

Osmín Abigail Galeano Rodas

**Elaboración de una bebida nutritiva para consumo humano a base de suero
de leche y harina de maíz**

Asesora: Dra. Lilian Maribel Mendizábal López



**FACULTAD DE HUMANIDADES
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN**

Guatemala, septiembre de 2017

Osmín Abigail Galeano Rodas

**Elaboración de una bebida nutritiva para consumo humano a base de suero
de leche y harina de maíz**

Asesora: Dra. Lilian Maribel Mendizábal López



**FACULTAD DE HUMANIDADES
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN**

Guatemala, septiembre de 2017

Este informe fue presentado por el autor como trabajo de tesis, previo a optar el grado de Maestro en Investigación

Guatemala, septiembre de 2017

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	3
GENERALIDADES.....	3
1.1 Línea de investigación.....	3
1.2 Tema.....	3
1.3 Planteamiento del problema	3
1.4 Justificación	4
1.5 Alcances y límites	5
1.6 Objetivos.....	5
1.6.1 Objetivo General.....	5
1.6.2 Objetivos específicos	5
1.7 Hipótesis	6
1.7.1 Estadística	6
1.8 Metodología de investigación	6
1.8.1 Enfoque epistemológico.....	6
1.8.2 Alcance de la investigación.....	7
1.8.3 Diseño metodológico	7
1.8.4 Definición operacional de las variables y unidad de análisis	8
1.8.5 Población y muestra	10
1.8.6 Estrategias de recolección de datos	10
1.8.8 Procedimiento del informe final.....	12
CAPÍTULO II	14
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	14
2.1 Fundamentos teóricos	14
2.2.1 Leche.....	14
2.2.2 Elaboración de queso	16
2.2.3 Lactosuero	21
2.2.4 Maíz	25
2.2.5 Bromatología	28
2.2.6 Análisis sensorial	29
2.2.7 Seguridad alimentaria y buenas prácticas de manufactura	32
2.2.8 Diseño experimental	35

CAPÍTULO III	46
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE CAMPO	46
3.1 Características del grupo de jueces:.....	46
3.2 Unidades de análisis.....	46
3.3 Análisis sensorial	46
3.4 Resultados.....	47
3.4.1 Color	49
3.4.2 Sabor	49
3.4.3 Olor	51
3.4.4 Textura.....	52
3.5 Análisis de la composición química de la bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz (análisis bromatológico)	53
3.6 Costo de la bebida elaborada	53
CAPITULO IV CONCLUSIONES	55
CAPITULO V RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS.....	57
APÉNDICES	59
Propuesta	60
ANEXOS	67
Anexo 1. Libros consultados.....	68
Anexo 2. Boleta de evaluación de las formulaciones de la bebida	74
Anexo 3. Resultados del análisis bromatológico.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables	8
Tabla 2 Composición media de leche de diferentes especies.....	15
Tabla 3 Composición química proximal del lactosuero	21
Tabla 4 Usos del lactosuero	22
Tabla 5 Aspectos disciplinares involucrados en la ciencia de los alimentos	28
Tabla 6 Tratamientos	38
Tabla 7 Matriz de diseño	39
Tabla 8 Matriz de diseño de un DBCA	43
Tabla 9 Análisis de varianza.....	44
Tabla 10 Características de los jueces.....	46
Tabla 11 Resultados de la catación	47
Tabla 12 Análisis de varianza variable color	49
Tabla 13 Análisis de varianza de la variable sabor	50
Tabla 14 Prueba de medias para la variable sabor	50
Tabla 15 Análisis de varianza de la variable olor	51
Tabla 16 Prueba de medias para la variable olor	51
Tabla 17 Análisis de varianza de la variable textura	52
Tabla 18 Prueba de medias para la variable textura	52
Tabla 19 Costos a nivel de laboratorio de la bebida nutritiva a base de suero lácteo y harina de maíz	53

RESUMEN

Elaboración de una bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz, es el nombre de esta investigación, la cual se realizó en el Centro Universitario del Sur, Escuintla. El objetivo de la misma fue: elaborar una propuesta de una bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz, destinada a la población escuintleca, la cual aportará nutrientes como proteína y carbohidratos a un bajo costo económico.

La investigación fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo, los sujetos de estudio fueron docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y estudiantes del noveno ciclo de dicha carrera, la unidad de análisis evaluada fue una muestra de la bebida elaborada con diferentes porcentajes de harina de maíz, cada sujeto de estudio evaluó tres formulaciones de la bebida en donde se varió el porcentaje de harina de maíz (5%, 6% y 7%). Se determinó mediante un análisis de varianza que las unidades de análisis que contenían 5% y 6% presentaron características similares estadísticamente en la calificación de las variables medidas en las mismas, las cuales fueron: olor, color, sabor y textura.

Se concluye en que es factible la utilización del suero lácteo para elaborar una bebida nutritiva para consumo humano adicionando a la misma harina de maíz, la fórmula calificada como mejor por los jueces contiene un 8.7% de proteína cruda, según el análisis bromatológico realizado a la misma.

Palabras clave: catación, bebida nutritiva, maíz, análisis bromatológico, proteína.

INTRODUCCIÓN

El fin esencial de realizar este estudio fue la elaboración de una bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz que pueda servir como un alimento nutritivo para la población en general, pero especialmente de aquella en edad escolar.

De acuerdo a información publicada por la secretaria de seguridad alimentaria y nutricional la pobreza extrema en el departamento de escuintla para el año 2014 era de 11.2%, esto se constituye en una limitante para que dicha población se alimente adecuadamente. El suero lácteo es un subproducto de poco o casi nulo valor económico, el mismo resulta de la elaboración de queso mediante coagulación enzimática, este contiene nutrientes que pueden ser aprovechados por el ser humano como fuente de alimento, en este trabajo se investigó su utilización en la elaboración de una bebida nutritiva, que puede ser empleada como un alimento nutritivo para la población estudiantil de la región de escuintla.

Esta investigación está conformada por siete capítulos, en el capítulo 1 se aborda la información general de la misma, tales como: la línea de investigación, tema, planteamiento del problema, justificación donde se explican las razones por las cuales se realizó el estudio, alcances y límites, objetivos que se alcanzaron, hipótesis estadística, y la metodología empleada; en el capítulo 2 se aborda la fundamentación teórica, tal como: estado del arte y fundamentos teóricos, donde se exponen teorías como leche, elaboración de queso, suero, maíz, harina, bromatología, análisis sensorial, diseño experimental, modelo estadístico y análisis de varianza .

Seguidamente, el capítulo 3 presenta los resultados y análisis obtenidos en la investigación, se evaluaron tres formulaciones de suero lácteo y harina de maíz, la base fue el suero y se varió el porcentaje de harina de maíz, (5%, 6% y 7%), mediante un análisis organoléptico se determinó con la ayuda de jueces no entrenados que la formulación con el 6% de harina de maíz fue la que presentó el grado mayor de preferencia, por lo cual se procedió a realizar un análisis bromatológico para así determinar la información nutricional de dicha bebida, siendo la variable más importante a mencionar el porcentaje de proteína en base seca que fue de 8.7% y como alimento de 1.75% valor muy cercano al contenido proteico de la leche cruda, el cual es de 2.7%.

Posteriormente en el capítulo 4 se presentan las conclusiones obtenidas como resultado final de la investigación, resaltando la factibilidad del uso del suero lácteo para elaborar una bebida nutritiva. El capítulo 5 consta de las recomendaciones, destacando el manejo higiénico del suero para la elaboración de un alimento.

Asimismo, se describe las referencias para sustentación científica de la investigación y los apéndices donde se presentan fotografías del proceso de elaboración del queso y obtención del suero lácteo, proceso de elaboración de la bebida a base de suero lácteo y harina de maíz y de la evaluación organoléptica de la bebida elaborada.

Finalmente, se presenta el resultado del análisis bromatológico realizado y certificado por la facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1 Línea de investigación

Seguridad alimentaria y nutricional.

1.2 Tema

Elaboración de una bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz.

1.3 Planteamiento del problema

La pobreza extrema está relacionada directamente con la desnutrición de la población, porque esta circunstancia no les permite alimentarse adecuadamente debido al costo alto de los alimentos, por lo que resulta importante ofrecer a dicho grupo poblacional alternativas de alimentos que sean económicos y fáciles de elaborar.

El suero de leche es un subproducto obtenido de la coagulación de la proteína denominada caseína presente en la leche, al elaborar queso, éste resulta de la separación de la parte proteica antes mencionada del resto de componentes de la leche, en gran parte agua y proteínas séricas o proteínas del suero. El suero por su contenido de materia orgánica resulta ser un contaminante para los ríos a los cuales es vertido, es importante compartir esta información a los estudiantes desde el nivel escolar, para que así se pueda formar una conciencia ecológica y ambiental en ellos, además de presentarles una opción para utilizar este subproducto en la elaboración de un alimento, en este caso una bebida nutritiva.

En este trabajo de investigación se propuso la utilización del suero de leche para elaborar una bebida nutritiva, adicionándole harina de maíz la cual dará textura (cuerpo) a la misma; se aprovecha así el contenido nutricional del suero de leche y además se contribuye con el medio ambiente, pues el suero al no ser vertido en ríos, no representará un contaminante más para los mismos, minimizando entonces el impacto negativo del suero al medio ambiente.

La propuesta a investigar forma parte de la seguridad alimentaria y nutricional, sobre todo de ésta última, además se beneficiará a las personas de escasos recursos brindándoles una alternativa de un alimento económico y nutritivo elaborado de un subproducto que en su mayoría es vertido a ríos o utilizado únicamente para alimentar cerdos. Por lo tanto, la propuesta del proyecto de investigación es: "Elaboración de una bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz."

La pregunta central de investigación fue:

¿Cuáles son los beneficios de una bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz para la población escuintleca en general (edad escolar y no escolar)?

Se consideraron como preguntas secundarias las siguientes:

¿Qué alternativas de utilización tiene el suero de leche obtenido después del proceso de coagulación enzimática o ácida en la elaboración de quesos?

¿Cuál es el procedimiento para formular una bebida de consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz?

¿Qué propiedades nutricionales y organolépticas posee el suero de leche para ser empleado en la formulación de alimentos nutritivos para el consumo humano?

1.4 Justificación

La pobreza extrema en la que viven muchas familias en el país incide de manera directa y proporcional en la seguridad alimentaria de las mismas, pues al no contar con los recursos económicos para adquirir alimentos nutritivos, éstos sufren problemas de desnutrición.

En este trabajo se propuso el empleo del suero lácteo, que es un subproducto de la elaboración de quesos, para ser empleado como base para la formulación y elaboración de una bebida nutritiva con la adición de harina de maíz. En un gran número la población guatemalteca que vive en el área rural del país vive en condiciones precarias, pobreza o pobreza extrema; ello limita a la misma a alimentarse de manera adecuada, porque el coste de los alimentos nutritivos es alto.

Al aprovechar el suero lácteo en la elaboración de una bebida nutritiva se contribuye a encontrar una manera de reducir el efecto contaminante del suero y también de manera significativa el aporte para la población de escasos recursos que encontrará en ésta bebida una fuente importante de nutrientes. Es importante mencionar que entre las líneas de investigación propuestas por la facultad de Humanidades de la Universidad de San Carlos de Guatemala está la denominada Seguridad alimentaria y nutricional, por lo que los resultados de esta investigación cumplen con la seguridad nutricional, porque el resultado de la misma es la propuesta de una bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz, que pueda contribuir a la economía de la población escuintleca en edad escolar, pudiéndose replicar los resultados de la investigación en escuelas primarias, para así socializar el procedimiento de elaboración de dicha bebida.

El maíz es un cereal muy importante en la dieta de los guatemaltecos, por lo que la bebida elaborada con la adición de la harina del mismo, será aceptada por los consumidores, con el valor agregado de ser un alimento económico, con un costo bajo respecto a alimentos similares. Lo anterior expuesto justificó la realización de este trabajo de investigación y así se contribuye al desarrollo de la población guatemalteca de escasos recursos.

1.5 Alcances y límites

El resultado de esta investigación radica en establecer la factibilidad de la elaboración de una bebida nutritiva para el consumo humano, con el fin de ofrecer un alimento nutritivo a bajo costo, utilizando para el mismo un subproducto de la fabricación de queso mediante la coagulación enzimática, al cual se le denomina suero lácteo, mismo que contiene nutrientes aprovechables en la dieta humana; asimismo, se le adicionó harina de maíz en una proporción del 6%.

La bebida nutritiva a base de suero lácteo y harina de maíz por su contenido proteico es un alimento propicio para todo tipo de población, niños, mujeres y hombres en cualquier etapa de la vida, pero principalmente de la población en edad escolar, por ser un alimento nutritivo.

En el desarrollo de la investigación no se presentaron limitaciones en la ejecución del estudio, por lo que se llevó con éxito la elaboración de la bebida nutritiva para el consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz en la región sur de Escuintla.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de una bebida nutritiva, para la población escuintleca en edad escolar a base de suero de leche y harina de maíz, como aporte a la mejora de la seguridad alimentaria.

1.6.2 Objetivos específicos

- Evaluar la utilización del suero de leche y harina de maíz en la formulación de una bebida nutritiva para consumo humano.
- Formular una bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz.
- Evaluar (catar) sensorialmente tres formulaciones de la bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz, por medio de jueces no entrenados (estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería agroindustrial)

1.7 Hipótesis

1.7.1 Estadística

a) Nula

La relación suero de leche y harina de maíz no afecta las propiedades organolépticas de una bebida elaborada a partir de los mismos.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

b) Alterna

La relación suero de leche y harina de maíz afecta las propiedades organolépticas de una bebida elaborada a partir de los mismos.

$$H_0: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Evaluadas a un nivel de significancia del 5%.

1.8 Metodología de investigación

1.8.1 Enfoque epistemológico

La base epistemológica de esta investigación es el positivismo, la misma está enmarcada como cuantitativa pura, pues por la forma en la que se desarrolló y la metodología empleada en la recopilación de la información, por medio de diseños experimentales se dio validez mediante el análisis estadístico, al medir la causalidad de las variables independientes sobre las dependientes evaluadas en el análisis sensorial, teniendo un alcance nomotético.

Las razones por las cuales el enfoque epistemológico es el descrito pueden resumirse o mencionarse las más importantes, las cuales son: el razonamiento es de tipo deductivo, su finalidad: comprobación, confirmación, reducción, demostración de la causalidad y el principio más importante adoptado por la naturaleza de la investigación es el principio de verdad particularista.

El enfoque metodológico de esta tesis se fundamentó en la teoría positivista tal y como se mencionó anteriormente, la investigación se abordó desde un enfoque cuantitativo donde se plasmó la hipótesis estadística que fue sujeta de comprobación mediante un análisis de varianza dentro del diseño experimental denominado bloques completos aleatorizados y la aplicación de pruebas de medias.

1.8.2 Alcance de la investigación

El alcance de esta investigación de acuerdo a la naturaleza de la misma es en gran parte explicativo, pues se midió la relación entre las variables independientes planteadas en la misma, las cuales fueron: el porcentaje de harina de maíz adicionado y la cantidad de azúcar sobre las variables dependientes medidas: olor, sabor, textura y color de la bebida elaborada a base de suero lácteo y harina de maíz.

Sin embargo, también tuvo un alcance correlacional porque a través del análisis de varianza se evaluó el grado de relación o asociación entre las variables (independientes – dependientes).

1.8.3 Diseño metodológico

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, es decir, que el fenómeno fue analizado desde la perspectiva cuantitativa en congruencia con los objetivos de este estudio.

Diseño Experimental: a nivel de laboratorio se determinó la formulación de la bebida nutritiva para consumo humano, variando los niveles de suero de leche y de harina de maíz, se fijó el nivel del factor azúcar para evitar que éste sesgara los resultados de la evaluación organoléptica.

- Experimentación a nivel de laboratorio para determinar la formulación de la bebida nutritiva como alimento para consumo humano, la base de la bebida es el suero de leche, se variaron los niveles de harina de maíz (5%, 6% y 7%), el factor azúcar se fijó para evitar sesgos en la evaluación organoléptica.
- Se realizó un análisis sensorial para determinar la formulación con mayor aceptación mediante el empleo de jueces no entrenados.
- Análisis de varianza para determinar estadísticamente diferencias entre las distintas muestras (formulaciones) evaluadas sensorialmente.
- Análisis bromatológico: Es un análisis de laboratorio que se realizó a la muestra de la bebida elaborada cuya aceptación fue mayor según el análisis de varianza y prueba de medias realizado al mismo. Aquí se determinó la composición química proximal de la bebida nutritiva. (proteína, carbohidratos, lípidos, minerales).
- Elaborar una propuesta de una bebida nutritiva, para la población escuintleca a base de suero de leche y harina de maíz.

