudo variar la tasa de salado entre muestras.
- El error asociado con la estimación del tiempo para alcanzar un A_w de 0,83 debido al ajuste de regresión diferente en cada repetición trabajada.

Además de la variabilidad observada, la potencia de prueba ($1-\beta = 0,6$) respalda la probabilidad de estar incurriendo en un error tipo II. Se puede afirmar con un 94% de probabilidad que se podría estar diciendo que no hay diferencias significativas cuando en realidad sí las hay, por lo tanto, si se controla la variabilidad del experimento o se aumentan las repeticiones se podrían observar las diferencias esperadas.

Dicho esto, y con base en los resultados experimentales, a los productores de queso Bagaces les resultaría beneficioso reducir el tamaño del bloque de queso, salarlo durante al menos seis días en salmuera y almacenarlo en refrigeración. Reducir el tamaño del bloque es beneficioso tecnológicamente para los productores que comercializan el queso rallado ya que, considerando los fundamentos teóricos, salan el queso en un menor tiempo y se aseguran una distribución homogénea de la sal. Así mismo trabajarlos en salmuera es más beneficioso que en seco porque se ahorran el acomodo de los cubos, sólo deben asegurar que estos queden sumergidos en la salmuera. De igual forma, quienes requieran bloques por exigencias del consumidor pueden trabajar el bloque en seco y salar por al menos 7 días.

5.3. Transferencia de los resultados

5.3.1. Desarrollo del taller de capacitación

El cuadro XI permite observar el perfil general del taller de capacitación impartido en las distintas queserías.

Cuadro XI. Información general del taller impartido a los productores de queso Bagaces.

Título	Objetivos	Perfil de los participantes
Inocuidad en la producción de queso Bagaces	<ul style="list-style-type: none">- Conocer el efecto del salado sobre los microorganismos que ponen en riesgo la inocuidad del queso Bagaces.- Identificar las oportunidades de mejora en Buenas Prácticas de Manufactura aplicadas en el proceso e instalaciones para su posterior implementación.	<ul style="list-style-type: none">- Productores y sus colaboradores que elaboran y comercializan el queso Bagaces.- Adultos con edades entre los 20 y 60 años aproximadamente y con un nivel de escolaridad variado.

El título del taller, así como los objetivos reflejan la importancia de este proyecto de graduación: poder informar a los productores de queso Bagaces que participaron del proyecto sobre la inocuidad relacionada al queso y la importancia de asegurarla en el producto lácteo que elaboran. Si bien el salado es la principal etapa del proceso que permite obtener las características deseadas en el queso Bagaces, hay gran desconocimiento del efecto que tiene la sal en la elaboración del producto. De igual forma debido a los resultados obtenidos al desarrollar el primer objetivo de esta investigación, se evidencia la necesidad de fortalecer la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura.

Para cumplir los objetivos del taller se planteó el programa que se muestra en el cuadro XII el cual contempla una sesión teórica para poder exponer conceptos relacionados al salado como actividad del agua y pH y reforzar otros probablemente conocidos por ellos como inocuidad y BPM.

Cuadro XII. Descripción del programa del taller de capacitación impartido a los productores de queso Bagaces.

Actividad	Duración (1h 20 min)	Descripción	Materiales
Presentación	5 min	Presentación y mostrar el contenido de la actividad.	Computadora o carteles
Evaluación 1	10 min	Evaluar los conceptos que ya traen los participantes	Hojas con evaluación impresa
Aclaración de conceptos	20 min	Exponer conceptos teóricos: inocuidad, BPM, actividad del agua, pH y microorganismos patógenos.	Presentación de PowerPoint proyectada o impresa
Resultados del proyecto	15min	Comentar los resultados del objetivo 1 y 2 del proyecto.	Presentación de PowerPoint proyectada o impresa. Informe de la visita
Sesión práctica	10 min	Con base en la evaluación de BPM del informe de visita escribir 3 acciones a tomar para mejorar en su área de trabajo	Papeles adhesivos Lapiceros
Conclusiones	5 min	Recomendaciones, agradecimiento y espacio para preguntas	-
Evaluación 2	10 min	Evaluar conceptos aprendidos	Hojas con evaluación impresa
Evaluación 3	5 min	Evaluar a la expositora y la capacitación en general	Hojas con evaluación impresa

La sesión de trabajo se programó previamente con los productores para una duración de 1 hora y 20 minutos, sin embargo, al llegar a impartir la capacitación fue necesario ajustar el horario ya que los productores externaron presentar atrasos en producción u otro tipo de problemas que les impedía dejar que sus colaboradores se ausentaran de sus labores por más de una hora. Es por esta razón que se decide suprimir la sesión práctica y la importancia de BPM se refuerza únicamente en la aclaración de conceptos y al revisar el informe de la visita.

Las sesiones que contaron con un participante o dos fueron provechosas ya que facilitaron la interacción expositor-participante al punto que los mismos oyentes se sintieron en la libertad de interrumpir la explicación para abarcar ahí mismo las dudas. Por otra parte, la sesión en la que se contó con 17 participantes también fue muy provechosa porque si bien no fue tan personal permitió generar una dinámica de grupo más interactiva en la que se hacían preguntas a los operarios para que ellos mismos desarrollaran los conceptos básicos que se estaban exponiendo.

El cuadro XIII presenta el número de personas de cada quesería que participaron en la capacitación y el lugar donde se llevó a cabo la sesión.

Cuadro XIII. Número de operarios que participaron de las capacitaciones y lugar donde se desarrolló la actividad.

Productor	Número de participantes	Lugar
P1	1	Oficina, Zarcero
P2	3	Comedor, Golfito
P3	2	Sala de habitación, San Ramón de Alajuela
P4	2	Oficina, Bagaces
P5	1	Aula, CITA
P6	18	Salón, Zarcero

De acuerdo con lo conversado con los productores, se planeó impartir la capacitación a un total de 38 personas entre los dueños y encargados de supervisar la producción y operarios de la empresa, sin embargo, por las mismas razones de atrasos de producción, ausencia del personal u otras razones desconocidas al final se impartió la sesión a un total de 27 personas.

Es importante recalcar que la capacitación impartida al productor 5 se programó para realizarla en la quesería en Nicoya, tanto al productor como a dos operarios más que le colaboran en la elaboración del queso, sin embargo, el día de la capacitación el productor no se presentó en la quesería y no permitió que el taller se le impartiera a sus operarios, por lo tanto, esta se reprogramó para darla en el CITA solamente al productor.

En las imágenes que se muestran a continuación en la figura 8 se puede observar las condiciones en las que se impartió el taller para cada uno de los productores.



a) P1



b) P2



c) P3



d) P4



e) P5



f) P6

Figura 8. Sesiones de capacitación impartidas a los productores artesanales de queso Bagaces.

5.3.2. Evaluación del taller

La aplicación de la evaluación al inicio y al final de la actividad tenía como objetivo determinar la eficacia del taller de capacitación. De acuerdo con los resultados que muestra el cuadro XIV se puede concluir que el taller fungió como una herramienta eficaz de transmisión de información.

Cuadro XIV. Número de aciertos promedio y notas promedio alcanzadas en la evaluación inicial y final aplicadas a los 27 participantes del taller de capacitación.

Promedio de aciertos				Promedio de notas	
<i>Al inicio</i>	<i>Al final</i>	<i>Aumento</i>	<i>PROB>T</i>	<i>Al inicio</i>	<i>Al final</i>
3	5	2	0,001*	52	86

*Valor de $p < 0,05$ indica que existe diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

En el cuadro XIV se puede observar que en promedio los participantes acertaron dos preguntas más en la evaluación final. Estadísticamente el aumento de dos ítems correctos es significativo, lo que permite concluir que los participantes aprendieron algún concepto durante la actividad.

Así mismo se puede observar que el aumento en el número de aciertos se traduce en una mejor calificación de modo que en promedio los participantes pasaron de obtener una prueba no superada a una prueba con un desempeño adecuado.

Al revisar las respuestas de los participantes en la evaluación inicial, es notorio que, a pesar de que ellos han recibido cursos como el de Manipulación de Alimentos, tenían confusión con el término de inocuidad o la importancia de las BPM, por lo tanto, queda en evidencia la importancia de mantener en constante formación a los operarios que laboran con este queso y otros productos lácteos para reforzar la teoría que han recibido.

Esta evaluación también evidenció que los operarios no están familiarizados con el fundamento de las técnicas que aplican ya que por ejemplo un gran número de participantes reconoció desconocer el término de Aw y pH, los cuales están directamente relacionados con el efecto de la sal en el queso para asegurar la inocuidad del producto.

En el cuadro XV se puede observar que los participantes de la capacitación estuvieron conformes con la actividad realizada. Alrededor del 88% de la población estuvo de acuerdo

con las actividades planeadas, la forma de exponer el contenido, así como el material entregado.

Esto, unido al aumento significativo en el número de aciertos promedio, respalda el diseño escogido para desarrollar el taller y los esfuerzos realizados para describir en un lenguaje menos técnico y más informal los conceptos teóricos que forman la base del conocimiento necesario para mejorar la producción del queso Bagaces y que le permite a los operarios tomar decisiones fundamentadas en cuanto a formulación y proceso a seguir.

Cuadro XV. Calificación global asignada por los participantes de la actividad de capacitación.

<i>Aspecto evaluado</i>	Frecuencia relativa de la calificación otorgada (%) ¹		
	<i>De acuerdo</i>	<i>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</i>	<i>Desacuerdo</i>
1. Sobre los objetivos y la actividad en general	88	0	12
Se cumplió el objetivo general de la actividad	88	0	12
Se cumplieron las actividades programadas	89	0	12
Las prácticas fueron apropiadas y conformes con la teoría brindada	89	0	12
2. Sobre el expositor	87	1	12
Muestra dominio y conocimiento de la materia	89	0	12
Posee la capacidad para despertar el interés en la materia	88	0	12
Tiene la capacidad para conducir grupos de trabajo	89	0	12
Muestra claridad en el momento de exponer	85	4	12
Tiene buena disposición para contestar preguntas y atender consultas de los participantes	84	4	12
Maneja el tiempo según lo programado	89	0	12

¹Se calcula para un total de 26 personas, se descartó la encuesta de un participante por llenado incompleto

Cuadro XV. Continuación

<i>Aspecto evaluado</i>	Frecuencia relativa de la calificación otorgada (%) ¹		
	<i>De acuerdo</i>	<i>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</i>	<i>Desacuerdo</i>
3. Sobre la metodología y recursos utilizados	88	0	12
Las exposiciones brindadas permiten el entendimiento y comprensión de la materia	88	0	12
La dinámica de grupo realizada permite profundizar y aclarar los conocimientos adquiridos	88	0	12
El contenido del material didáctico impreso se ajusta a los objetivos de la actividad	88	0	12
La presentación del material didáctico impreso (textos e ilustraciones) es adecuada	88	0	12

¹Se calcula para un total de 26 personas, se descartó la encuesta de un participante por llenado incompleto.

Lo deseado era alcanzar un 100% de satisfacción en todos los aspectos evaluados, y si bien, esto no fue posible, el porcentaje global es alto y únicamente un 12% no estuvo de acuerdo con la conducción del taller. El hecho de que la mayor parte de la población estuvo de acuerdo con la actividad planeada permite respaldar la metodología seleccionada. De la misma manera, el alto grado de aceptación permite evidenciar que los factores externos, como el bajo grado de escolaridad de los participantes, la falta de costumbre de algunos de ellos para recibir sesiones magistrales por un tiempo extendido, las instalaciones, que en algunos casos no eran las más cómodas porque fue necesario adaptarse al espacio dispuesto en la quesería, o el poco tiempo disponible de los participantes no fueron un impedimento para que los asistentes del taller se dispusieran a participar activamente de éste.

De acuerdo con las respuestas propiciadas por los participantes, así como lo observado durante los talleres, es posible hacer más práctico el taller y promover una mayor discusión o debate entre los participantes. Sin embargo, las condiciones de los participantes hicieron que fuera necesario reajustar el tiempo del taller porque debían regresar a sus labores antes del tiempo previamente establecido. En otros casos no se disponía de un espacio físico acorde para poder proyectar las filminas, acomodar mejor a los participantes para que estos no se durmieran o el clima afectara su concentración, o no se contaba con un número suficiente de participantes para realizar una dinámica grupal; a excepción de una de las empresas, en la mayoría se contó con un grupo de 1-3 personas máximo.

