

**Efecto de la Cheddarización y dos cultivos en
las propiedades físico-químicas y sensoriales
del queso Durango**

**Rocío Beatriz Macay Contreras
Maria Jose Baires Mondragón**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la Cheddarización y dos cultivos en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Durango

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

Presentado por

María José Baires Mondragón
Rocío Beatríz Macay Contreras

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Efecto de la Cheddarización y dos cultivos en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Durango

Presentado por:

Maria José Baires Mondragón
Rocío Beatríz Macay Contreras

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria alimentaria

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Baires, M. y Macay, R. 2011. Efecto de la cheddarización y dos cultivos en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Durango. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 29 p.

El queso Durango es un queso duro, madurado, el cual posee un color que varía de casi blanco o marfil a amarillo claro y tienen una textura suave y cerosa. El objetivo general de este estudio fue determinar el efecto de cheddarización y dos tipos de cultivos en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Durango. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 3x2 y medidas repetidas en el tiempo (día 0, 15 y 30). Se evaluaron 3 niveles de acidez en la cheddarización (0.18, 0.21 y 0.24% ATECAL) y dos tipos de cultivos (Choozit RA21® y Flora Dánica®); seis tratamientos y tres repeticiones para un total de 54 unidades experimentales. Se realizó una serie de análisis microbiológicos para el conteo de coliformes totales, seguido de análisis sensoriales exploratorios para analizar las variables apariencia, aroma, textura, sabor, acidez y aceptación general en el producto. De la misma manera se realizaron análisis físico-químicos para evaluar características como color, fuerza de corte, rendimiento, humedad, pH y ATECAL. Finalmente se realizó un análisis de preferencia con 100 personas entre los dos tratamientos más aceptados, seguido de un análisis de costos. El tratamiento elaborado con Choozit RA21® y 0.18 % ATECAL presentó las calificaciones más altas en la evaluación sensorial de preferencia. La aceptación fue influenciada por el tipo de cultivo, la apariencia y la textura. Se recomienda el tratamiento de Choozit RA21® y 0.18 % ATECAL a un precio de planta \$2.78 en presentación de 0.45 kg.

Palabras clave: Coliformes totales, desarrollo de la acidez, Flora dánica®, queso Cheddar, queso madurado.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4 CONCLUSIONES	22
5 RECOMENDACIONES	23
6 LITERATURA CITADA.....	24
7 ANEXOS	27

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Diseño experimental.....	5
2. Análisis del atributo Apariencia con el tiempo	8
3. Análisis del atributo Aroma con el tiempo.....	9
4. Análisis del atributo Textura con el tiempo.	10
5. Análisis del atributo Sabor con el tiempo.....	10
6. Análisis del atributo Acidez con el tiempo en el queso Durango.....	11
7. Análisis del atributo aceptación general con el tiempo en el queso Durango.	12
8. Análisis del atributo físico textura en el queso Durango.....	13
9. Análisis del atributo físico color en el queso Durango.....	14
10. Análisis del atributo físico de humedad en el queso Durango.	14
11. Rendimiento del queso Durango	15
12. Atributo químico pH del queso Durango.	15
13. Atributo químico Acidez titulable expresado como ácido láctico (ATECAL) del queso Durango.	16
14. Correlación de Pearson entre las variables analizadas en el queso Durango.	17
15. Análisis sensorial de preferencia.	17
16. Efecto del factor ATECAL sobre las variables sensoriales.....	18
17. Efecto del factor Cultivo sobre las variables sensoriales.	18
18. Efecto del factor ATECAL sobre las variables físico-químicas.	19
19. Efecto del factor Cultivo sobre las variables físico-químicas	19
20. Análisis microbiológico para queso Durango.	20
21. Análisis económico para la elaboración del queso Durango.....	21
Figuras	Página
1. Figura 1. Flujo de proceso del cultivo madre del queso Durango.....	4
2. Figura 2. Flujo de proceso de elaboración del queso Durango.	7
3. Figura 3. Resumen de atributos sensoriales	12
Anexos	Página
1. Formato para evaluación sensorial exploratoria del queso Durango.....	27
2. Formato de la hoja de evaluación sensorial para el análisis de preferencia	28

1. INTRODUCCIÓN

Según el *Códex Alimentario* (2008), se entiende por queso sometido a maduración el queso que no está listo para el consumo poco después de la fabricación, sino que debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en unas condiciones tales que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso.

El queso Durango al igual que el queso Cheddar es un queso duro madurado. El cuerpo tiene un color que varía de casi blanco o marfil a amarillo claro y tiene una textura firme, suave y cerosa. Carece de agujeros ocasionados por el gas aunque se aceptan algunas pocas aberturas y grietas. Este queso se elabora y se vende con corteza o sin ella, y puede tener revestimiento (Codex Standard 263-1966). El color en la superficie del queso Cheddar varía de acuerdo a la región o gusto de las personas, mientras que la superficie del queso Durango posee un color anaranjado intenso debido al baño de paprika, vinagre y aceite de oliva que es la marca distintiva de este queso.

