

**Evaluación de dos porcentajes de chile  
(*Capsicum annum*), albahaca (*Ocinum  
basilicum*) y tomates secos (*Solanum  
lycopersicum*) en las propiedades físico-  
químicas y sensoriales del queso Zamorella**

**Olga Gabriela Pérez Duarte**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Honduras**  
Octubre, 2014

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de dos porcentajes de chile  
(*Capsicum annum*), albahaca (*Ocinum  
basilicum*) y tomates secos (*Solanum  
lycopersicum*) en las propiedades físico-  
químicas y sensoriales del queso Zamorella**

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

Presentado por:

**Olga Gabriela Pérez Duarte**

**Zamorano, Honduras**

Octubre, 2014

# **Evaluación de dos porcentajes de chile (*Capsicum annum*), albahaca (*Ocinum basilicum*) y tomates secos (*Solanum lycopersicum*) en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Zamorella**

Presentado por:

Olga Gabriela Pérez Duarte

Aprobado:

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Asesor Principal

---

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

---

Juan Ruano, D.Sc.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

## **Evaluación de dos porcentajes de chile (*Capsicum annum*), albahaca (*Ocinum basilicum*) y tomates secos (*Solanum lycopersicum*) en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Zamorella**

**Olga Gabriela Pérez Duarte**

**Resumen:** En la Planta de Lácteos de Zamorano se elabora el queso Zamorella, el cual es un queso no madurado, blando y elástico. El queso Zamorella compite con el queso mozzarella en Honduras y su alta aceptación nos da la iniciativa para implementar nuevas presentaciones en este queso. El objetivo general de este estudio fue determinar el efecto de dos porcentajes de chile (*Capsicum annum*), albahaca (*Ocinum basilicum*) y tomates secos (*Solanum lycopersicum*) en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Zamorella. Para ello se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial de 3x2 donde se evaluaron 6 tratamientos, 3 repeticiones y 3 medidas repetidas en el tiempo (0, 15 y 30 días). Se evaluaron sensorialmente los atributos de apariencia, aroma, textura, acidez, sabor y aceptación general, usando un panel no entrenado de 25 personas. Las características físico-químicas y microbiológicas estudiadas fueron: textura, color, pH, ATECAL y coliformes totales. Los dos mejores quesos fueron comparados contra un queso comercial mediante un análisis de preferencia con 150 personas. El queso Zamorella con 1.5% de albahaca tuvo mejor aceptación sensorialmente en las variables estudiadas de apariencia, aroma, acidez y aceptación ( $P < 0.05$ ). No se encontró diferencia significativa en la preferencia por los quesos con albahaca por lo que se determinó el costo variable por libra de L. 43.02 para el queso Zamorella con 1.5% de albahaca. El contenido de coliformes totales de los tratamientos fue menor a lo permitido en producto terminado de 10 UFC/g.

**Palabras clave:** Mozzarella, propiedades sensoriales, queso no madurado.

**Abstract:** The Dairy Processing Plant of Zamorano University produces Zamorella cheese, which is an unripened, soft and elastic cheese. The Zamorella cheese competes with the Mozzarella cheese in Honduras and its high consumer acceptance give us the initiative to implement new presentations in this cheese. The aim of this study was to determine the effect of two percentages of chilli (*Capsicum annum*), basil (*Ocinum basilicum*) and sun dried tomatoes (*Solanum lycopersicum*) in the physicochemical and sensorial properties of the cheese. It was used a Randomized Complete Block with six treatments, three replications and repeated measures of 0, 15 and 30 days. It were evaluated the sensorial attributes of appearance, flavor, aroma, texture, sourness and consumer acceptance using a non-trained panel of 25 individuals. The physicochemical and microbiological characteristics studied were texture, color, pH, trititable acidity and total coliforms. A sensory preference test was performed using a non-trained panel of 150 persons. The most accepted treatment was Zamorella cheese with 1.5% basil because of its appearance, aroma, sourness and acceptance. It was not significant difference in the preference for the basil cheeses and the cost per pound of L. 43.02 was determined for the cheese with 1.5% basil. The total coliform content of the treatments was under 10 CFU/g.

**Key words:** Mozzarella, sensorial properties, unripened cheese.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>5 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>6 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>25</b>
<b>7 ANEXOS.....</b>	<b>28</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Especificaciones de los tratamientos.....	5
2. Diseño experimental Bloques Completos al Azar (BCA).....	5
3. Análisis físico de textura (N) en el queso Zamorella.....	7
4. Análisis físico de color: valor de luminosidad (L*).....	8
5. Análisis físico de color: valor a*.....	9
6. Análisis físico de color: valor b*.....	10
7. Análisis químico de pH en el queso Zamorella.....	11
8. Análisis químico de ATECAL en el queso Zamorella.....	12
9. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo apariencia NS.....	13
10. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo sabor NS.....	14
11. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo aroma NS.....	15
12. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo de textura NS.....	16
13. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo de acidez NS.....	16
14. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo de aceptación NS.....	17
15. Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial.....	19
16. Análisis sensorial de Preferencia de queso Zamorella.....	19
17. Coeficientes de correlación de las variables físico-químicas y sensoriales.....	20
18. Análisis de correlación de las variables físico químicas.....	21
19. Probabilidad de los factores sobre las variables físico químicas.....	21
20. Probabilidad de los factores sobre las variables sensoriales.....	22
21. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo de aceptación.....	22
22. Análisis sensorial de Preferencia de queso Zamorella.....	22
Figura	Página
1. Flujo de proceso de elaboración de queso Zamorella condimentado.....	4
2. Resultados de Análisis de Aceptación general.....	18
Anexo	Página
1. Boleta de respuestas para análisis sensorial de aceptación general.....	28
2. Boleta de análisis sensorial preferencial.....	28

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria láctea es un sector que genera importantes recursos económicos porque a través del tiempo, la leche ha sido utilizada como materia prima para el procesamiento de cremas, helados, sueros, yogur, requesón, quesos y otros productos (Ridgwell 1996). El queso es uno de los principales productos agrícolas del mundo. En el año 2011 la producción mundial de queso fue más de 20 millones de toneladas y según las previsiones de la FAO para este año, el queso seguirá siendo el producto lácteo más importante, representando alrededor del cuarenta por ciento de la leche producida en todo el mundo (FAO 2014).

Se define por queso al producto fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada, mazada o por una mezcla de estos productos (FAO 2004). En la clasificación de los quesos se encuentra las variedades pasta hilada (técnica italiana), entre los cuales se encuentra el queso mozzarella (Fox *et al.* 2004). El Codex Alimentarius define al queso mozzarella como un queso no madurado, blando y elástico con una estructura fibrosa de largas hebras de proteínas, el cual no tiene corteza y no presenta gránulos de cuajada.

Los productos lácteos son alimentos importantes en la dieta hondureña debido a las propiedades nutricionales, físicas y químicas de la leche siendo su consumo esencial para todas las etapas de la vida del ser humano (Serrano 1994). Actualmente existe una tendencia del consumidor a preocuparse más por su salud y durante el 2006 una de cuatro innovaciones de productos alimenticios estuvo ligada a una promesa nutricional (López 2005). El consumo de especias es una alternativa para mejorar la dieta debido a que están relacionadas con beneficios para la salud.

Estados Unidos se ha convertido en el mayor importador y consumidor de especias. Según las estadísticas de la Asociación Americana del comercio de especias el consumo de especias excede un billón de libras por año lo que explica que su consumo ha aumentado significativamente durante los últimos veinte años (Raghavan 2006). Cambios en las preferencias de los consumidores relacionadas con la búsqueda de nuevos sabores, la preocupación por una dieta saludable y el auge de la cocina étnica, hacen que el mercado de las especias y condimentos sea interesante de analizar al momento de buscar nuevas oportunidades de negocio. A continuación se describen las especias utilizadas en el presente estudio.

La albahaca (*Ocimum basilicum*) es una hierba aromática anual con hojas de un verde lustroso, ovales y de textura sedosa que crece hasta alcanzar una altura de 50 centímetros.

Cuenta con una buena aceptación para la elaboración de embutidos y también se emplea para carnes, pescados, quesos, salsas y ensaladas (Naranjo 2007). El género *Ocimum* comprende más de 30 especies distribuidas en América, Asia y África, siendo la especie *O. basilicum* la que aporta la mayor cantidad de aceites esenciales, con una producción mundial de 42.5 toneladas por año (Reyes *et al.* 2013).