A pesar de lo discutido anteriormente, el 100% de los participantes consideró que los conocimientos adquiridos durante la actividad son aplicables a su trabajo, demostraron un interés en el tema impartido al preguntar por términos no comprendidos, o dudas que les surgían de la cotidianidad de su trabajo y se vieron anuentes a participar de actividades similares que se den en un futuro.

En cuanto a las preguntas de desarrollo sobre sugerencias para mejorar la actividad, algunos de los participantes resaltaron la importancia de, en otras actividades similares, ampliar el contenido sobre controles de calidad, así como actividades prácticas que refuercen el muestreo de la leche, abundar en las técnicas de salado en seco y en aspectos de las Buenas Prácticas de Manufactura.

6. CONCLUSIONES

- Los productores artesanales de queso Bagaces visitados no cuentan con los requisitos mínimos de BPM necesarios para evitar comprometer la inocuidad del producto que procesan, y a pesar de ello, cuentan con los permisos necesarios para la producción y comercialización de su producto lácteo a nivel nacional.
- La elaboración del queso Bagaces en Costa Rica se continúa realizando de forma rudimentaria, a partir de leche cruda y sin un proceso estandarizado. Cada productor utiliza un proceso propio y en su mayoría recetas familiares heredadas.
- El contenido de sal de los quesos muestreados ronda desde un 1,32% en masa hasta un 7,39% en masa, la humedad entre 28,87% y 40,88%, el Aw entre 0,7614 y 0,9332 y el pH entre 4,77 y 5,54. La variabilidad observada entre los parámetros analizados permitió determinar que la forma de salar el queso podía influir sobre las características e inocuidad del producto terminado.
- Mediante el software “*Cheese Shelf Stability Predictor*” se encontró que para el 80% de los quesos muestreados se debe realizar un estudio reto para determinar si el queso puede almacenarse a temperatura ambiente sin comprometer la inocuidad del producto, de lo contrario deberá almacenarse en refrigeración.
- Los resultados de los quesos elaborados en planta piloto exhiben que salar el queso en cubos y en salmuera podría ser más eficiente sin embargo ninguno de los métodos evaluados es eficaz en el aseguramiento de la inocuidad del queso.
- Se determinó que el salado, en las condiciones en las que se aplica actualmente, no puede utilizarse como única barrera para el control microbiológico de patógenos en el queso Bagaces. Éste deberá ir acompañado de otras medidas de control como temperaturas de refrigeración, acidificación del queso o un tratamiento térmico posterior (horneado) siempre y cuando se valide que tecnológicamente es viable sin sacrificar la identidad sensorial del queso y aceptación del consumidor.
- El taller de capacitación fungió como un espacio de transmisión de conocimiento y los participantes, además de demostrar alto grado de satisfacción con el desarrollo del mismo, mejoraron sus conocimientos acerca de los conceptos de relevancia para la producción inocua de queso Bagaces.

7. RECOMENDACIONES

- Implementar el uso de leche pasteurizada en la elaboración de queso Bagaces.
- Implementar controles de calidad de leche y asegurar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura a lo largo del procesamiento.
- Mejorar las condiciones de infraestructura de las queserías para reducir los focos de contaminación.
- Realizar el proceso de salado en refrigeración y almacenar el queso Bagaces a esa misma temperatura.
- Disminuir el tamaño del bloque de queso Bagaces y salarlo en salmuera.
- Promover una segunda investigación que, a partir de estos resultados, determine y estandarice el proceso de elaboración de queso Bagaces que asegure la inocuidad del producto almacenado a temperatura ambiente.
- Establecer una red de apoyo entre las instituciones públicas y la academia para guiar a los productores de queso Bagaces en la implementación de las oportunidades de mejora que se les hicieron ver, especialmente en el desarrollo de procedimientos y capacitación en instrumentos de medición.
- Transferir los resultados de la presente investigación a las entidades regulatorias nacionales para normalizar la elaboración del queso Bagaces y asegurar la producción inocua de éste a nivel nacional.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA, M., DUARTE, F., MADRIZ, C. VARGAS, C., CALVO, J., BARRANTES, K., CAMPOS, E., BOLAÑOS, H., DITTEL, I. & SÁNCHEZ, O. 2004. Calidad microbiológica del queso fresco en expendios de la Región Central Norte, Costa Rica. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud. Centro de Referencia en Bacteriología. Tres Ríos, Costa Rica.
- AHAW. 2010. Scientific Opinion on Q Fever 1. *EFSA Journal* 8 (5): 1–114
- AMICO, D & DONELLY, C. 2017. Growth and Survival of Microbial Pathogens in Cheese. In *Cheese*. 4th Ed. Elsevier Ltd.
- ANÓNIMO. 2015. El queso que adopta el nombre Bagaces. Proyecto conjunto de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica y el Museo de Cultura Popular de la Universidad Nacional. INTERNET. <http://163.178.114.203/subcultivos/node/60>.
- ARIAS, S. 2017. Queso Bagaces. Guayabo. Comunicación Pesonal.
- BARRIENTOS, O. & VILLEGAS, L. 2010. Sector Agropecuario. Cadena Productiva de Leche. Políticas y Acciones. MAG. INTERNET. <http://www.infoagro.go.cr/MarcoInstitucional/Documents/Pol%C3%ADticas%20de%20la%20Leche.pdf>
- BEUCHAT, L., KOMITOPOULOU. E., BETTS, R., BECKERS, H., BOURDICHON, F., JOOSTEN, H., FANNING, S. & KUILE, B. 2011. Persistence and survival of pathogens in dry foods and dry food Processing environments. ILSI Europe, Belgium.
- BINTSIS, T. & PAPADEMÁS, P. 2002. Microbiological Quality of White-Brined Cheeses: A Review. *International Journal of Dairy Technology*. 55 (3): 113–20.
- CALIVÁ, J. 2009. Manual de Capacitación Para Facilitadores. Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura (IICA). San José, Costa Rica
- CANDELO, C., ORTIZ, G. & UNGER, B. 2003. Hacer talleres: Una guía práctica para capacitadores. WWF Colombia. Cali, Colombia.
- CITA. 2015. “Determinación de la actividad del agua (Aw)” P-SA-MG-041. Emisión No 2. San José, Costa Rica.
- CITA. 2016a. “Determinación de minerales por espectrofotometría de Absorción Atómica” P-SA-MQ-035. Emisión No 3. San José, Costa Rica.
- CITA. 2016c. Evaluación de cursos. R-CA-006. Emisión No. 6. San José, Costa Rica.
- CITA.2016b. “Determinación de pH” P-SA-MQ-012. Emisión No 8. San José, Costa Rica.
- CLARK, S. & AGARWAL, S. 2012. Cheddar and Related Hard Cheeses. In *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. 2nd Ed. CRC Press.
- CNP. 2001. Mejoramiento de la sanidad y calidad del queso fresco elaborado en las queserías artesanales y rurales de Costa Rica, Costa Rica. INTERNET. <http://territorioscentroamericanos.org/sites/default/files/Mejoramiento%20de%20la%20sanidad%20y%20calidad%20del%20queso%20fresco%20elaborado%20en%20las%20queser%C3%ADas%20rurales%20de%20Costa%20Rica.pdf>.
- CODEX. 2004. Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos. RCP 57-2004
- CODEX. 2011. Leche Y Productos Lácteos. 2^{nda} Ed. Roma, Italia.

- COTO, A. 2018. Situación actual y retos de la lechería regional. VII Congreso Centroamericano del sector lácteo. San José, Costa Rica.
- D'AMICO, D., DRUART, M. & DONNELLY, C. 2010. Behavior of *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and aging of Gouda and stirred-curd Cheddar cheeses manufactured from raw milk. *Journal of Food Protection*. 73(12): 2217-2224.
- D'AMICO, D., DRUART, M. & DONNELLY, C. 2014. Comparing the behavior of multidrug-resistant and pansusceptible *Salmonella* during the production and aging of a Gouda cheese manufactured from raw milk. *Journal of Food Protection*. 77(6): 903-913.
- DECAGON. 2006. Fundamentals of Water Activity. *Food Physics*. 1–8.
- EFSA. 2010. Scientific opinion on Q fever. *EFSA Journal*. 8(5):1-114
- EFSA. 2015. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-Borne Outbreaks Published. *EFSA Journal*. 13(1): 1-165.
- FAO. 2016. Producción y productos lácteos: Calidad y evaluación. INTERNET. <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/calidad-y-evaluacion/es/#.V-lc4K1ApX8>.
- FAO. s.f. Procesados de lácteos. Fichas técnicas. INTERNET. <http://www.fao.org/3/a-au170s.pdf>
- FDA. 2001. Evaluation and definition of potentially hazardous foods: Chapter 3 Factors that influence microbial growth. INTERNET. <https://www.fda.gov/downloads/food/foodborneillnesscontaminants/ucm545171>.
- FDA. 2001. Evaluation and definition of potentially hazardous foods: Chapter 3 Factors that influence microbial growth. INTERNET. <https://www.fda.gov/downloads/food/foodborneillnesscontaminants/ucm545171.pdf>.
- FDA. 2012. The Dangers of Raw Milk : Unpasteurized Milk Can Pose a Serious Health Risk. INTERNET. <https://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/BuyStoreServeSafeFood/ucm079516.htm>.
- FDA. 2016a. “FY 2014 – 2016 Microbiological Sampling Assignment Summary Report : Raw Milk Cheese Aged 60 Days Office of Compliance Center for Food Safety and Applied Nutrition. CFSAN.
- FDA. 2016b. Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls for Human Food : Guidance for Industry. INTERNET. <https://www.regulations.gov/document?D=FDA-2016-D-2343-0002>.
- FDA. 2016c. Part 133. Cheeses and Related Cheese Products. CFR-Code of Federal Regulations. INTERNET. <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=133&showFR=1>.
- FOX, P., COGAN, T. & GUINEE, T. 2017. *Factors That Affect the Quality of Cheese*. In *Cheese*. 4th Ed. Elsevier Ltd.
- GUINEE, T & FOX, P. 2017. Salt in Cheese : physical , chemical and biological aspects. In *Cheese*, 4th Ed. Elsevier Ltd.
- HAYALOGLU, A. 2017. Cheese Varieties Ripened Under Brine. In *Cheese*. 4th Ed. Elsevier Ltd.
- ICMSF. 1980. pH and acidity. In *Microbial ecology of foods: factors affecting life and death of processed salami as influenced by pH, water activity, and temperature and suit-microorganisms*. Academic Press.

- IFT. 2001. Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 2. Estados Unidos.
- KETHRA, Y., KANAWJIA, A. & PURI, R. 2014. Technology of fresh cheeses. In *Fermented milk and dairy products*. CRC Press
- KOUSTA, M., MATARAGAS, M., SKANDAMIS, P. & DROSINOS, E. 2010. Prevalence and Sources of Cheese Contamination with Pathogens at Farm and Processing Levels. *Food Control* 21 (6): 805-815.
- KRISTENSEN, B, NIELSEN, W & JOSEPHSEN, J. 2004. Manufacture of Cheese: Procedures and Processing Equipment. In *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*, 1st Ed. CRC Press.
- LANGER, A., AYERS, T., GRASS, J., LYNCH, M., ANGULO, F. & E. MAHON, B. 2013. Nonpasteurized Dairy Products, Disease Outbreaks, and State Laws- United States, 1993-2006. *Emerging Infectious Diseases* 18 (3): 385–391.
- LAUVERJAT, C., DÉLÉRIS, I., TRÉLÉA, C. & SOUCHON, I. 2009. Salt and aroma compound release in Mode Cheeses in relation to their mobility. *J. Agric. Food. Chem.* 57(21): 9878-9887.
- LEONG, W., GEIER, R., ENGSTROM, S., INGHAM, S., INGHAM, B. & SMUKOWSKI, M. 2014. Growth of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* on Cheese during Extended Storage at 25°C. *Journal of Food Protection*. 77(8): 1275-1288.
- LILLEVANG, S. 2004. Cheese Production: Quality Control and Sanitation. In *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. Marcel Dekker Inc.
- LORENZINI, M. 1994. Diagnóstico y tipificación química, microbiológica y sensorial del queso seco producido en la región norte del país. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- MADRIZ, J. 2017. Sector lácteo costarricense en el marco de la apertura comercial. XXIII Congreso Nacional Lechero. San José, Costa Rica.
- MADRIZ, J. Importancia económica y social del sector lácteo costarricense. *Horizonte Lechero*. 2(6): 16-22.
- MAG. s.f. Caracterización Agrocadena de Leche, Región Central Oriental, Costa Rica. INTERNET. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00079.pdf>.
- MAYORGA, R. 1992. Aspectos de La Elaboración de Queso Blanco En Costa Rica. *Reviteca*, 1992.
- MELILLI, C., BARBANO, C., CACCAMO, M., TUMINELLO, L., CARPINO, S. & LICITRA, G. 2006. Interaction of brine concentration, brine temperature, and presalting on salt penetration in Ragusano Cheese. *Journal of Dairy Science*. 89 (2): 1420–1438.
- NDSC. 2004. Preventing foodborne disease: a focus on the infected food handler. National Disease Surveillance Centre. Ireland.
- PAJONK. A., SAUREL, R. & ANDRIEU. J. 2003. Experimental study and modeling of effective NaCl diffusion coefficients values during Emmental cheese brining. *Journal of Food Engineering*. 60: 307-313.
- PARK, Y. & BELL, L. 2004. Determination of Moisture and Ash contents of Foods. In *Handbook of Food Analysis*, 2nd Ed. CRC Press.
- PINTADO, M., GOMES, A. & ZACARCHENCO, P. 2015. Cheese Microbiology. In *Dairy*