El efecto de cheddarización es muy importante ya que aporta las características de acidez para este producto, obteniendo así un pH que oscila en un rango de 5.2-5.5 (Fox *et al.* 2004). Durante el proceso de cheddarización la cuajada se mantiene caliente y el suero se vierte, provocando un desarrollo de acidez que permite lograr una mayor compactación, elasticidad y homogeneidad en la cuajada, para luego proceder a la fragmentación de la misma (Codex Alimentarius Volumen 12-2000).

Los cultivos iniciadores utilizados para este experimento fue Flora Dánica de Christian Hansen® y Choozit Ra21 de Danisco®, compuestos principalmente de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, y *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* y *Streptococcus thermophilus*, respectivamente. Microorganismos responsables de originar una mezcla de productos que contribuyen directamente en la maduración y aromatización del queso (Demeter y Elbertzhagen 1971).

Las bacterias lácticas pueden producir compuestos aromáticos (carbonilos y alcoholes) importantes para el sabor de los quesos. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar. diacetylactis* y *Leuconostoc lactis* producen diacetilo y acetoína a partir de citrato en presencia de azúcares (Gómez 2004). El género *Leuconostoc* posee bacterias similares a los *Lactococcus*, que fermentan los azúcares, produciendo ácido láctico, ácido acético, alcohol y dióxido de carbono (Demeter y Elbertzhagen 1971).

Por todas las características antes mencionadas como acidez, aroma y textura que este queso posee, el queso Durango se posiciona dentro de los quesos pertenecientes al mercado gourmet. Un producto gourmet es aquel que sigue la estrategia de innovar y darle al producto un nuevo concepto que se encuentre a la altura de la satisfacción del mercado alimenticio y sea capaz de posicionarse como un producto con mayor valor agregado ante un mercado joven y exigente dispuesto a pagar por productos diferenciados (Instituto Valenciano de la exportación 2008).

Según el informe anual 2009, “Hábitos de consumo de productos Gourmet” presentado por la Asociación Nacional de Chile para el Comercio de Alimentos Gourmet se investigó el potencial del producto y destacaron tendencias recientes de los consumidores tales como:

- En el 2009 el 46% de todos los consumidores de alimentos compraron productos gourmet y la mayoría de sus compras fueron hechas en supermercados y en tiendas especializadas.
- Los productos gourmet más comprados son café, queso, chocolate y aceite de oliva.

La elaboración del queso Durango en la planta de lácteos Zamorano contribuirá en la diversificación de productos lácteos con el objetivo de satisfacer la creciente demanda de quesos madurados por parte de los consumidores; generando de esta manera mayores ganancias y prestigio en el mercado local. De acuerdo a la información obtenida en la planta de lácteos Zamorano, existe un exceso de queso cheddar hasta de 4,545 -5454 kilogramos al año, es aquí en donde radica la importancia de nuestro estudio, en aportar a la planta de lácteos Zamorano la formulación y el flujo de proceso adecuado para la elaboración del queso Durango el cual posee características similares a los quesos madurados actualmente producidos en la planta, disminuyendo significativamente el exceso de un solo tipo de queso.

Para poder aportar a la planta de lácteos Zamorano un estudio valedero sobre el efecto de la cheddarización y dos cultivos en las propiedades físico químicas del queso Durango es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Determinar el efecto de la acidez en las características físico químicas y sensoriales del queso Durango.
- Evaluar el efecto de dos cultivos en las características físico químico y sensoriales del queso Durango.
- Elaborar una formulación y flujo de proceso para la elaboración de queso Durango en la planta de lácteos de Zamorano.
- Determinar el mejor tratamiento elaborado a través de un análisis de preferencia.
- Efectuar un análisis de costos variables del queso Durango y sugerir precio de venta.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la toma de datos y elaboración del queso Durango, el estudio se llevó a cabo en la Planta de Industrias Lácteas Zamorano y el Laboratorio de Análisis de Alimentos, ambos localizados en el departamento de Francisco Morazán, 32 Km, al este de Tegucigalpa, Honduras.

Los materiales utilizados fueron los siguientes: leche entera 3.3% grasa, 1.5% de cultivos lácticos (Flora Dánica Chr. Hansen®, Choozit Ra21 Danisco®), cuyo flujo de proceso es mostrado en la figura 1, 13% de cloruro, 17% de cuajo, 3% de sal, vinagre, aceite de oliva, paprika en polvo.

El equipo utilizado para este estudio fue: sistema de pasteurización HTST, yogos con capacidad de 50 litros, agitador, mantas de tela para desuerar, balanza de precisión YP8100, Yamato®, canasta metálica para desuerar, tina de baño maría, bolsa de polietileno de baja densidad (LDPE), Nylon, ethylene vinyl alcohol (EVOH).