El chile (*Capsicum annum*) es la variedad más cultivada en todo el mundo y se utiliza como fuente de condimento, colorante y como un vegetal (Barchi *et al.* 2007). Es un ingrediente empleado para la preparación de alimentos y un producto importante en la industria farmacéutica, alimentaria, cárnica y de cosméticos. Por su alta capacidad de coloración y su peculiar pungencia, se ha convertido en un condimento estándar para modificar el color y el sabor de sopas, salsas, aderezos, snacks, salchichas y quesos (Sachidananda *et al.* 2013). Los principales países productores de chile son China, México, Turquía y Estados Unidos, el cual posee un valor de exportaciones de más de dos billones de dólares a nivel mundial (Valadez *et al.* 2009).

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una planta familia de las solanáceas. En la actualidad hay una creciente demanda de tomates especialmente en países desarrollados. El secado de los alimentos es uno de los métodos más antiguos que ha utilizado el hombre para conservar sus alimentos, los tomates secos son un ejemplo. Consiste en la extracción del agua contenida en los alimentos por medios físicos hasta que el nivel de agua sea adecuada para su conservación por largos periodos (Naranjo 2007). Los tomates deshidratados son comúnmente empleados para dar un estilo gourmet a los platos de comida y ensaladas debido a que pueden ser muy costosos (Tawlah 2013).

En la Planta de Lácteos de Zamorano se elaboran diversos tipos de quesos madurados y no madurados, dentro de los cuáles tenemos el queso mozzarella cuyo nombre comercial es queso Zamorella. El queso Zamorella compite con el queso mozzarella comercial en Honduras y su buena aceptación en este mercado nos da la iniciativa para implementar nuevas presentaciones en el queso Zamorella (chile, albahaca y tomates secos); con la finalidad de diferenciar este producto y aumentar el porcentaje de ventas de los productos de Zamorano. Por lo que el alcance este estudio se basó en los siguientes objetivos.

- Caracterizar las propiedades físico-químicas del queso Zamorella con 1.5 y 2% de albahaca, chile y tomates secos.
- Evaluar las propiedades sensoriales del queso Zamorella con 1.5 y 2% de albahaca, chile y tomates secos.
- Determinar el efecto del tiempo en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Zamorella con 1.5 y 2% de albahaca, chile y tomates secos.
- Determinar el condimento y la concentración más preferidos en el queso Zamorella por los consumidores de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo lugar en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Agroindustria Alimentaria en las instalaciones de La planta de procesamiento de Lácteos, Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y el Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos Zamorano.

**Pruebas Preliminares.** Para determinar la concentración adecuada del comino, albahaca y tomates secos en el queso crema, se realizaron dos pruebas preliminares tomando como referencia la concentración 0.7% utilizada para la elaboración de queso crema con chile. Los ensayos tuvieron una concentración de 0.7, 0.9, 1.5 y 2% de cada uno de los condimentos en 1 kg de cuajada, una vez elaborado el queso se colocó en el cuarto frío a 4°C por 24 horas, después se cortó y empacó al vacío. Posteriormente se realizaron análisis sensoriales y microbiológicos.

**Obtención de albahaca, chile y tomates secos.** Se compró albahaca dulce marca Pyflor en bolsas de 30 g en el supermercado “La Colonia” ubicado en Tegucigalpa. La albahaca se picó finamente y fue colocada en frascos de vidrio con tapa metálica de rosca, los cuales fueron hervidos con agua para la pasteurización indirecta del producto. Después de 20 minutos los frascos alcanzaron una temperatura de 85 °C y se retiraron de la olla debido a que esta temperatura nos indica que el producto está correctamente pasteurizado (FAO 1993).

El chile se obtuvo de la Planta de Lácteos de Zamorano y fue sometido a un proceso de pasteurización a una temperatura de 65 °C por 30 minutos. Los tomates secos marca Berkley & Jensen se compraron en el Supermercado Stocks ubicado en Tegucigalpa. El chile y los tomates secos fueron añadidos en forma de cubitos de 1x1x1 mm.

**Elaboración del queso Zamorella con albahaca, chile y tomates secos.** En la Planta de Lácteos de Zamorano se utilizaron cinco lotes de producción de queso Zamorella. Dos lotes para realizar las pruebas preliminares con 0.7, 0.9, 1.5 y 2% de concentración de los condimentos respectivamente. Los tres lotes restantes fueron utilizados, con las concentraciones más aceptadas de 1.5 y 2% de cada uno de los condimentos en 5.44 kg de cuajada por repetición, para posteriormente realizar los análisis físicos, sensoriales y microbiológicos. El proceso de elaboración del queso Zamorella con albahaca, chile y tomates secos se detalla en la Figura 1.

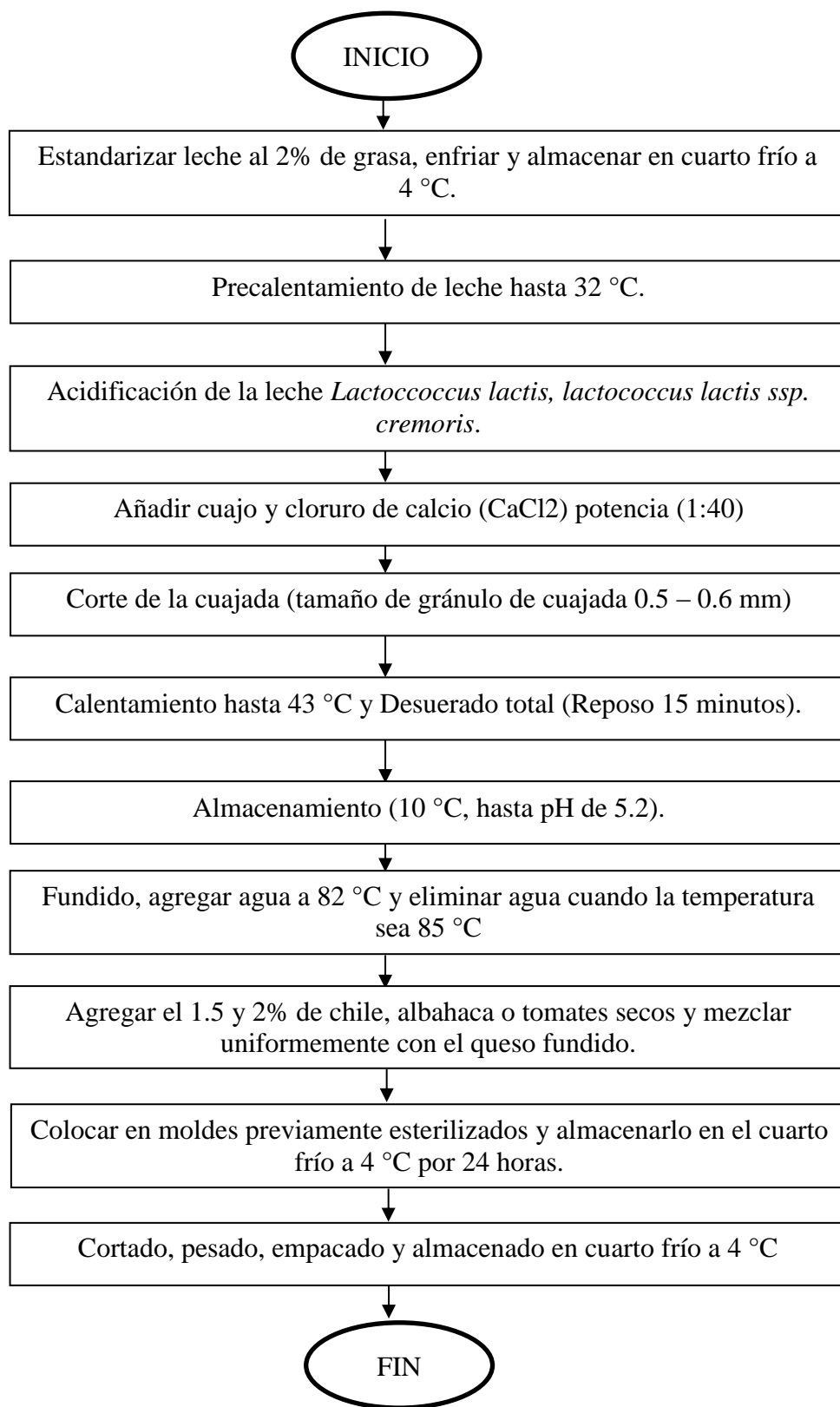


Figura 1. Flujo de proceso de elaboración de queso Zamorella condimentado.

**Tratamientos.** Los tratamientos fueron seis, cada uno con tres repeticiones. El diseño experimental se ilustra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Especificaciones de los tratamientos.

Porcentaje	Chile	Albahaca	Tomates Secos
1.5%	T1	T3	T5
2%	T2	T4	T6

**Diseño experimental.** Se evaluaron tres condimentos (chile, albahaca y tomates secos) y dos porcentajes (1.5 y 2%) en el queso Zamorella. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 3x2. Siendo los factores el tipo de condimento y sus respectivos porcentajes. Se realizaron tres repeticiones y tres medidas repetidas en el tiempo (días 0, 15 y 30) para evaluar los seis tratamientos, de los que se obtuvieron 54 unidades experimentales.