- Microbiology and Biochemistry: Recent Developments bacterial. Taylor & Francis Group.
- POJIC, M., KRAVIC, S. & STOJANOVIC, Z. 2015. Analytical Methods for determination of moisture and ash in foodstuff. In Handbook of Food Analysis. 3th Ed. CRC Press.
- QUIGLEY, L., O'SULLIVAN, O., STANTON, C., BERESFORD, T., ROSS, P., FITZGERALD, G. & COTTER, P. 2013. The Complex Microbiota of Raw Milk. *FEMS Microbiology Reviews* 37 (5): 664–698.
- RAMÍREZ, C. & VÉLEZ, J. 2014. Quesos Frescos: Propiedades, Métodos de Determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos De Ingenieria De Alimentos* 6 (2): 131–48
- RAMÍREZ, J., AGUIRRE, J., ARISTIZABAL, V. & CASTRO, S. 2017. La Sal En El Queso: Diversas Interacciones. *Agronomía Mesoamericana* 28 (1): 303–16.
- RTCA. 2007. RTCA 67.01.33:06. Industria de Alimentos Y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales.
- RTCA. 2009. RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos.
- RTCR. 2007. Reglamento Técnico RTCR 407 : 2007 *General Para Quesos*. Costa Rica.
- SÁNCHEZ, A. 2017. Queso Bagaces. Nicoya. Comunicación Pesonal.
- SANTAPAOLA, J., MALDONADO, S. & MEDINA, J. 2013. NaCl diffusion kinetics in dry salting of goat cheese. *Journal of Food Engineering*. 118: 172-177.
- SEDÓ, P. 2012. Un acercamiento a la gastronomía de la provincia de Guanacaste. Patrimonio intangible de gran riqueza cultural de Costa Rica. Escuela de Nutrición, Universidad de Costa Rica.
- SOLÍS, A. 2016. Descripción de la situación actual sobre el uso y consumo, perfil sensorial y grado de aceptación del queso seco tradicional elaborado en la región Huetar Norte y región Chorotega de Costa Rica. Proyecto Final de Graduación Lic. en Ingeniería de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- STIER, R 2012. Prerequisite Programs Help Ensure Safety and Meet Auditor Scrutiny. *Food Safety Magazine*. Dec 2011-Jan 2012.
- UNIVERSITY OF WISCONSIN. 2013. Cheese Shelf Stability Predictor. INTERNET: http://foodsafety.wisc.edu/Cheese_ST_calc.html.
- VÍQUEZ, D. 2012. Caracterización de la producción artesanal de queso en las empresas de la Cámara Nacional de Queseros Artesanos y Afines (CANAQEAF), capacitación de sus miembros y elaboración de una propuesta de plan de acción que permita revalorizar los quesos artesanales. Práctica Dirigida Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.
- WALSTRA, P., WOUTERS, J. & GEURTS, T. 2006. Cheese Manufacture. In *Dairy Science and Technology*. 2nd Ed. CRC Press
- YOON, Y., LEE, S. & CHOI, K. 2016. Microbial benefits and risks of raw milk cheese. *Food Control*. 63: 201-215.
- ZÚÑIGA, R., FIGUEROA, L., RUIZ, L., MURILLO, J., OBANDO, L., EL PINO, A., MURILLO, F., MORALES, L. & ALVARADO, D. 2005. Guía Estratégica de Acción Para La Cámara Nacional de Productores de Leche de Costa Rica.

9. ANEXOS

9.1. Guía de proceso para la elaboración de queso Bagaces

Herramienta desarrollada para el diagnóstico de queserías artesanales de queso tipo Bagaces

1. Información de la finca

Nombre de la quesería: _____ Propietario: _____

Dirección: _____

Cantón, Provincia: _____

Teléfono: _____

2. Registro de visita

Fecha de visita: _____

Quien atiende: _____

3. Información de la leche

Leche: Propia Adquirida

Proveedor: _____

Raza: _____

Litros transformados/día: _____

Condiciones de almacenamiento: T: _____ °C Contenedor: _____ Tiempo: _____

Análisis microbiológicos:

- Mesófilos totales
- Coliformes
- *E. coli*
- *S. aureus*
- Otro:

Frecuencia: _____

Control veterinario: _____

Control de proveedor: _____

4. Instalaciones/BPM

ASPECTO	REQUERIMIENTOS	CUMPLIMIENTO	PUNTOS
1 EDIFICIO			
1,1	PLANTA Y SUS ALREDEDORES		
1.1.1	ALREDEDORES		
a) Limpios.	i)	Almacenamiento adecuado del equipo en desuso.	
	ii)	Libres de basuras y desperdicios.	
	iii)	Áreas verdes limpias	
b) Ausencia focos de contaminación.	i)	Patios y lugares de estacionamiento limpios, evitando que constituyan una fuente de contaminación.	
	ii)	Inexistencia de lugares que puedan constituir una atracción o refugio para los insectos y roedores.	
	iii)	Mantenimiento adecuado de los drenajes de la planta para evitar contaminación e infestación.	
	iv)	Operación en forma adecuada de los sistemas para el tratamiento de desperdicios.	
1.1.2	UBICACIÓN		
a) Ubicación adecuada.	i)	Ubicados en zonas no expuestas a cualquier tipo de contaminación física, química o biológica.	
	ii)	Estar delimitada por paredes separadas de cualquier ambiente utilizado como vivienda	
	iii)	Contar con comodidades para el retiro de los desechos de manera eficaz, tanto sólidos como líquidos	
	iv)	Vías de acceso y patios de maniobra deben encontrarse pavimentados a fin de evitar la contaminación de los alimentos con el polvo.	
1,2	INSTALACIONES FÍSICAS		
1.2.1	DISEÑO		
a) Tamaño y construcción del edificio.	i)	Su construcción debe permitir y facilitar su mantenimiento y las operaciones sanitarias para cumplir con el propósito de elaboración y manejo de los alimentos, así como del producto terminado, en forma adecuada.	
	ii)	El edificio e instalaciones deben de reducir al mínimo el ingreso de los contaminantes del medio como humo, polvo, vapor u otros.	
b) Protección contra el ambiente exterior.	i)	El edificio e instalaciones deben de reducir al mínimo el ingreso de los contaminantes del medio como humo, polvo, vapor u otros.	
	ii)	El edificio e instalaciones deben de reducir al mínimo el ingreso de los contaminantes del medio como humo, polvo, vapor u otros.	
c) Áreas específicas para vestidores, para ingerir alimentos y para almacenamiento .	i)	Los ambientes del edificio deben incluir un área específica para vestidores, con muebles adecuados para guardar implementos de uso personal.	
	ii)	Los ambientes del edificio deben incluir un área específica para que el personal pueda ingerir alimentos.	
	iii)	Se debe disponer de instalaciones de almacenamiento separadas para: materia prima, producto terminado, productos de limpieza y sustancias peligrosas.	
d) Distribución	i)	Los espacios de trabajo entre el equipo y las paredes deben ser de por lo menos 50 cm. y sin obstáculos, de manera que permita a los empleados realizar sus deberes de limpieza en forma adecuada.	
e) Materiales de construcción	i)	Todos los materiales de construcción de los edificios e instalaciones no transmitan ninguna sustancia no deseada al alimento. Las edificaciones deben ser de construcción sólida, y mantenerse en buen estado. No se permite la madera como material de construcción.	

1.2.2 PISOS			
a) De material impermeable y de fácil limpieza.	i)	Los pisos deberán ser de materiales impermeables, lavables e impermeables que no tengan efectos tóxicos para el uso al que se destinan.	
	ii)	Los pisos deberán estar contruidos de manera que faciliten su limpieza y desinfección	
b) Sin grietas.	i)	Los pisos no deben tener grietas ni irregularidades en su superficie o uniones	
c) Uniones redondeadas.	i)	Las uniones entre los pisos y las paredes deben tener curvatura sanitaria para facilitar su limpieza y evitar la acumulación de materiales que favorezcan la contaminación.	
d) Desagües suficientes.	i)	Los pisos deben tener desagües y una pendiente adecuados, que permitan la evacuación rápida del agua y evite la formación de charcos.	
1.2.3 PAREDES			
a) Exteriores de material adecuado.	i)	Las paredes exteriores pueden ser contruidas de concreto, ladrillo o bloque de concreto y aun en estructuras prefabricadas de diversos materiales.	
b) De áreas de proceso y almacenamiento revestidas de material impermeable.	i)	Las paredes interiores, en particular en las áreas de proceso se deben revestir con materiales impermeables, no absorbentes, lisos, fáciles de lavar y desinfectar, pintadas de color claro y sin grietas	
	ii)	Cuando amerite por las condiciones de humedad durante el proceso, las paredes deben estar recubiertas con un material lavable hasta una altura mínima de 1.5 metros.	
	iii)	Las uniones entre una pared y otra, así como entre éstas y los pisos, deben tener curvatura sanitaria	
1.2.4 TECHOS			
a) Contruidos de material que no acumule basura y anide plagas.	i)	Los techos deberán estar contruidos y acabados de forma que reduzca al mínimo la acumulación de suciedad y de condensación, así como el desprendimiento de partículas.	
	ii)	Cuando se utilicen cielos falsos deben ser lisos, sin uniones y fáciles de limpiar	
1.2.5 VENTANAS Y PUERTAS			
a) Fáciles de desmontar y limpiar.	i)	Las ventanas deben ser fáciles de limpiar.	
	ii)	Las ventanas deberán ser fáciles de limpiar, estar contruidas de modo que impidan la entrada de agua, plagas y acumulación de suciedad y cuando el caso lo amerite estar provistas de malla contra insectos que sea fácil de desmontar y limpiar	
b) Quicios de las ventanas de tamaño mínimo y con declive.	i)	Los quicios de las ventanas deberán ser con declive y de un tamaño que evite la acumulación de polvo e impida su uso para almacenar objetos	
c) Puertas en buen estado, de superficie lisa y no absorbente, y que abran hacia afuera.	i)	Las puertas deben tener una superficie lisa y no absorbente y ser fáciles de limpiar y desinfectar.	
	ii)	Las puertas es preferible que abran hacia fuera y que estén ajustadas a su marco y en buen estado.	
1.2.6 ILUMINACIÓN			
a) Intensidad de acuerdo al manual de BPM.	i)	Todo el establecimiento estará iluminado ya sea con luz natural o artificial, de forma tal que posibilite la realización de las tareas y no comprometa la higiene de los alimentos	
b) Lámparas y accesorios de luz artificial adecuados.	i)	Las lámparas y todos los accesorios de luz artificial ubicados en áreas de recibo de materia prima, almacenamiento, preparación y manejo de los alimentos, deben estar protegidos contra roturas.	
	ii)	La iluminación no deberá alterar los colores.	
c) Ausencia de cables colgantes en zonas de proceso.	i)	Las instalaciones eléctricas en caso de ser exteriores deberán estar recubiertas por tubos o caños aislantes	
	ii)	No deben existir cables colgantes sobre las zonas de procesamiento de alimentos.	