Los materiales de laboratorio para determinar acidez titulable fueron: recipiente blanco 450 milímetros, pipeta 9 ml, solución de hidróxido de sodio 0.1 N y solución de fenolftaleína. Los materiales de laboratorio para la determinación de análisis físico-químicos fueron: Colorflex Hunter LAB®, horno 105°C Fisher Scientific®, texturómetro Brookfield®, potenciómetro Oyster®. Los materiales de laboratorio para los análisis microbiológicos fueron: platos petri, mechero, termómetro, probeta graduada de 25 milímetros, pipetas graduadas de 2,2 milímetros, medio de crecimiento VRBA, agua peptonada, Stomacher Tekmar®, incubadora a 35°C.

Tratamientos Evaluados. El estudio se enfocó en encontrar la mejor combinación entre dos distintos tipos de cultivos (Choozit RA21 Danisco® y Flora Dánica Chr Hansen®) y tres distintos niveles de ATECAL (0.18, 0.21 y 0.24%) para así poder evaluar y determinar si ambos factores influyen en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Durango (Cuadro 1).

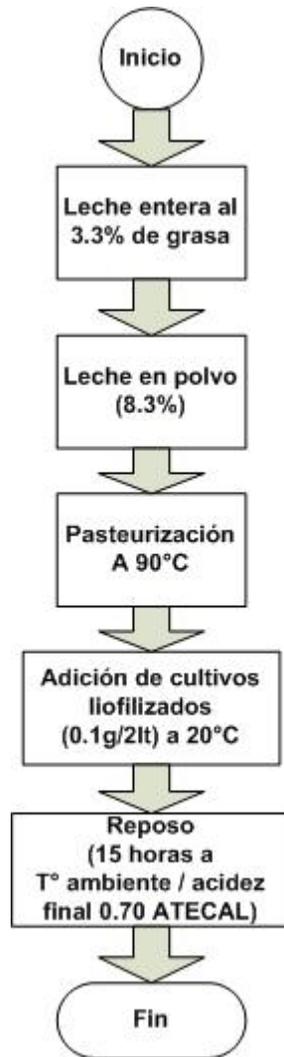


Figura 1. Flujo de proceso del cultivo madre del queso Durango.

Cuadro 1. Diseño experimental.

Cultivo	Cheddarización (% ATECAL)		
	0.18	0.21	0.24
Cultivo Choozit RA21 DANISCO ®	TRT 1	TRT2	TRT3
Cultivo Flora Dánica Chr. Hansen®	TRT4	TRT5	TRT6

Los tratamientos evaluados se describen a continuación:

TRT 1 - El Queso con 0.18% ATECAL y cultivo Choozit RA21 DANISCO ®.

TRT 2 - El Queso con 0.21 % ATECAL y cultivo Choozit RA21 DANISCO ®.

TRT 3 - El Queso con 0.24 % ATECAL y cultivo Choozit RA21 DANISCO ®.

TRT 4 - El Queso con 0.18 % ATECAL y cultivo Flora Dánica Chr. Hansen®.

TRT 5 - El Queso con 0.21 % ATECAL y cultivo Flora Dánica Chr. Hansen®.

TRT 6 - El Queso con 0.24 % ATECAL y cultivo Flora Dánica Chr. Hansen®.

Diseño Experimental. Se evaluaron tres distintos niveles de ATECAL (0.18, 0.21, 0.24%) y dos distintos tipos de cultivos (Choozit RA21 Danisco® y Flora Dánica Chr. Hansen®) en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial 3x2 y medidas repetidas en el tiempo a los días 0, 15 y 30. Para cada tratamiento se realizaron 3 repeticiones, haciendo un total de 54 unidades experimentales.

Los resultados obtenidos del análisis de las características físico-químicas y sensoriales del queso Durango al día 0, 15 y 30 fueron evaluados con el programa SAS® Versión 9.1, usando la prueba de separación de medias Duncan y análisis de correlación a través del coeficiente de Pearson con una significancia de ($P < 0.05$).

Análisis Sensorial. Para este estudio se realizó un análisis de aceptación con la ayuda de un panel de 20 personas no capacitadas. Las características evaluadas fueron apariencia, aroma, sabor, textura, acidez y aceptación general del producto. Se usó una escala hedónica de 9 puntos, siendo 1 la calificación sensorial más alta y 9 la más baja (Anexo 1). Los resultados obtenidos de las evaluaciones sensoriales se analizaron por medio de una separación de medias Duncan ($P < 0.05$), siendo la media más baja el queso más aceptado y la media más alta el menos aceptado los dos tratamientos con mayor aceptación fueron evaluados en una prueba de preferencia (Anexo 2), la cual se llevó a cabo en el supermercado Más por Menos, en la ciudad de Tegucigalpa con 100 personas que eligieron el tratamiento de su preferencia.

Análisis Físico. Los análisis de textura, humedad y color del queso Durango se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). La textura se analizó con el analizador de textura Brookfield®, usando la guillotina de corte TA-7 para la medición de fuerza de corte.

Se usó el Colorflex de Hunterlab® para medir los valores de color con respecto a la posición que ocupan los ejes L*, a* y b*. El eje L* indica la claridad y brillo en una escala de negro (0) a blanco (100). El eje a* mide el espectro de luz visible comprendido del color verde (+127) al rojo (-128), mientras que el eje b* mide el espectro comprendido del azul (+127) al amarillo (-128) (Hunter Lab 2011).