1.8.4 Definición operacional de las variables y unidad de análisis

Tabla 1 Operacionalización de Variables

Objetivo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores de la variable	Estadístico
General Elaborar una propuesta de una bebida nutritiva, para la población escuintleca en edad escolar a base de suero de leche y harina de maíz.	Independiente (causa) Suero lácteo	Spreer E. (1991) "el lactosuero es un líquido que se obtiene por la coagulación de la leche en la elaboración del queso, una vez que se separan la cuajada del queso (la caseína) y la grasa". (p. 527)	Es la base de la formulación de la bebida sobre la cual se calcula el resto de componentes de la misma, (100%)	Independiente Volumen y peso.	Análisis de varianza mediante el diseño experimental Bloques completos aleatorizados y mediante prueba de medias (LSD o prueba de Fischer)
	Dependiente (efecto) Bebida nutritiva	Alimento en estado líquido que contiene carbohidratos, proteína y grasa.	La bebida elaborada contiene un porcentaje de proteína y carbohidratos que son necesarios para el desarrollo de funciones vitales del cuerpo humano.	Análisis bromatológico o (composición química)	Análisis de varianza mediante el diseño experimental Bloques completos aleatorizados y mediante prueba de medias (LSD o prueba de Fischer)
Específico Evaluar la utilización del suero de leche y harina de maíz en la formulación de una bebida nutritiva para consumo humano.	Independiente (causa) Harina de maíz	Producto derivado de la trituración y filtración del grano del maíz.	Se probaron tres porcentajes diferentes de harina de maíz para evaluar su incidencia en las propiedades organolépticas	5% 6% 7%	
	Azúcar comercial	Horton y Moran (2008) "la sacarosa o azúcar de mesa es el disacárido	La sacarosa se fijó el valor en 5% para no sesgar el resultado de la	5%	

<p>Específico Evaluar (catar) sensorialmente tres formulaciones de la bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz, por medio de jueces no entrenados (estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería agroindustrial)</p>	<p>Dependiente (efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Olor • Color • Sabor • Textura 	<p>más abundante en la naturaleza” (p. 235)</p> <p>Componentes del flavor, según Fisher y Thomas “El flavor se puede referir a una percepción biológica, pues es la sensación producida por un alimento tomado por la boca, o se puede referir a una característica del alimento que se ha percibido” (P. 1)</p>	<p>prueba organoléptica.</p> <p>Fueron las características evaluadas en el análisis organoléptico de la bebida elaborada, para así determinar la mejor formulación.</p>	<p>Escala hedónica de cinco valores.</p>	<p>Análisis de varianza mediante el diseño experimental Bloques completos aleatorizados y mediante prueba de medias (LSD o prueba de Fischer)</p>
	<p>Independiente (causa)</p> <p>Formulación de la bebida</p>	<p>Dependiente (efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Olor • Color • Sabor • Textura 	<p>Mezclas de suero lácteo, harina de maíz y azúcar comercial.</p> <p>Componentes del flavor, según Fisher y Thomas “El flavor se puede referir a una percepción biológica, pues es la sensación producida por un alimento tomado por la boca, o se puede referir a una característica del alimento que se ha percibido” (P. 1)</p>	<p>Fueron evaluadas tres unidades experimentales por cada juez.</p> <p>Según la escala hedónica los jueces ponderaron cada una de las variables, asignándoles un valor numérico.</p>	<p>Boleta de catación</p> <p>Boleta de catación</p>

Fuente: elaboración propia (2017)

1.8.5 Población y muestra

a) Población

La investigación se llevó a cabo en el Centro Universitario del Sur de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los jueces que participaron en la prueba, fueron docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y estudiantes del noveno semestre de la misma, quienes tienen experiencia y se relacionan con la tecnología de alimentos para la calificación crítica de la bebida elaborada a base de suero de leche y harina de maíz. La población incluyendo docentes y estudiantes fue de 75 personas, siendo 15 docentes y 60 estudiantes.

b) Muestra

La muestra que se utilizó fue a conveniencia, debido al tamaño de la población que se describió con anterioridad, al utilizar el diseño experimental denominado Bloques Completos Aleatorizados la muestra se refiere al número de bloques empleados. Para ello Montgomery (2010) afirma lo siguiente:

“La elección del tamaño de la muestra, o número de bloques que deben correrse, al incrementar el número de bloques, se incrementa el número de réplicas y el número de grados de libertad del error, con lo cual se aumenta la sensibilidad del diseño.” (p.139)

Claro está que al aumentar el número de réplicas en un experimento aumenta el costo del mismo, se dice que para lograr detectar diferencias significativas en un diseño de bloques completos aleatorizados es suficiente contar con 4 bloques.

En esta investigación, dado que el aumento de los bloques (jueces) no representaba un aumento considerable en el costo de la investigación, se utilizaron 22 bloques, siendo el resultado de la prueba bastante sensible, es decir se detectaron las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (porcentaje de harina de maíz en la bebida nutritiva) al realizar la prueba organoléptica.

1.8.6 Estrategias de recolección de datos

Los datos numéricos se obtuvieron mediante la aplicación de una boleta utilizada por cada uno de los jueces, donde se evaluaron las características organolépticas de la bebida nutritiva elaborada a base de suero de leche y harina de maíz. Cada juez recibió tres muestras de la bebida elaborada, cada una de ellas con diferente concentración de harina de maíz, los jueces fueron orientados a responder de acuerdo a la propuesta de la escala hedónica plasmada en la boleta de evaluación, se evaluaron cuatro características de la bebida (variables dependientes), olor, sabor, color y textura.

Los jueces que participaron en la prueba fueron docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y estudiantes del noveno semestre de dicha carrera, personas que

tienen relación con la tecnología de alimentos y de quienes se esperaba una calificación crítica de la bebida elaborada a base de suero de leche y harina de maíz.

a) Instrumentos cuantitativos de la investigación

Se empleó la boleta para la catación de la bebida diseñada para esta investigación (ver anexos). La escala hedónica consta de nueve valores, pudiéndose acortar a siete o incluso a cinco. Para esta evaluación sensorial se diseñó el instrumento empleado, utilizando cinco valores, esto con el fin de no causar en los jueces confusión al decidirse por un valor de calificación de las características evaluadas. La transformación de la escala hedónica en una escala numérica permite la aplicación de un diseño estadístico.

1.8.7 Estrategias de análisis de datos

Para el análisis e interpretación de la información cuantitativa, se utilizó el programa Minitab versión 17. Se realizó el análisis de varianza y la respectiva prueba de medias cuando existió significancia entre los tratamientos evaluados.

Diseño de los instrumentos de investigación y su validación

- **Instrumentos de investigación**

El instrumento que se utilizó en la investigación fue una boleta de catación diseñada con cinco valores de la escala hedónica (Me disgusta mucho, me disgusta poco, no me gusta ni me disgusta, me gusta poco, me gusta mucho)

Es importante mencionar que la escala hedónica es similar a la escala de Likert.

Los valores obtenidos mediante esta boleta fueron codificados de acuerdo a la boleta de catación, se analizaron y a través del análisis de varianza se comprobaron las hipótesis estadísticas planteadas.

- **Validación de instrumentos**

Se realizó una prueba piloto con diez estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial del Centro Universitario del Sur, quienes manifestaron comprender al 100% lo solicitado y el uso de la boleta, por lo que se procedió a su empleo en la recolección de datos para la investigación. Es importante mencionar que en todo el desarrollo de la investigación se contó con el apoyo de estudiantes, cumpliendo el cometido educativo además de científico la investigación realizada.

1.8.8 Procedimiento del informe final

El procedimiento para realizar la investigación se describe a continuación:

- Planteamiento de la investigación: muestra qué y por qué se investiga, por lo que el planteamiento del problema es: ¿Qué alternativas de utilización tiene el suero de leche obtenido después del proceso de coagulación enzimática o ácida en la elaboración de quesos?
- Diseño de la investigación: se utilizó la metodología cuantitativa donde a través de la recolección de información por medio de un análisis organoléptico se aplicó el diseño experimental de bloques completos aleatorizados y así observar la incidencia de los tratamientos evaluados sobre la variable de respuesta.
- Ejecución del diseño de la investigación: aplicación del procedimiento para el trabajo de campo. Los datos se recolectaron como resultado de la evaluación sensorial por parte de los jueces participantes, docentes de la carrera de ingeniería agroindustrial y alumnos del noveno semestre de dicha carrera. Para llevar a cabo esta evaluación se determinó el tamaño de la muestra de acuerdo al tamaño de la población.
- Análisis e interpretación de datos: se realizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia del 5%. Se empleó para los cálculos el software denominado Minitab versión 17, cuando existió significancia entre los tratamientos se realizó siempre con el software mencionado la prueba de medias denominada LSD (diferencia mínima significativa)
- Redacción del informe final: redacción y difusión de resultados de la investigación. Para ello, se desarrollaron los niveles de explicación desde la selección de los jueces evaluadores (universo, muestra), las técnicas por utilizar (análisis organoléptico) y definir los instrumentos para compilar la información (boleta de catación).

Plan de investigación

- a) Elección de la línea de investigación y la propuesta del tema de investigación, con el que fue aprobado el plan. La línea de investigación elegida para este trabajo fue: Seguridad alimentaria y nutricional.
- b) Elaboración y redacción del planteamiento del problema donde se describió claramente el objeto de estudio, justificación que contenía las razones por las cuales fue importante el problema que se pretendió resolver, alcances y límites del estudio, objetivos de la investigación e hipótesis donde se operacionalizó las variables independientes y dependientes.

- c) Elaboración y redacción de la fundamentación teórica y contextual, que comprendió el sustento teórico del estudio y el contexto de la investigación.
- d) Elaboración de la metodología para desarrollar el proceso indagatorio y responder al problema del estudio y los instrumentos de investigación para el logro de los objetivos propuestos que previo a aplicarlos se validaron.
- e) Especificación clara de los recursos humanos, materiales y espacio temporales para el desarrollo de la investigación.
- f) Establecimiento claro de las actividades a desarrollar y los tiempos para realizarlas a través de un cronograma.
- g) Realización de las referencias.

Informe final de investigación

- a) Se elaboraron la carátula y contra carátula de la tesis de acuerdo a especificaciones del departamento de postgrado de la facultad de Humanidades.
- b) Construcción del índice por medio de la herramienta digital de Word.
- c) Realización del resumen donde se plasmaron los hallazgos de la investigación y la introducción que indica el contenido del informe.
- d) El capítulo I contiene las generalidades: línea de investigación, tema, planteamiento del problema, justificación, alcances y límites, objetivos, hipótesis y metodología.
- e) Elaboración de la fundamentación teórica donde se hicieron citas textuales de los diversos documentos consultados y reflexiones críticas de acuerdo al uso de cada uno en este trabajo de investigación.
- f) Se presentaron los resultados de campo de la información recopilada con los instrumentos utilizados, así como el análisis y discusión de resultados.
- g) Redacción de las conclusiones de acuerdo con los resultados de la investigación.
- h) Se realizaron las recomendaciones y la propuesta sugerida; asimismo, las referencias que sirvieron de fundamento para la realización de la investigación.
- i) Finalmente, se elaboró la propuesta que se consideró importante agregar en el informe.

CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Fundamentos teóricos

2.2.1 Leche

En términos lactológicos y para efectos de este trabajo de investigación el concepto de leche se refiere únicamente a la leche de vaca, obtenida como materia prima, a la cual se le denomina leche cruda, por no haber recibido ningún tratamiento térmico o proceso alguno, si se trata de leche de otras especies, se ha de indicar de cuál de éstas proviene, ejemplo leche de cabra.

La leche es uno de los productos alimenticios más antiguos, pues ya en la biblia se menciona cuando el pueblo de Israel buscaba la tierra prometida y Dios les da la promesa de que en esa tierra fluiría leche y miel, además la leche es uno de los alimentos más importantes de la dieta humana. Al estar considerada la leche un producto alimenticio vale la pena mencionar que un producto alimenticio es una sustancia destinada a satisfacer las necesidades nutritivas en este caso del ser humano o simplemente a ser consumidas por placer.

“La leche se puede considerar un líquido blanco y opaco, aunque eventualmente puede tomar un color ligeramente amarillento sobre todo en aquellas vacas alimentadas exclusivamente con pasto” (Spreer E. 1991 p. 9). Debe tener un sabor característico, puro, fresco y ligeramente dulce, de igual forma el olor debe ser característico (suigeneris). La composición química proximal de la leche de vaca se puede observar en la tabla 2 de este trabajo.

Es importante mencionar que la leche contiene aproximadamente 1/8 de sólidos, los cuales incluyen los sólidos no grasos y sólidos grasos, el resto es agua. Spreer E. (1991) considera que estos valores medios de la leche pueden presentar variaciones o desviaciones muy grandes y son resultado de factores tales como: características raciales e individuales, régimen de alimentación, fase de la lactación, estado sanitario y edad de las vacas y varían a lo largo de aproximadamente los 300 días que dura el periodo de lactación (p.11).

En la siguiente tabla se presenta la composición media de leche de diferentes especies, tomando como referente la leche de mujer y de hembras de otras especies.

Tabla 2 Composición media de leche de diferentes especies

	Proporción de extracto seco %	Materia grasa %	Proteína total %	Caseína %	Proteínas del suero %	Lactosa %	Cenizas %
Mujer	12.4	3.8	1	0.4	0.6	7	0.2
Vaca	12.7	3.7	3.4	2.8	0.6	4.8	0.7
Cabra	13.2	4.5	2.9	2.5	0.4	4.1	0.8
Oveja	19.3	7.4	5.5	4.6	0.9	4.8	1
Burra	8.5	0.6	1.4	0.7	0.7	6.1	0.4
Yegua	11.2	1.9	2.5	1.3	1.2	6.2	0.5
Búfala	17.2	7.4	3.6	-	-	5.5	0.8

Fuente: Lactología industrial (1991, p. 11)

Para este trabajo de investigación interesa la composición química proximal de la leche de vaca, especialmente lo relacionado al contenido de proteínas del suero lácteo, que según la tabla anterior es del 0.6% del total de la composición de la leche. El agua es el componente principal y mayoritario de la leche, su función principal es la de actuar como disolvente de los demás compuestos, de todos los componentes de la leche la fracción que más varía dentro de una misma especie animal es la grasa, en la leche de vaca esta fracción puede variar entre el 3.2 y el 6% y está en función de la raza vacuna, de la época de lactación (estación del año), tipo de alimentación entre los factores más determinantes.

Las proteínas del suero de la leche tienen un gran valor fisiológico y nutritivo y es justamente esto lo que justifica su uso en esta investigación, pues se empleó para elaborar una bebida nutritiva para consumo humano, es importante resaltar que de acuerdo a Linden y Lorient (1996) el valor biológico del suero lácteo es de 124, comparativamente la caseína que es la proteína aprovechada en los quesos tiene un valor biológico de 74 y la leche 88, el valor biológico indica los gramos de proteínas corporales de una persona adulta que pueden ser sustituidos por 100 gramos de la proteína alimentaria en cuestión, como valor de referencia se ha establecido que el valor biológico del huevo completo es de 100, se observa entonces el alto valor nutritivo del lactosuero y su importancia como fuente de alimento.

Al elaborar quesos se parte de una coagulación que puede ser ácida o enzimática, mismas que serán detalladas más adelante. Estando ya coagulada la proteína denominada caseína, ésta debe ser separada y el líquido que queda se denomina lactosuero, en éste se encuentran las proteínas denominadas séricas, mismas que determinan el alto valor biológico del mismo, tal como se describió anteriormente.

Otro componente importante de la leche y que es retenido casi completamente en el lactosuero es la lactosa o azúcar de la leche, este componente le da el sabor dulce característico a la misma y por ende al lactosuero, característica que es aprovechable organolépticamente para elaborar alimentos como bebidas sin tener que agregar o incorporar cantidades considerables de azúcar como edulcorante.

2.2.2 Elaboración de queso

Spreer E. (1991) señala que “el queso es una mezcla de caseína, grasa láctea y otros componentes de la leche que se separa de las materias primas por las técnicas adecuadas. Este proceso de separación se favorece añadiendo enzimas, acidificando y/o calentando” (p. 299). En términos más sencillos el queso es el producto obtenido de la desnaturalización de la caseína presente en la leche.

a) Clasificación

Se estima que existen alrededor de 2000 nombres de tipos diferentes de quesos, cuyas características difieren en relación a la tecnología empleada para su elaboración y a factores diversos tales como: el origen de la materia prima, la especie de la cual se obtiene la materia prima (cabra, búfala, oveja, etc), por lo que es recomendable indicar sino es elaborado con leche de vaca la especie a la cual pertenece la materia prima.

Los quesos pueden clasificarse de acuerdo a:

- Tipo de coagulación empleada (coagulación enzimática mediante el uso de cuajo líquido o en pastilla, coagulación ácida mediante el uso de ácidos orgánicos)
- Tipo de pasta: (quesos de pasta dura, de pasta firme, de pasta blanda y de pasta hilada).
- Tipo de leche (de vaca, de cabra, de oveja, de búfala)
- Proceso de maduración (quesos frescos y quesos madurados)

En Guatemala se elaboran diversidad de quesos, siendo en su mayoría a nivel artesanal o popular las pastas frescas, y de acuerdo a la gastronomía del país estos se condimentan con algunos vegetales tales como: chile pimiento, loroco, chiltepe, entre otros, asignándose el nombre del vegetal agregado al queso elaborado, ejemplo queso con loroco, queso con pimiento, etc.

Sin embargo, también se elaboran quesos de pasta hilada como el queso de pita y quesos fundidos como el quesillo. A nivel industrial se elaboran diversidad de productos lácteos, la costa sur de Guatemala es la región donde se encuentran la mayor parte de plantas procesadoras de lácteos.

b) Rendimiento quesero

El rendimiento quesero está determinado por la cantidad de queso obtenido, a partir de un volumen o peso dado de leche procesada, se toma como referencia la base de 100 litros o 100 Kilogramos, en Guatemala se suele emplear como base el volumen, además y de acuerdo a algunas regiones productoras de queso el rendimiento también suele expresarse como la cantidad de litros de leche empleados para elaborar una libra de producto terminado.