1.2.7 VENTILACIÓN			
a) Ventilación adecuada.	i)	Debe existir una ventilación adecuada, que evite el calor excesivo, permita la circulación de aire suficiente y evite la condensación de vapores	
	ii)	Se debe contar con un sistema efectivo de extracción de humos y vapores acorde a las necesidades, cuando se requiera	
b) Corriente de aire de zona limpia a zona contaminada.	i)	El flujo de aire no deberá ir nunca de una zona contaminada hacia una zona limpia.	
	ii)	Las aberturas de ventilación estarán protegidas por mallas para evitar el ingreso de agentes contaminantes.	
1.3 INSTALACIONES SANITARIAS			
1.3.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA			
a) Abastecimiento.	i)	Debe disponerse de un abastecimiento suficiente de agua potable.	
	ii)	El agua potable debe ajustarse a lo especificado en la Normativa de cada país.	
	iii)	Debe contar con instalaciones apropiadas para su almacenamiento y distribución de manera que, si ocasionalmente el servicio es suspendido, no se interrumpan los procesos	
	iv)	El agua que se utilice en las operaciones de limpieza y desinfección de equipos debe ser potable.	
b) Sistema de abastecimiento de agua no potable independiente.	i)	Los sistemas de agua potable con los de agua no potable deben ser independientes (sistema contra incendios, producción de vapor).	
	ii)	Sistemas de agua no potable deben de estar identificados.	
	iii)	El Sistema de agua potable diseñado adecuadamente para evitar el reflujo hacia ellos (contaminación cruzada).	
1.3.2 TUBERIAS			
a) Tamaño y diseño adecuado.	i)	El tamaño y diseño de la tubería debe ser capaz de llevar a través de la planta la cantidad de agua suficiente para todas las áreas que los requieran.	
	ii)	Transporte adecuadamente las aguas negras o aguas servidas de la planta.	
b) Tuberías de agua limpia potable, agua limpia no potable, y aguas servidas separadas.	i)	Transporte adecuado de aguas negras y servidas de la planta.	
	ii)	Las aguas negras o servidas no constituyen una fuente de contaminación para los alimentos, agua, equipo, utensilios o crear una condición insalubre.	
	iii)	Proveer un drenaje adecuado en los pisos de todas las áreas, sujetas a inundaciones por la limpieza o donde las operaciones normales liberen o descarguen agua u otros desperdicios líquidos.	
	iv)	Prevención de la existencia de un retroflujo o conexión cruzada entre el sistema de la tubería que descarga los desechos líquidos y el agua potable que se provee a los alimentos o durante la elaboración de los mismos.	
1.4 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS LÍQUIDOS			
1.4.1 DRENAJES			
a) Instalaciones de desagüe y eliminación de desechos adecuadas	i)	Sistemas e instalaciones adecuados de desagüe y eliminación de desechos, diseñados, construidos y mantenidos de manera que se evite el riesgo de contaminación.	
	ii)	Deben contar con una rejilla que impida el paso de roedores hacia la planta.	
1.4.2 INSTALACIONES SANITARIAS			
a) Servicios sanitarios limpios, en buen estado y separados por sexo.	i)	Instalaciones sanitarias limpias y en buen estado, con ventilación hacia el exterior	
	ii)	Provistas de papel higiénico, jabón, dispositivos para secado de manos, basurero	
	iii)	Separadas de la sección de proceso	

a) Servicios sanitarios limpios, en buen estado y separados por sexo.	iv)	Poseerán como mínimo los siguientes equipos, según el número de trabajadores por turno. Ø Inodoros: uno por cada veinte hombres o fracción de veinte, uno por cada quince mujeres o fracción de quince. Ø Orinales: uno por cada veinte trabajadores o fracción de veinte. Ø Duchas: una por cada veinticinco trabajadores, en los establecimientos que se requiera Ø Lavamanos: uno por cada quince trabajadores o fracción de quince.		
b) Puertas que no abran directamente hacia el área de proceso.	i)	Puertas que no abran directamente hacia el área donde el alimento está expuesto cuando se toman otras medidas alternas que protejan contra la contaminación (Ej. Puertas dobles o sistemas de corrientes positivas).		
c) Vestidores debidamente ubicados.	i)	Debe contarse con un área de vestidores, separada del área de servicios sanitarios, tanto para hombres como para mujeres		
	ii)	Provistos de al menos un casillero por cada operario por turno.		
1.4.3 INSTALACIONES PARA LAVARSE LAS MANOS				
a) Lavamanos con abastecimiento de agua potable.	i)	Las instalaciones para lavarse las manos deben disponer de medios adecuados y en buen estado para lavarse y secarse las manos higiénicamente, con lavamanos no accionados manualmente y abastecimiento de agua caliente y/o fría.		
b) Jabón líquido, toallas de papel o secadores de aire y rótulos que indiquen lavarse las manos.	i)	El jabón debe ser líquido, antibacterial y estar colocado en su correspondiente dispensador. Uso de toallas de papel o secadores de aire.		
	ii)	Debe de haber rótulos que indiquen al trabajador que debe lavarse las manos después de ir al baño, o se haya contaminado al tocar objetos o superficies expuestas a contaminación.		
1.5 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS				
1.5.1 DESECHOS SÓLIDOS				
i) Manejo adecuado de desechos sólidos.	i)	Deberá existir un programa y procedimiento escrito para el manejo adecuado de desechos sólidos de la planta.		
	ii)	No se debe permitir la disposición de desechos en las áreas de recepción y de almacenamiento de los alimentos o en otras áreas de trabajo ni zonas circundantes.		
	iii)	Los recipientes deben ser lavables y tener tapadera para evitar que atraigan insectos y roedores.		
	iv)	El de los desechos, deberá ubicarse alejado de las zonas de procesamiento de alimentos. Bajo techo o debidamente cubierto y en un área provista para la recolección de lixiviados y piso lavable		
1.6 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN				
1.6.1 PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN				
a) Programa escrito que regule la limpieza y desinfección.	i)	Debe existir un programa escrito que regule la limpieza y desinfección del edificio, equipos y utensilios, el cual deberá especificar: - Distribución de limpieza por áreas; - Responsable de tareas específicas; - Método y frecuencia de limpieza; - Medidas de vigilancia.		
b) Productos para limpieza y desinfección aprobados.	i)	Los productos utilizados para la limpieza y desinfección deben contar con registro emitido por la autoridad sanitaria correspondiente		
	ii)	Deben almacenarse adecuadamente, fuera de las áreas de procesamiento de alimentos, debidamente identificados y utilizarse de acuerdo con las instrucciones que el fabricante indique en la etiqueta.		
c) Instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección.	i)	Debe haber instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los utensilios y equipo de trabajo.		

1.7. CONTROL DE PLAGAS			
a) Programa escrito para el control de plagas.	i)	La planta deberá contar con un programa escrito para todo tipo de plagas, que incluya como mínimo: -Identificación de plagas; -Mapeo de estaciones; -Productos aprobados y procedimientos utilizados; -Hojas de seguridad de las sustancias a aplicar.	
	ii)	El programa debe contemplar si la planta cuenta con barreras físicas que impidan el ingreso de plagas.	
	iii)	Contempla el período que debe inspeccionarse y llevar un control escrito para disminuir al mínimo los riesgos de contaminación por plagas.	
	iv)	El programa debe contemplar medidas de erradicación en caso de que alguna plaga invada a planta.	
	v)	Deben de existir los procedimientos a seguir para la aplicación de plaguicidas.	
b) Productos químicos utilizados autorizados.	i)	Los productos químicos utilizados dentro y fuera del establecimiento, deben estar registrados por la autoridad competente para uso en planta de alimentos.	
	ii)	Deberán utilizarse plaguicidas si no se puede aplicar con eficacia otras medidas sanitarias.	
c) Almacenamiento fuera de las áreas de procesamiento.	i)	Todos los plaguicidas utilizados deberán guardarse adecuadamente, fuera de las áreas de procesamiento de alimentos y mantener debidamente identificados.	
2 EQUIPOS Y UTENSILIOS			
2.1 EQUIPOS Y UTENSILIOS			
a) Equipo adecuado para el proceso.	i)	Estar diseñados de manera que permitan un rápido desmontaje y fácil acceso para su inspección, mantenimiento y limpieza	
	ii)	Ser de materiales no absorbentes ni corrosivos, resistentes a las operaciones repetidas de limpieza y desinfección.	
	iii)	Funcionar de conformidad con el uso al que está destinado.	
	iv)	No transferir al producto materiales, sustancias tóxicas, olores, ni sabores	
b) Programa escrito de mantenimiento preventivo.	i)	Debe existir un programa escrito de mantenimiento preventivo, a fin de asegurar el correcto funcionamiento del equipo. Debe incluir especificaciones del equipo, el registro de las reparaciones y condiciones. Deben estar actualizados y a disposición para el control oficial.	
3 PERSONAL			
3.1 CAPACITACIÓN			
a) Programa por escrito que incluya las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).	i)	El personal involucrado en la manipulación de alimentos debe ser previamente capacitado en Buenas Prácticas de Manufactura.	
	ii)	Debe existir un programa de capacitación escrito que incluya las buenas prácticas de manufactura, dirigido a todo el personal de la empresa	
	iii)	Los programas de capacitación deberán ser ejecutados, revisados, evaluados. y actualizados periódicamente	
3.2 PRÁCTICAS HIGIÉNICAS			
a) Prácticas higiénicas adecuadas, según manual de BPM.	i)	Debe exigirse que los operarios se laven cuidadosamente las manos con jabón líquido antibacterial: - Al ingresar al área de proceso - Después de manipular cualquier alimento crudo y/o antes de manipular cocidos que sufrirán ningún tipo de tratamiento térmico antes de su consumo - Después de llevar a cabo cualquier actividad no laboral como comer, beber, fumar, sonarse la nariz o ir al servicio sanitario, y otras.	

	ii)	Si se emplean guantes no desechables, estos deberán estar en buen estado, ser de un material impermeable y cambiarse diariamente, lavar y desinfectar antes de ser usados nuevamente. Cuando se usen guantes desechables deben cambiarse cada vez que se ensucien o rompan y descartarse diariamente.		
	iii)	- Uñas de manos cortas, limpias y sin esmalte - Los operarios no deben usar anillos, aretes, relojes, pulseras o cualquier adorno u otro objeto que pueda tener contacto con el producto que se manipule. - El bigote y barba deben estar bien recortados y cubiertos con cubre bocas - El cabello debe estar recogido y cubierto por completo por un cubrecabezas. - No utilizar maquillaje, uñas y pestañas postizas		
	iv)	Los empleados en actividades de manipulación de alimentos deberán evitar comportamientos que puedan contaminarlos, tales como: fumar, escupir, masticar goma, comer, estornudar o toser; y otras.		
	v)	Utilizar uniforme y calzado adecuados, cubrecabezas y cuando proceda ropa protectora y mascarilla.		
	vi)	Los visitantes de las zonas de procesamiento o manipulación de alimentos, deben seguir las normas de comportamiento y disposiciones que se establezcan en la organización con el fin de evitar la contaminación de los alimentos.		
3.3 CONTROL DE SALUD				
a) Control de salud adecuado	i)	Las personas responsables de las fábricas de alimentos deben llevar un registro periódico del estado de salud de su personal.		
	ii)	Todo el personal cuyas funciones estén relacionadas con la manipulación de los alimentos debe someterse a exámenes médicos previo a su contratación., la empresa debe mantener constancia de salud actualizada, documentada y renovarse como mínimo cada seis meses.		
	iii)	Se deberá regular el tráfico de manipuladores y visitantes en las áreas de preparación de alimentos.		
	iv)	No deberá permitirse el acceso a ninguna área de manipulación de alimentos a las personas de las que se sabe o se sospecha que padecen o son portadoras de alguna enfermedad que eventualmente pueda transmitirse por medio de los alimentos. Cualquier persona que se encuentre en esas condiciones, deberá informar inmediatamente a la dirección de la empresa sobre los síntomas que presenta y someterse a examen médico, si así lo indican las razones clínicas o epidemiológicas.		
	v)	Entre los síntomas que deberán comunicarse al encargado del establecimiento para que se examine la necesidad de someter a una persona a examen médico y excluirla temporalmente de la manipulación de alimentos cabe señalar los siguientes: Ictericia, Diarrea, Vómitos, Fiebre, Dolor de garganta con fiebre, Lesiones de la piel, visiblemente infectadas (furúnculos, cortes, etc.) Secreción de oídos, ojos o nariz, Tos persistente		
4 CONTROL EN EL PROCESO Y EN LA PRODUCCIÓN				
4.1 MATERIA PRIMA				
a) Control y registro de la potabilidad del agua.	i)	Registro de resultados del cloro residual del agua potabilizada con este sistema o registro de los resultados, en el caso que se utilice otro sistema de potabilización		
	ii)	Evaluación periódica de la calidad del agua por medio de análisis fisicoquímico y bacteriológico y mantener los registros respectivos.		
	i)	Contar con un sistema documentado de control de materias primas, el cual debe contener información sobre: especificaciones del producto, fecha de vencimiento, número de lote, proveedor, entradas y salidas.		