Análisis Químicos. El pH fue medido con una escala de 1 a 14, en donde 1 es ácido, 7 neutro y 14 alcalino. Los análisis realizados de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC son los siguientes: humedad: deshidratación en horno a 105°C, AOAC 926.08, pH: potenciómetro, ASTM D4584, Acidez Titulable (ATECAL): titulación, AOAC 920.124.

Análisis Microbiológico. Este análisis se realizó en el laboratorio de la planta de lácteos Zamorano en los días 0, 15 y 30 para cada tratamiento por duplicado. Se utilizaron técnicas asépticas para la cuantificación de coliformes totales usando el medio selectivo de cultivo Violet Red Bile Agar (VRBA). La técnica de siembra utilizada fue la de vertido. Los platos petri se inocularon con 1ml de solución compuesta por 5gr. de queso diluidos en 25 mililitros de agua peptonada. Finalmente las muestras fueron incubadas a 35°C±2°C durante 24 horas.

Análisis de Costos variables de formulación. Se realizó un análisis económico para evaluar los costos variables de los seis tratamientos elaborados. Se determinó el costo por unidad para cada queso en Dólares. Finalmente tomando en cuenta todo lo anterior se estableció un precio de venta accesible para el consumidor y rentable para la planta de lácteos Zamorano.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proceso de Elaboración del queso Durango. El flujo de proceso recomendado para la elaboración del queso Durango se presenta en la figura 2, el mismo que fue utilizado para llevar a cabo los seis tratamientos estudiados.

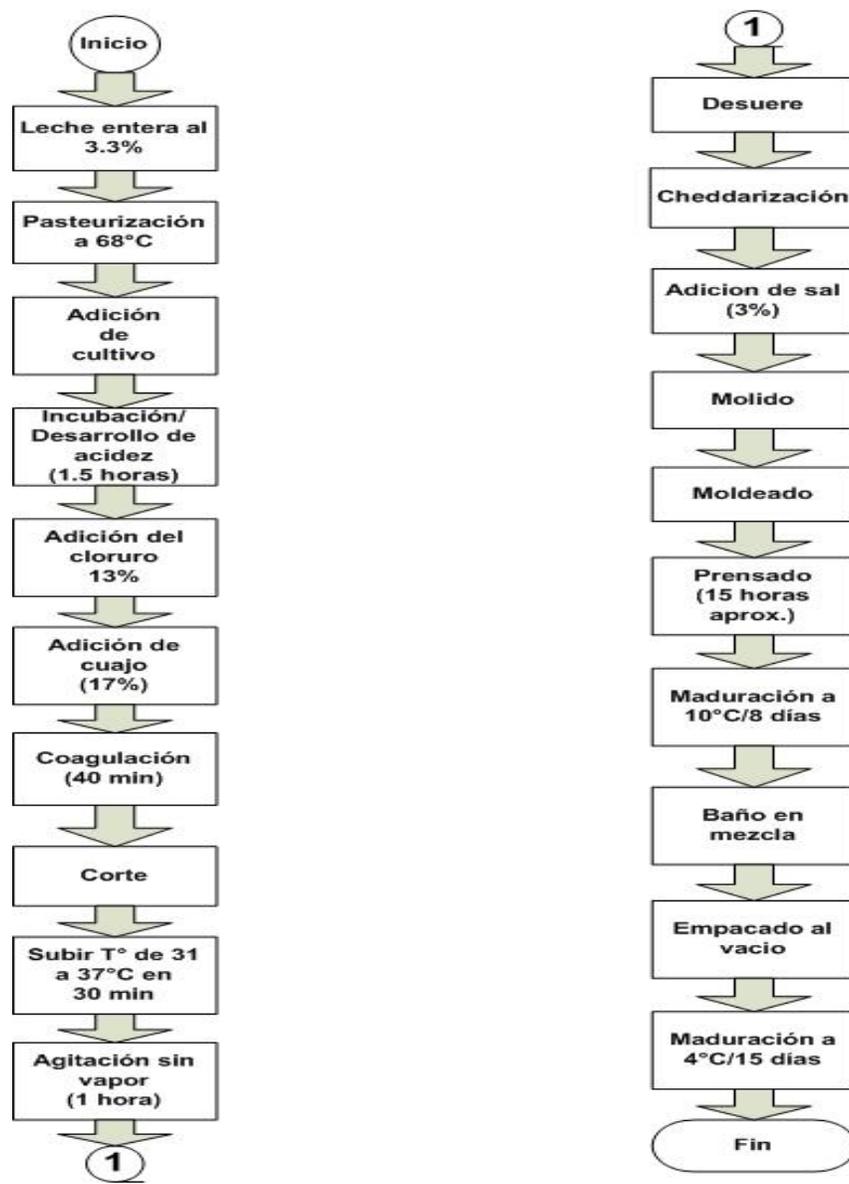


Figura 2. Flujo de proceso de elaboración del queso Durango.