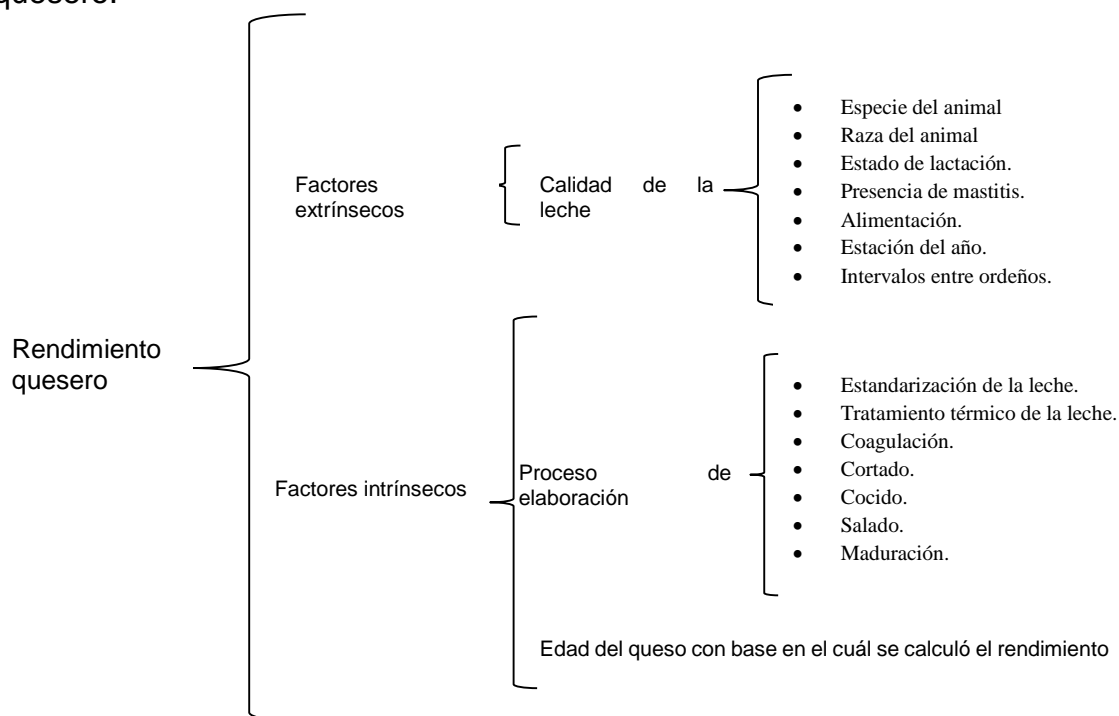
El factor que determina en gran manera el rendimiento quesero es el contenido de caseína de la leche, pues esta proteína es la que constituye en sí la composición de

los quesos, ahora bien de acuerdo al tipo de queso elaborado y de la composición química proximal de la leche el factor teórico de rendimiento variara. En base al análisis químico proximal de una leche, el valor promedio de caseína se encuentra entre 2.2 a 2.7% en peso, mismo que corresponde al 75 a 80% de la proteína total de la leche cruda.

De acuerdo a las técnicas empleadas por los pequeños productores de quesos, en Guatemala al elaborar queso fresco a partir de 100 litros de leche que ingresan al proceso se obtienen aproximadamente 24 libras de producto terminado, hay que observar que de acuerdo al tipo de queso elaborado el rendimiento será diferente, esto debido al tipo de pasta requerida para cada tipo de queso, los quesos de pasta hilada tienen un menor rendimiento quesero que los quesos de pastas blandas o frescos, a pesar de fijar muchos factores de proceso dentro de un mismo tipo de queso el rendimiento varía comúnmente, debido a múltiples factores, mismos que son imposibles de fijar y que son factores de ruido dentro del proceso (factor no controlado), Villegas, A. (2004) considera que los más importantes de mencionar son:

- La composición química proximal de la leche.
 - ✓ El contenido de proteína total.
 - ✓ El contenido de caseína.
 - ✓ El contenido de grasa butírica.
- El proceso de elaboración (el corte de la cuajada, el tratamiento del grano, el tratamiento térmico, etc) (p.152)

En el siguiente cuadro se resumen los factores que inciden sobre el rendimiento quesero:



Fuente: Tecnología quesera (2004, p. 154)

c) Principios del cuajado de la leche

Cuando se habla del cuajado de la leche en realidad se está haciendo referencia a la desnaturalización de la parte proteica de la misma, en este caso a la fracción caseína, que representa como se ha mencionado anteriormente al 80% del total de las proteínas presentes en la leche.

Existen dos coagulaciones o formas de precipitar la caseína de la leche:

- Coagulación enzimática: por medio de renina u otras enzimas coagulantes o proteolíticas, comercialmente a estas enzimas se les conoce con el nombre de cuajo. (en presentación de líquido o pastillas).
- Coagulación ácida: a través de la adición de un ácido orgánico de forma directa (ácido acético, ácido cítrico o el mismo ácido láctico) o mediante un proceso de fermentación por medio de microorganismos lácticos, los cuales producen ácido láctico el cual actúa como medio de coagulación.

Por razones técnicas o características propias de determinados quesos se emplea muchas veces una tercera coagulación denominada mixta, que no es más que la combinación de la coagulación enzimática y la coagulación ácida.

La coagulación de la leche depende a su vez de los siguientes factores: naturaleza y concentración de las enzimas coagulantes, concentración y características del sustrato, temperatura de la leche al agregar el cuajo y valor del pH.

Enzimas coagulantes: Spreer, E. (1991) comenta que las enzimas que se emplean para cuajar la leche son proteínas especializadas que pertenecen al grupo de las proteasas ácidas. La enzima empleada generalmente es la quimosina o renina, la cual se obtenía en el pasado de los estómagos secos de terneros en lactación (p.320). La cantidad de enzima coagulante a agregar depende directamente del valor del pH de la leche y del poder o fuerza coagulante de la enzima, el poder coagulante indica la cantidad de partes de leche con un pH neutro que se pueden cuajar en 40 minutos y a una temperatura de 35 °C con una parte de cuajo. El cuajo se comercializa en forma de polvo (pastilla) o líquido. En Guatemala al emplear cuajo líquido y de acuerdo a la fuerza de éste se dosifican 10 ml por cada 100 litros de leche.

La temperatura de adición del cuajo oscila entre 28 °C y los 34 °C, la temperatura a la cual se encuentre la leche al momento de agregar el cuajo y poder mantenerla constante, determina el tiempo de coagulación, el tiempo real oscila de un mínimo de 30 minutos a 120 minutos, la temperatura a la que se realice el cuajado dependerá del tipo de pasta que se desee en el queso, necesitando más tiempo de coagulación pastas blandas en comparación con pastas duras. El valor del pH o acidez inicial de la leche también determina el tiempo de coagulación, la leche inicialmente posee una acidez normal, que oscila entre un pH de 6.4 a un pH de 6.7, en el medio quesero normalmente se suele emplear otra medida de la acidificación de la leche, esta medida se conoce como Dornic y de acuerdo a la misma la leche fresca deberá tener una acidez entre 14 a 16 grados Dornic (equivalente al pH de 6.4 a 6.7).

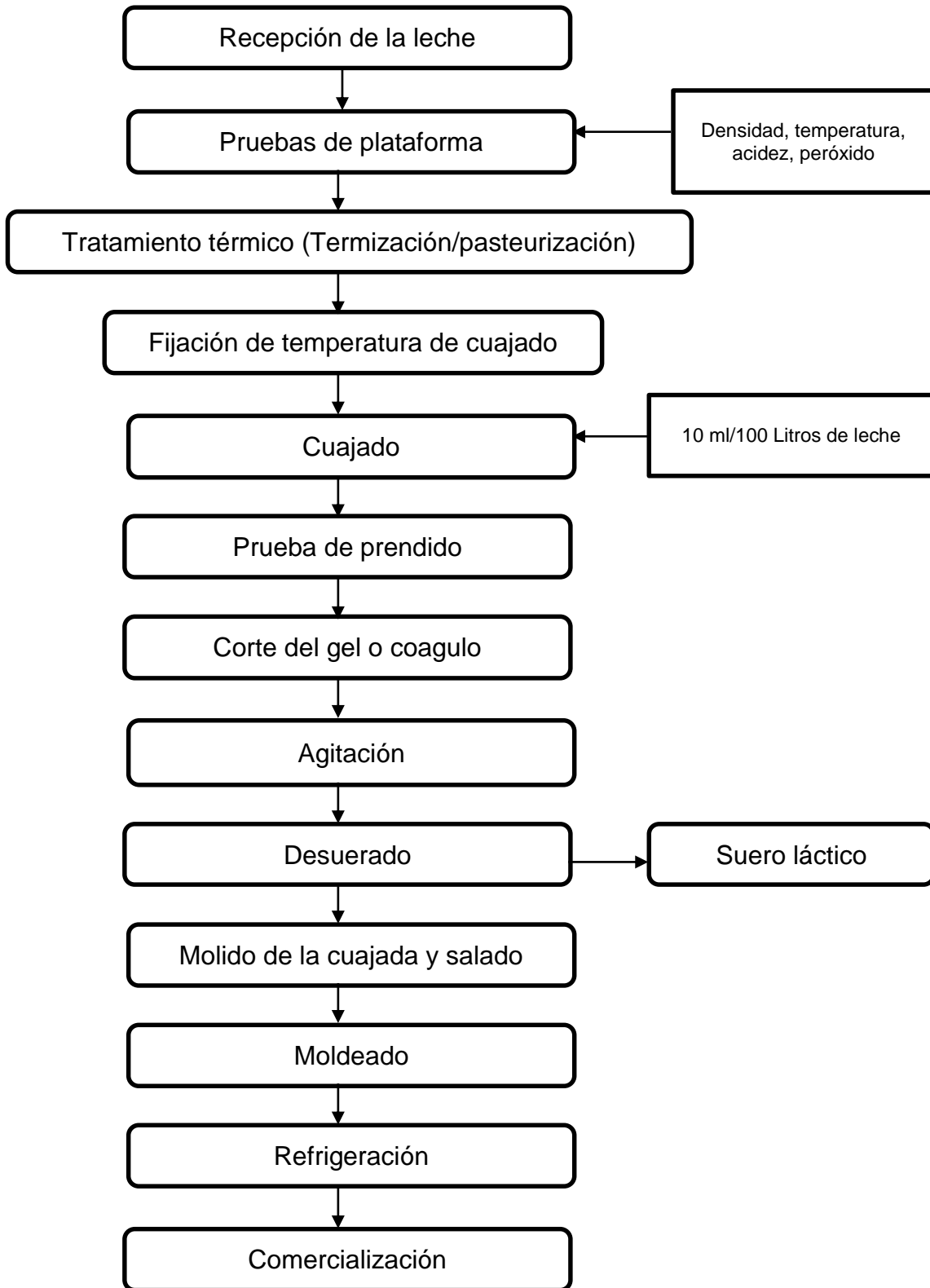
En su mayoría, los quesos elaborados tanto a nivel artesanal como industrial emplean la coagulación enzimática, por lo que resulta bastante importante el conocimiento de algunos factores que inciden directamente en la desnaturalización de la proteína por esta ruta, siendo los principales o de mayor incidencia: la temperatura a la cual se encuentre la leche, el pH de la leche, la concentración del calcio iónico, así como la concentración o fuerza de la enzima coagulante empleada.

d) Tratamiento del coagulo

Los coágulos obtenidos por medio del cuajado retienen en su gel una gran cantidad de agua (suero), la mayor parte del agua se encuentra en los espacios o poros del gel, esta agua se expulsa fácilmente al cortar el coágulo y abrir las cavidades. El gel tiene la capacidad de contraerse, produciéndose la retracción o sinéresis del coágulo, esta sinéresis provoca en primer lugar la aparición de una tensión de contracción que estrecha las cavidades rellenas de suero.

En la industria quesera de acuerdo al tratamiento que se le dé al coagulo posterior a la eliminación parcial del agua contenida en ella (suero) se obtendrá un determinado tipo de queso, esto permite contar con una gran diversidad de tipos de quesos, esto se consigue únicamente diferenciando algunos pasos del proceso en el tratamiento del coagulo. Luego de eliminado el suero del coagulo lo que queda se le conoce como cuajada, que luego de ciertas operaciones unitarias como el molido, salado, tratamiento térmico, moldeado y una maduración opcional dará como resultado el queso propuesto en el diagrama de trabajo respectivo.

A continuación se presenta el diagrama de flujo general para la elaboración de queso fresco.



Fuente: Elaboración propia (2017).

2.2.3 Lactosuero

a) Concepto y composición

Spreer E. (1991) señala que “el lactosuero es un líquido que se obtiene por la coagulación de la leche en la elaboración del queso, una vez que se separan la cuajada del queso (la caseína) y la grasa”. (p. 527). De acuerdo al procedimiento empleado para la coagulación de la caseína, coagulación ácida o enzimática se obtendrá un suero dulce (coagulación enzimática) o uno ácido (coagulación ácida). El porcentaje de grasa depende del que tenga inicialmente la leche empleada, el suero lácteo contiene además vitamina B y vitamina C, siendo la vitamina B₂, la lactoflavina, la responsable del color verde del mismo.

Tabla 3 Composición química proximal del lactosuero

Componente	Suero dulce	Suero ácido
Agua	93 – 94%	94 – 95%
Extracto seco	6 – 7 %	5 -6 %
Lactosa	4.5 – 5%	3.8 – 4.2%
Ácido láctico	Trazas	Hasta 0.8%
Proteínas	0.8 – 1%	0.8 – 1%
Ácido cítrico	0.15%	0.1%
Cenizas	0.5 – 0.7%	0.7 – 0.8%
Valor de pH	6.45	5

Fuente: Lactología Industrial (1991, p. 528).

b) Aprovechamiento del lactosuero

El lactosuero puede ser aprovechado básicamente de dos formas:

- Aprovechamiento del lactosuero no transformado como alimento para el ganado o como bebidas de lactosuero.
- Aprovechamiento industrial del lactosuero.

En Guatemala se aprovecha únicamente este subproducto a nivel artesanal para extraer del mismo las proteínas séricas o proteínas del suero, esto se realiza por medio de calentamiento del mismo con su posterior acidificación, desnaturalizando la proteína denominada lactoalbúmina y obteniendo con ello el producto comercial denominado “requesón o ricota”, lo que queda luego de separada esta parte proteica, es suministrado como alimento a cerdos o ganado vacuno, el excedente que no es utilizado para alimentación del ganado, es vertido a los ríos con la consiguiente contaminación de los mismos, pues el lactosuero al ser rico en nutrientes posee una alta demanda química y bioquímica de oxígeno.

c) Importancia y aprovechamiento del lactosuero

En países en vías de desarrollo como es el caso de Guatemala, el lactosuero se considera aún un producto residual, y por falta de tecnología e inversión no se aprovecha como debiera. Sin embargo, el lactosuero es un subproducto rico en componentes valiosos cuya obtención y aprovechamiento representa una gran importancia para la economía nacional.

Spreer, E. (1991) señala que la importancia del suero se encuentra principalmente en los siguientes aspectos:

- Aprovechar de forma íntegra y eficiente la leche como materia prima, pues con esto se emplean todos los componentes de la misma.
- Poder obtener otros componentes de la leche que poseen un alto valor para ser utilizados en diferentes industrias alimenticias o farmacéuticas.
- Reducción de la carga contaminante en las aguas residuales al no verterse a los efluentes por su alta demanda química y bioquímica de oxígeno (p.528-530).

Según la composición química proximal se observa que el lactosuero es un subproducto rico en componentes valiosos, que al ser aprovechados correctamente representan una gran importancia económica para las pequeñas y grandes industrias lácteas.

Las proteínas del lactosuero son termolábiles y sus propiedades funcionales pueden ser modificadas por los tratamientos térmicos aplicados al mismo. Industrialmente el lactosuero se aprovecha de tal forma que sus componentes son aislados mediante procesos de deshidratación o concentración para obtener así todos los compuestos presentes en el mismo. Estas proteínas aisladas se emplean de acuerdo a los requerimientos o funciones que deban cumplir en los alimentos a los cuales son incorporadas.

A continuación se presenta una tabla de las funciones que cumple el lactosuero deshidratado al incorporarse a los alimentos:

Tabla 4 Usos del lactosuero

Productos	Funciones
Productos de panadería-galletería	Aporte proteico, retención de agua, gelificante, textura (interacción con el gluten)
Pastas alimentarias	Emulsificante, espumante, retención de agua, gelificante.

Confitería (caramelo, turrón, etc) chocolates con leche	Emulsificante, aroma, textura, dispersabilidad.
Sopas, salsas	Espesante (interacción con el almidón) emulsificante.
Platos cocinados	Espesante, emulsificante, retención de agua.
Harinas lacteadas	Aporte proteico, solubilidad.
Bebidas lacteadas o de frutas	Soluble en caliente y/o pH ácido, espesante.
Alimento dietéticos e infantiles (alimentación enteral)	Aporte proteico, solubilidad, espesante.
Quesos naturales y fundidos	Emulsificante, espesante, gelificante
“imitación cheeses, dips” pastas para untar, “coffe whitener”, cremas heladas	Emulsificante, espesante
Cremas, postres, flanes, yogures	Emulsificante, espesante, gelificante
Productos cárnicos (salchichas, patés, hamburguesas)	Emulsificante, espesante, ligante, gelificante, retención de agua y de materias grasas.