4,2 OPERACIONES DE MANUFACTURA			
a) Procedimientos de operación documentados	i)	Diagramas de flujo (todas las operaciones unitarias del proceso) y el análisis de los peligros microbiológicos, físicos y químicos a los cuales están expuestos los productos durante su elaboración.	
	ii)	Controles necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación del alimento (pH, T...)	
	iii)	Medidas efectivas para proteger el alimento contra la contaminación con metales o cualquier otro material extraño.	
	iv)	Medidas necesarias para prever la contaminación cruzada	
4,3 ENVASADO			
a) Material para envasado almacenado en condiciones de sanidad y limpieza y utilizado adecuadamente.	i)	Todo el material que se emplee para el envasado deberá almacenarse en lugares adecuados para tal fin y en condiciones de sanidad y limpieza.	
	ii)	El material deberá garantizar la integridad del producto que ha de envasarse, bajo las condiciones previstas de almacenamiento	
	iii)	Los envases o recipientes no deben utilizarse para otro uso diferente para el que fue diseñado	
	iv)	Deberán inspeccionarse antes del uso, a fin de tener la seguridad de que se encuentren en buen estado, limpios y desinfectados.	
	v)	En los casos en que se reutilice envases o recipientes, estos deberán inspeccionarse y tratarse inmediatamente antes del uso.	
	vi)	En la zona de envasado o llenado solo deberán permanecer los recipientes necesarios.	
4.4 DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO			
a) Registros apropiados de elaboración, producción y distribución.	i)	Procedimiento documentado para el control de los registros.	
	ii)	Los registros deben conservarse durante un período superior al de la duración de la vida útil del alimento.	
5 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN			
5.1 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN			
a) Materia prima y producto terminado almacenado en condición apropiada.	i)	Almacenarse y transportarse en condiciones apropiadas que impidan la contaminación y la proliferación, y los protejan contra la alteración del producto o los daños al recipiente o envases.	
b) Inspección periódica de materia prima y productos terminados.	i)	Tarimas adecuadas, a una distancia mínima de 15 cm. sobre el piso y estar separadas por 50 cm como mínimo de la pared, y a 1.5 m del techo. Adecuada organización y separación entre materias primas y el producto procesado.	
	ii)	Puerta de recepción de materia prima a la bodega, separada de la puerta de despacho del producto procesado. Ambas deben estar techadas de forma tal que se cubran las rampas de carga y descarga respectivamente.	
	iii)	Sistema Primeras Entradas Primeras Salidas (PEPS),	
	iv)	Sin presencia de químicos utilizados para la limpieza dentro de las instalaciones donde se almacenan productos alimenticios.	
	v)	Alimentos que ingresan a la bodega debidamente etiquetados, y rotulados por tipo y fecha.	
c) Vehículos autorizados por la autoridad competente.	i)	Vehículos adecuados para el transporte de alimentos o materias primas y autorizados.	
d) Operaciones de carga y descarga fuera de los lugares de elaboración.	i)	Deben efectuar las operaciones de carga y descarga fuera de los lugares de elaboración de los alimentos, evitando la contaminación de los mismos y del aire por los gases de combustión.	

e) Vehículos que transportan alimentos refrigerados o congelados tienen sistema de verificación de la temperatura.	i)	Deben contar con medios que permitan verificar la humedad, y el mantenimiento de la temperatura adecuada.		
--	----	---	--	--

5. Procedimiento

Etapa	Condiciones/Parámetros	Controles	Encargado
Recibo de Leche		-Células somáticas -UFC -Mastitis - pH -Antibióticos -Químicos: -Punto crioscópico	
Recibo de MP			
Calentamiento			
Fermento	Cultivo=	-T -t	
CaCl ₂			
Coagulación	T= Cantidad=	t=	
Mezclado/reposo	t =		
Corte 1	Tamaño gránulo= T= t _{corte} = t _{coagulación} =		
Lavado de la cuajada			
Desuerado 1			
Corte 2			
Desuerado 2			
Salado 1	Tamaño bloque = Q _{sal} = Forma de salado = Tiempo =		
Moldeo	Tamaño = Forma =		
Prensado	P=		
Salado 2	Tiempo = Q _{bloq} : Q _{sal} = Tipo de sal = Forma de salado=	Volteos =	
Empaque	Lote Fecha		
Almacenamiento	T: t:		

6. Equipo de procesamiento

Equipo	Descripción	Cantidad	Capacidad	Material	Antigüedad
Tanque					
Bomba					
Pasteurizador					
Tina quesera					
Lira					
Desueradora					
Prensa					
Saladero					
Moldes					

7. Producto terminado

Características deseadas (olor, sabor, ojos, textura, color...): _____

Venta del producto: _____

Vida útil: _____

Otros:

¿Ha presentado problemas en el PT?

9.2. Flujos de proceso de la producción de queso Bagaces de los productores visitados

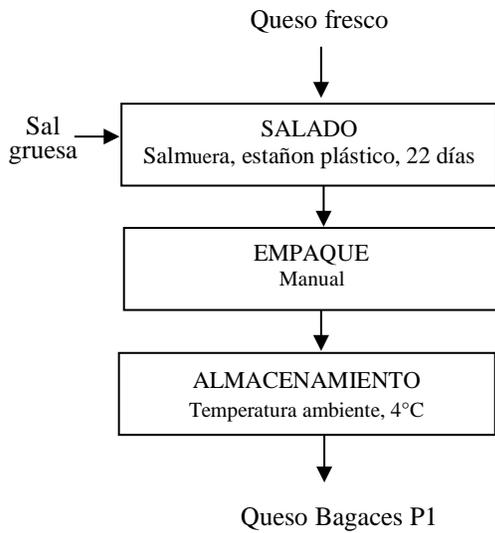


Figura 9. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P1

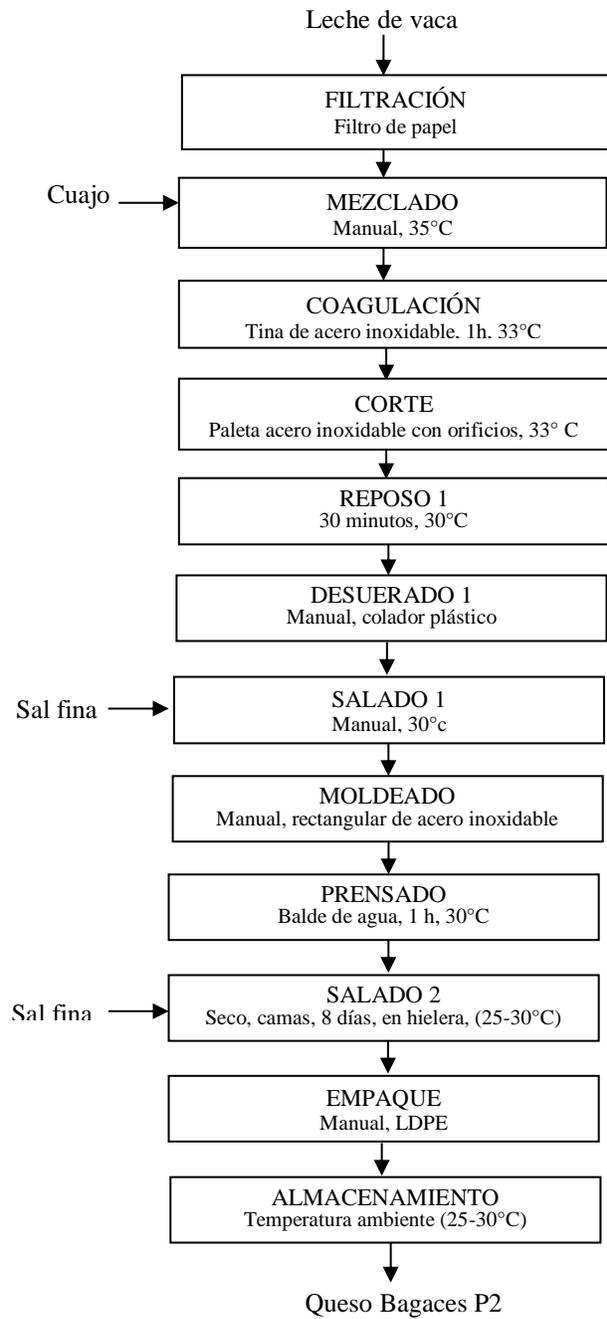


Figura 10. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P2.

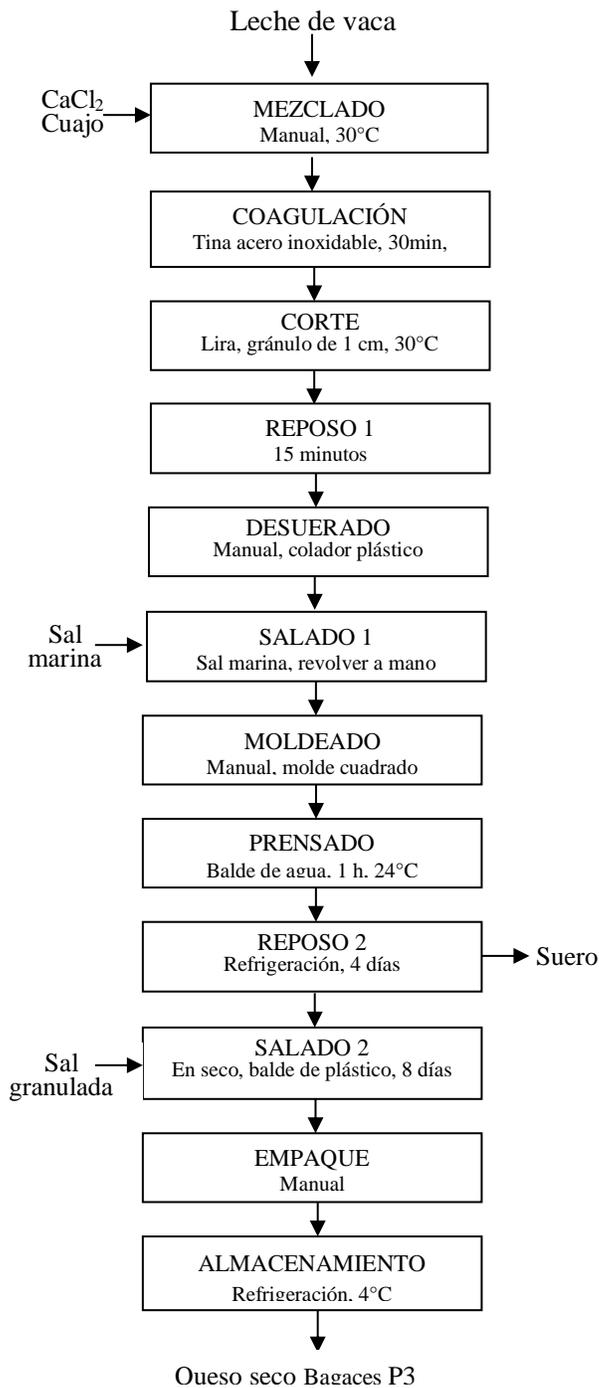


Figura 11. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P3.