Evaluación Sensorial Exploratoria Apariencia. El cuadro 2 indica que el tratamiento con la peor calificación del atributo apariencia para el día 0 fue el tratamiento número cuatro. En los días 15 y 30 los tratamientos mejor evaluados fueron el uno, dos y tres; esto debido a que dichos tratamientos fueron elaborados a partir de Choozit® RA21 que a diferencia del cultivo Flora Dánica®, contiene *Streptococcus thermophilus*, cepa que se caracteriza por generar una textura más consistente y menos absorbente, permitiendo así un color más uniforme para el producto (Hutkins 2006).

Según el atributo físico de Color, los tratamientos preferidos presentaron para la variable L una claridad intermedia al igual que para las demás variables; concluyendo así que los panelistas prefieren un color intermedio de anaranjado.

En la comparación de la calificación sensorial en atributo apariencia con el tiempo, observamos que desde el día 15 para el tratamiento cinco y a partir del día 30 para el tratamiento seis únicamente, hubo un cambio significativo ($P < 0.05$) detectado por los panelistas. Sin embargo, aunque el análisis físico de color (cuadro 9) no haya presentado diferencias significativas a lo largo del tiempo, se detectó que dichos tratamientos representan los extremos en el nivel de luminosidad.

Cuadro 2. Análisis del atributo Apariencia con el tiempo

Tratamiento	Apariencia		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21)	3.36 ± 1.71 ^{C(X)}	3.73 ± 1.57 ^{C(X)}	3.50 ± 1.30 ^{B(X)}
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18)	3.58 ± 1.73 ^{C(X)}	3.55 ± 1.55 ^{C(X)}	3.35 ± 1.29 ^{B(X)}
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24)	3.64 ± 1.78 ^{C(X)}	3.58 ± 1.44 ^{C(X)}	3.53 ± 1.71 ^{B(X)}
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24)	3.98 ± 2.01 ^{CB(X)}	5.11 ± 1.79 ^{A(X)}	5.36 ± 2.04 ^{A(Y)}
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21)	4.31 ± 1.96 ^{B(X)}	4.43 ± 1.77 ^{B(Y)}	5.38 ± 1.97 ^{A(Y)}
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18)	5.18 ± 1.65 ^{A(X)}	5.38 ± 1.87 ^{A(X)}	5.71 ± 1.90 ^{A(X)}
CV (%)	37.0	35.1	34.9

Tratamientos seguidos de diferente letra (ABC) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Escala: 9= Me disgusta mucho 1= Me gusta mucho. Media±D.E. Desviación estándar.

Aroma. Para el atributo sensorial aroma, el cuadro 3 indica que los mayores puntajes los obtuvieron los tratamientos 2, 1, 3 y 6 para el día 0. En los días 15 y 30 observamos que los mejores puntajes los obtuvieron los tratamientos 1, 2 y 3; esta tendencia la podemos atribuir a que las cepas de bacterias habitantes (*Str. lactis/cremoris*) en el cultivo utilizado para elaborar estos tratamientos son cepas que no forman sustancias aromáticas indeseables y son usadas por excelencia en queserías (Demeter y Elbertzhagen 1971).

En la comparación de la calificación de aroma en el tiempo, observamos que los panelistas detectaron diferencia significativa únicamente en los días 15 para los tratamientos cinco y cuatro y en el día 30 para los tratamientos seis, cinco y cuatro. Éstas diferencias son atribuidas a que el cultivo con el cual fueron elaborados dichos

tratamientos contienen un grupo de bacterias (*Leuconostoc lactis*) que producen diacetilo y acetoina a partir de citrato en presencia de azúcares. Por otro lado, *Leuconostoc mesenteroides* es un género conocido por la fermentación de azúcares produciendo ácido láctico, ácido acético, alcohol y dióxido de carbono (Demeter y Elbertzhagen 1971), produciendo así aromas fuertes para estos quesos.

Cuadro 3. Análisis del atributo Aroma con el tiempo

Tratamiento	Aroma		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.21)	3.78 ± 1.44 ^{B(X)}	3.43 ± 1.38 ^{C(X)}	3.63 ± 1.33 ^{B(X)}
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.18)	3.83 ± 1.78 ^{B(X)}	3.68 ± 1.61 ^{C(X)}	3.56 ± 1.71 ^{B(X)}
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.24)	3.88 ± 1.67 ^{B(X)}	3.86 ± 1.68 ^{C(X)}	3.65 ± 1.37 ^{B(X)}
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24)	4.18 ± 1.97 ^{B(X)}	5.05 ± 1.92 ^{A(X)}	5.48 ± 2.06 ^(AY)
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21)	4.36 ± 1.92 ^{A(X)}	4.45 ± 1.79 ^{B(Y)}	5.21 ± 1.90 ^{A(Y)}
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18)	4.93 ± 1.90 ^{A(X)}	5.46 ± 1.74 ^{A(XY)}	5.56 ± 2.00 ^{A(Y)}
CV (%)	36.0	34.5	35.5

Tratamientos seguidos de diferente letra (ABC) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05). Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05). Escala: 9= Me disgusta mucho 1= Me gusta mucho. Media±D.E. Desviación estándar

Textura. El cuadro 4 indica que la textura del queso Durango del tratamiento cuatro fue el que obtuvo la peor calificación para el día 0. En los días 15 y 30 los tratamientos con la mejor calificación fueron dos, uno y tres (P<0.05). De acuerdo a los valores de fuerza de corte evaluados dentro de los análisis físicos, podemos observar que los tratamientos dos y uno presentan la mayor resistencia a corte, lo que significa que los panelistas prefieren una textura más dura y no un producto blando y quebradizo.