Cuadro 2. Diseño experimental Bloques Completos al Azar (BCA).

Tratamientos	Bloques		
	Día 0	Día 15	Día 30
Queso + Albahaca 1.5%	T1 R1 R2 R3	T1 R1 R2 R3	T1 R1 R2 R3
Queso + Chile 1.5%	T2 R1 R2 R3	T2 R1 R2 R3	T2 R1 R2 R3
Queso + Tomates secos 1.5%	T3 R1 R2 R3	T3 R1 R2 R3	T3 R1 R2 R3
Queso + Albahaca 2%	T4 R1 R2 R3	T4 R1 R2 R3	T4 R1 R2 R3
Queso + Chile 2%	T5 R1 R2 R3	T5 R1 R2 R3	T5 R1 R2 R3
Queso + Tomates secos 2%	T6 R1 R2 R3	T6 R1 R2 R3	T6 R1 R2 R3

T = Tratamiento; R = Repetición.

**Análisis Físicos.** Se realizaron análisis de color y textura para los seis tratamientos en los días 0, 15 y 30. Para determinar la textura de cada uno de los quesos se utilizó el Instron 4444® con acople guillotina. Se utilizaron cubos de queso Zamorella de 2x2x1cm, realizando las mediciones por duplicado y usando el promedio de estas muestras. El valor fue registrado en Newtons.

Para la medición del color de los quesos de los distintos tratamientos, se utilizó el Colorflex-Hunter Lab, se analizó cada tratamiento tres veces obteniendo tres diferentes lecturas. Los valores se registraron en la escala L\* a\* b\*.

El instrumento Colorflex-Hunter Lab está basado en la escala de los valores L, a y b. El valor L\* indica la claridad en una escala de 0-100 siendo cero (0) negro y cien (100) blanco. El valor de a\* mide el espectro visible del verde al rojo, siendo a (-) verde y a (+) rojo. El valor de b\* mide el valor de azul a amarillo, siendo b (-) azul y b (+) amarillo, tanto a\* como b\* usan una escala de -60 a 60 (Servet 2007).

**Análisis químico de pH.** Se realizó una calibración del potenciómetro con las soluciones estándar (buffers). Se tomó una muestra del queso y se trituro hasta obtener una solución líquida. Se introdujo el electrodo de vidrio en la muestra líquida de queso y se obtuvo las lecturas de acidez (pH).

**Análisis químico de ATECAL.** El análisis se realizó en la planta de lácteos Zamorano en los días 0, 15 y 30. Para determinar el ATECAL, se tomó una muestra de 9 mL de la solución de queso, luego se le agregó tres gotas de fenolftaleína y se agitó. Posteriormente, se tituló con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) a 0.1N agitando continuamente hasta alcanzar el punto de viraje en que la solución de queso cambiara a una coloración rosa tenue. Cada lectura de ATECAL se multiplicó por dos. Este procedimiento se repitió dos veces por cada tratamiento expresando los datos en porcentaje de ATECAL.

**Conteo microbiológico.** La siembra para el conteo de coliformes totales se realizó a los días 0, 15 y 30, almacenando los platos petri a 37°C dentro de una incubadora. Se utilizó medio de crecimiento Violet Red Bile Agar (VRBA) de Biomark™ Laboratories (0.04 g/ml agua destilada) para la siembra y agua peptonada de Biomark™ Laboratories (0.02 g/ml agua destilada) para la dilución de las muestras. La siembra se realizó por duplicado y el conteo se realizó a las 24 horas.

**Análisis exploratorio de aceptación.** Se realizó un análisis exploratorio de aceptación con un panel no entrenado de 25 personas en los días 0, 15 y 30, con el fin de determinar la aceptación en los distintos atributos sensoriales del producto. Los atributos que se midieron fueron apariencia, sabor, aroma, textura, acidez y aceptación general.

**Análisis sensorial de preferencia.** Basado en los resultados obtenidos durante el análisis exploratorio de aceptación se escogieron los dos mejores tratamientos para evaluarlos en un análisis sensorial de preferencia con una marca comercial. Se realizó una prueba de ordenamiento (ranking) de acuerdo a preferencias, siendo 1 la muestra más preferida y 3 la menos preferida. La evaluación fue realizada en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano por un panel conformado por 150 personas. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el programa SAS mediante una separación de medias DUNCAN.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Análisis de Textura.** El Cuadro 3 muestra que al día 0 los tratamientos 4 (Zamorella con 2% albahaca) y 6 (Zamorella con 2% tomates secos) presentaron la mayor media de fuerza de corte con la guillotina, no encontrándose diferencia significativa entre ellos ( $P < 0.05$ ). Mientras que al día 15 y 30 los quesos que mostraron la mayor media de fuerza de corte fueron los tratamientos 4 (Zamorella con 2% albahaca) y 6 (Zamorella con 2% tomates secos), respectivamente.

En el día 0, el tratamiento 1 (Zamorella con 1.5% albahaca) fue el que presentó la menor media de fuerza de corte; lo que concuerda con el panel sensorial quienes manifestaron mayor aceptación por su textura debido a su suavidad, la cual es una de las características buscadas en los quesos de pasta hilada.

Cuadro 3. Análisis físico de textura (N) en el queso Zamorella.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	3.25±0.64(y)b	5.91±1.14(x)ab	5.04±0.87(x)ab
2	Chile	1.5	3.54±0.67(y)ab	5.40±1.06(x)ab	4.95±0.63(x)ab
3	Tomates secos	1.5	3.71±1.20(y)ab	5.19±0.92(x)ab	4.86±0.92(x)ab
4	Albahaca	2	4.23±0.61(y)a	6.39±1.59(x)a	5.10±1.47(xy)ab
5	Chile	2	3.75±0.51(y)ab	5.46±1.41(x)ab	4.63±0.73(xy)b
6	Tomates secos	2	4.12±1.25(x)a	4.97±1.00(x)b	6.13±2.39(y)a
Coeficiente de Variación (%)			15.31	17.05	19.64

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

x-y Medias con diferente letra en la misma fila son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup> DE= Desviación estándar.

Se puede observar que al día 0 los quesos presentaron una textura diferente a la textura que tuvieron en los días 15 y 30; y no se encontró diferencias significativas entre ambos días ( $P < 0.05$ ). A excepción del tratamiento 6 (Zamorella con 2% tomates secos), el cual presentó diferencias significativas en su textura en el día 30. Sin embargo, los resultados de la evaluación sensorial muestran que los panelistas no detectaron diferencias en la textura de los tratamientos en los días 0, 15 y 30.

Los tratamientos con 2% de condimento mostraron las mayores medias de fuerza de corte con la guillotina a través del tiempo, esto se debe a que la cantidad y el tamaño de las especias añadidas al queso es un factor que afecta su textura aumentando su dureza (Caldwell 2012). Las cantidades de especias añadidas a los quesos de 0.01-1.0 g 100 g<sup>-1</sup> no afectan su consistencia y textura, por lo que los porcentajes de 1.5 y 2% de albahaca, chile y tomates secos influyeron en la textura de los quesos mozzarella (Wiley 2011).

**Análisis de Color: Valor de luminosidad (L\*).** Las diferencias encontradas en luminosidad entre los tratamientos fueron significativas (P <0.05). La concentración de albahaca, chile y tomates secos influyeron en la claridad de los quesos. El tratamiento 2 (Zamorella con 1.5% chile) al día 0 y 30 presentó mayor luminosidad; y adicionalmente al día 15 el tratamiento 5 (Zamorella con 2% chile) presentó mayor luminosidad sin encontrarse diferencias significativas entre ambos tratamientos.

Se observó que los quesos con chile obtuvieron los valores más altos de luminosidad, esto se atribuyó a que el contenido de carotenoides del chile disminuyó durante la pasteurización directa del mismo provocando el aumento de su luminosidad. Esto no sucedió en los casos de la albahaca y los tomates secos debido a que no fueron sometidos a un proceso de pasteurización directa. La temperatura y tiempo de secado, son factores capaces de generar incrementos o decrementos en la concentración de carotenoides del fruto (Guerra *et al.* 2010).

Cuadro 4. Análisis físico de color: valor de luminosidad (L\*).

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	64.23±0.98(y)e	66.93±1.02(x)c	66.95±0.83(x)c
2	Chile	1.5	68.39±1.67(y)a	68.66±1.24(y)a	69.95±0.84(x)a
3	Tomates secos	1.5	66.85±0.54(y)c	67.62±0.82(x)b	66.94±0.96(y)c
4	Albahaca	2	63.84±0.38(y)f	65.76±0.30(x)d	65.99±1.08(x)e
5	Chile	2	67.08±0.86(y)b	68.84±0.45(x)a	68.74±1.42(x)b
6	Tomates secos	2	64.47±1.78(y)d	64.54±1.06(y)e	66.33±2.24(x)d
Coeficiente de Variación (%)			0.34	0.32	0.25

a-e Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

x-y Medias con diferente letra en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

<sup>1</sup> DE: Desviación estándar; TRT: Tratamiento.