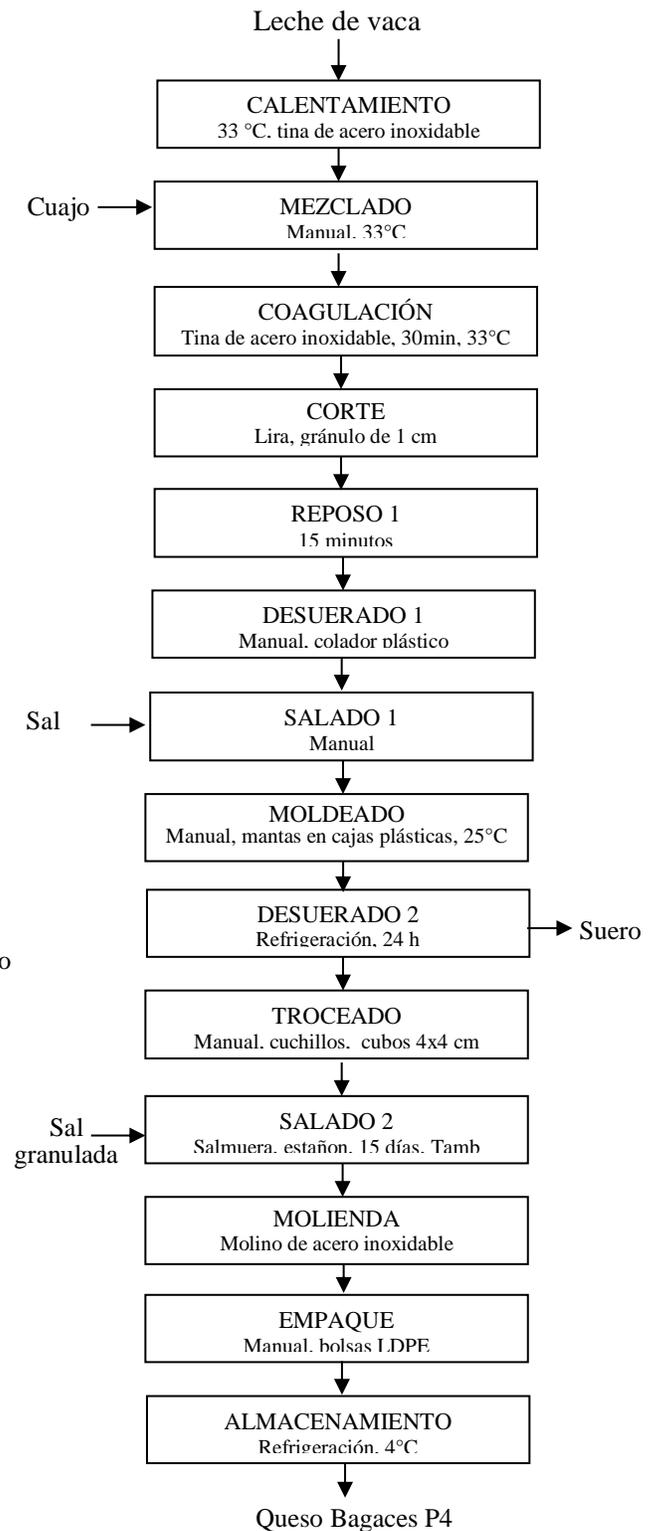


Figura 12. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P4.

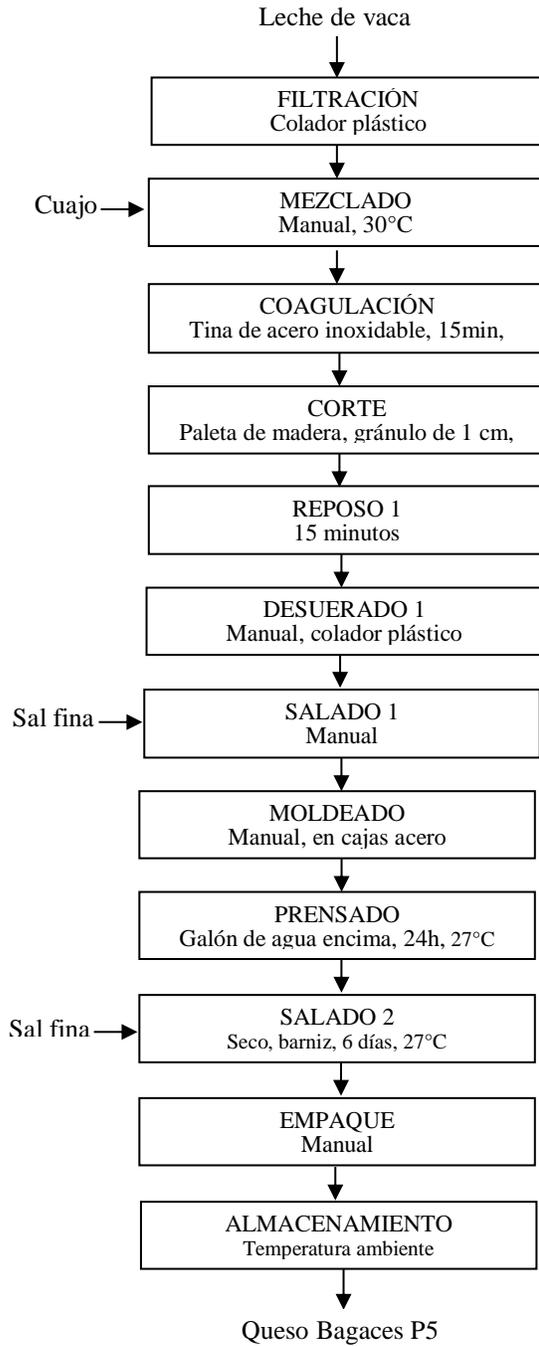


Figura 13. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P5.

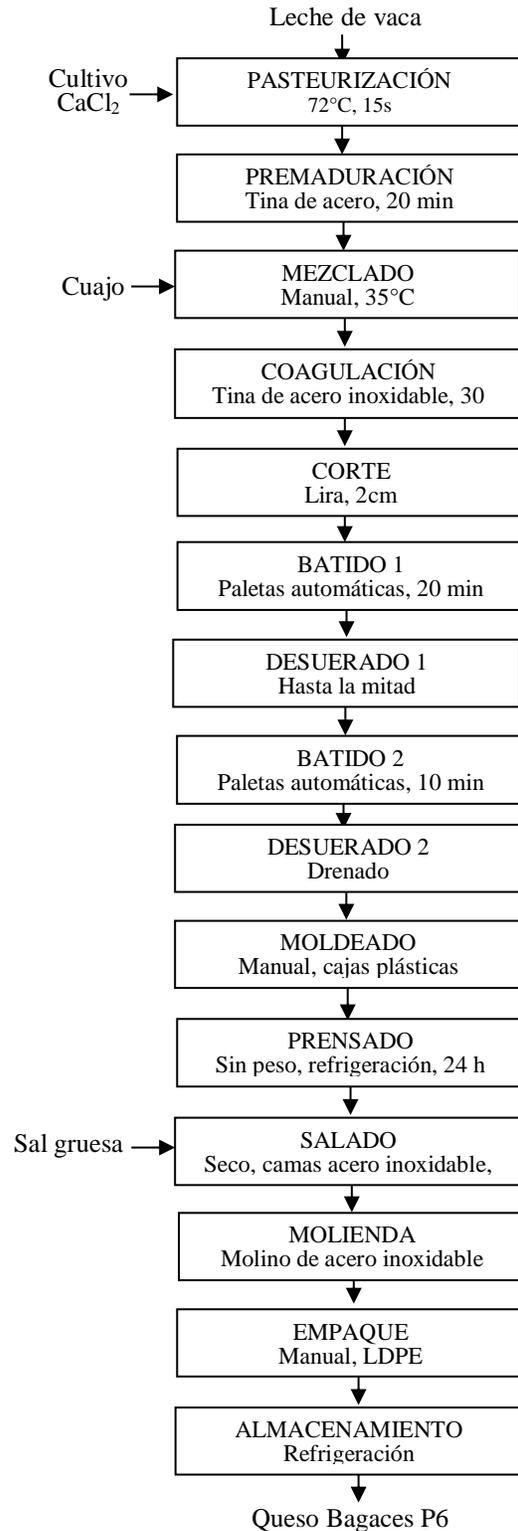


Figura 14. Flujo de proceso para la producción de Queso Bagaces del P6.

9.3. Material de apoyo para el taller de capacitación

9.3.1. Portada

Taller de capacitación: Inocuidad en la producción de queso Bagaces

Lourdes Chacón
Junio, 2018

Objetivos:

- Conocer el efecto del salado sobre los microorganismos que ponen en riesgo la inocuidad del queso Bagaces.
- Identificar las oportunidades de mejora en Buenas Prácticas de Manufactura aplicadas en el proceso e instalaciones para su posterior implementación.

Programa:

Actividad	Duración	Descripción
Presentación	5 min	Mostrar esquema de la capacitación
Evaluación 1	10 min	Evaluar conceptos que ya traen los participantes
Aclaración de conceptos	20 min	Exponer conceptos teóricos
Resultados del proyecto	15min	Analizar los resultados del proyecto
Sesión práctica	10 min	BPM
Conclusiones	5 min	Cierre de la actividad
Evaluación 2	10 min	Evaluar conceptos aprendidos
Evaluación 3	5 min	Evaluar a la expositora

9.3.2. Presentación

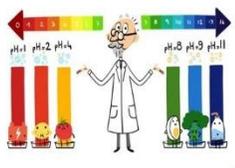
INOCUIDAD

Buenas Prácticas de Manufactura

- La garantía de que los alimentos **no causarán daño** al consumidor cuando se consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.
- Engloba acciones encaminadas a garantizar la **máxima seguridad** posible de los alimentos. Las políticas y actividades que persiguen dicho fin deberán de abarcar **toda la cadena alimenticia**, desde la producción al consumo.
- Condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente.
- RTCA 67.01.33.06

pH

- Es una medida del grado de acidez o alcalinidad de una solución.

- Algunos ejemplos

Aw

- Actividad del agua
- Se refiere a la disponibilidad de agua para el organismo
- A mayor Aw \rightarrow microorganismos tiene mayor probabilidad de sobrevivir
- Escala que va de 0.0 a 1.0.

Tabla 1. Valores de Aw de algunos productos alimenticios.

Alimento	Aw
Agua	1,0
Vegetales y frutas frescas, queso fresco	> 0,98
Pan, leche evaporada, pasta de tomate	0,98 a 0,93
Leche condensada, queso Cheddar	0,93 a 0,85
Mermeladas,	0,85 a 0,76
Queso Parmesano, miel	0,68 a 0,76
Fruta o semillas seca, confites, harina	0,76 a 0,60
Galletas, chocolates	< 0,60

Elaboración propia con información de FDA (2016)

Microorganismos

- Son de distintas formas y se multiplican rápidamente
- Rango de pH para crecer: 4,0-9,0
- Principales causantes de ETA's

Bacterias

- Rango de pH para crecer: 2,0-8,5 (óptimo= 4,0-6,5).
- Usan azúcar y humedad para sobrevivir y se adaptan a condiciones extremas.
- Producen CO₂.

Levaduras

- Rango de pH para crecer: 1,5-9,0 (óptimo= 4,5-6,8).
- Se adaptan a condiciones extremas
- Se encuentran en el aire, tierra, lugares húmedos.

Mohos

- Entidades infecciosas que sólo se pueden reproducir dentro de las células de otro organismo.
- Son microorganismos patógenos.

Virus

Bacterias Patógenas

- Pueden causar daño a la salud
- Cada bacteria tiene condiciones de pH y Aw óptimas para su crecimiento.
- Se encuentran en los alimentos, la tierra, intestinos de animales, en los humanos...

Staphylococcus aureus

- Común encontrarlo en leche cruda y en piel y manos de las personas.
- Puede crecer en condiciones ácidas (pH = 4,0)
- Sobrevive a concentraciones de sal de 6,5% y aw= 0,83 - 0,86
- Los cultivos iniciadores pueden disminuir la peligrosidad asociada a este.
- Cuidar la calidad de la leche, pasteurizar y las BPM durante el procesamiento del queso.

75

Escherichia coli

- Parte de la flora intestinal de humanos y animales de sangre caliente.
- Puede crecer en condiciones ácidas (pH = 4.4) y a bajas temperaturas (leche= 7°C)
- Sobrevive a concentraciones de sal de y aw= 0.96
- Cuidar la calidad de la leche, pasteurización y las BPM durante el procesamiento del queso.

7

Salmonella spp.

- Contaminación fecal de la leche. Algunas cepas se han asociado a la mastitis.
- Puede crecer en condiciones ácidas (pH = 3.7) y a bajas temperaturas (leche > 5°C)
- Sobrevive a concentraciones de sal de y aw= 0.94
- BPC, calidad de la leche, pasteurización y las BPM durante el procesamiento del queso.