Al comparar la calificación sensorial del atributo textura para los días 0, 15 y 30 a través del tiempo, se observa que los tratamientos tres, seis y cinco muestran cambios significativos (P<0.05) a partir del día 15; dichas diferencias no fueron detectadas por el analizador de textura. Sin embargo, podemos concluir que las diferencias encontradas por los panelistas pudieron atribuirse a que según Batro (2008), cuando los quesos cheddarizados son madurados por un período más largo de tiempo, este llega a tener una textura mucho más cremosa aun conservando la friabilidad.

Cuadro 4. Análisis del atributo Textura con el tiempo.

Tratamiento	Textura		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21)	3.70 ± 1.99 ^{B(X)}	3.95 ± 1.75 ^{C(X)}	3.61 ± 1.74 ^{B(X)}
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18)	3.91 ± 1.77 ^{B(X)}	3.43 ± 1.40 ^{C(X)}	3.60 ± 1.58 ^{B(X)}
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24)	4.08 ± 1.82 ^{B(X)}	3.40 ± 1.31 ^{C(Y)}	3.70 ± 1.73 ^{B(Y)}
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24)	4.16 ± 2.13 ^{B(X)}	5.01 ± 2.06 ^{B(X)}	5.60 ± 2.04 ^{A(Y)}
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21)	4.23 ± 1.98 ^{B(X)}	4.78 ± 1.80 ^{B(XY)}	5.30 ± 1.88 ^{A(Y)}
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18)	5.38 ± 1.88 ^{A(X)}	5.60 ± 1.66 ^{A(X)}	5.65 ± 1.81 ^{A(X)}
CV (%)	38.3	34.8	36.4

Tratamientos seguidos de diferente letra (ABC) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05). Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05). Escala: 9= Me disgusta mucho 1= Me gusta mucho. Media±D.E. Desviación estándar

Sabor. En el atributo de sabor presentado en el cuadro 5, los tratamientos de mayor aceptación fueron el dos, uno y tres, para los días 15 y 30. Se mostró preferencia por estos tratamientos debido a las características proporcionadas por el acetil que genera sabor a mantequilla, característica altamente aceptada por los consumidores (Scott 1998).

La comparación del atributo sensorial en el tiempo, indicó que mostró diferencias significativas (P<0.05) a partir del día 15 en los tratamientos 3, 6, 5 y 4; los panelistas fueron capaces de detectar estas diferencias debido a que la cantidad de compuestos producidos por el grupo *lactobacilli* como el acetaldehído van aumentando con el tiempo (Joshi 2007).

Cuadro 5. Análisis del atributo Sabor con el tiempo.

Tratamiento	Sabor		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21)	3.66 ± 1.86 ^{C(X)}	3.98 ± 1.76 ^{C(X)}	3.86 ± 1.75 ^{B(X)}
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18)	3.85 ± 1.76 ^{BC(X)}	3.18 ± 1.47 ^{C(X)}	3.83 ± 1.62 ^{B(X)}
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24)	4.00 ± 1.78 ^{BC(X)}	3.35 ± 1.39 ^{C(XY)}	3.50 ± 1.74 ^{B(X)}
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24)	4.26 ± 2.07 ^{BC(X)}	4.88 ± 4.04 ^{B(X)}	5.46 ± 2.12 ^{A(Y)}
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21)	4.45 ± 2.20 ^{AB(X)}	4.60 ± 1.81 ^{B(Y)}	5.30 ± 2.06 ^{A(Y)}
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18)	4.95 ± 1.89 ^{A(X)}	5.46 ± 1.86 ^{A(XY)}	5.66 ± 1.82 ^{A(Y)}
CV (%)	33.4	36.9	36.6

Tratamientos seguidos de diferente letra (ABC) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05). Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05). Escala: 9= Me disgusta mucho 1= Me gusta mucho. Media±D.E. Desviación estándar

Acidez. El cuadro 6 presenta el atributo sensorial de acidez que indica que los tratamientos con mayor nivel de aceptación son uno, dos y tres para los días 0, 15 y 30. Se mostró una mayor inclinación por estos tratamientos debido a la presencia de *Streptococcus thermophilus* que es componente principal del cultivo utilizado (Choozit® RA21) para la elaboración de este producto. Esta bacteria crea el pH ácido necesario y las condiciones anaerobias precisas para el crecimiento de los *lactobacilli*, por medio de su ligera acidificación y consumo de oxígeno. Como los *lactobacilli* producen más ácido láctico, éste es inhibido posteriormente en su actividad (Demeter 1971), creando así niveles de acidez que resultan agradables al consumidor.