El Cuadro 4 muestra que sí existieron diferencias en color a través del tiempo. La tendencia es que el valor L de los quesos aumentó durante el almacenamiento. Esta intensificación se atribuyó a que el queso Zamorella posee 25% de grasa, la cual se podría solidificar a temperaturas bajas y dispersó la luz contribuyendo a un aumento en el valor L (Metzger *et al.* 2000).

**Análisis de Color: Valor a\*.** La diferencias encontradas en el valor a\* entre los tratamientos fueron significativas (P <0.05). La concentración de albahaca, chile y tomates secos influyeron en el valor a\* de los quesos. Se observa que los tratamientos 3 y 6 (queso Zamorella con 1.5 y 2% de tomates secos) presentaron los valores a\* más altos en los días 0, 15 y 30 existiendo diferencia significativa entre ellos (P<0.05).

Esto se debió a la pigmentación de los tomates secos los cuales poseen licopenos y se asociaron con los carotenoides presentes en la grasa del queso provocando una mayor tendencia a rojo (Tawlah 2013). Una propiedad especial de los pigmentos carotenoides es su solubilidad en grasas, por lo que se denominan lipocromos (Wolfgang 1987).

Los resultados de la evaluación sensorial mostraron que los panelistas no apreciaron la coloración rojiza en los quesos ya que el tratamiento 6 (queso Zamorella con 2% de tomates secos) fue el que obtuvo la menor calificación en cuanto a su apariencia por parte de los panelistas debido a su alta tonalidad rojiza en comparación a los demás tratamientos.

Cuadro 5. Análisis físico de color: valor a\*.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	1.54 ±0.79(x)c	0.79±0.13(xy)c	0.07±0.25(y)c
2	Chile	1.5	0.52±0.74(x)d	0.74±0.28(y)c	0.02±0.34(xy)c
3	Tomates secos	1.5	2.87±1.26(x)b	1.26±3.11(x)b	2.99±1.08(x)b
4	Albahaca	2	0.37±0.47(x)d	0.47±0.01(x)c	0.55±0.26(y)d
5	Chile	2	0.34±0.46(x)d	0.46±0.19(xy)c	0.12±0.58(y)c
6	Tomates secos	2	5.39±1.60(xy)a	1.60±4.42(y)a	5.66±2.84(x)a
Coeficiente de Variación (%)			10.66	16.81	11.86

a-d Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

x-y Medias con diferente letra en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

1 DE= Desviación estándar.

El Cuadro 5 muestra que existieron diferencias significativas en el valor a\* a través del tiempo en los tratamientos, a excepción del tratamiento 3 (queso Zamorella con 1.5% tomates secos), sin embargo la evaluación sensorial indicó que los panelistas no lograron percibir diferencias en la apariencia de los quesos en los días 0, 15 y 30.

**Análisis de Color: Valor b\*.** Para el valor b\* las diferencias encontradas entre los tratamientos fueron significativas ( $P < 0.05$ ), observándose que al día 0 y 30 el tratamiento 6 (queso Zamorella con 2% tomates secos) obtuvo el valor más alto; y al día 15 el tratamiento 3 (queso Zamorella con 1.5% tomates secos) mostró el mayor valor en comparación a los demás tratamientos.

Esto se tradujo como una tonalidad amarilla más acentuada en los quesos con tomates secos. Sin embargo esta característica no fue apreciada por los panelistas quienes juzgaron al tratamiento 6 (queso Zamorella con 2% tomates secos) como el peor tratamiento en cuanto a apariencia.

La coloración amarilla del queso podría estar determinada por el tipo de leche utilizada, los aditivos o colorantes aplicados, el tiempo de maduración y principalmente por la cantidad de grasa que contenga como producto final (Rudan *et al.* 1998). Los carotenoides presentes en la albahaca, el chile y los tomates secos tienen enlaces dobles carbono-carbono que interactúan entre sí en un proceso llamado conjugación. Mientras el número de enlaces dobles conjugados aumenta la longitud de onda de la luz absorbida también lo hace, dando al compuesto una apariencia más rojiza (García *et al.* 1993).

Cuadro 6. Análisis físico de color: valor b\*.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	19.21 ±0.86(y)d	20.65±0.36(x)d	19.39±0.20(y)e
2	Chile	1.5	20.74±0.76(x)c	20.92±0.58(x)c	19.87±0.29(y)c
3	Tomates secos	1.5	21.00±0.60(x)b	22.03±0.30(y)a	20.62±0.43(y)b
4	Albahaca	2	19.38±0.55(y)d	20.08±0.71(x)e	18.26±0.43(z)f
5	Chile	2	20.53±0.92(y)c	21.76±0.58(x)b	19.61±0.88(z)d
6	Tomates secos	2	21.29±0.13(x)a	20.91±0.27(x)c	21.32±1.21(y)a
Coeficiente de Variación (%)			1.13	1.05	0.94

a-f Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

x-z Medias con diferente letra en la misma fila son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

1 DE= Desviación estándar.

El Cuadro 6 muestra que existieron diferencias significativas para el valor b\* a través del tiempo, sin embargo la evaluación sensorial mostró que los panelistas no percibieron esta diferencia en la apariencia de los quesos a los días 0, 15 y 30. Los tomates secos poseen licopenos, compuestos que confieren su color rojo al tomate y contienen una cantidad mayor de enlaces dobles conjugados en comparación de los carotenos presentes en la albahaca y el chile (Tawlah 2013). Por esta razón, los tratamientos que contienen tomates secos alcanzaron un valor más alto de a\* y b\*, respectivamente.



**Análisis químico de pH.** La acidez del queso (pH) influye en las propiedades funcionales de queso, sin embargo arriba de pH 5.0 produce un efecto indirecto sobre la solubilidad del calcio. La adición de ácido en el queso para bajar el pH aumenta la proporción de calcio soluble en el queso. Entre pH de 5.3 y 5.0, el queso se vuelve más suave y aumenta su capacidad de derretimiento (Pastorino 2003).

El Cuadro 7 muestra que las diferencias encontradas en pH entre los tratamientos en los días 0, 15 y 30 no fueron significativas ( $P < 0.05$ ). Esto se atribuyó a que el pH de los quesos fue ajustado a 5.2 durante su procesamiento, por lo que las concentraciones de albahaca, chile y tomates secos no influyeron en el pH de los tratamientos.

Cuadro 7. Análisis químico de pH en el queso Zamorella.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0	Día 15	Día 30
			Media±DE <sup>(NS)</sup>	Media±DE <sup>(NS)</sup>	Media±DE <sup>(NS)</sup>
1	Albahaca	1.5	5.27±0.08	5.33±0.15	5.37±0.07
2	Chile	1.5	5.28±0.11	5.32±0.12	5.40±0.09
3	Tomates secos	1.5	5.29±0.16	5.33±0.08	5.33±0.10
4	Albahaca	2	5.26±0.19	5.35±0.09	5.36±0.11
5	Chile	2	5.28±0.15	5.34±0.14	5.39±0.04
6	Tomates secos	2	5.27±0.06	5.33±0.06	5.34±0.19
Coeficiente de Variación (%)			1.62	1.12	1.99

NS: No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ni para días 0, 15 y 30 ( $P > 0.05$ ).

DE= Desviación estándar.

Se observó que no existieron diferencias en pH a través del tiempo; lo que concuerda con el panel sensorial quienes no identificaron cambios en la acidez de los quesos en los días 0, 15 y 30. Estos resultados concuerdan con los reportados por Sulieman *et al.* (2012), quien reportó valores de pH de  $5.23 \pm 0.01$  en el queso mozzarella elaborado de leche de vaca sin encontrar diferencias significativas a través del tiempo.

**Análisis de acidez titulable expresado como ácido láctico (ATECAL).** La elaboración de queso es un proceso que involucra la actividad continua de bacterias o enzimas que producen ácido por lo tanto debe referirse al tiempo (Toro 2011). Los datos obtenidos de ATECAL muestran que no existió diferencia significativa entre los tratamientos en los días 0 y 15. Sin embargo, se obtuvo un aumento de ATECAL en el día 30, observándose que los tratamientos 6 (queso Zamorella 2% tomates secos) y 1 (queso Zamorella 1.5% albahaca) fueron quesos que alcanzaron los mayores valores de acidez. Esta intensificación de la acidez se atribuyó al crecimiento de bacterias ácido lácticas las cuales aumentaron el nivel de ácido láctico en los quesos (Ahmed y Musa 2012).