Fuente: Bioquímica Agroindustrial, (1994, p. 221).

d) Principales propiedades funcionales de las proteínas del lactosuero

Linden y Lorient (1996) establecen que “Las proteínas del lactosuero, según las formas en las que se encuentren, pueden manifestar una diversidad muy grande de propiedades tecnofuncionales: propiedades de hidratación, propiedades de textura y de superficie” (p. 225). De igual manera destacan entre estas las siguientes:

- Solubilidad: Esta propiedad está relacionada con otras propiedades tales como viscosidad, la aptitud para la gelificación, para la emulsificación o para la formación de espuma.
- Absorción de agua – hinchamiento: las proteínas del lactosuero absorben poca agua (0.5 g/g) pero una termodesnaturalización (80 °C – 45 segundos) mejora la capacidad de fijación (útil en pastelería y fabricación de embutidos).
- Coagulación – gelificación: la coagulación puede ser considerada como la formación de una red continua más o menos ordenada tras desplegamiento de las cadenas polipeptídicas, la formación de gel necesita una concentración proteica de al menos 8%.

- Propiedades emulsificantes: Estas son debidas a la facultad de reducir las tensiones interfaciales entre componentes hidrófilos e hidrófobos; están con frecuencia ligadas a la solubilidad de la proteína en el agua.
- Propiedades espumantes: Estas propiedades resultan de un desplegamiento en la interface agua/aire, es muy apreciada en pastelería. El esponjamiento máximo (o capacidad espumante) y la estabilidad de las espumas proteicas de lactosuero son excelentes si las proteínas están purificadas.

e) Utilización de las propiedades del lactosuero

Por sus propiedades espumantes las proteínas del suero se emplean en pastelería, ya que por ejemplo se pueden obtener flanes de apariencia idéntica a los obtenidos con la ayuda de la clara de huevo, es posible la sustitución del 50 al 100% de la yema de huevo o del huevo entero por proteínas lactoséricas según el tipo de producto con la condición de mejorar ligeramente la formula y las condiciones de cocción, tanto el sabor como el color son aceptables sin embargo la única diferencia sensorial es el sabor típico o suigeneris conferido por el huevo.

En panadería las proteínas del lactosuero son apreciadas por su aporte proteico, para la retención de agua, la textura, el pardeamiento no enzimático del pan, el realzamiento del sabor y del valor nutritivo, pero reducen el volumen de la masa. En la elaboración de productos cárnicos se aprovechan las propiedades gelificantes, espesantes, emulsificantes y de retención de agua. Para la fortificación de bebidas y jugos de frutas estas proteínas pueden emplearse en una concentración total de hasta el 3%.

Bebidas de suero: el suero líquido como tal no podría aprovecharse como bebida debido a su sabor característico y a los consecuentes problemas que traería al consumidor intolerante a la lactosa, debido a que éste es el componente mayoritario en el mismo, lo cual lo hace poco atractivo, la solución a este problema se encuentra en la elaboración de bebidas de suero. Spreer, E. (1991) recomiendan que se le puede adicionar aromas frutales, algunas proteínas vegetales e incluso algunas proteínas séricas con un bajo contenido de lactosa, entre otras sustancias y con esto se conseguirían productos completamente diferentes (p. 530). Una manera de reducir el contenido de lactosa es su desdoblamiento enzimático mediante una enzima denominada lactasa.

En Guatemala únicamente se le da dos usos al lactosuero, como alimento para ganado porcino y bovino, así como para la elaboración de requesón, esta última actividad es la realizada con mayor frecuencia y la que proporciona un mayor ingreso económico. Sin embargo a nivel industrial se puede emplear para elaboración de bebidas, obtención de componentes lácteos de alto valor para emplearlos en la industria alimentaria, en la industria de embutidos cárnicos, industria farmacéutica y como alimento para el ganado, tal como se describió con anterioridad.

En esta investigación se propuso la elaboración de una bebida nutritiva a base de suero de leche con la adición de harina de maíz, este último le confiere la

consistencia a la misma, dicha bebida se conoce en Guatemala con el nombre de atol, bebida bastante apetecible por la población ya que se le atribuyen propiedades nutritivas en este caso provenientes de los nutrientes presentes en el suero y los aportados por el maíz.

Los costos de elaboración de esta bebida son bajos, puesto que el lactosuero no tiene un alto valor económico por ser considerado un subproducto de la actividad quesera, elaborar alimentos utilizando subproductos alimenticios contribuye a la economía de las familias y a la seguridad alimentaria y nutricional de comunidades de escasos recursos del país.

2.2.4 Maíz

El maíz y el trigo han sido los cereales más importantes en la dieta de la humanidad, pues aportan elementos nutritivos muy necesarios en la dieta del ser humano y también para el desarrollo de animales, su uso es conocido desde la época precolombina, pues era el alimento base para los mayas, los aztecas, los incas y otros pueblos indígenas. Es una materia prima base para la agroindustria, pues de él se producen harinas, almidón, aceite, proteínas texturizadas, bebidas alcohólicas, edulcorantes, etanol (combustible). El maíz es un cereal que cubre gran parte de los requerimientos nutritivos del ser humano, su composición química varía considerablemente de acuerdo a la variedad, el color, grado y naturaleza de fertilización. La composición promedio del maíz varía de acuerdo a varios factores, es notorio el cambio de la misma de acuerdo a la zona geográfica de cultivo, pero según valores medios su composición puede ser del 70% de carbohidratos, dentro de estos se encuentran azúcares simples cuando el maíz está en su madurez fisiológica y luego se convierten en almidón que es un polisacárido, 8% de proteínas, 4% de minerales, 4% de lípidos, 3% de fibra dietética (celulosa). El maíz puede ser de color amarillo o blanco, aunque existen colores como negro, colorado y pinto, la composición química proximal varía de acuerdo al color del mismo, pues como ejemplo se tiene que el maíz amarillo contiene mayor cantidad de betacarotenos, que son precursores de la vitamina A. Guatemala es un país con un alto consumo de este cereal, pues satisface un alto porcentaje de la demanda alimentaria de la población, quien lo consume en forma de tortillas, snacks o atoles.

Botánica

Según Rodríguez Méndez “El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual dotada de un amplio sistema radical fibroso, su reproducción es por polinización cruzada (halógama) y a inflorescencia femenina (elote o mazorca) y la masculina (espiguilla) se hallan en distintos lugares de la planta, por lo que se trata también de una planta monoica. (pp. 5)

Las mazorcas son las estructuras donde se desarrolla el grano con un número variable de hileras, el grano constituye aproximadamente el 42% del peso en seco de la planta.

Usos

El maíz es aprovechado desde la época de los mayas como alimento humano empleándose todo el grano, maduro o no (elote, tortillas, tamales, etc) o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios (harina, feculas, aceite, edulcorantes, etc) que a su vez tienen un gran número de aplicaciones en una amplia variedad de alimentos, en Guatemala el maíz cultivado en la agricultura de subsistencia sigue siendo un cultivo alimentario básico, cuya producción solo cubre las necesidades de la familia que lo cultiva.

El aumento de los precios de petróleo ha impulsado la intensificación de las investigaciones sobre la fermentación del maíz para producir combustible (bioetanol) el cual tiene un uso muy difundido en países como Estados Unidos, México y Brasil. Con el maíz fermentado también se elaboran algunas bebidas alcohólicas (chicha), bebida muy común en los países andinos.

El maíz tiene una diversidad de usos, los cuales se presentan a continuación:

1. Grano:
 - a. Alimentación humana.
 - b. Alimentación para el ganado.
2. Materia prima en la industria.
3. Semillas.
4. Planta:
 - a. Forraje verde.
 - b. Ensilado.
 - c. Rastrojo.
 - d. Materia orgánica al suelo (abono o fertilizante)
5. Mazorca
 - a. Elote (alimento humano)
 - b. Forraje.
 - c. Olote (combustible)

Composición química y valor nutritivo

De acuerdo a Rodríguez Méndez “la composición química es variable y está relacionada con el estadio, raza, variedad, tecnología en el cultivo, clima y la parte del grano que se analice” (pp. 12). Como valores medios se pueden citar los siguientes: almidón 72.4%, grasa 4.7%, proteína 9.6%, ceniza 1.43%, azúcares 1.94% fibra 9.93%, en el caso del contenido de proteína esta varía ligeramente de acuerdo al color del maíz siendo más elevado su valor en aquellas variedades de color amarillo, además de un contenido de betacarotenos, el maíz colorado y negro contienen antocianinas un pigmento que tiene múltiples beneficios para el ser

humano entre estos se puede mencionar su efecto como antioxidante, mientras que el maíz blanco carece de estos pigmentos.

Harina

La harina es el producto que resulta de la molienda de cereales o semillas secas. En el caso particular de la harina de maíz esta compuesta por fracciones de endospermo, germen, pericarpio del grano.

Una técnica para producir harina de maíz es mediante el proceso denominado nixtamalización, el cual consiste en cocinar éste con una solución o mezcla de agua con cal, luego es calentado a temperaturas cercanas a la ebullición del agua (cerca de 95 °C), luego el grano es lavado empleando agua a presión para así eliminar la cascara del grano; luego de lavado es pasado el grano a un molino de disco hasta obtener una masa que posteriormente es secada y molida nuevamente hasta obtener la textura de harina.

El rendimiento industrial de harina de maíz en promedio oscila entre un 80% y 95%, esto está en función de la tecnología aplicada y los equipos empleados para el proceso de nixtamalización, en Guatemala según datos presentados por el científico Ricardo Bressani (1972) sobre la dieta de niños en el país se estableció que el consumo de maíz era del 72% comparado con el 8% del consumo de frijol, lo que convierte al maíz en una fuente importante de alimentación para los guatemaltecos. Además de su consumo como tortillas se consume de muchas formas, tales como en bebidas (atoles), en forma de postres, como snacks, etc.

Atole

El atole (del náhuatl atolli ´aguado´de atl agua y tol, diminutivo despectivo), conocido también como atol en algunas regiones; en otras como "jarabe de atole" es una bebida de origen prehispánico consumida principalmente en México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Venezuela, aunque también Colombia lo consume asignándosele el nombre de mazamorra. En su forma original es una cocción de maíz dulce en agua, en proporciones tales que al final de la cocción tenga una moderada viscosidad y que se sirve lo más caliente posible, inclusive de acuerdo a la cultura de consumo puede o no incluir azúcar.

Es muy común que la bebida sea condimentada con especias aromáticas (cacao, vainilla, canela, anís, hojas de naranjo) y otros saborizantes (chocolate, jugo o pulpa de frutas dulces), para aumentar su palatabilidad.

Tradicionalmente se endulza con azúcar o miel. También suele prepararse con leche en lugar de agua. En la actualidad se le puede encontrar con muchos sabores como son: fresa, vainilla, chocolate, guayaba, piña, zarzamora, ciruela, mango, coco, canela, etc.

Originalmente se elaboraba únicamente a base de la masa de maíz, pero actualmente se prepara con harina de maíz o con fórmulas listas para hacer, a base de sémola de maíz, trigo o arroz.

Los aztecas preparaban el atole simplemente hirviendo masa de maíz hasta espesar, condimentada con cacao, chiles y miel de abeja, ya que para la época no conocían otro edulcorante. Hernán Cortes en sus cartas de relación lo distinguía como una bebida muy energética, este estilo de atole no fue de particular gusto para los españoles, por lo que fue modificado agregándole leche o simplemente agua. Los atoles muchas veces se toman como una bebida energizante natural.

Esta bebida es habitual y relativamente fácil de encontrar a la venta en comercios en las calles de varias ciudades de México y de países centroamericanos especialmente por las mañanas, donde suele ser el acompañante ideal de otros platillos típicos tales como tostadas, chuchitos, rellenitos, etc.

También se puede preparar a base de arroz o trigo los cuales tienen una aplicación más enfocada a su uso medicinal, como el atole de arroz en agua, con canela y azúcar que sirve para estabilizar y dar líquidos al paciente que padece diarrea.

2.2.5 Bromatología

Desde el punto de vista etimológico, la palabra Bromatología se deriva del griego y significa Ciencia de los Alimentos, esto significa que implica el estudio científico de los alimentos, de acuerdo a José Bello Gutiérrez, (2000) “se debe entender a la bromatología como una ciencia que responde a un cuerpo coherente de conocimientos sistematizados acerca de la naturaleza de los alimentos, de su composición química y de sus comportamientos bajo diversas condiciones” (p. 3) claro está que se deben tomar en cuenta todos los aspectos que involucran desde las materias primas, procesamiento, conservación, distribución, comercialización y el consumo de los mismos.

A continuación se presenta una tabla de aspectos disciplinares involucrados en la ciencia de los alimentos.

Tabla 5 Aspectos disciplinares involucrados en la ciencia de los alimentos

<u>Química y bioquímica de los alimentos:</u> se ocupa de la composición básica, estructura y propiedades de los mismos, así como de los cambios y reacciones que se producen entre sus componentes químicos.
<u>Análisis de los alimentos:</u> Aplica los principios, métodos y técnicas analíticas necesarias para las determinaciones cualitativa y cuantitativa de los componentes, especialmente en relación con el control de la calidad y la detección de falsificaciones, adulteraciones y fraudes.
<u>Microbiología de los alimentos:</u> Estudia la presencia y actividad de microorganismos, tanto en sus aspectos positivos de contribuir a la elaboración de ciertos tipos de alimentos, como de sus aspectos negativos de una actividad

deletérea que conduce a la alteración de los alimentos, o incluso provocar un efecto patógeno en el organismo humano que los consume, teniendo en cuenta los principios relacionados con la higiene alimentaria.

Tecnología de los alimentos: establece los procesos adecuados para su elaboración dentro de unos niveles de calidad previamente establecidos.

Toxicología de los alimentos: investiga la posible toxicidad de algunas de las sustancias presentes en los alimentos, bien por integrar la composición de las materias primas, bien por estar en ellas a causa de una contaminación o por haberse formado como consecuencia de las tecnologías aplicadas.

Dietética: se ocupa de la elaboración de los menús capaces de suministrar los nutrientes requeridos para la correcta alimentación de los diferentes grupos de población o personas específicas. Para ello, combina de modo adecuado los alimentos, atendiendo a sus composiciones químicas y teniendo en cuenta los posibles efectos provocados por los tratamientos culinarios que vayan a ser aplicados.

Fuente: Ciencia Bromatológica. (2000, p. 5).

2.2.6 Análisis sensorial

Probar, catar, degustar un alimento es un acto que en ocasiones pareciera solamente un proceso mecánico y con poca conciencia, como si sólo se tratara de satisfacer una necesidad fisiológica; es un hecho en el cual no sólo nuestros órganos sensoriales interactúan sino en el que también emitimos juicios: sabe rico, huele mal, está muy salado, le falta sal, está muy dulce, le falta azúcar, etc. El sabor dulce de la miel, la textura viscosa del aceite, el olor de un queso curado y envejecido, o el de un embutido; son algunas características de los alimentos que se pueden percibir mejor mediante una prueba de análisis sensorial.

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir *sentido*. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos.

Podría pensarse que las evaluaciones sensoriales no tienen un costo; pero esto es incorrecto ya que sí se incurre en diversos gastos, como por ejemplo, las horas-hombre (el tiempo ocupado por las personas para realizar las pruebas), los gastos de papelería, pagos o gratificaciones a las personas que intervienen en las evaluaciones, acondicionamiento y equipamiento del área de trabajo, alimentos o materiales a evaluar, entre otros.

La selección de alimentos por parte de los consumidores está determinada por los sentidos de la vista, olfato, tacto y el gusto. La información sobre los gustos, preferencias y requisitos de aceptabilidad de un producto alimenticio se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados, cuando se evalúan variedades de café, cerveza o vino es imprescindible emplear jueces entrenados que puedan determinar pequeñas diferencias entre las muestras evaluadas.

Esta prueba de análisis es determinante en el desarrollo de nuevos productos alimenticios, reformulación de productos ya existentes, identificación de cambios causados por los métodos de procesamiento, almacenamiento y uso de nuevos ingredientes o nuevas formulaciones tal es el caso de la investigación realizada con el lactosuero y la harina de maíz en la elaboración de una bebida nutritiva para consumo humano, así como, para el mantenimiento de las normas de control de calidad.

Los cinco sentidos y las propiedades sensoriales

El sistema sensitivo del ser humano es una gran herramienta para el control de calidad de los productos de diversas industrias, (farmacéutica, licores y vinos, alimentos). En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y la textura de los alimentos, características que le permitirán a los alimentos ser aceptados por el consumidor.

Olor

Es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos; dicha propiedad en la mayoría de las sustancias olorosas es diferente para cada una. En la evaluación de olor es muy importante que no haya contaminación de un olor con otro, por tanto los alimentos que van a ser evaluados deberán mantenerse en recipientes herméticamente cerrados.

Aroma

Consiste en la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca, por lo tanto no debe confundirse con el olor. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, llegando a través de la trompa de eustaquio a los centros sensores del olfato.

Gusto

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más de estos, sabor al que los japoneses nombran como *umami*, el alimento de uso común que posee esta característica es el consomé, esta propiedad es detectada por la lengua.

Sabor

Esta propiedad de los alimentos es muy compleja, ya que combina tres propiedades: olor, aroma, y gusto; por lo tanto su medición y apreciación es más compleja que las de cada propiedad por separado.