El atributo sensorial de acidez en el tiempo mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en los tratamientos tres, cinco y seis a partir del día 15, debido a que los tres tratamientos poseen los niveles de acidez evaluados más altos.

Cuadro 6. Análisis del atributo Acidez con el tiempo en el queso Durango

Tratamiento	Acidez		
	Día 0 \pm D.E.	Día 15 \pm D.E.	Día 30 \pm D.E.
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18 ATECAL)	3.88 \pm 1.66 ^{B(X)}	3.46 \pm 1.61 ^{B(X)}	3.73 \pm 1.69 ^{B(X)}
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21 ATECAL)	4.00 \pm 1.97 ^{B(X)}	3.98 \pm 1.70 ^{B(X)}	3.90 \pm 1.85 ^{B(X)}
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24 ATECAL)	4.25 \pm 1.93 ^{B(X)}	3.53 \pm 1.48 ^{B(Y)}	3.46 \pm 1.65 ^{B(Y)}
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24 ATECAL)	4.50 \pm 2.10 ^{B(X)}	5.13 \pm 2.02 ^{A(XY)}	5.51 \pm 2.03 ^{A(Y)}
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21 ATECAL)	4.55 \pm 2.13 ^{B(X)}	4.90 \pm 1.85 ^{A(XY)}	5.45 \pm 1.95 ^{A(Y)}
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18 ATECAL)	5.25 \pm 2.02 ^{A(X)}	5.28 \pm 1.90 ^{A(X)}	5.71 \pm 1.88 ^{A(X)}
CV (%)	39.0	36.4	36.3

Tratamientos seguidos de diferente letra (ABC) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Escala: 9= Me disgusta mucho 1= Me gusta mucho. Media \pm D.E. Desviación estándar

Aceptación General. En el cuadro 7 se observa que los tratamientos dos, uno y tres fueron los que obtuvieron las mayores calificaciones para los días 15 y 30 en cuanto a la aceptación general del queso Durango.

El análisis de comparación en la calificación sensorial del atributo de apariencia general, muestra que los panelistas detectaron diferencias significativas en los tratamientos tres, seis y cinco a partir del día 15; esto se atribuye a que fueron estos los mismos tratamientos que presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el resto de variables como acidez, sabor y textura.

Cuadro 7. Análisis del atributo aceptación general con el tiempo en el queso Durango.

Tratamiento	Aceptación general		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21 ATECAL)	3.76 ± 7.92 ^{C(X)}	4.00 ± 1.65 ^{C(X)}	3.83 ± 1.80 ^{B(X)}
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18 ATECAL)	3.88 ± 1.82 ^{BC(X)}	3.36 ± 1.44 ^{D(X)}	3.63 ± 1.48 ^{B(X)}
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24 ATECAL)	4.05 ± 1.80 ^{BC(X)}	3.31 ± 1.38 ^{D(Y)}	3.48 ± 1.70 ^{B(Y)}
TRT 6 (FLORA DANICA 0.18 ATECAL)	4.35 ± 2.15 ^{CB(X)}	5.03 ± 2.07 ^{AB(XY)}	5.55 ± 2.09 ^{A(Y)}
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21 ATECAL)	4.51 ± 2.11 ^{AB(X)}	4.81 ± 1.93 ^{B(Y)}	5.48 ± 1.95 ^{A(Y)}
TRT 4 (FLORA DANICA 0.24 ATECAL)	5.10 ± 1.92 ^{A(X)}	5.58 ± 1.72 ^{A(X)}	5.60 ± 1.84 ^{A(X)}
CV (%)	35.3	35.2	35.0

Tratamientos seguidos de diferente letra (ABC) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Escala: 9= Me disgusta mucho 1= Me gusta mucho. Media±D.E. Desviación estándar

Resumen del Análisis Sensorial Exploratorio. En la figura 3 se muestra un resumen del análisis sensorial exploratorio obtenido a través de la sumatoria de las medias de las calificaciones sensoriales en los días 0, 15 y 30.

Observamos que los tratamientos uno y tres fueron los que mostraron una mayor aceptación por parte de los panelistas principalmente en las variables acidez, textura y sabor. Los tratamientos menos aceptados fueron cuatro y seis.