Por otro lado, el queso que obtuvo la menor media de acidez en el día 30 fue el tratamiento 4 (queso Zamorella 2% albahaca); lo que concuerda con el panel sensorial, quienes manifestaron mayor aceptación por la acidez de los quesos con albahaca. Este resultado en acidez se debió a las propiedades antibacterianas de la albahaca que inactivaron bacterias ácido lácticas en el queso (Bidlack *et al.* 2000).

Cuadro 8. Análisis químico de ATECAL en el queso Zamorella.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	0.91±0.08(y)a	0.99±0.15(y)a	1.32±0.07(x)ab
2	Chile	1.5	0.84±0.11(y)a	1.07±0.12(xy)a	1.20±0.09(x)bc
3	Tomates secos	1.5	0.84±0.16(x)a	1.02±0.08(x)a	1.11±0.10(x)bc
4	Albahaca	2	0.88±0.19(x)a	1.07±0.09(x)a	1.09±0.11(x)c
5	Chile	2	0.88±0.15(y)a	1.06±0.14(xy)a	1.23±0.04(y)bc
6	Tomates secos	2	0.82±0.06(x)a	1.12±0.06(y)a	1.46±0.19(z)a
Coeficiente de Variación (%)			15.68	10.65	9.01

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

x-z Medias con diferente letra en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05).

1 DE= Desviación estándar.

El Cuadro 2 indica que todos los tratamientos manifestaron diferencias significativas en los días 0, 15 y 30, a excepción de los tratamientos 3 (queso Zamorella 1.5% tomates secos) y 4 (queso Zamorella 2% albahaca), los cuales no presentaron diferencias significativas a través del tiempo (P<0.05).

**Análisis sensorial: Atributo de Apariencia.** El Cuadro 9 ilustra que los panelistas no encontraron diferencias significativas en el atributo de apariencia a través del tiempo; por lo que la concentración de albahaca, chile y tomates secos no influyó en la apariencia del queso Zamorella en los días 0, 15 y 30.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial muestran que al día 0 los panelistas no encontraron diferencias significativas en la apariencia de los quesos, a excepción de los tratamientos 1 (queso Zamorella con 1.5% albahaca) y 6 (queso Zamorella con 2% tomates secos) entre los cuales sí existieron diferencias significativas. Mientras que al día 15 los quesos con tomates secos fueron significativamente diferentes al tratamiento 1 (queso Zamorella con 1.5% albahaca). En el día 30 los quesos con albahaca y el tratamiento 2 (Zamorella con 1.5% chile) fueron significativamente diferentes al tratamiento 6 (queso Zamorella con 2% tomates secos), el cual obtuvo la media más baja en cuanto a su calificación de apariencia a través del tiempo.

Cuadro 9. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo apariencia NS.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0	Día 15	Día 30
			Media±DE <sup>1</sup>	Media±DE	Media±DE
1	Albahaca	1.5	7.19±1.66a	7.25±1.33a	7.07±1.58a
2	Chile	1.5	6.88±1.49ab	6.93±1.69ab	6.87±1.39a
3	Tomates secos	1.5	6.65±1.59ab	6.53±1.52b	6.73±1.55ab
4	Albahaca	2	6.68±1.74ab	6.79±1.70ab	6.89±1.48a
5	Chile	2	6.93±1.54ab	6.91±1.43ab	6.61±1.72ab
6	Tomates secos	2	6.57±1.69b	6.48±1.61b	6.32±1.66b
Coeficiente de Variación (%)			15.31	17.05	19.64

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

NS: No se detectaron diferencias estadísticas significativas a través del tiempo (P>0.05).

<sup>1</sup> DE= Desviación estándar.

Los puntajes de los panelistas se relacionan con los valores en el Cuadro 6 en el que se describen los tratamientos 1 (queso Zamorella con 1.5% albahaca) y 4 (queso Zamorella con 2% albahaca) con un valor de color b\* menor, es decir menos amarillentos. Por el contrario, el panel sensorial mostró menor aceptación por el queso con mayor valor a\* y b\*, es decir, el queso con la coloración amarillenta y rojiza más acentuada como fue el caso del tratamiento 6 (queso Zamorella con 2% de tomates secos).

**Análisis sensorial: Atributo de Sabor.** En el cuadro 10 se observa que el sabor fue un atributo donde las diferencias encontradas no fueron significativas a través del tiempo ( $P < 0.05$ ). La concentración de albahaca, chile y tomates secos no influyeron en el sabor percibido por los panelistas durante los días 0, 15 y 30. El panel sensorial no fue entrenado, razón por la cual no fueron capaces de establecer diferencias.

En el atributo de sabor los panelistas no encontraron diferencias entre todos los tratamientos en los días 0 y 30, sin embargo encontraron diferencias entre los quesos al día 15, por lo cual prefirieron los quesos con albahaca y el tratamiento 3 (queso Zamorella con 1.5% tomates secos). Esto se atribuyó a que los quesos con albahaca presentaron el menor aumento en acidez de acuerdo a los resultados obtenidos en el Cuadro 8.

Cuadro 10. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo sabor NS.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	7.19±1.72a	7.11±1.42ab	7.08±1.77a
2	Chile	1.5	6.87±1.57a	6.61±1.55b	6.73±1.65a
3	Tomates secos	1.5	7.03±1.59a	6.86±1.56ab	6.56±1.54a
4	Albahaca	2	7.00±1.82a	7.20±1.68a	7.12±1.65a
5	Chile	2	6.68±1.96a	6.48±1.87c	6.73±1.45a
6	Tomates secos	2	6.81±1.45a	6.59±1.70b	6.69±1.53a
Coeficiente de Variación (%)			24.39	23.86	23.29

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

NS: No se detectaron diferencias estadísticas significativas a través del tiempo ( $P > 0.05$ ).

<sup>1</sup> DE= Desviación estándar.

Estos resultados concuerdan con los de Naranjo (2007), quien evaluó las características físicas y sensoriales del queso crema con albahaca, comino y tomates secos, encontrando mayor aceptación de los panelistas por el sabor del queso crema con 0.5% de albahaca.

**Análisis sensorial: Atributo de Aroma.** El cuadro 11 muestra que en la aceptación del aroma se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en los días 0, 15 y 30 ( $P<0.05$ ). En el día 30 los panelistas no encontraron diferencias significativas en el aroma de los quesos, a excepción de los quesos con albahaca, los cuales fueron significativamente diferentes a los quesos con tomates secos.

Se observó que el aroma fue un atributo donde las diferencias encontradas no fueron significativas a través del tiempo ( $P<0.05$ ). La albahaca posee un componente denominado linalool, al cual se le atribuye el intenso aroma y las propiedades antibacterianas de esta especia (Raghavan 2006).

Cuadro 11. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo aroma NS.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	7.37±1.51a	6.93±1.43ab	7.00±1.46a
2	Chile	1.5	6.67±1.55b	6.48±1.67b	6.67±1.39ab
3	Tomates secos	1.5	6.87±1.44ab	6.41±1.60b	6.43±1.45b
4	Albahaca	2	7.16±1.63ab	7.05±1.68a	6.93±1.47a
5	Chile	2	6.73±1.55b	6.61±1.63ab	6.51±1.35ab
6	Tomates secos	2	6.76±1.52b	6.48±1.55b	6.35±1.60b
Coeficiente de Variación (%)			22.25	23.67	21.68

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $P<0.05$ ).

NS: No se detectaron diferencias estadísticas significativas a través del tiempo ( $P>0.05$ ).

1 DE= Desviación estándar.

**Análisis sensorial: Atributo de Textura.** Los resultados en el Cuadro 12 muestran que los panelistas no percibieron diferencias significativas en la textura de los quesos en los días 15 y 30 ( $P<0.05$ ). Mientras que en el día 0 percibieron diferencias significativas entre la textura del tratamiento 1 (queso Zamorella 1.5% albahaca) y la textura de los tratamientos 5 (queso Zamorella 2% chile) y 6 (queso Zamorella 2% tomates secos). Los datos coinciden con los resultados del Análisis de Textura (Cuadro 3) los cuales mostraron que existieron diferencias significativas en la fuerza de corte de los tratamientos 1 (Zamorella con 1.5% albahaca) y 6 (queso Zamorella 2% tomates secos).

Según los resultados obtenidos del Cuadro 3, los quesos con mayor porcentaje de condimento presentaron un aumento en su dureza en comparación a los demás tratamientos, razón por la cual los panelistas mostraron menor aceptación por la textura de los quesos con 2% de condimento. Se observó que los panelistas no identificaron diferencias significativas en la textura de los quesos a través del tiempo ( $P<0.05$ ).