8

Listeria monocytogenes

- Contaminación fecal de la leche. Algunas cepas se han asociado a la mastitis.
- Puede crecer en condiciones extremas de pH (entre 4.3 y 10) y de temperaturas (entre 0.4 y 45°C).
- Sobrevive a concentraciones de sal de hasta el 10% y aw entre 0.90-0.97
- Calidad de la leche, pasteurización y las BPM durante el procesamiento del queso.

9

Coxiella burnetti

- Se excreta en la orina, leche y heces de ganado o de humanos.
- Presenta resistencia a condiciones físicas extremadamente duras, como el calor, el pH bajo y alto, altas concentraciones de sal.
- Dosis infecciosa baja.
- Puede sobrevivir durante largos períodos en el medio ambiente y en alimentos contaminados.
- Calidad de la leche, pasteurización y las BPM durante el procesamiento del queso.

Microorganismo de referencia para definir tratamientos térmicos de productos lácteos

10

Resultados del proyecto

"Evaluación de las condiciones actuales de procesamiento y la eficacia de la etapa de salado en queso seco Bagaces producido de forma artesanal, para el establecimiento de recomendaciones técnicas transferibles al sector productivo mediante una capacitación".

11

Hipótesis inicial

Coxiella burnetti

(microorganismo de referencia)

- Sobrevive en concentraciones de sal de hasta 10%
- Termolábil = tratamiento térmico severo disminuye la probabilidad de riesgo

12

¿Qué se hizo?



13

Resultados Etapa 1

PROCESAMIENTO:

- Variabilidad en el proceso: tipo de sal, forma de salado
- Tiempo promedio de salado: 8 días
- Tamaño del bloque: 1-2.5 kg

PRODUCTO:

- pH: 4.77-5.44
- Sodio (%): 1.3-7.39. En su mayoría por debajo de 2.5%
- Aw: 0.7615-0.9332



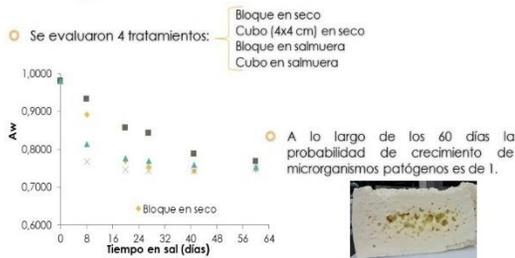
BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA:

- Infraestructura
- Lavado de manos (infraestructura)
- Registros operacionales



14

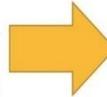
Resultados Etapa II



15

Conclusiones

- pH= 5.5-6.5
- Condiciones de almacenamiento
- Alimento rico en proteína, azúcares y otros nutrientes disponibles.
- Capacidad de los microorganismos sobrevivir en altas concentraciones de sal



Queso Bagaces puede ser no inocuo

16

Recomendaciones

1. Control de calidad de la leche.
2. Pasteurizar la leche.
3. Buenas Prácticas de Manufactura en todo momento.
4. Disminuir el pH del queso fresco.

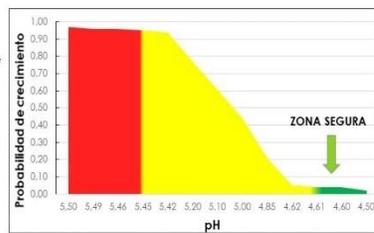


Figura 1. Estimación de la probabilidad de crecimiento de patógenos en queso con un Aw entre 0.7400 y 0.8100.

17

9.3.3. Informe de BPM

Fecha:	
Empresa:	Fecha de la visita:
Auditor 1: Lourdes Chacón	Lugar:
Alcance: Proceso de elaboración de queso Bagaces	
Criterio de evaluación: Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 67.01.33.06 <i>Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios generales.</i>	

Fortalezas de la empresa en cuanto al cumplimiento legal de los requisitos establecidos en RTCA 67.01.33.06
Durante la visita diagnóstico se observaron las siguientes fortalezas: -

Oportunidades de mejora	Criterio del reglamento
Observaciones	
Recomendaciones	

Como parte del proyecto de investigación N° 735-B6- 536 titulado “Validación de las medidas de control para reducir patógenos y garantizar la inocuidad de tres productos lácteos artesanales producidos en la región Mesoamericana” del Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, se realizó una caracterización fisicoquímica de un queso seco Bagaces elaborado por _____. De ello se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro I. Parámetros fisicoquímicos evaluados a un lote de queso Bagaces de la empresa _____

Análisis	Resultado
Humedad (%)	
pH	
Actividad agua (Aw)	
Sodio (g/100g)	

Los valores de Aw (convertidos a WPS) y pH se ingresaron en el software Cheese Shelf Stability Predictor (University of Wisconsin-Madison, 2013) con el fin de predecir el crecimiento de

Listeria monocytogenes, *Salmonella spp.*, *E. coli O157:H7* y *Staphylococcus aureus*; microorganismos patógenos que puede desarrollarse en el queso seco en estudio.

Pathogen Growth Predictor

Enter data:

pH (4.5 - 6.5)

%WPS (0-XX) → Porcentaje de sal en fase acuosa

Calculate

Probability of Growth: → Probabilidad de crecimiento

0.00 - 0.04 Growth Unlikely

0.05 - 0.95* Growth May Occur

0.96 - 1.00 Growth Likely

* challenge study needed

Figura 1. Probabilidad de crecimiento, a temperaturas de almacenamiento de 25°C o menos, de microorganismos patógenos comunes en queso de acuerdo con el pH y Aw del queso seco producido en _____

En la figura 1. se observa que, de acuerdo con las condiciones de pH y Aw determinadas en la muestra de queso seco de _____, es necesario someter este queso a un análisis microbiológico, con *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* como microorganismos de referencia, para determinar si estos patógenos crecerían en este queso en particular. Por lo tanto, se recomienda almacenar bajo condiciones de refrigeración ($T < 4^{\circ}\text{C}$) el producto terminado hasta no llevar a cabo dicho estudio microbiológico.

Referencias

University of Wisconsin-Madison. 2013. Cheese Shelf Stability Predictor. INTERNET. https://foodsafety.wisc.edu/Cheese_ST_calc.html

9.3.4. Guía de proceso

Guía de proceso para el aseguramiento de inocuidad y estabilidad de queso Bagaces

Lourdes Chacón

Junio, 2018

Este documento resume las condiciones de formulación y proceso que aseguran la inocuidad y estabilidad microbiológica del queso Bagaces. El cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura y el control de la calidad de las materias primas y materiales de empaque son un prerrequisito responsabilidad de la empresa.

1. Formulación queso

Materia Prima	Cantidad (%)
Leche entera	100
Cultivo termófilo ácido láctico**	*
Calcio (CaCl ₂)	*
Cuajo	*
Sal fina ***	1,5

*Según recomendaciones del proveedor.

**Ver anexo 1 para un ejemplo del cálculo de la cantidad de cultivo a utilizar

***Porcentaje de sal es con respecto a la cantidad de cuajada

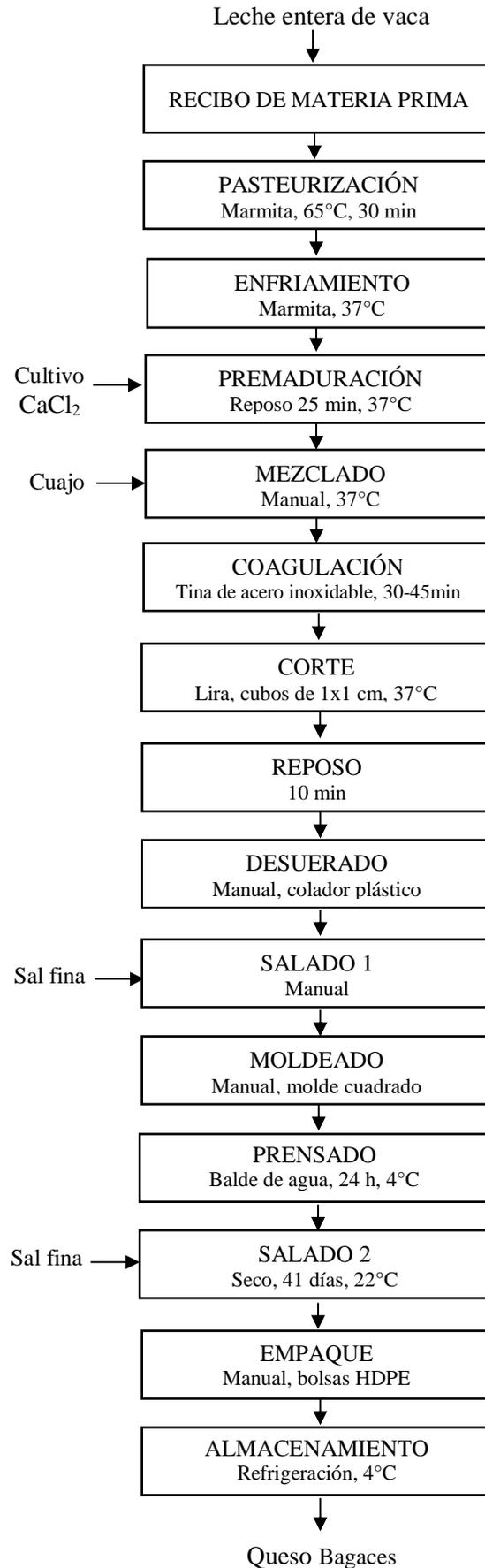
NOTA: Estos ingredientes deben aparecer en la etiqueta del producto en orden descendente (de mayor a menor) según su aporte en la formulación.

2. Controles del proceso

pH de la leche	6,5-6,7	Temperatura y tiempo de pasteurización	65°C 30 min	Temperatura de almacenamiento de producto terminado	7 °C o menos
----------------	---------	--	----------------	---	--------------

Es importante mantener registros de los controles de proceso para cada lote de queso producido. Estos ayudarán a dar un seguimiento en caso de algún problema de inocuidad asociado al producto. En el anexo 3 se presenta un ejemplo de una hoja control.

3. Diagrama de Flujo



4. Descripción del procedimiento

1. *Recibo de materia prima:* La temperatura de la leche deberá ser igual o menor a los 5°C y la leche deberá ser procesada de forma inmediata o almacenarse en refrigeración ($T < 7^{\circ}\text{C}$) por no más de 2 días. Además, Según lo establecido en el RTCR: 4001-2006 se debe verificar para cada lote recibido, que la leche cumpla con los siguientes parámetros de calidad e inocuidad.

Parámetro de Calidad e inocuidad	Límite
pH	6,5-6,8
Densidad a 15°C	1,029-1,032 g/ml
Punto crioscópico	-0,513 a -0,531 °C
Agua añadida	0%
Antibióticos	Negativo
Células somáticas	Menos de 400000 RCS/ml
Grasa	3-3,5%
Sólidos no grasos	8,0-10,0%
Proteína	3,0-4,4%

Si las mediciones realizadas entran en el rango establecido en este cuadro, la leche puede ser procesada. De lo contrario, esta deberá ser rechazada para evitar posteriores problemas de calidad o inocuidad en el producto terminado.

2. *Pasteurización:* En una olla, marmita u otro recipiente de acero inoxidable, previamente lavado y desinfectado, se calienta la leche a 65°C por 30 min. Agitar constantemente la leche. Verificar la temperatura de la leche constantemente (al menos cada 10 min).
3. *Enfriamiento:* La leche deberá llevarse a una temperatura de 37-39°C para la siguiente operación. El enfriamiento puede hacerse por medio de un sistema de enfriamiento acoplado a la marmita, con baño de hielo o pasando agua fría por las paredes externas del recipiente.
4. *Premaduración:* Una vez que la leche alcanzó los 37°C se adiciona el cultivo láctico y el cloruro de calcio, se mezcla y se deja reposar por 25 minutos o según las indicaciones del proveedor del cultivo láctico.
5. *Mezclado/coagulación:* Transcurrida la premaduración se adiciona el cuajo según las indicaciones del proveedor, agitando bien la leche, y se deja reposar por aproximadamente 30-45 min; realizar la prueba de corte (Ver anexo 3) para definir el tiempo. La temperatura debe ser $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
6. *Corte:* Con ayuda de una lira realizar el corte de la cuajada para formar cubos de aproximadamente 1cm. Agitar los cubos para promover el desuerado.
7. *Reposo:* Se deja reposar aproximadamente 10 min para favorecer la separación del suero y la cuajada.
8. *Desuerado:* Utilizando coladores y picheles previamente lavados y desinfectados se retira el suero hasta que quede únicamente cuajada.