El sabor es lo que diferencia un alimento de otro, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo, ácido o *umami*. En cambio, en cuanto se perciba el olor, se podrá decir de

qué alimento se trata. El sabor es una propiedad química, ya que involucra la detección de estímulos disueltos en agua, aceite o saliva por las papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta.

Por ello, es importante en la evaluación de sabor que la lengua del juez esté en buenas condiciones, además que no tenga problemas con la nariz y garganta. Los jueces no deben ponerse perfume antes de participar en las degustaciones, ya que el olor del perfume puede inferir con el sabor de las muestras.

Textura

Es la propiedad de los alimentos apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído; se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. La textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado; es decir, por medio del tacto podemos decir, por ejemplo si el alimento está duro o blando al hacer presión sobre él. Al morderse una fruta, más atributos de textura empezarán a manifestarse como el crujido, detectado por el oído y al masticarse, el contacto de la parte interna con las mejillas, así como con la lengua, las encías y el paladar nos permitirán decir de la fruta si presenta fibrosidad, granulosidad, etc.

El análisis sensorial es empleado para determinar las cualidades de un alimento, evaluando sabor, color, textura, olor. Para el desarrollo de esta investigación se propuso el uso de la escala hedónica, ya que esta permite medir preferencias, aquí la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la media de una reacción humana. La escala hedónica tiene nueve puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acorta a 7 o 5 puntos.

A continuación, se presenta la escala hedónica con sus respectivos valores, mismos que son empleados para la tabulación de información obtenida por media de ella en un análisis estadístico.

1 = me disgusta extremadamente.

2 = me disgusta mucho.

3 = me disgusta moderadamente.

4 = me disgusta levemente.

5 = no me gusta ni me disgusta

6 = me gusta levemente

7 = me gusta moderadamente.

8 = me gusta mucho.

9 = me gusta extremadamente.

Los resultados del panel de catadores se analizan por varianza mediante un diseño experimental, de existir significancia entre las muestras evaluadas que se interpretaría como que las muestras son diferentes entre sí, se aplica una prueba de medias.

2.2.7 Seguridad alimentaria y buenas prácticas de manufactura

Seguridad Alimentaria

“Se debe entender como seguridad de los alimentos a su calidad intrínseca de no producir ningún tipo de daño cuando sea consumido por cualquier organismo vivo” (Bello, J. 2000 p. 493). El daño producido al consumidor por falta de seguridad alimentaria puede provenir por agentes físicos, químicos o microbiológicos. A nivel internacional es de suma importancia la vigilancia que se tenga sobre los alimentos pues se ha intensificado la amenaza de algunos grupos al margen de la ley de contaminar de manera intencionada los alimentos y así causar daño a un determinado grupo o país.

Otro aspecto estudiado importante que toma en cuenta la seguridad alimentaria es la presencia de compuestos que puedan resultar tóxicos, Paracelso conocido como el padre de la toxicología decía, “que todos los compuestos son tóxicos y que solo depende de la dosis en la que estos se encuentren en un alimento”. La seguridad alimentaria es importante para las instituciones públicas que velan por el bienestar de su población. Existen enfermedades causadas por la ingesta de alimentos, denominadas enfermedades de transmisión alimentaria o ETA's.

Aspectos toxicológicos de la seguridad alimentaria

El objetivo principal del consumo de un alimento es aportar nutrientes al organismo que los ingiere, sin embargo estos mismos alimentos podrían ser la causa de alguna enfermedad o incluso la muerte, por ello la importancia de la vigilancia de los agentes que pudieran resultar tóxicos de acuerdo al grado en el que éstos aparezcan en el mismo. La seguridad alimentaria persigue dos objetivos importantes, primero medir cualitativamente y cuantitativamente la presencia de un compuesto tóxico en el alimento y segundo, sería evaluar el riesgo asociado con esos compuestos.

Bello, J. (2000) establece que “de acuerdo con su origen, los posibles agentes tóxicos presentes en un alimento se suelen reunir en cuatro grupos” (p. 497)

1. Naturales.
2. Contaminantes químicos y biológicos.
3. Aditivos.
4. Sustancias derivadas.

Aspectos higiénicos de la seguridad alimentaria

Existe una estrecha correlación entre la higiene con la que se preparan los alimentos y la contaminación biótica de los mismos, pues una mala higiene en su elaboración incorpora organismos vivos que pueden llegar a ser peligrosos para la salud. La higiene de los alimentos forma parte de la microbiología que se ocupa de los efectos adversos de los microorganismos y la forma de evitarlos. Es la higiene entonces un pilar importante de la seguridad alimentaria, pues la mayoría de enfermedades transmitidas por alimentos se deben a una contaminación microbiológica. Los resultados de esta contaminación de alimentos se reflejan en las siguientes afecciones:

- a) Infecciones, que se desarrollan en el organismo consumidor cuando las bacterias patógenas o los virus alcanzan un cierto nivel al encontrar cierta facilidad para multiplicarse.
- b) Intoxicaciones, debidas a la actividad tóxica de algunos de los metabolitos.
- c) Infestaciones, cuando son parásitos animales aportados por los alimentos los que se desarrollan en el interior del organismo.

Existen cuatro errores que se comenten con frecuencia y que afectan directamente la higiene de los alimentos y consecuentemente su seguridad alimentaria:

1. Preparación del alimento con demasiada antelación a su consumo. Los alimentos deben estar almacenados fuera de la temperatura crítica, es decir deben almacenarse a menos de 5 grados centígrados o a más de 65 grados centígrados.
2. Cocinado con un tratamiento térmico poco apropiado, esto representa el uso de temperaturas que no permiten la eliminación de microorganismos contaminantes presentes en el alimento.
3. Uso de instalaciones, equipos y utensilios mal diseñados, de esta forma se dan las contaminaciones cruzadas.
4. Falta de higiene en los manipuladores de alimentos, estas personas podrían ser portadoras o colonizadas por un agente patógeno.

Clasificación de los riesgos que afectan a la seguridad de los alimentos:

Cada vez que se consume un alimento, se está en riesgo de poder enfermar, pues es imposible que un alimento esté completamente libre de un agente contaminante, hay que recordar que todas las sustancias son tóxicas y que solo depende de su dosis. Para clasificar los riesgos que afectan la seguridad alimentaria, se suelen utilizar tres criterios:

- a) La gravedad, que indica el tipo de efecto ocasionado, variable desde un leve malestar transitorio, hasta efectos muy graves, unas veces reversibles y otras irreversibles, que pueden ocasionar la muerte.
- b) La incidencia, que se refiere al número de casos vinculados a un efecto determinado, o a un porcentaje de los mismos.
- c) El periodo de incubación, que indica el tiempo transcurrido desde la exposición a un peligro hasta la aparición del efecto. Pueden ser efectos inmediatos o efectos a largo plazo.

Se dice que los peligros contra la seguridad alimentaria se pueden agrupar en cinco clases:

1. Enfermedades de origen biótico transmitidas por los alimentos.
2. Trastornos nutricionales.
3. Contaminantes ambientales.
4. Sustancias tóxicas naturales.
5. Aditivos alimentarios.

La seguridad alimentaria en Guatemala

En Guatemala existe la secretaría de seguridad alimentaria y nutricional de la presidencia de la república conocida por sus siglas como SESAN, es la institución encargada por mandato presidencial de coordinar, integrar y monitorear las intervenciones de seguridad alimentaria y nutricional entre el sector público, la sociedad y organismos de cooperación internacional en Guatemala.

Según –ENCOVI- Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (2014) Guatemala es un país que cuenta con el 59.3% de pobreza, observándose un incremento de 8.1 puntos porcentuales comparado con el año 2006, lo que significa que más de la mitad de la población guatemalteca está en condiciones de necesidades. Asimismo, se disparó la pobreza extrema nacional la cual en el año 2014 subió a 23.4% mientras que en el 2000 y 2006 se registró en 15.7% y 15.3% respectivamente. (Encovi, 2014).

De acuerdo a datos publicados por la SESAN para el año 2014 el departamento de escuintla presentaba una pobreza total del 52.9% y un 11.2% de extrema pobreza, esta última especialmente marcada en el área rural del mismo. Lo anterior afecta directamente a la seguridad alimentaria y nutricional de dicha población, pues de acuerdo a datos publicados por la misma secretaria hasta la semana 36 del año 2017 se reportaban 8 muertes por desnutrición en el departamento de escuintla.

Aporte de la investigación

El trabajo realizado en esta investigación está relacionado con la seguridad alimentaria y nutricional, inicialmente se buscó un alimento que fuera nutritivo a base de suero de leche y harina de maíz, aportando nutrientes al consumidor del mismo, además se dan las recomendaciones para su preparación tomando en cuenta las buenas prácticas de manufactura, esto con el objetivo de enseñarle a la población en edad escolar escuintleca a preparar alimentos higiénicos, libres de cualquier contaminación.

Buenas Prácticas de Manufactura:

Según el Codex Alimentarius se define a las buenas prácticas de manufactura conocidas con la abreviatura BPM's como: "El conjunto de normas, condiciones y controles que garantizan la calidad de los alimentos a través de procesos de higiene dentro y fuera de la planta de proceso".

Al analizar el concepto de las BPM's se observa que al hablar de normas se está haciendo mención a las regulaciones que sobre los alimentos existen, es decir todas las legislaciones que a nivel local (de país) o a nivel internacional se deban observar. Al hablar de las condiciones se hace referencia a las instalaciones, es decir las condiciones de éstas, tales como: ubicación, diseño de la planta, equipos, utensilios, infraestructura en general. Es de vital importancia que las instalaciones donde se procesan alimentos reúnan las condiciones que eviten la contaminación de los alimentos y por ende la producción de alimentos seguros para el consumidor.

Otro componente del concepto de las BPM's son los controles, aquí se deben establecer los mismos para toda la línea de producción de alimentos, infraestructura, materias primas, personal, producto terminado, distribución, transporte, etc. Los controles son importantes pues a través de los mismos se puede llevar la trazabilidad o recorrido de un producto, tal como origen de la materia prima, línea en la cual se procesó, turno de trabajo, condiciones de almacenamiento y distribución entre otros.

Después del análisis de la conceptualización de las BPM's las normas, las condiciones y los controles giran en torno a la higiene, por lo que es importante hablar de ésta. La higiene a su vez se divide en dos: la higiene en la planta y la higiene personal.

Para la higiene en la planta debe existir un programa para el mismo, en dónde se establezcan los lineamientos para llevarla a cabo, es decir un programa donde se determine el tipo de higiene, la frecuencia con la cual se deba realizar, las personas responsables de la ejecución y control de la misma, los productos químicos a emplear para la misma y la dosificación.

La higiene personal es bien importante, pues las personas son las responsables de la producción de los alimentos y son ellas quienes están en contacto con los mismos. No es objeto de este trabajo de investigación profundizar en este tema sino solamente hacer énfasis en la seguridad alimentaria al producir alimentos, pues justamente la investigación es sobre la elaboración de uno y por lo tanto no tendría ninguna importancia su contenido nutricional si éste no se produce con los cuidados necesarios para evitar que resulte contaminado.

Para que en una planta procesadora de alimentos se tomen en cuenta las recomendaciones de un programa de Buenas Prácticas de Manufactura es importante capacitar constantemente a los operarios y señalar las áreas de trabajo, así también recordar mediante afiches la obligatoriedad de algunas actividades tales como el uso de equipo de protección personal y lavado de manos entre otros.

2.2.8 Diseño experimental

C. Montgomery (2010) señala que “el diseño estadístico de experimentos se refiere al proceso para planear el experimento de tal forma que se recaben datos adecuados que puedan analizarse con métodos estadísticos que llevarán a conclusiones válidas y objetivas” (p. 11).

En la investigación científica se dice que un experimento puede definirse como una prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados, es decir adrede en las variables de entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones que pudieran observarse en la respuesta de salida conocida en terminología de experimentos como variable de respuesta. En la ingeniería, la experimentación desempeña un papel importante en el diseño de productos nuevos, el desarrollo de procesos de manufactura y el mejoramiento de procesos ya establecidos. En un proceso o sistema se tienen entradas y salidas, dentro del proceso mismo como tal existen factores controlables, los cuales representan variables independientes (X) o manejadas a discreción por el investigador, de ahí su independencia, pero además

existen factores no controlables que inciden o afectan sobre la salida del proceso (Y) o denominada también variable dependiente.

Para poder manejar adecuadamente un experimento es necesario lo siguiente:

- 1 Determinar cuáles son las variables X (independientes) que tienen mayor influencia sobre la respuesta Y (variable dependiente).
- 2 Determinar cuál es el ajuste de las X (variable independiente) que tienen mayor influencia para que Y (variable dependiente) esté siempre cerca del valor nominal deseado.
- 3 Determinar cuál es el ajuste de las X (variable independiente) que tienen mayor influencia para que la variabilidad de Y (variable dependiente) sea reducida.
- 4 Determinar cuál es el ajuste de las X (variable independiente) que tienen mayor influencia para que los efectos de las variables no controlables sean mínimos.

En otro contexto se puede indicar que el diseño estadístico de experimentos se refiere al proceso para planear el experimento de tal forma que se recaben datos adecuados que posteriormente puedan analizarse con métodos estadísticos que llevarán a conclusiones válidas y objetivas, al ser empleados en la experimentación de corte cuantitativo es imprescindible que dichas conclusiones sean objetivas, validadas por una prueba ya establecida o determinada. Los tres principios básicos del diseño experimental son la realización de réplicas o repeticiones, la aleatorización y la formación de bloques (bloqueo de un determinado factor). El hacer réplicas significa la repetición del experimento básico, la aleatorización determina que las corridas o ensayos individuales del experimento se determinan al azar, esto para reducir el error en las lecturas de la variable de respuesta. La formación de bloques se emplea para reducir o eliminar la variabilidad transmitida por factores perturbadores; es decir, aquellos factores que pueden influir en la respuesta experimental pero en los que no hay un interés específico.

Definiciones básicas en el diseño de experimentos

El diseño de experimentos es la aplicación del método científico para generar conocimientos acerca de un sistema o proceso, a continuación se presentan una serie de definiciones básicas para la comprensión de un diseño experimental.

Experimento

Según Gutiérrez y de la Vara (2012) la definición de experimento “es un cambio en las condiciones de operación de un sistema o proceso, que se hace con el objetivo de medir el efecto del cambio en una o varias propiedades del producto o resultado” (p. 4) de acuerdo a esta definición lo que se cambió fue el porcentaje de harina de

maíz adicionado al suero de leche y con ello medir su efecto sobre las propiedades organolépticas evaluadas por los jueces.

Unidad experimental

La unidad experimental se refiere al elemento sobre el cual se va a probar la variación mencionada en el concepto de experimento, puede ser una pieza, un objeto o una muestra que se utiliza para generar un valor que sea representativo del resultado de la prueba, esto implica que en cada una de ellas se evalúa el factor de experimentación y sus efectos. La unidad experimental para el experimento realizado en esta investigación fue una muestra de 20 ml de la bebida elaborada a base de suero de leche y harina de maíz, sobre la cual se evaluó el efecto causado al variar el porcentaje de la harina de maíz.

Variable(s) de respuesta

De acuerdo a Gutiérrez y de la Vara (2012) la variable o variables de respuesta “son las características de la calidad de un producto y/o variables que miden el desempeño de un proceso” (p. 4) en este experimento las variables de respuesta fueron las características organolépticas olor, sabor, color y textura, su dimensional fueron las notas codificadas obtenidas de acuerdo a la escala hedónica de la boleta de catación.

Factores controlables

Para Gutiérrez y de la Vara (2012) los factores controlables “son variables de proceso o características de los materiales que se pueden fijar en un nivel dado.” (p. 5) para esta investigación los factores controlables fueron el porcentaje de suero lácteo empleado, el porcentaje de azúcar y el porcentaje de harina de maíz. Se observa entonces que estos factores controlables son las variables independientes, es decir fijadas por el investigador.

Factores no controlables o de ruido

Según Gutiérrez y de la Vara (2012) los factores no controlables o de ruido “son variables o características de materiales y métodos que no se pueden controlar durante el experimento o la operación normal del proceso” (p. 5) como los más importantes de mencionar en esta investigación, están la humedad relativa del lugar donde se realizó la prueba organoléptica, el estado de ánimo de los jueces participantes, entre otros. Sobre ellos el investigador no tiene una injerencia y si la tuviera entonces pasarían a ser un factor controlable.

Factores estudiados

De acuerdo a Gutiérrez y de la Vara (2012) los factores estudiados “*son las variables que se investigan en el experimento, respecto de cómo influyen o afectan a la(s) variable(s) de respuesta, estos factores estudiados pueden ser controlables o no controlables, para el efecto de experimentación es importante buscar el mecanismo para convertir si es de interés para la investigación al factor no controlable en factor controlable*” (p. 5) En esta investigación el factor estudiado fue la harina de maíz y se probó en tres niveles, 5%, 6% y 7%

Niveles

Según Gutiérrez y de la Vara (2012) “los diferentes valores que se asignan a cada factor estudiado en un diseño experimental se llaman niveles”. (p. 6) en el estudio del factor controlable harina de maíz los porcentajes con los que éste se probó fueron los niveles del mismo, es decir tres niveles.

Tratamientos

De acuerdo a Montgomery (2010) “un tratamiento es una condición del factor o combinación de los mismos” (p. 21) para este experimento por ser de carácter unifactorial, es decir solo se estudió el factor harina de maíz, cada nivel correspondió a un tratamiento, por lo que se evaluaron tres tratamientos.