Cuadro 12. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo de textura NS.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	7.40±1.36a	7.17±1.47a	7.09±1.48a
2	Chile	1.5	7.08±1.44ab	6.89±1.60a	6.97±1.38a
3	Tomates secos	1.5	6.92±1.38ab	6.61±1.67a	6.95±1.44a
4	Albahaca	2	6.97±1.58ab	7.07±1.62a	7.29±1.43a
5	Chile	2	6.73±1.51b	6.88±1.67a	6.88±1.52a
6	Tomates secos	2	6.97±1.58b	6.77±1.68a	6.81±1.31a
Coeficiente de Variación (%)			20.76	22.78	20.37

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

NS: No se detectaron diferencias estadísticas significativas a través del tiempo (P>0.05).

1 DE= Desviación estándar.

**Análisis sensorial: Atributo de Acidez.** El Cuadro 13 indica que los panelistas no identificaron diferencias significativas en la acidez de los quesos en el día 15 (P<0.05). Por el contrario, en el día 0 los panelistas percibieron que los tratamientos 1 (queso Zamorella 1.5% albahaca) y 3 (queso Zamorella 1.5% tomates secos) fueron significativamente diferentes en acidez al tratamiento 5 (queso Zamorella 2% chile). Al día 30 los panelistas indicaron que los quesos con albahaca fueron significativamente diferentes en acidez al tratamiento 6 (queso Zamorella 2% tomates secos). Según los valores de ATECAL en el Cuadro 8, existe una correlación negativa ya que a mayor ATECAL existe mayor acidez y la preferencia entre los panelistas disminuye.

Cuadro 13. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo de acidez NS.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	7.01±1.72(x)a	7.29±1.31(x)a	7.31±1.38(x)a
2	Chile	1.5	6.72±1.62(x)ab	6.87±1.53(x)a	6.99±1.22(x)ab
3	Tomates secos	1.5	6.92±1.63(x)a	6.86±1.47(x)a	6.84±1.47(x)ab
4	Albahaca	2	6.73±1.86(y)ab	7.27±1.63(x)a	7.29±1.43(x)a
5	Chile	2	6.28±1.75(y)b	6.91±1.64(x)a	6.97±1.24(x)ab
6	Tomates secos	2	6.61±1.54(x)ab	6.84±1.65(x)a	6.65±1.23(x)b
Coeficiente de Variación (%)			25.16	21.81	19.35

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

NS: No se detectaron diferencias estadísticas significativas a través del tiempo (P>0.05).

1 DE= Desviación estándar.

**Análisis sensorial: Atributo de Aceptación general.** En el día 0 los panelistas mostraron diferencias significativas en la aceptación de los tratamientos 1 (queso Zamorella 1.5% albahaca) y 5 (queso Zamorella 2% chile). Mientras que en el día 15 los quesos con tomates secos y el tratamiento 2 (queso Zamorella 1.5% chile) fueron significativamente diferentes en aceptación al tratamiento 4 (queso Zamorella 2% albahaca). Al día 30 no existió diferencia significativa entre los tratamientos, a excepción de los tratamientos 1 (queso Zamorella 1.5% albahaca) y 6 (queso Zamorella 2% tomates secos).

La aceptación de los tratamientos se vio influenciada por otros parámetros sensorialmente evaluados tales como sabor, aroma y textura; ya que los panelistas prefirieron los quesos con el sabor más agradable, mejor aroma y mayor suavidad. Los panelistas no encontraron diferencias entre los quesos a través del tiempo por lo la concentración de albahaca, chile y tomates secos no influyeron en la aceptación del queso Zamorella en los días 0, 15 y 30.

Cuadro 14. Análisis sensorial de queso Zamorella para el atributo de aceptación NS.

TRT	Condimento	Porcentaje	Día 0 Media±DE <sup>1</sup>	Día 15 Media±DE	Día 30 Media±DE
1	Albahaca	1.5	7.37±1.59a	6.71±1.72ab	6.84±1.54a
2	Chile	1.5	7.01±1.45ab	6.19±1.93b	6.55±1.49ab
3	Tomates secos	1.5	6.97±1.40ab	6.39±1.83b	6.47±1.61ab
4	Albahaca	2	7.08±1.41ab	7.13±1.65a	6.91±1.53a
5	Chile	2	6.67±1.83b	6.64±1.73ab	6.64±1.33ab
6	Tomates secos	2	6.84±1.59ab	6.39±1.70b	6.17±1.56b
Coeficiente de Variación (%)			21.53	26.31	22.64

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05).

NS: No se detectaron diferencias estadísticas significativas a través del tiempo (P>0.05).

1 DE= Desviación estándar.

**Análisis de Aceptación General.** De acuerdo a la Figura 2 los mejores tratamientos del estudio según la prueba de aceptación general a los días 0, 15 y 30, fueron el tratamiento 1 (queso Zamorella con 1.5% albahaca) y el tratamiento 4 (queso Zamorella con 2% albahaca). Es posible observar que son las dos columnas más altas en la figura a continuación. En cuanto a apariencia, sabor, aroma, textura y acidez, el tratamiento 1 (queso Zamorella con 1.5% albahaca) obtuvo los mayores puntajes. El tratamiento 4 (queso Zamorella con 2% albahaca) obtuvo el mejor puntaje en cuanto a aceptación general.

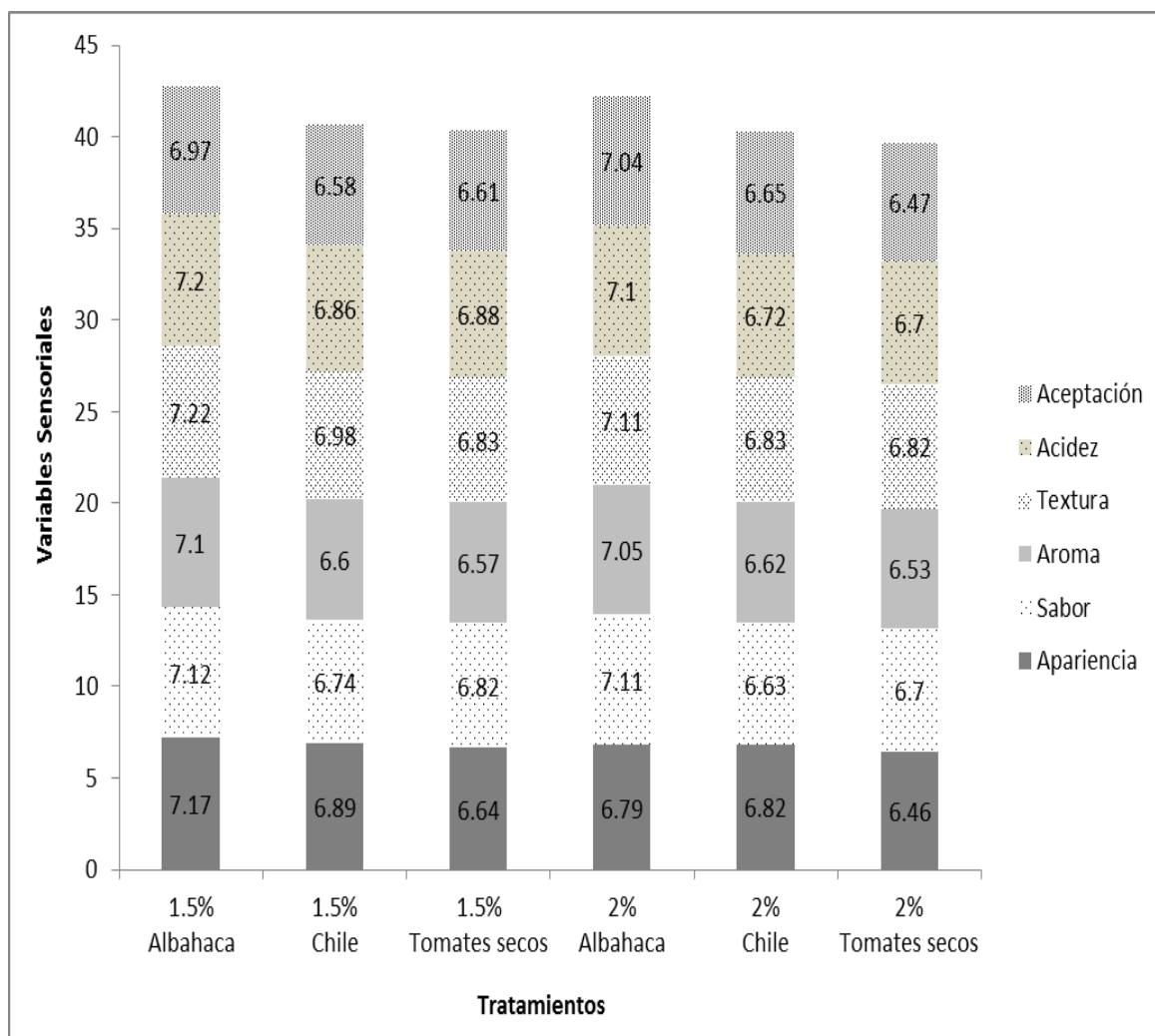


Figura 2. Resultados de Análisis de Aceptación general.