9. *Salado inicial:* Se pesa la cuajada y se le adiciona sal fina (la cantidad correspondiente al 1,5% masa de sal). Se mezcla con cuchara o con las manos previamente lavadas y desinfectadas.
10. *Moldeado/prensado:* En moldes cuadrados de acero inoxidable, para una capacidad de 2kg, se coloca la cuajada, se les coloca una tapa y se dejan reposar en refrigeración ($T < 7^{\circ}\text{C}$) por 24h.
11. *Salado 2:* Transcurrido el tiempo de prensado, el queso se desmolda y se coloca en camas de sal fina, asegurando una distribución uniforme de la sal en todas las caras del bloque. El tiempo mínimo de salado debe ser de 41 días o 60 días si la leche no se pasteuriza, a una temperatura de 22°C .
12. *Empaque:* Finalizada la etapa de salado, el queso se retira de la sal, se lava con agua potable para eliminar los excesos de sal y se seca con toallas de papel. Se debe colocar en bolsas plásticas grado alimentario y completamente nuevas para protegerlo de contaminación cruzada. Etiquetar el producto.
13. *Almacenamiento:* El queso ya empacado deberá almacenarse en refrigeración ($T < 5^{\circ}\text{C}$).

5. Requisitos de etiquetado

En Costa Rica, el RTCA 67.01.02:10 establece los elementos que debe incluir la etiqueta de cualquier alimento preenvasado que se ofrece como tal al consumidor. El siguiente cuadro resume los elementos obligatorios que deben estar presentes en la etiqueta de sus productos.

<i>Criterion</i>	<i>Descripción</i>
1. Nombre del alimento	Debe indicar la verdadera naturaleza del alimento, ser específico y no genérico.
2. Lista de ingredientes	Debe enumerarse todos los ingredientes por orden decreciente (de mayor a menor) de masa (peso) inicial en el momento de la fabricación del alimento. La lista debe ir encabezada por un título apropiado (“ingredientes”).
3. Contenido neto	Debe declararse el contenido neto en peso para alimentos sólidos y volumen para líquidos, en unidades del Sistema Internacional (g, L...). Este debe aparecer en el mismo campo de visión que el nombre.
4. Registro Sanitario	Deberá indicarse el número de registro emitido por la autoridad competente. La declaración debe iniciar con alguna frase o abreviatura (“Registro Sanitario”, “Reg. San.” ...) que le indique claramente al consumidor esta información.
5. Nombre y dirección	Deberá indicarse el nombre y la dirección del fabricante.
6. País de origen	Debe indicarse el país de origen del alimento.
7. Identificación del lote	Cada empaque debe llevar grabada o marcada de cualquier otro modo, pero imborrable, una indicación que permita identificar el número de lote. De ser necesario utilizar frases como “Lot”, “N de Lote”, “L” ...
8. Fecha de vencimiento	Debe estar claramente visible, y colocada de forma que sea imborrable. Se compone de mes y año si esta excede los 3 meses de almacenamiento y día, mes y año si no excede los 3 meses.
9. Condiciones de almacenamiento	Indicar cualquier condición especial que se requiera para la conservación del alimento (ej. Mantener en refrigeración) o sobre el modo de empleo.

6. Bibliografía

FDA. Cheeses and related cheese products. In CFR 121.133. INTERNET.
<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcr/CFRSearch.cfm?fr=133.150>

RTCA 67.01.02:10 Etiquetado de Alimentos Previamente Envasados (preempacados). INTERNET.
http://www.cita.ucr.ac.cr/sites/default/files/archivos_adjuntos/Reglamento%20Técnico%20Centroamericano%20de%20Etiquetado%20General%20de%20los%20Alimentos%20Preenvasados.pdf

RTCR. 2006. RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada. Especificaciones. INTERNET.
<http://www.mag.go.cr/legislacion/2007/de-33812.pdf>

7. Anexos

1. Cálculo de la cantidad de cultivo láctico a utilizar

$$\text{Masa de cultivo a utilizar} = \frac{\text{masa de cultivo en empaque (g)} * \text{Volumen leche a procesar (L)}}{\text{Volumen de leche para empaque (L)}}$$

Ejemplo:

Si se requieren procesar 100 L de leche para hacer queso Fresco, ¿cuántos gramos del cultivo STI-14 se deben adicionar en la leche?

CULTIVO STI-14	
1 paquete	18,0232 g cultivo
1 paquete	14000 L de leche

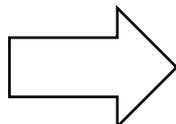
$$\text{Masa de cultivo a utilizar} = \frac{\text{masa de cultivo en empaque (g)} * \text{Volumen leche a procesar (L)}}{\text{Volumen de leche para empaque (L)}}$$

$$\text{Masa de cultivo a utilizar} = \frac{18,0232\text{g} * 100\text{ L}}{14000\text{ L}}$$

$$\text{Masa de cultivo a utilizar} = 0,128\text{g}$$

2. Prueba de corte

- Con un cuchillo, se realiza un corte en forma de cruz sobre la cuajada. Posteriormente, y con ayuda del cuchillo, se levanta el trozo de cuajada cortado. El corte debe ser nítido, las superficies brillantes y el suero debe salir limpio no lechoso). De esta manera se puede decir que el tiempo de coagulación ha concluido. También si la cuajada se separa fácilmente del borde de la tina, sin romperse y evitando dejar partículas pegadas en la pared, es un indicativo de que esta ya está.



3. Ejemplo hoja control

HOJA CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESO BAGACES	
Responsable: _____ Fecha: _____	
Lote: _____	
Etapa	Parámetros de control
Recibo de leche	Proveedor: _____
	Masa inicial (kg): _____ Hora de recibo: _____
	pH: _____ Temperatura (°C): _____
	Células somáticas: _____ Antibióticos: _____
	Grasa (%): _____ Densidad: _____
	Sólidos no grasos: _____ Proteína: _____
	Agua añadida: _____ Punto Crioscópico: _____
Pasteurización	Temperatura (°C): _____ Hora: _____
	Temperatura (°C): _____ Hora: _____
	Temperatura (°C): _____ Hora: _____
	Temperatura (°C): _____ Hora: _____
Enfriamiento	Temperatura (°C): _____ Tiempo (min): _____
Premaduración	CaCl ₂ (g): _____ Cultivo (g): _____
	Temperatura (°C): _____ Tiempo (min): _____
Coagulación	Cuajo (ml): _____ Hora inicio: _____
	Temperatura (°C): _____ Hora final: _____
Salado 1	Masa cuajada (kg): _____ Masa sal(kg): _____
Prensado	Hora inicio: _____ Hora finalización: _____
Salado 2	Masa bloque: _____ Masa sal: _____
	# Bloques: _____ Tiempo en sal (días): _____ Temperatura salado: _____
Almacenamiento	Temperatura cámara refrigeración: _____
	Masa bloque (kg): _____
	Fecha entrada: _____ Fecha de salida: _____
OBSERVACIONES	

9.4. Evaluaciones de la capacitación

9.4.1. Evaluación inicial

Evaluación inicial

N°: _____

Fecha: _____

I. Selección única.

Marcar con X la respuesta correcta.

1. A medida que el Aw disminuye en un alimento:
 - La probabilidad de crecimiento de los microorganismos disminuye.
 - La probabilidad de crecimiento de los microorganismos aumenta.
 - La probabilidad de crecimiento de los microorganismos no se afecta.
 - Desconozco el término Aw.

2. La inocuidad de los alimentos busca:
 - Asegurar que los alimentos lleguen en buen estado a la mesa del consumidor.
 - Garantizar que los alimentos no causarán ningún daño a la salud del consumidor.
 - Asegurar que los alimentos se consuman de acuerdo al uso al que se destinan.
 - Desconozco el término de inocuidad.

3. Las Buenas Prácticas de Manufactura:
 - Son los lineamientos a seguir sólo en el área de producción.
 - Establecen las condiciones de procesamiento e infraestructura para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos durante la industrialización.
 - Su cumplimiento asegura que el alimento producido no va a causar ningún daño a la salud del consumidor.
 - Es una guía para producir alimentos; su cumplimiento es opcional.
 - Desconozco este término.

4. ¿Cuál de los siguientes factores influye sobre la inocuidad del queso?
 - Pasteurización
 - Calidad de la leche
 - Buenas Prácticas de Manufactura
 - Todos los anteriores

5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?
 - Si el pH baja el alimento es más ácido
 - Si el pH aumenta el alimento es más ácido
 - El pH no está asociado con la acidez del alimento
 - El pH no es un factor que controla el crecimiento de microorganismos.
 - Desconozco el término pH

6. La etapa de salado en la elaboración de queso Bagaces:
 - No necesita de controles como temperatura, tiempo, calidad de sal...
 - Puede eliminar todos los microorganismos del queso sin necesidad de operaciones previas
 - Debe durar al menos 60 días cuando la leche no se pasteurizada y 41 días para leche pasteurizada.
 - No tiene ningún efecto sobre los microorganismos presentes en el queso.

9.4.2. Evaluación final

Evaluación final

N°: _____

Fecha: _____

I. Selección única.

Marcar con X la respuesta correcta.

1. Las Buenas Prácticas de Manufactura:
 - Su cumplimiento asegura que el alimento producido no va a causar ningún daño a la salud del consumidor.
 - Es una guía para producir alimentos; su cumplimiento es opcional.
 - Son los lineamientos a seguir sólo en el área de producción.
 - Establecen las condiciones de procesamiento e infraestructura para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos durante la industrialización.
 - Desconozco este término.
2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?
 - El pH no está asociado con la acidez del alimento.
 - El pH no es un factor que controla el crecimiento de microorganismos.
 - Si el pH aumenta el alimento es más ácido.
 - Si el pH baja el alimento es más ácido.
 - Desconozco el término pH.
3. A medida que el A_w disminuye en un alimento:
 - La probabilidad de crecimiento de los microorganismos no se afecta.
 - La probabilidad de crecimiento de los microorganismos disminuye.
 - La probabilidad de crecimiento de los microorganismos aumenta.
 - Desconozco el término A_w .
4. La etapa de salado en la elaboración de queso Bagaces:
 - Puede eliminar todos los microorganismos del queso sin necesidad de operaciones previas.
 - No tiene ningún efecto sobre los microorganismos presentes en el queso.
 - No necesita de controles como temperatura, tiempo, calidad de sal...
 - Debe durar al menos 60 días cuando la leche no se pasteurizada y 41 días para leche pasteurizada.
5. ¿Cuál de los siguientes factores influye sobre la inocuidad del queso?
 - Pasteurización
 - Buenas Prácticas de Manufactura
 - Calidad de la leche
 - Todos los anteriores
6. La inocuidad de los alimentos busca:
 - Garantizar que los alimentos no causarían ningún daño a la salud del consumidor.
 - Asegurar que los alimentos se consuman de acuerdo al uso al que se destinan.
 - Asegurar que los alimentos lleguen en buen estado a la mesa del consumidor.
 - Desconozco el término de inocuidad.

9.4.3. Evaluación del taller

Estimado y estimada participante, este cuestionario pretende conocer su opinión sobre la actividad en la que acaba de participar y servirá para implementar mejoras en futuras actividades. La información que usted nos proporcione es estrictamente confidencial y anónima.

I. IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

1.1 Nombre de la actividad: Taller de Capacitación: Inocuidad en la producción de Queso Bagaces
Fecha de ejecución de la actividad:
1.3 Objetivo general de la actividad: Dar a conocer los principales factores que comprometen la inocuidad del queso Bagaces y las medidas preventivas que se pueden implementar.

II. SOBRE LA ACTIVIDAD

Marque con una X la casilla que corresponda. Tome en cuenta la siguiente escala:

	5	4	3	2	1	
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	
2.1 Sobre la actividad en general:				5	4	3 2 1 No aplica
a. Se cumplió el objetivo general de la actividad:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b. Se cumplieron las actividades programadas:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c. Las prácticas fueron apropiadas y conformes con la teoría brindada:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comentarios:						
2.2 Sobre el expositor:				5	4	3 2 1 No aplica
a. Muestra dominio y conocimiento de la materia:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b. Posee la capacidad para despertar el interés en la materia:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c. Tiene la capacidad para conducir grupos de trabajo:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d. Muestra claridad en el momento de exponer:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e. Tiene buena disposición para contestar preguntas y atender consultas de los participantes:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f. Maneja el tiempo según lo programado:				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comentarios:						