Cuando se estudian dos factores o más como por ejemplo nivel de velocidad y nivel de temperatura en determinado experimento, la combinación de los diferentes niveles de cada factor será un tratamiento, tal como se ejemplifica en la tabla 5.

Tabla 6 Tratamientos

Nivel de velocidad	Nivel de temperatura	Tratamiento	Y
1	1	1	ii
2	1	2	
1	2	3	
2	2	4	

Fuente: Análisis y diseño de experimentos (2012. P. 6)

Error aleatorio

De acuerdo a Gutiérrez y de la Vara (2012) el error aleatorio “es la variabilidad observada que no se puede explicar por los factores estudiados; resulta del pequeño efecto de los factores no estudiados y del error experimental” (p. 6).

Error experimental

En este error está implícito todo lo negativo de parte del experimentador en la planeación y ejecución del experimento, este error es parte del error aleatorio. A medida que el experimentador posea una mayor experiencia en el tema estudiado o el diseño experimental empleado, la tendencia será a la reducción de dicho error.

Matriz de diseño

Según Gutiérrez y de la Vara (2012) la matriz de diseño “es el arreglo formado por los tratamientos que serán corridos, incluyendo las repeticiones” (p. 6) para esta investigación la matriz de diseño quedo de la siguiente forma:

Tabla 7 Matriz de diseño

Tratamiento	Jueces								
	1	2	3	4	5	20	21	22
5%									
6%									
7%									

Fuente: Elaboración propia, (2017).

Para cada variable de respuesta se empleó una matriz de diseño, (color, olor, sabor y textura)

Planeación

Según Gutiérrez y de la Vara (2012) la planeación “son actividades encaminadas a entender, delimitar el problema u objeto de estudio y seleccionar variables de respuesta y factores. Concluye con la especificación de los tratamientos a realizar y con la organización del trabajo experimental” (p. 6)

Aleatorización

Para Gutiérrez y de la Vara (2012) la aleatorización “consiste en hacer corridas experimentales en orden aleatorio (al azar) y con material también seleccionado aleatoriamente; este principio aumenta la posibilidad de que el supuesto de independencia de los errores se cumpla, lo cual es un requisito para la validez de las pruebas estadísticas que se realicen” (p. 9) debido a que se empleó el diseño de bloques completos aleatorizados la aleatorización solo es posible dentro de cada bloque y no entre bloques.

Repetición

Según Gutiérrez y de la Vara (2012) repetición “es correr más de una vez un tratamiento o una combinación de factores” (p. 10) en este experimento y de acuerdo al diseño experimental empleado (Diseño de Bloques Completos Aleatorizados) las

repeticiones son en sí los bloques, para el caso particular de esta investigación fueron los 22 jueces catadores.

Bloqueo

De acuerdo a Gutiérrez y de la Vara (2012) el bloqueo “es nulificar o tomar en cuenta en forma adecuada todos los factores que pueden afectar la respuesta observada” (p.10) en esta investigación se bloqueó el factor jueces, pues no interesaba estudiar la diferencia de percepción entre ellos respecto a las variables de respuesta, pero es obvio que a través de ellos se obtuvieron las respuestas buscadas. Al bloquear el resultado obtenido dentro de cada bloque es más homogéneo que el obtenido por el total de datos.

Planeación y realización

Para llevar a cabo un experimento se deben realizar los siguientes pasos:

1. Entender y delimitar el problema u objeto de estudio.

Esto se realizó en la investigación con la ayuda de la pregunta principal de investigación y las secundarias, esto para permitir entender el problema y delimitarlo. Esto para llegar a saber el porqué de la realización del mismo.

2. Elegir la(s) variable(s) de respuesta que será medida en cada punto del diseño y verificar que se mide de manera confiable.

De acuerdo al paso anterior se elige la variable o variables de respuesta, esto es bien importante pues orienta la investigación a realizar, es decir lleva al investigador a saber qué es lo que espera como resultado de la experimentación y que información será tabulada y analizada posteriormente.

Se debe establecer la forma en la cual estas variables serán medidas y estar seguros a través del instrumento de medición que puedan reproducirse durante el experimento con la menor variabilidad posible, aquí se entiende sobre la precisión del instrumento de medición y su correspondiente calibración cuando se requiera.

3. Determinar cuáles factores deben estudiarse o investigarse, de acuerdo con la supuesta influencia que tienen sobre la respuesta.

Aquí es importante el conocimiento no estadístico que se tenga del problema que da origen a la experimentación, pues esto le permite al experimentador saber cuál o cuáles factores inciden en mayor o menor grado sobre la variable de respuesta. En este experimento se partió que la variación en el contenido de harina de maíz en la bebida elaborada con suero lácteo se vería reflejado en las variables de respuesta planteadas (olor, sabor, color, textura)

4. Seleccionar los niveles de cada factor, así como el diseño experimental adecuado a los factores que se tienen y al objetivo del experimento.

Después de una prueba piloto variando el porcentaje de harina de maíz en la bebida elaborada se determinó que los niveles a probar del factor harina de maíz serían de 5%, 6% y 7%. Dado que la evaluación sensorial sería realizada por personas (jueces) y que se entiende la variabilidad en cuanto a las percepciones dentro de cada uno se eligió por sus características propias al diseño de Bloques Completos Aleatorizados.

5. Planear y organizar el trabajo experimental.

Con base en el diseño seleccionado, organizar y planear con detalle el trabajo experimental, por ejemplo las personas que van a intervenir, la forma operativa en la que se harán las cosas, etc. Aquí en este paso se montó una mesa con las muestras a evaluar por los jueces, a quienes se les explicó en qué consistía la prueba y como llenar la boleta de catación.

6. Realizar el experimento

Seguir al pie de la letra el plan previsto en la actividad anterior, y en caso de algún imprevisto, determinar a qué persona se le reportará y lo que se haría.

Análisis

Hay que tener claro que los resultados experimentales son observaciones muestrales, no poblacionales. Por tal razón se deben recurrir a métodos estadísticos inferenciales. La técnica central en el análisis de los experimentos es el llamado análisis de varianza ANDEVA o ANOVA por sus siglas en inglés.

Interpretación

Con el respaldo del análisis estadístico formal, se debe analizar con detalle lo que ha pasado en el experimento, desde contrastar las conjeturas iniciales con los resultados del experimento, hasta observar los nuevos aprendizajes que sobre el proceso se lograron, verificar supuestos y elegir el tratamiento ganador, siempre con apoyo de las pruebas estadísticas.

Control y conclusiones finales

Para concluir el estudio experimental se recomienda decidir qué medidas implementar para generalizar el resultado del estudio y para garantizar que las mejoras se mantengan.

Clasificación y selección de los diseños experimentales

Existen muchos diseños experimentales, por lo tanto se hace necesario saber cómo elegir el más adecuado para determinada situación. Para Gutiérrez y de la Vara

(2012) “los cinco aspectos que más influyen en la selección de un diseño experimental, los cuales determinan la flexibilidad en la adecuación del diseño idóneo para cada situación, son:” (p. 10)

1. El objetivo del experimento.
2. El número de factores a estudiar.
3. El número de niveles que se prueban en cada factor.
4. Los efectos que interesa investigar (relación factores-respuesta)
5. El costo del experimento, tiempo y precisión deseada.

Existe dependencia entre estos cinco elementos, ya que al cambiar uno de ellos por lo general cambia el diseño experimental.

El objetivo del experimento suele emplearse como criterio general para clasificar los diseños experimentales y los otros aspectos se emplean para una subclasificación. De acuerdo al objetivo del experimento entonces se tienen los siguientes diseños:

1. Diseños para comparar dos o más tratamientos.
 - Diseño completamente al azar.
 - Diseño de bloques completos al azar.
 - Diseño cuadrado latino y grecolatino.
2. Diseños para estudiar el efecto de varios factores sobre la(s) respuesta(s).
3. Diseño para determinar el punto óptimo de operación del proceso.
4. Diseños para la optimización de una mezcla.
5. Diseños para hacer el producto o proceso insensible a factores no controlables.

En esta investigación de acuerdo al objetivo de la investigación se eligió el diseño de bloques completos aleatorizados, el cual se describe a continuación.

Diseño de bloques completos aleatorizados DBCA

A los factores adicionales al factor de interés que se incorporan de manera explícita e intencional en un experimento comparativo se les llama factores de bloqueo, estos se incluyen en el experimento no porque interese analizar su efecto, sino como un medio para estudiar de manera adecuada y eficaz el factor de interés. En este tipo de experimento se estudia un solo factor, a pesar de contar con otro factor el cual se bloquea. Como ejemplo se puede mencionar el experimento de comparar cuatro máquinas que son manejadas por cuatro operadores, en este caso el factor de

bloqueo será el factor operador porque el objetivo del experimento es probar la eficiencia de las máquinas y no la diferencia en la habilidad de los operadores en el manejo de las máquinas, por tal razón el factor operador es el bloqueado.

En un diseño en bloques completos al azar (DBCA) se consideran tres fuentes de variabilidad: el factor de tratamientos, el factor de bloque y el error aleatorio, esto significa que se tienen tres efectos de la variabilidad presente en los datos. La palabra completo en el nombre del diseño se debe a que en cada bloque se prueban todos los tratamientos, o sea los bloques están completos.

La aleatorización se hace dentro de cada bloque, esto redundante en la poca practicidad para aleatorizar dentro de este diseño experimental. En la práctica los factores de bloqueo que se manejan son: turno, lote, día, tipo de material, línea de producción, operador, máquina, método, etc. La imposibilidad de aleatorizar los bloques se aprecia claramente cuando se bloquean factores como ejemplo "factor día" ya que no tiene sentido pensar en seleccionar al azar el orden de los días porque es imposible regresar el tiempo.

A continuación se presenta una situación experimental con k tratamientos y b bloques, presentándose la matriz de datos de la siguiente forma:

Tabla 8 Matriz de diseño de un DBCA

Tratamiento	Bloque				
	1	2	3	...	b
1	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	...	Y _{1b}
2	Y ₂₁	Y ₂₂	Y ₂₃	...	Y _{2b}
3	Y ₃₁	Y ₃₂	Y ₃₃	...	Y _{3b}
'	'	'	'	'	'
'	'	'	'	'	'
'	'	'	'	'	'
k	Y _{k1}	Y _{k2}	Y _{k3}	...	Y _{k1}

Fuente: Análisis y diseño de experimentos (2012, p 87)

Modelo estadístico

Cuando se decide utilizar un DBCA, el experimentador piensa que cada medición será el resultado del efecto del tratamiento en el que se encuentre, del efecto del bloque al que pertenece y de cierto error (aleatorio). El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{siendo } i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, b$$

Donde Y_{ij} es la medición correspondiente al tratamiento i y al bloque j ; μ es la media global poblacional; T_i es el efecto debido al tratamiento i ; β_j es el efecto debido al bloque j ; ε_{ij} es el error aleatorio atribuible a la medición Y_{ij} . Se supone que los errores se distribuyen de manera normal con media cero y varianza constante y que son independientes entre sí.

Hipótesis a probar

La hipótesis de interés es la misma para todos los diseños comparativos, y está dada por:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k = \mu$$

$$H_a : \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

La afirmación a probar es que la respuesta media poblacional lograda con cada tratamiento es la misma para k tratamientos y que, por lo tanto, cada respuesta media μ_i es igual a la media global poblacional, μ .

Análisis de varianza

La hipótesis se prueba con un análisis de varianza con dos criterios de clasificación, porque se controlan dos fuentes de variación: el factor de tratamientos y el factor de bloque. A continuación se presenta el cuadro del análisis de varianza para un diseño de bloques completos aleatorizados.

Tabla 9 Análisis de varianza

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_0	Valor-p
Tratamientos	SC_{TRAT}	$k - 1$	$\frac{SC_{TRAT}}{k - 1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Bloques	SC_B	$b - 1$	$\frac{SC_B}{b - 1}$	$\frac{CM_B}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	SC_E	$(k - 1)(b - 1)$	$\frac{SC_E}{(k - 1)(b - 1)}$		
Total	SC_T	$N - 1$			

Fuente: Análisis y diseño de Experimentos (2012, p. 88)

Los cálculos del análisis de varianza se pueden realizar de forma manual, pero es más práctico hacerlos con un software especializado, pues además del análisis mismo se presentan gráficos que dan un mejor panorama del experimento.

Comparación de parejas de medias de tratamiento en el DBCA

Cuando se rechaza el planteamiento de la hipótesis nula, la cual establece igualdad de los tratamientos, surge la pregunta de cuáles de ellos son diferentes entre sí. Para averiguarlo se utiliza alguna de las pruebas de medias, tales como el método de la diferencia mínima significativa (LSD), el método de Tukey, el método de Duncan. (Existen más métodos pero estos son los más utilizados). Por la particularidad de esta investigación se empleó el método de la diferencia mínima significativa, LSD por sus siglas en inglés, conocida también como prueba de Fischer. A continuación se presentan la ecuación para calcular el comparador de esta prueba, pero como se indicó anteriormente es mejor emplear un software para el mismo.

$$LSD = t_{\alpha/2, (k-1)(b-1)} \sqrt{\frac{2CM_E}{b}}$$

Para k tratamientos se tienen en total $k(k-1)/2$ pares de medias. La prueba declara que dos medias son significativamente diferentes si el valor absoluto de sus diferencias excede del comparador.

Efecto de bloque

Gutiérrez y de la Vara (2012) establecen que “La tabla del análisis de varianza también proporciona una prueba para el efecto de los bloques” (p. 91), probándose de igual forma las hipótesis planteadas; que en caso de rechazarse el planteamiento de la hipótesis nula se concluye que al menos el efecto de un bloque es diferente de cero, al existir restricción en la aleatorización entre bloques esta prueba F resulta inexacta.

La interpretación práctica es que se evidencia a favor o en contra de que valió la pena el esfuerzo de controlar el factor de bloque. Si resulta significativa, implica que el factor de bloques tiene influencia sobre la variable de respuesta, y debe ser tomado en cuenta para mejorar la calidad de ésta. Pero si no se rechaza y se acepta que los bloques son iguales en respuesta media, entonces se tiene el argumento a favor de no controlar este factor en futuros experimentos sobre esta misma respuesta, además de que su influencia en la calidad de la respuesta no es significativa.

Por último es importante mencionar el supuesto del diseño de bloques completos aleatorizados que no existe efecto de interacción entre el factor de bloque y el factor de tratamiento.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE CAMPO

3.1 Características del grupo de jueces:

Los jueces que participaron en la catación de las diferentes muestras de la bebida elaborada a base de suero de leche y harina de maíz fueron estudiantes del noveno ciclo de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y docentes de la misma carrera, distribuidos de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 10 Características de los jueces

Jueces		Edad	Género	Carrera	Semestre
Docentes	1	30 - 40	F	Ingeniería Agroindustrial	-----
	5	35 - 50	M	Ingeniería Agroindustrial	-----
Estudiantes	6	20 - 30	F	Ingeniería Agroindustrial	9º.
	10	20 - 30	M	Ingeniería Agroindustrial	9º.

Fuente: Elaboración propia (2017)

3.2 Unidades de análisis

Se formuló la bebida nutritiva variando tres niveles (porcentajes) de la harina de maíz, estos niveles se calcularon sobre la base del suero lácteo, las formulaciones evaluadas fueron las siguientes, las cuales se constituyeron en las unidades de análisis del experimento; se evaluaron cuatro criterios, los cuales fueron: olor, sabor, color y textura.

Formula A: Base suero de leche (100%); 5% de harina de maíz.

Formula B: Base suero de leche (100%); 6% de harina de maíz.

Formula C: Base suero de leche (100%); 7% de harina de maíz.

El porcentaje de azúcar se fijó para las tres formulaciones en 5%, esto para evitar sesgar los resultados al juzgar mejor o peor determinada formulación basado en el sabor dulce.

3.3 Análisis sensorial

Para realizar el análisis sensorial se contó con el apoyo de jueces no entrenados, personal docente de la carrera de Ingeniería Agroindustrial del Centro Universitario del Sur de la Universidad de San Carlos de Guatemala y estudiantes del noveno semestre de la carrera de Ingeniería Agroindustrial. En total se contó con 22 jueces.

3.4 Resultados

A continuación, se presenta el resumen de las calificaciones expresadas por los jueces mediante la boleta de catación, información que fue procesada mediante un análisis de varianza para cada variable evaluada (color, olor, sabor y textura) en la bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz.