**Correlación entre variables sensoriales.** De acuerdo a los resultados obtenidos se observó una correlación alta entre las variables de acidez y sabor, asimismo para acidez y textura.

Cuadro 15. Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial.

Atributos sensoriales	Apariencia	Sabor	Aroma	Textura	Acidez	Aceptación
Apariencia	1.0000 <sup>1</sup>	0.6265	0.5844	0.6092	0.5670	0.4676
Sabor	0.6265	1.0000	0.6837	0.6575	0.7299	0.6098
Aroma	0.5844	0.6837	1.0000	0.6288	0.6286	0.6283
Textura	0.6092	0.6575	0.6288	1.0000	0.6886	0.6269
Acidez	0.5670	0.7299	0.6288	0.6886	1.0000	0.5485
Aceptación	0.4676	0.6098	0.6283	0.6269	0.5485	1.0000
P<0.05	<.0001 <sup>2</sup>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

1: Grado del coeficiente de correlación de Pearson.

2: Nivel de significancia = valores menores de 0.05 indican que sí existió correlación significativa.

P: Probabilidad.

**Análisis sensorial de Preferencia.** El análisis sensorial de preferencia detectó cuál de los dos mejores tratamientos fue el más preferido en comparación con el queso Zamorella elaborado en la Planta de Lácteos de Zamorano. Se observó que los quesos más preferidos fueron los tratamientos con 1.5% de albahaca y 2% de albahaca, ya que obtuvieron los puntajes más cercanos a 1 (1 = más preferido), no encontrándose diferencia significativa entre ambos quesos ( $P>0.05$ ). La concentración de albahaca no influyó en la preferencia de los consumidores. Conforme a los resultados presentes, se concluyó que el condimento más preferido por los panelistas fue la albahaca, la cual logró captar más el gusto del cliente, obteniendo mayor puntaje que el queso Zamorella elaborado en la Planta de Lácteos de Zamorano.

Cuadro 16. Análisis sensorial de Preferencia de queso Zamorella.

Tratamiento	Preferencia
Queso Zamorella con 1.5% albahaca	1.80 <sup>a</sup>
Queso Zamorella con 2% albahaca	1.93 <sup>a</sup>
Queso Zamorella	2.27 <sup>b</sup>

a-b Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $P<0.05$ ).

**Correlación Textura (Instron) – Textura Sensorial.** El Cuadro 15 indica que los panelistas tuvieron mayor aceptación por los quesos que presentaron menor fuerza de corte con la guillotina, ya que según los datos presentes se observa una correlación negativa de -0.077 y -0.494 en los días 15 y 30 respectivamente. Sin embargo, en el día 0 se encontró una correlación positiva de 0.069, lo que indica que los panelistas tuvieron mayor aceptación por la textura de los quesos en el día 0 de su almacenamiento. Se interpretó que a medida que aumentó la dureza de los quesos fue detectada por los panelistas disminuyendo de esta manera, su preferencia por los quesos con menor suavidad.

**Correlación Color (valor L\*) – Apariencia Sensorial.** El Cuadro 15 muestra los coeficientes de correlación de los valores de color L\*, a\* y b\* y la apariencia evaluada por el panel sensorial. Para el valor de L\* se obtuvo una correlación negativa de -0.069 en el día 0, sin embargo a los días 15 y 30 se obtuvieron correlaciones positivas de 0.195 y 0.247, ya que a medida que aumenta su valor el queso presenta un color más blanco, lo que fue preferido por el panel sensorial.

**Correlación Color (valor a\*) – Apariencia Sensorial.** Para el valor a\* se observó una correlación positiva de 0.128 en el día 15, sin embargo los días 0 y 30 mostraron correlaciones negativas de -0.265 y -0.505, ya que a mayor es su valor a\* el queso muestra una tonalidad más rojiza, lo que no fue apreciado por los panelistas sensoriales siendo los quesos Zamorella con tomates secos los que obtuvieron el valor a\* mayor y los menos preferidos en cuanto su apariencia.

**Correlación Color (valor b\*) – Apariencia Sensorial.** Para el valor b\* se observó una correlación positiva de 0.004 en el día 15, sin embargo los días 0 y 30 mostraron correlaciones negativas de -0.133 y -0.381, ya que mientras mayor es su valor el queso presenta un color más amarillo, lo que fue detectado por los panelistas disminuyendo su aceptación.

**Correlación Acidez (ATECAL) – Acidez Sensorial.** El Cuadro 15 indica que los panelistas tuvieron mayor aceptación por los quesos que presentaron menor acidez (ATECAL) ya que según los datos presentes se observa una correlación negativa de -0.414, -0.210 y -0.467 en los días 0, 15 y 30 respectivamente. Se interpretó que a medida que aumentó la acidez de los quesos fue detectada por los panelistas disminuyendo de esta manera, su preferencia por los quesos de alta acidez.

Cuadro 17. Coeficientes de correlación de las variables físico-químicas y sensoriales.

Correlación entre variables	Día 0	Día 15	Día 30
Color (valor L*) – apariencia sensorial	-0.069	0.195	0.247
Color (valor a*) – apariencia sensorial	-0.265	0.128	-0.505
Color (valor b*) – apariencia sensorial	-0.133	0.004	-0.381
Acidez (ATECAL) – acidez sensorial	-0.414	-0.210	-0.467
Textura Instron (N) – Textura sensorial	0.069	-0.077	-0.494

**Correlación entre variables físico químicas.** De acuerdo a los resultados obtenidos se observó una correlación alta entre las variables de acidez y sabor, asimismo para acidez y textura.

Cuadro 18. Coeficientes de correlación de las variables físico químicas.

Variables físico químicas	L	a	b	pH	ATECAL	Textura
L	1.0000	-0.4193	0.1470	0.2983	0.1929	0.0556
a	-0.4193	1.0000	0.5652	-0.0945	0.0718	0.0901
b	0.1470	0.5652	1.0000	-0.0343	-0.0016	0.1714
pH	0.2983	-0.0945	-0.0343	1.0000	0.5382	0.4454
ATECAL	0.1929	0.0718	-0.0016	0.5382	1.0000	0.4593
Textura	0.0556	0.0901	0.1714	0.4454	0.4593	1.0000
P<0.05	<.0001 <sup>2</sup>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

1: Grado del coeficiente de correlación de Pearson.

2: Nivel de significancia = valores menores de 0.05 indican que sí existió correlación significativa.

P: Probabilidad.

**Efecto de los factores condimento, concentración y tiempo sobre las variables físico químicas.** En el Cuadro 18 se observa que los factores condimento y tiempo afectaron el color de los quesos. Por el contrario, las variables de pH, ATECAL y Textura fueron más afectadas por el factor tiempo.

Cuadro 19. Probabilidad de los factores sobre las variables físico químicas.

Factor	L	a	b	pH	ATECAL	Textura
Condimento	<.0001	<.0001	<.0001	0.5237	0.8283	0.3613
Concentración	0.0011	0.1437	0.4650	0.8375	0.2354	0.1254
Tiempo	0.0009	0.3784	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
CD*CT*T	0.5029	0.3473	0.2004	0.9801	0.0192	0.4175

**Efecto de los factores condimento, concentración y tiempo sobre las variables sensoriales.** El Cuadro 19 muestra que el factor condimento fue el más influyente en los atributos sensoriales. El tiempo no afectó a los atributos sensoriales de los quesos.

Cuadro 20. Probabilidad de los factores sobre las variables sensoriales.

<b>Factor</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aroma</b>	<b>Textura</b>	<b>Acidez</b>	<b>Aceptación</b>
Condimento	<.0001	<.0001	<.0001	0.0016	0.0002	<.0001
Concentración	0.0125	0.3616	0.7545	0.2736	0.1000	0.9026
Tiempo	0.7542	0.4766	0.0085	0.5173	0.0039	<.0001
CD*CT*T	0.8838	0.9463	0.9875	0.8933	0.7234	0.3564

**Análisis de coliformes.** En todas las fechas los conteos finales de los tratamientos, se encontraron dentro del límite de 10 UFC/g. Se observó que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, ni en los días 0, 15 y 30 ( $P>0.05$ ).

Cuadro 21. Resultados de análisis de coliformes.

<b>TRT</b>	<b>Condimento</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Día 0</b>	<b>Día 15</b>	<b>Día 30</b>
1	Albahaca	1.5	<10	<10	<10
2	Chile	1.5	<10	<10	<10
3	Tomates secos	1.5	<10	<10	<10
4	Albahaca	2	<10	<10	<10
5	Chile	2	<10	<10	<10
6	Tomates secos	2	<10	<10	<10

Límite permitido <10UFC/g.