Tabla 11 Resultados de la catación

JUEZ	TRATAMIENTO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	589 (7%)	5	5	4	4
1	137 (5%)	5	4	5	4
1	342 (6%)	5	4	4	5
2	589	5	4	4	2
2	137	5	5	5	5
2	342	5	4	5	4
3	589	3	2	3	2
3	137	3	3	4	4
3	342	3	3	3	4
4	589	4	4	2	2
4	137	4	5	3	3
4	342	3	3	3	3
5	589	3	3	3	2
5	137	4	4	5	3
5	342	4	4	4	3
6	589	4	4	4	2
6	137	3	4	4	4
6	342	5	5	5	5
7	589	4	4	5	3
7	137	5	5	5	4
7	342	4	5	5	4
8	589	4	5	4	3
8	137	4	5	4	4
8	342	4	5	3	4
9	589	5	4	3	1
9	137	5	4	3	5
9	342	5	4	3	3
10	589	4	3	3	3
10	137	5	5	5	5
10	342	5	5	5	5
11	589	4	5	3	3
11	137	4	5	3	4
11	342	4	5	3	4
12	589	5	3	4	2
12	137	5	5	4	5
12	342	5	5	4	4

JUEZ	TRATAMIENTO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
13	589	5	5	4	5
13	137	5	5	5	4
13	342	5	5	4	2
14	589	4	4	4	5
14	137	4	4	4	5
14	342	4	3	4	5
15	589	5	3	4	2
15	137	5	3	5	5
15	342	5	3	4	5
16	589	3	3	5	1
16	137	5	5	5	5
16	342	4	4	2	2
17	589	4	4	5	5
17	137	4	4	4	5
17	342	4	4	4	5
18	589	4	5	5	5
18	137	4	5	5	4
18	342	5	5	5	5
19	589	4	4	2	3
19	137	4	3	5	5
19	342	4	5	3	4
20	589	3	3	4	4
20	137	4	5	4	5
20	342	5	3	5	5
21	589	5	5	5	5
21	137	5	5	5	5
21	342	5	5	4	5
22	589	5	4	4	3
22	137	4	5	4	4
22	342	5	5	5	4

Fuente: Elaboración propia (2017)

Luego de tabuladas las boletas de evaluación sensorial se realizaron los análisis de varianza correspondientes a cada variable de respuesta (olor, sabor, color y textura) con la ayuda del software denominado Minitab versión 17, los cuales se presentan a continuación:

3.4.1 Color

Al realizar la prueba del color en las tres muestras evaluadas por cada juez, se determinó que las mismas presentaban estadísticamente el mismo color, es decir no había diferencia entre ellas.

Tabla 12 Análisis de varianza variable color

Modelo lineal general: COLOR vs. TRATAMIENTO, JUEZ						
Método						
Codificación de factores (-1, 0, +1)						
Información del factor						
Factor	Tipo	Niveles	Valores			
TRATAMIENTO	Fijo	3	5.00%, 6.00%, 7.00%			
JUEZ	Fijo	22	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22			
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
TRATAMIENTO	2	0.8485	0.4242	1.95	0.155	
JUEZ	21	20.6667	0.9841	4.52	0.000	
Error	42	9.1515	0.2179			
Total	65	30.6667				

Fuente: Elaboración propia (2017)

Interpretación del ANDEVA: al ser el “valor p” mayor al nivel de significancia de la prueba (5%) se acepta el planteamiento de la hipótesis nula, es decir no existe diferencia significativa entre las formulaciones evaluadas. (las tres presentan estadísticamente el mismo color)

3.4.2 Sabor

Evaluadas las tres muestras de la bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz, se determinó que las tres presentaban sabores diferentes, es decir a gusto y calificación de los jueces las tres resultaron diferentes entre si.

Tabla 13 Análisis de varianza de la variable sabor

Modelo lineal general: SABOR vs. TRATAMIENTO, JUEZ							
Método							
Codificación de factores (-1, 0, +1)							
Información del factor							
Factor	Tipo	Niveles	Valores				
TRATAMIENTO	Fijo	3	5.00%, 6.00%, 7.00%				
JUEZ	Fijo	22	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22				
Análisis de Varianza							
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p		
TRATAMIENTO	2	3.545	1.7727	3.76	0.031		
JUEZ	21	25.530	1.2157	2.58	0.004		
Error	42	19.788	0.4711				
Total	65	48.864					

Fuente: Elaboración propia (2017)

Interpretación del ANDEVA: al resultar el “valor p” menor al nivel de significancia de la prueba (5%) se rechaza el planteamiento de la hipótesis nula, es decir si existe diferencia significativa entre las formulaciones, por lo tanto se procedió a realizar una prueba de medias, para así determinar la formulación que había presentado la mayor aceptación por parte de los jueces. Se utilizó la prueba de medias LSD (diferencia mínima significativa) o también denominada prueba de Fisher.

Tabla 14 Prueba de medias para la variable sabor

Comparaciones por parejas de Fisher: Respuesta = SABOR, Término = TRATAMIENTO			
Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%			
TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
5.00%	22	4.36364	A
6.00%	22	3.95455	A B
7.00%	22	3.81818	B
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se determinó que las formulaciones con el 5% y 6% de harina de maíz son estadísticamente iguales. La conclusión de esta prueba de medias para el factor sabor es que los jueces eligieron a las formulaciones con el 5% y 6% de harina de maíz como las de mejor sabor, al ser la diferencia en el costo de la harina poco significativo y tomando como base el aporte nutritivo de la bebida se recomienda emplear la formulación con el 6% de harina de maíz.

3.4.3 Olor

Al evaluar el olor se determinó por medio de los jueces que las tres formulaciones de la bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz presentaban diferencia estadística significativa, es decir las tres presentan diferente olor entre sí.

Tabla 15 Análisis de varianza de la variable olor

Modelo lineal general: OLOR vs. TRATAMIENTO, JUEZ						
Método						
Codificación de factores (-1, 0, +1)						
Información del factor						
Factor	Tipo	Niveles	Valores			
TRATAMIENTO	Fijo	3	5.00%, 6.00%, 7.00%			
JUEZ	Fijo	22	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22			
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
TRATAMIENTO	2	3.394	1.6970	4.47	0.017	
JUEZ	21	25.697	1.2237	3.22	0.001	
Error	42	15.939	0.3795			
Total	65	45.030				

Fuente: Elaboración propia (2017)

Interpretación del ANDEVA: al ser el “valor p” menor al nivel de significancia de la prueba, (5%) se rechaza el planteamiento de la hipótesis nula y se acepta el planteamiento de la hipótesis alterna, por lo tanto se concluye que existe diferencia significativa estadística entre las formulaciones evaluadas, por lo tanto se procedió a realizar una prueba de medias, para así determinar cuál o cuáles formulaciones presentaban un mayor grado de aceptación entre los jueces.

Tabla 16 Prueba de medias para la variable olor

Comparaciones por parejas de Fisher: Respuesta = OLOR, Término = TRATAMIENTO			
Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%			
TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
5.00%	22	4.45455	A
6.00%	22	4.27273	A B
7.00%	22	3.90909	B
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se concluye que las formulaciones con el 5% y 6% de harina son estadísticamente iguales, es decir para los jueces presentaron el mismo olor. Al ser la diferencia en el costo de la harina poco significativo y tomando como base el aporte nutritivo de la bebida se recomienda emplear la formulación con el 6% de harina de maíz.

3.4.4 Textura

Evaluada la textura por los jueces en las tres muestras de la bebida a base de suero de leche y harina de maíz se determinó que las tres presentaron diferente textura de acuerdo al criterio de los jueces y al análisis de varianza.

Tabla 17 Análisis de varianza de la variable textura

Modelo lineal general: TEXTURA vs. TRATAMIENTO, JUEZ						
Método						
Codificación de factores (-1, 0, +1)						
Información del factor						
Factor	Tipo	Niveles	Valores			
TRATAMIENTO	Fijo	3	5.00%, 6.00%, 7.00%			
JUEZ	Fijo	22	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22			
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC	Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	2		22.39	11.1970	14.57	0.000
JUEZ	21		33.82	1.6104	2.10	0.020
Error	42		32.27	0.7684		
Total	65		88.48			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Interpretación del ANDEVA: al ser el “valor p” menor al nivel de significancia de la prueba, se rechaza el planteamiento de la hipótesis nula, por lo que se determina que las formulaciones evaluadas son diferentes estadísticamente, se procedió entonces a realizar una prueba de medias.

Tabla 18 Prueba de medias para la variable textura

Comparaciones por parejas de Fisher: Respuesta = TEXTURA, Término = TRATAMIENTO			
Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%			
TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
5.00%	22	4.40909	A
6.00%	22	4.09091	A
7.00%	22	3.04545	B
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Las formulaciones con el 5% y 6% son estadísticamente iguales, es decir tienen la misma textura, al ser la diferencia en el costo de la harina poco significativo y tomando como base el aporte nutritivo de la bebida se recomienda emplear la formulación con el 6% de harina de maíz.

3.5 Análisis de la composición química de la bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz (análisis bromatológico)

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza de las diferentes variables de respuesta planteadas en este experimento (olor, sabor, color y textura) se determinó que las formulaciones con el 5% y 6% de harina de maíz son estadísticamente iguales, por lo que se eligió en función del aporte nutritivo de este ingrediente y de la poca diferencia en el costo del mismo, que la mejor formulación es la que contiene el 6% de harina de maíz, por lo que a ésta se le realizó el análisis bromatológico.

De todas las características evaluadas bromatológicamente la de mayor interés es el contenido de proteína, el cual en base seca fue de 8.7% y como alimento de 1.7%, resultando ser una fuente considerable de proteína para el ser humano y además a un bajo costo.

3.6 Costo de la bebida elaborada

A continuación, se presenta el costo a nivel de laboratorio de las diferentes formulaciones evaluadas, es decir sin considerar los costos de energía empleada, uso de equipo y de mano de obra. La tabla presenta los costos en relación a un litro de bebida formulada.

Tabla 19 Costos a nivel de laboratorio de la bebida nutritiva a base de suero lácteo y harina de maíz

Formulación	Suero de leche (litro)	Harina de maíz			Azúcar			Costo total por litro de bebida
		Libra Q	Utilizado Lb	Total Q	Libra Q	Utilizado Lb	Total Q	
5%	-----	4.09	0.11	0.45	4.40	0.11	0.48	0.93
6%	-----	4.09	0.13	0.54	4.40	0.11	0.48	1.02
7%	-----	4.09	0.15	0.61	4.40	0.11	0.48	1.09

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se observa que aun empleando el porcentaje de harina de maíz más alto el precio de la bebida en promedio se mantiene a un bajo costo, aclarando que el precio del litro de suero lácteo no se está considerando por ser este un subproducto de la

elaboración de quesos. Estos costos son a nivel laboratorio, sin considerar el costo de energía y de mano de obra, únicamente de los materiales necesarios para la preparación de la bebida.

CAPITULO IV CONCLUSIONES

Se presentó la propuesta de la elaboración de una bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz para la población escuintleca en edad escolar, empleando un 6% de harina sobre la base del 100% del suero lácteo.

Se determinó que es factible la utilización de suero de leche y harina de maíz en la formulación de una bebida nutritiva para consumo humano, pues el suero lácteo de acuerdo a su composición química contiene proteínas séricas (cerca del 20% del total de las proteínas de la leche) y lactosa (azúcar de la leche), características que lo convierten en un componente básico en la formulación de una bebida nutritiva, además al agregarle harina de maíz se eleva el contenido proteico y de carbohidratos tales como el almidón.

La formulación de la bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz se estableció sobre la base de suero lácteo, se deberá agregar el 6% de harina de maíz y un 5% de azúcar comercial, esta fórmula según el análisis bromatológico (análisis químico proximal) realizado a la misma contiene un 8.7% de proteína cruda y un 1.7% como alimento, resultando ser una bebida nutritiva para el consumo humano.

Se determinó mediante un análisis de varianza y a través de la prueba de medias mediante el método LSD (prueba de Fischer al 0.05 de significancia) que las formulaciones que contenían un 5% y 6% de harina de maíz son estadísticamente iguales (sabor, color, olor y textura), en función del costo y del aporte proteico que la harina aporta se determinó que la formulación más adecuada es la que contiene el 6% de harina de maíz.

CAPITULO V RECOMENDACIONES

Promover talleres de capacitación a las escuelas primarias o institutos por cooperativas de las comunidades del área rural de escuintla para dar a conocer la propuesta de elaborar una bebida a base de suero lácteo y harina de maíz y contribuir de esta forma con la educación, la economía familiar y la seguridad alimentaria y nutricional de dichas personas beneficiadas, quienes podrán elaborar así esta bebida nutritiva, cuyo costo a nivel de laboratorio de 1 litro es de Q 1.02

Observar en la elaboración de la bebida nutritiva para consumo humano a base de suero de leche y harina de maíz siempre normas de higiene, pues el suero lácteo por su contenido nutricional es un caldo de cultivo para microorganismos patógenos y por lo tanto se deberá emplear luego de obtenido de la separación de la cuajada.

Mezclar los ingredientes de la formulación de la bebida nutritiva a base de suero lácteo y harina de maíz en las proporciones propuestas (6% de harina de maíz, 5% de azúcar comercial sobre la base del suero lácteo), de esta forma se estará garantizando que el contenido químico proximal sea el indicado en el resultado del análisis bromatológico y se constituya así en un alimento nutritivo para la población.

Realizar cataciones con las mismas formulaciones evaluadas en esta investigación eligiendo jueces no entrenados en edad escolar y comparar así los resultados obtenidos en la catación realizada por jueces no entrenados con un nivel de estudio universitario.

REFERENCIAS

- Bello, J. (2000). *Ciencia Bromatológica*. Editorial Díaz de Santos. Madrid España.
- Fisher, C. (2000). *Flavores de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza España.
- Gutiérrez y de la Vara. (2012) *Análisis y diseño de experimentos*. 3ª. Edición. Editorial McGraw Hill, México.
- Horton y Moran (2008) *Principios de Bioquímica*. 4ª. Edición, Editorial Pearson, México.
- Linden y Lorient (1996) *Bioquímica Agroindustrial*. Editorial Acribia. Zaragoza España.
- Montgomery, C. Douglas. (2010). *Diseño y análisis de experimentos*. 2ª. Edición, Editorial Limusa, México.
- Rodríguez, L.I. (2013). *Evaluación de propiedades fisicoquímicas y nutraceuticas de harina y tortilla elaboradas con un proceso de nixtamalización ecológica*. (Tesis maestría). Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química. México.
- Sampieri (2010). *Metodología de la investigación*. 5ª. Edición, Editorial McGraw Hill, México.
- Schlimme, E. (2002). *La leche y sus componentes*. Editorial Acribia. Zaragoza España.

Spreer, E. (1991). *Lactología Industrial*. 2ª. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza España.

Villegas, A. (2004). *Tecnología quesera*. 1ª. Edición. Editorial Trillas. México.

APÉNDICES

Propuesta

PROPUESTA DE UNA BEBIDA NUTRITIVA PARA CONSUMO HUMANO A BASE DE SUERO DE LECHE Y HARINA DE MAÍZ PARA PERSONAS DE ESCASOS RECURSOS DEL AREA RURAL DE GUATEMALA

1. Introducción

En el área rural de Guatemala la mayor parte de la población es de escasos recursos económicos, esto impide que las personas se alimenten adecuadamente debido al alto costo de alimentos nutritivos. El ofrecer una alternativa alimentaria a un costo bajo a este grupo de la población guatemalteca será un aporte significativo por parte del autor del trabajo de tesis.

El uso del suero lácteo en la elaboración de una bebida nutritiva supone que el costo del mismo es cero, ya que éste es un subproducto de la elaboración de queso y el mismo es utilizado como alimento para cerdos y para elaborar requesón, el resto es vertido a ríos con el consecuente efecto contaminante a los mismos.

El suero lácteo contiene un grupo importante de proteínas denominadas séricas, las que pueden ser aprovechadas en la alimentación del ser humano mediante la elaboración de una bebida a base del mismo, además contiene lactosa, la cual es el azúcar de la leche, misma que le da el sabor dulce característico del mismo. La dieta del guatemalteco está basada en un alto porcentaje en el maíz, pues se consume a diario en forma de tortillas, como snacks y como bebidas.

Es justamente ese hábito de consumo de este cereal el que lleva a la propuesta de la elaboración de una bebida nutritiva a base de suero lácteo, pues es éste el ingrediente mayoritario de la misma con la adición de harina de maíz, la combinación de dichos ingredientes da como resultado una bebida nutricional y además con una alta aceptación entre los consumidores.

La elaboración de la bebida nutritiva a base de suero lácteo y harina de maíz no requiere de equipos sofisticados por lo que puede elaborarse fácilmente en el seno de los hogares guatemaltecos, se requiere únicamente la mezcla adecuada en las proporciones correctas de los ingredientes, cocción de los mismos para seguidamente degustarlos en forma de la bebida propuesta.

2. Generalidades de la propuesta

La bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz es el resultado de la investigación donde se determinó la factibilidad del uso del subproducto de la elaboración de queso mediante coagulación enzimática, adicionándole harina de maíz, esto con el efecto de conferirle textura y un elemento nutritivo, el cual contribuye a que la bebida misma lo sea, logrando así contribuir con una dieta nutritiva para la población de escasos recursos del área rural de Guatemala. Esta bebida contiene las proteínas propias del suero lácteo (proteína animal), las

proteínas del maíz (proteína vegetal) y lactosa, la cual es el azúcar propio de la leche con lo que se aporta energía al ser consumido por el ser humano.

A la formulación propuesta de la bebida a base de suero lácteo y harina de maíz se le realizó un análisis bromatológico, el cual permite conocer el contenido de elementos del alimento analizado. Desde el punto de vista nutricional el elemento más importante contenido en un alimento es la proteína, esta bebida contiene 8.7% de proteína cruda y 1.7 % como alimento. De acuerdo a los resultados de la bromatología aplicada se observa que esta bebida es un alimento que le proporcionará una fuente considerable de proteína a la población que la consuma.

3. Justificación de la propuesta

¿Es factible la elaboración de un alimento nutritivo y además de bajo costo? El contribuir a la reducción de los índices de desnutrición de la población guatemalteca mediante la disponibilidad de alimentos nutritivos, con un costo bajo y además al alcance de la población en general es por sí misma la justificación de esta propuesta. Además debido al contenido nutricional que el suero lácteo posee justifica su uso en la elaboración de un alimento nutritivo y que además se contribuye a la reducción de la contaminación causada por el mismo al ser vertido en ríos debido a la alta demanda química y bioquímica de oxígeno.