**Análisis de Costos Variables.** El Cuadro muestra el análisis de Costos Variables para el tratamiento queso Zamorella con 1.5% de albahaca, que fue el más aceptado y más preferido.

Cuadro 22. Análisis sensorial de Preferencia de queso Zamorella.

<b>Ingredientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio L.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo L.</b>
Leche Fluida (2.5% de grasa)	L.	8.53	2,000	17060
Cultivo láctico R-704	Uni	23.1	50	1155
Cloruro de Calcio en polvo	ml	9.75	0.4	3.9
Cuajo líquido	ml	2,437.45	0.053	129.18485
Sal refinada	kg	7.48	3.3	24.684
Sorbato de Potasio	kg	150.81	0.22	33.1782
Citrato de Sodio	kg	30.68	2.2	67.496
Albahaca (bolsa)	30g	21.75	110	2392.5
Total por tanda de 2,000 L.				20865.94
Costo variable por kg				94.85
Costo variable por libra			L.	43.02
			\$	2.01

## **4. CONCLUSIONES**

- Los tipos de condimento no influyeron en las características físicas, químicas y sensoriales del queso Zamorella a excepción de las variables de color y los atributos sensoriales de apariencia, sabor y aroma.
- El tiempo transcurrido entre los días 0, 15 y 30 no afectó el pH y las variables sensoriales de los quesos.
- No se encontró diferencia significativa en la preferencia de los panelistas por los quesos con albahaca, por lo que se determinó el costo variable por libra de L. 43.02 para el queso Zamorella con 1.5% de albahaca.

## **5. RECOMENDACIONES**

- El tiempo de evaluación debe prolongarse a un mínimo de 40 días para la detección de cambios más drásticos en el producto.
- Realizar análisis proximal del queso Zamorella con 1.5% de albahaca.
- Realizar un estudio de mercado para determinar el precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar por el producto.

## 6. LITERATURA CITADA

Ahmed, O. y Musa, N. 2012. Effect of Adding Cardamom, Cinnamon and Fenugreek to Goat's Milk Curd on the Quality of White Cheese During Storage. *International Journal of Dairy Science*, 7: 43-50.

Barchi, L., J. Bonnet, C. Boudet y P. Signoret. 2007. A high resolution, intraspecific linkage map of pepper (*Capsicum annum* L.) and selection of reduced recombinant inbred line subsets for fast mapping. Canadian Science Publishing NRC Research Press. 53 pp.

Bidlack, W., S. Omaye, M. Meskin y D. Topham. 2000. Phytochemicals as Bioactive Agents. CRC Press. 106 p.

Caldwell, Gianaclis. 2012. Mastering Artisan Cheesemaking: The Ultimate Guide for Home-Scale and Market Producers. Chelsea Green Publishing. 102 p.

Codex alimentarius. 2006. Norma Internacional Individual del Codex para el Queso Mozzarella (CODEX STAND 262-2006) (en línea). Consultado el 6 de Septiembre del 2014. [www.codexalimentarius.org/input/download/.../CXS\\_262e.pdf](http://www.codexalimentarius.org/input/download/.../CXS_262e.pdf)

FAO. 1993. Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala (en línea). Consultado el 7 de Septiembre del 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5062s/x5062S0c.htm>

FAO. 2004. Norma de quesos frescos no madurados (en línea). Consultado el 6 de Septiembre del 2014. Disponible en: [http://www.oirsa.org/OIRSA/Miembros/Nicaragua/Decretos\\_Leyes\\_Reglamentos/NTON-03-022-99.htm](http://www.oirsa.org/OIRSA/Miembros/Nicaragua/Decretos_Leyes_Reglamentos/NTON-03-022-99.htm)

FAO. 2014. Perspectivas agrícolas OCDE-FAO 2005-2014 (en línea). Consultado el 6 de Septiembre del 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y9492s/y9492s00.htm>

Fox, P.; P. McSweeney, T. Cogan and T. Guinee. 2004. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Major Cheese Groups. Academic Press. 252-253 p.

García, M.; R. Quintero y A. López. 1993. Biotecnología Alimentaria. Editorial Limusa. 482 p.

Guerra, J.; M. Cárdenas, M. Nuñez; H. Gámez y J. Villareal. 2010. Determinación de carotenoides y clorofila en frutos de cuatro variedades de chile (*Capsicum* spp). Universidad de Guanajuato. Departamento de Botánica. 2-3 p.

López A. 2005. Propiedades Físicas de Alimentos (en línea). Consultado el 6 de Septiembre del 2014. Disponible en: <http://www.tecnun.es/asignaturas/labmat2/manuales/trac.doc>

Metzger, L., D. Barbano, M. Rudan, P. Kindstedt y R. Guo. 2000. Whiteness Change During Heating and Cooling of Mozzarella Cheese. Department of Food Science. Cornell University. Journal of Dairy Science Vol. 83, No.1. 3-4 p.

Naranjo, P. 2007. Evaluación de las características físicas y sensoriales del queso crema con albahaca (*Ocimum basilicum*), comino (*Cuminum cyminum*) y tomates secos (*Solanum lycopersicum*). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 6 p.

Pastorino, A. 2003. Effect of calcium and water injection on structure-function relationships of cheese. Journal of Dairy Science. Vol 86. 105–113 p.

Raghavan, S. 2006. Handbook of Spices, Seasonings, and Flavorings, Second Edition. CRC Press. 13 p.

Reyes, J., B. Murillo, A. Nieto, E. Troyo y I. Reynaldo. 2013. Salinity tolerance in varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.) during the stages of germination, emergence and early growth. ProQuest Agriculture Journal. 101-102 p.

Ridgwell, Jenny. 1996. Examining Food and Nutrition. Heinemann. 102 p.

Rudan, M., D. Barbano, M. Guo, and P. Kindstedt. 1998. Effect of the modification of fat particle size by homogenization on composition, proteolysis, functionality, and appearance of reduced fat Mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 81:2065–2076

Sachidananda, S. y K. Abhijit. 2013. Effect of Packaging Materials on Quality Characteristics of Osmotically Pretreated Microwave Assisted Dried Sweet Pepper (*Capsicum annum* L.). Journal of Food Processing & Technology. 3 p.

Serrano, M. 1994. Dairy Products in Human Health and Nutrition. Spain. CRC Press. 113 p.

Servet Gülüm Sumnu, S. 2007. Physical Properties of Foods. Springer Science & Business Media. 169p.

Suliman, A.; R. Mohamed, and K. Razig. 2012. Production and Effect of Storage in the Chemical Composition of Mozzarella Cheese. International Journal of Food Science and Nutrition Engineering. 5-6 p.

Tawlah, H. 2013. Sun-Dried Tomatoes From Your Garden. Canada. ProQuest Agriculture Journal. 2 p.



Toro, P. 2011. Elaboración de queso mozzarella a partir de cuatro tipos de leche acidulada con un cultivo termófilo (*Streptococcus thermophilus*), ácido cítrico, ácido láctico y suero ácido, utilizando dos tipos de coagulación. Universidad técnica de Cotopaxi. 38 p.

Valadez, M., G. Aguado, G. Carrillo, V. Aguilar, E. Espitia, S. Montes, y A. Paz. 2009. In vitro propagation and agronomic performance of regenerated chilli pepper (*Capsicum spp.*) plants from commercially important genotypes. Society for In Vitro Biology. Vol. 45. 650-658 p.

Wiley, J. 2011. Processed Cheese and Analogues, First Edition. Blackwell Publishing. 139 pp.

Wolfgang, Hans. 1987. Manual de Química Orgánica. Reverte. España.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Boleta de respuestas para análisis sensorial de aceptación general

#### Boleta de respuestas. Prueba hedónica de aceptación

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Pruebe las muestras de izquierda a derecha, en el orden que se le presenten. Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra. Marque con una X el cuadrado indicando su grado de aceptación.

**Muestra** \_\_\_\_\_

	Me disgusta extremadamente				ng/nd				Me gusta extremadamente
Apariencia	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9
Sabor	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9
Aroma	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9
Aceptación General	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9
Textura	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9

**Muestra** \_\_\_\_\_

	Me disgusta extremadamente				ng/nd				Me gusta extremadamente
Apariencia	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9
Sabor	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9
Aroma	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9
Aceptación General	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9
Textura	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9

Anexo 2. Boleta de análisis sensorial preferencial.

Departamento de Agroindustria de los Alimentos

- Prueba la muestra de izquierda a derecha en el orden presentado.
- Limpie su paladar entre cada muestra utilizando agua y galleta de soda.
- Ordene las muestras de acuerdo a su preferencia utilizando los números del 1 al 3, donde 1 es el más preferido y 3 la menos preferida.

**Ranking**

**1 (Más preferida)**

**2**

**3 (Menos preferida)**

**Código de muestra**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_