Los costos de la elaboración de esta bebida son bajos, con lo que se contribuye a la economía de la población especialmente las del área rural del país.

4. Objetivos de la propuesta

General:

Elaborar una bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz.

Específicos:

- Utilizar el suero lácteo proveniente de la elaboración de queso mediante coagulación enzimática en la formulación de la bebida nutritiva.
- Proporcionar a la población de escasos recursos del área rural de Guatemala un alimento nutritivo y a bajo costo.
- Realizar talleres de capacitación en escuelas primarias del área rural de escuintla sobre la elaboración de la bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz

5. Descripción de la propuesta

Se presenta a continuación y en forma resumida la descripción de la propuesta, la cual consiste en elaborar una bebida a base de suero lácteo y harina de maíz.

- Aplicación de buenas prácticas de manufactura. Es importante conocer que al momento de elaborar alimentos, estos podrían contaminarse con microorganismos, productos físicos o productos químicos, por lo que es importante el conocimiento de las medidas de control y prevención para así evitar que los mismos se contaminen y obtener alimentos seguros desde el punto de vista de las buenas prácticas de manufactura.
- Recolección del suero lácteo: Este debe provenir de la coagulación enzimática (uso de cuajo líquido o en pastillas) en la elaboración de queso fresco. Se debe observar el manejo higiénico del mismo, mediante el uso de recipientes limpios, además deberá ser recolectado lo antes posible para evitar así la contaminación biológica del mismo.
- Medición del volumen o peso del suero a emplear: El suero es la base para la bebida a elaborar, el azúcar y la harina de maíz se dosifican en relación al volumen o peso del mismo. Se sugiere pesar la cantidad de suero para así calcular el resto de ingredientes.
- Adición de la harina de maíz y azúcar comercial: la propuesta es agregar el 6% de harina de maíz y 5% de azúcar comercial (porcentualizados en función del peso del suero a emplear).
- Cocción de la mezcla: Es suficiente un tiempo de 10 minutos para lograr la cocción de la mezcla (suero lácteo, harina de maíz y azúcar comercial), se debe agitar moderadamente para que se homogenice la mezcla y que el calentamiento sea igualmente homogéneo.
- Degustación: la bebida se puede degustar estando caliente o fría.
- Almacenamiento: el producto no consumido deberá ser refrigerado para evitar su contaminación o descomposición.

6. Costos de elaboración de la bebida nutricional propuesta

El costo de la elaboración de la bebida nutritiva a base de suero lácteo y harina de maíz es bajo, ya que el suero lácteo que es el componente mayoritario de la misma no tiene ningún costo económico, únicamente la harina de maíz y el azúcar comercial. El costo promedio de un litro de la bebida nutritiva propuesta es de Q 1.06. Tomando en cuenta que un vaso de atol cuesta en promedio Q 2.00 el costo de un vaso de esta bebida es de aproximadamente Q 0.25 valor muy por debajo del promedio.

7. Grupo beneficiado a través de la propuesta

El grupo beneficiado por medio de esta propuesta es la población del área rural, población mayormente en edad escolar y especialmente aquellas de escasos recursos económicos. Sin embargo, la población en general se puede beneficiar al contar con una alternativa de un alimento a un bajo costo y además nutritivo. Además, se podría replicar en las escuelas primarias la elaboración de esta bebida para así alcanzar uno de los objetivos de esta propuesta, la cual establece el desarrollo de talleres de capacitación.

Fotografías de las pruebas preliminares para determinar las formulaciones de la bebida nutritiva a base de suero de leche y harina de maíz

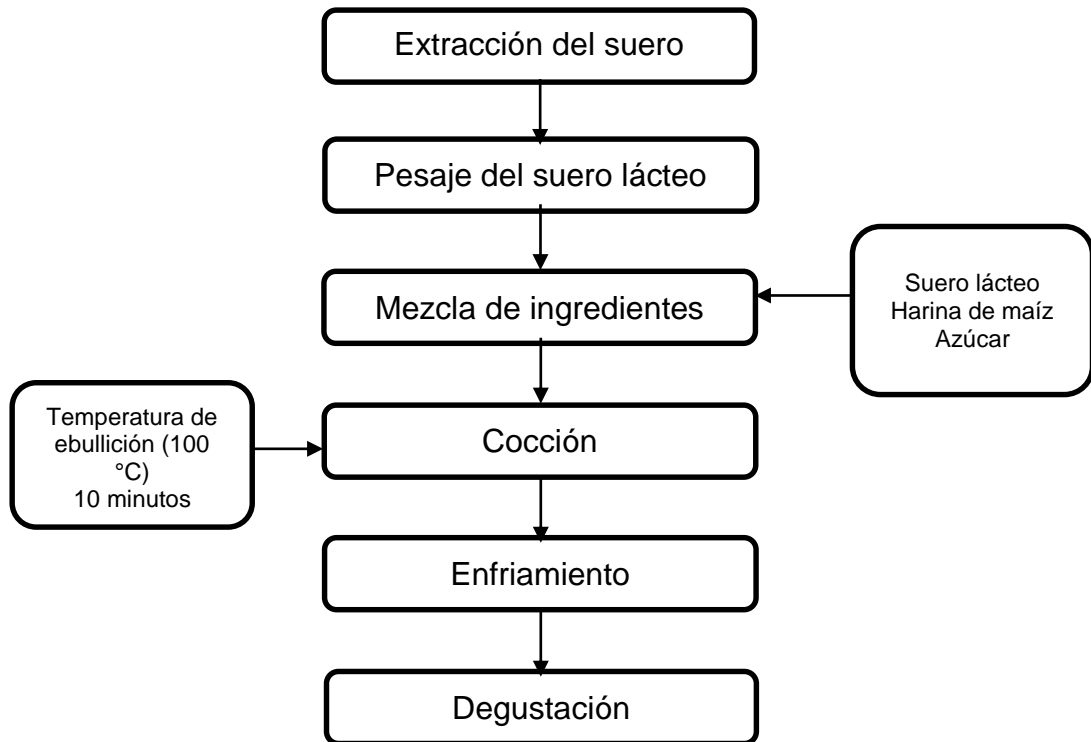


Procedimiento para la elaboración de la bebida nutritiva

- Obtención del suero lácteo.
- Pesaje del suero lácteo.
- Calculo del porcentaje de harina de maíz establecido.
- Calculo del porcentaje de azúcar comercial establecido.
- Mezcla de ingredientes.
- Cocción durante 10 minutos.
- Enfriamiento.
- Degustación

A continuación se presenta un diagrama de flujo indicando los pasos y controles del proceso.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE SUERO LÁCTEO Y HARINA DE MAÍZ



Fuente: elaboración propia (2017)

Fotografías de la elaboración de la bebida a base de suero lácteo y harina de maíz y de la evaluación sensorial





ANEXOS

Anexo 1. Libros consultados

No.	Heurística		Hermenéutica	
			Esquema temático (Índice)	Comentarios
1	Autor:	Villegas de Gante, Abraham	<p>Capítulos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La agroindustria quesera en México. 2. La leche: composición, estructura y naturaleza. 3. Microbiología de la leche para quesería. 4. Calidad de la leche para quesería. 5. Higienización de la leche para quesería. 6. Cultivos lácticos. 7. Clasificación, composición y rendimiento de los quesos. 8. Principios del cuajado de la leche. 9. Los pasos principales para elaborar un queso. 10. La maduración del queso. 11. Los quesos mexicanos. 12. Quesos genuinos y de imitación. 13. Fichas técnicas. 	<p>Es un libro interesante que trata sobre la tecnología de la industria láctea enfocada a la elaboración de derivados lácteos como quesos.</p>
	Título:	Tecnología quesera		
	Edición:	1ª.		
	Editorial:	Trillas		
	Ciudad:	México		
	Año:	2004		
	Ubicación física	Biblioteca personal		
2	Autor:	Fisher, Carolyn. R. Scott Thomas	<p>Capítulos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción: Problemas de la investigación del flavor. 2. Compuestos del flavor. 3. Los sentidos químicos. 4. Análisis del flavor. 5. Enseñanza del concepto del flavor. 	<p>Es un libro que analiza la forma en que los sentidos (olfato, gusto, tacto, oído y la vista) realizan la diferenciación de los distintos sabores de los alimentos, su análisis químico proximal y el análisis estadístico de</p>
	Título:	Flavores de los alimentos (Biología y química)		
	Edición:	No disponible		
	Editorial:	Acribia S.A.		
	Ciudad:	Zaragoza España		
	Ubicación física	Biblioteca personal		

No.	Heurística		Hermenéutica	
			Esquema temático (Índice)	Comentarios
	Ubicación física	Biblioteca personal		pruebas sensoriales.
3	Autor:	Montgomery. Douglas C.	Capítulos: 1. Introducción. 2. Experimentos comparativos simples. 3. Experimentos con un solo factor: el análisis de varianza. 4. Bloques aleatorizados, cuadrados latinos y diseños relacionados. 5. Introducción a los diseños factoriales. 6. Diseño factorial 2^k 7. Formación de bloques y confusión en el diseño factorial 2^k 8. Diseños factoriales fraccionados de dos niveles. 9. Diseños factoriales y factoriales fraccionados con tres niveles y con niveles mixtos. 10. Ajuste de modelo de regresión. 11. Métodos de superficie de respuesta y otros enfoques para la optimización de procesos. 12. Experimentos con factores aleatorios. 13. Diseños anidados y en parcelas subdivididas. 14. Otros tópicos de diseño y análisis.	Es un libro que trata del diseño, planeación, ejecución y análisis de experimentos con la aplicación del análisis de varianza. Es ideal para evaluar estadísticamente resultados de experimentos comparativos.
	Título:	Diseño y análisis de experimentos		
	Edición:	2ª.		
	Editorial:	Limusa Wiley		
	Ciudad:	México D.F.		
	Año:	2010		
	Ubicación física	Biblioteca personal		
4	Autor:	Schlimme Eckard; Buchheim Wolfgang	Capítulos: 1. La leche: aspectos físicos y químicos de su composición.	Es un libro que se enfoca en el estudio de los componentes de

No.	Heurística		Hermenéutica	
			Esquema temático (Índice)	Comentarios
	Título:	La leche y sus componentes (propiedades químicas y físicas)	2. Lípidos de la leche: ácidos grasos, grasas, lípidos minoritarios y otras sustancias solubles en disolventes orgánicos. 3. Proteínas lácteas: caseínas, proteínas del suero y proteínas minoritarias. 4. Hidratos de carbono de la leche 5. Sustancias minerales y componentes minoritarios de la leche.	la leche y su importancia en la dieta humana.
	Edición:	No disponible		
	Editorial:	Acribia S.A.		
	Ciudad:	Zaragoza, España		
	Año:	2002		
	Ubicación física	Biblioteca personal		
5	Autor:	No disponible	Capítulos: 1. Nutricao e saúde. 2. Nutrientes nos alimentos. 3. As diferentes etapas da vida. 4. Nutricao e atividade física. 5. Conservacao dos alimentos 6. Dietoterapia.	Es un libro editado en lengua portuguesa que habla sobre nutrición y dietética, es interesante por la línea de investigación a trabajar que es Seguridad alimentaria y nutricional.
	Título:	Nutricao e dietética		
	Edición:	2ª.		
	Editorial:	Senac		
	Ciudad:	Rio de Janeiro. Brasil		
	Año:	2002		
	Ubicación física	Biblioteca personal		
6	Autor:	Spreer, E	Capítulos: 1. Introducción a la tecnología. 2. Leche cruda. 3. Recepción de la leche y entrega de los productos de retorno. 4. Tratamiento previo de la leche. 5. Producción de leche de consumo y de otros productos lácteos líquidos y semilíquidos. 6. Fabricación de mantequilla.	Este es un libro especializado en el estudio de la leche como un alimento, es interesante al contar con un capítulo relacionado con el aprovechamiento del lactosuero (suero de la leche) pues éste se constituye en una fuente de contaminación de ríos, siendo poco
	Título:	Lactología industrial		
	Edición:	2ª.		
	Editorial:	Acribia S.A.		
	Ciudad:	Zaragoza		
	Año:	1991		
	Ubicación física	Biblioteca personal		

No.	Heurística		Hermenéutica	
			Esquema temático (Índice)	Comentarios
			7. Elaboración de queso (quesería) 8. Productos lácteos fermentados. 9. Productos lácteos conservados. 10. El lactosuero y su aprovechamiento. 11. Limpieza y desinfección de la central lechera. 12. El abastecimiento de agua en la industria láctea. 13. Producción en frío en las centrales lecheras. 14. Abastecimiento de calor en las centrales lecheras. 15. Abastecimiento de corriente de las centrales lecheras. 16. Normas de higiene, de protección de la salud, de prevención de accidentes laborales y prevención de incendios.	aprovechado en nuestro país.
7	Autor:	Bello Gutiérrez, José	Capítulos: 1. La ciencia de los alimentos. 2. Los alimentos. 3. Estudio bromatológico del agua. 4. Estudio bromatológico de las proteínas. 5. Estudio bromatológico de los carbohidratos.	Este libro es un compendio de información valiosa, pues la bromatología trata sobre los principios generales de los alimentos, habla sobre la seguridad alimentaria y nutricional, siendo así un apoyo importante de
	Título:	Ciencia bromatológica		
	Edición:	No disponible		
	Editorial:	Díaz de Santos		

No.	Heurística		Hermenéutica	
			Esquema temático (Índice)	Comentarios
	Ciudad:	Madrid, España	6. Estudio bromatológico de los lípidos.	información para el desarrollo del tema de investigación planteado.
	Año:	2000	7. Uso de aditivos químicos en los alimentos.	
	Ubicación física	Biblioteca personal	8. Propiedades nutricionales. 9. Propiedades sensoriales. 10. Propiedades tecnológicas de los alimentos. 11. Propiedades saludables. 12. La calidad de los alimentos. 13. Estabilidad de los alimentos y tipos de alteraciones. 14. Las alteraciones físicas de los alimentos. 15. Las alteraciones de los lípidos de los alimentos. 16. El pardeamiento enzimático. 17. El pardeamiento no enzimático. 18. La alteración de origen microbiano. 19. Planteamiento general acerca de la conservación de los alimentos. 20. Conservación por aplicación de bajas temperaturas. 21. Conservación mediante aplicación de calor. 22. Conservación por reducción del contenido acuoso.	

No.	Heurística		Hermenéutica	
			Esquema temático (Índice)	Comentarios
			23. Nuevas tecnologías de conservación con fundamentos físicos. 24. La conservación por métodos químicos. 25. Factores que determinan la seguridad de los alimentos. 26. Enfermedades de origen biótico transmitidas por los alimentos. 27. Efectos tóxicos de algunos componentes alimentarios.	
8	Autor:	Galeano Rodas, Osmín	Capítulos: 1. Introducción. 2. Planteamiento del problema. 3. Marco teórico. 4. Objetivos. 5. Hipótesis. 6. Metodología. 7. Presentación y análisis de resultados. 8. Conclusiones. 9. Recomendaciones.	En esta tesis de grado se aborda el aprovechamiento de dos residuos de la industria alimenticia y de alcoholes para la elaboración de alimento para animales. Se estudió el ensilaje biológico de pescado (residuos de pesca de tiburón en la costa sur) y la vinaza (residuo de la industria del alcohol)
	Título:	Utilización de la vinaza como sustrato en el ensilaje biológico de pescado		
	Edición:	No disponible		
	Editorial:	Tesis de grado		
	Ciudad:	Escuintla, Guatemala		
	Año:	2004		
	Ubicación física	Biblioteca del Centro Universitario del Sur. Escuintla.		

Anexo 2. Boleta de evaluación de las formulaciones de la bebida

Universidad de San Carlos de Guatemala -CUNSUR-
Escuintla, 3 de mayo de 2016



Análisis sensorial de Bebida nutritiva

Instrucciones: a continuación se le presentan cuatro muestras de bebida, las cuales deberá calificar organolépticamente de acuerdo a la tabla de escala que se muestra en la parte inferior.

Escala	Ponderación
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta poco
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta poco
5	Me gusta mucho

Muestra	Color	Olor	Sabor	Textura
(589)				
(137)				
(342)				

Anexo 3. Resultados del análisis bromatológico

Elaborado por: Aura Marina de Marroquin
 Autorizado por: Lic. Miguel Angel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 Escuela de Zootecnia
 Unidad de Alimentación Animal



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
 Ciudad de Guatemala
 Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
 E-mail: bromatologia@yahoo.es

Solicitado por: **ING. OSMIN GALEANO,**

Fecha de recibida la muestra: **20-05-2016.**

Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA,**

Fecha de realización: **DEL 30-05 AL 01-06-2016.**

No. **320**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Centizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	P.H.	A.G.L.	T.M.D.
514	ATOL DE SUERO LACTEO Y ALIMENTOS DE MAIZ	SECA	79.85	20.15	4.60	3.40	8.70	3.19	80.12	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.93	0.68	1.75	0.64	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:
 Dichos resultados fueron calculados en base a muestra seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUERTAS REPORTADAS EN ESTA HOJA: 1

T. L. Hans A. Moya R.
Laboratorista

Lic. Miguel Angel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2016/320
01/06/16