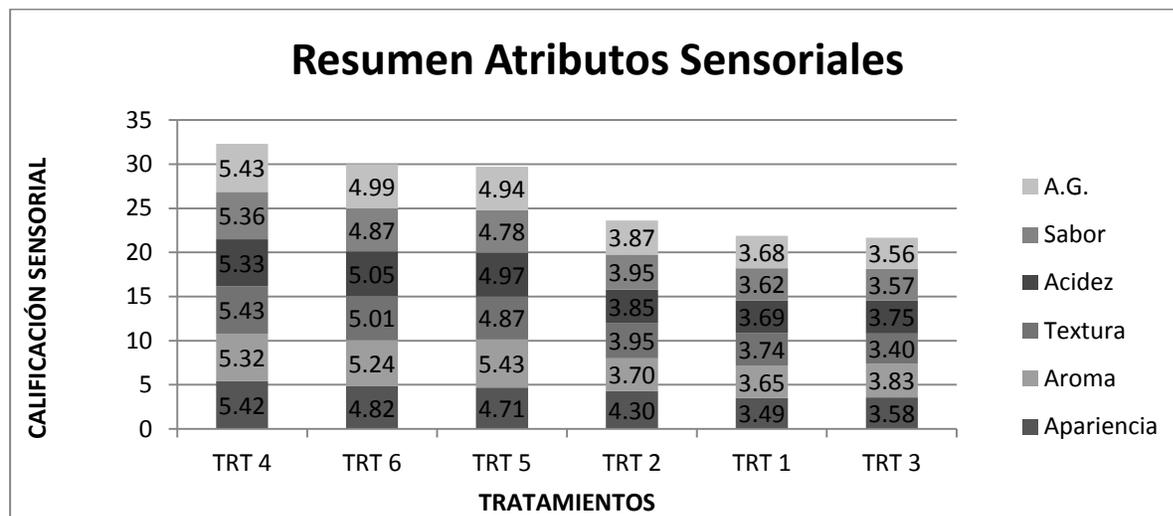


Figura 3. Resumen de atributos sensoriales

Análisis Físicos. Para estos análisis se realizó una evaluación estadística a través del tiempo, sin embargo no se encontró interacción en el tiempo, es por eso que se mostró el promedio para cada uno de los atributos evaluados.

Fuerza de Corte-Textura. En el cuadro 8 se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamietos 3, 5, 1 y 2, donde la mayor fuerza de corte fue observada en el tratamiento dos(7.66 Newtons). Los panelistas optaron por la textura más firme, por poseer características elásticas, compactas e impermeables que son más agradables al consumidor (Santos 1998).

Cuadro 8. Análisis del atributo físico textura en el queso Durango

Tratamiento	Fuerza de corte (Newtons)
	Media \pm D.E.
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18)	4.75 \pm 1.78 ^C
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24)	5.34 \pm 2.71 ^C
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24)	6.79 \pm 2.04 ^{ABC}
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21)	6.86 \pm 2.93 ^{ABC}
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18)	6.96 \pm 2.72 ^{AB}
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21)	7.65 \pm 2.59 ^A
CV (%)	22.3

Tratamientos seguidos de diferente letra (ABC) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Media \pm D.E. Desviación estándar.

Color. Los resultados obtenidos para el análisis de color no tuvieron interacción en el tiempo, indicando así que la diferencia significativa ($P < 0.05$) para cada uno de los tratamientos no existió en los días 0, 15 y 30. El tratamiento preferido en el análisis sensorial exploratorio para la variable apariencia fueron los tratamientos tres, dos y uno, indicando así que la aceptación de dicho atributo, en el queso Durango es un queso con una tonalidad intermedia de brillo e intermedia en la escala de A y B, siendo estos los tonos intermedios de rojo y amarillo, respectivamente.

Cuadro 9. Análisis del atributo físico color en el queso Durango

Tratamiento	L.A.B		
	L* ± D.E.	A* ± D.E.	B* ± D.E.
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21)	49.1 ± 9.3 ^C	22.9 ± 6.1 ^A	42.5 ± 9.3 ^A
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24)	53.9 ± 8.0 ^{BC}	22.6 ± 5.7 ^A	45.0 ± 11.0 ^A
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21)	53.9 ± 7.7 ^{BC}	22.8 ± 5.5 ^A	48.4 ± 12.3 ^A
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18)	54.7 ± 7.8 ^{ABC}	22.3 ± 5.9 ^A	45.0 ± 9.5 ^A
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18)	58.7 ± 8.9 ^{AB}	20.9 ± 6.7 ^A	44.6 ± 8.5 ^A
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24)	61.3 ± 6.9 ^A	20.5 ± 7.2 ^A	47.4 ± 12.0 ^A
CV (%)	16.6	17.7	15.8

Tratamientos seguidos de diferente letra (ABC) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05). Media±D.E. Desviación estándar.

Humedad. En el cuadro 10 se muestra el contenido de humedad de cada uno de los tratamientos solamente para el día 0, observando que el queso Durango se encuentra dentro del rango de los quesos duros como el Emmental y el Cheddar que poseen una humedad del 36-46% (Law 1999). Los tratamientos preferidos en el análisis sensorial fueron uno, dos y tres; mostrando que los panelistas prefieren un queso seco, ya que estos fueron los que presentaron la mayor pérdida de agua y que clasifican dentro de la categoría de quesos duros como mencionamos anteriormente (López 2004).

Cuadro 10. Análisis del atributo físico de humedad en el queso Durango.

Tratamiento	Humedad (%)
	Media ± D.E.
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18 ATECAL)	40.95 ± 2.35 ^A
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21 ATECAL)	40.43 ± 3.35 ^A
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24 ATECAL)	39.67 ± 4.22 ^A
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18 ATECAL)	44.77 ± 2.54 ^A
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21 ATECAL)	42.52 ± 4.51 ^A
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24 ATECAL)	42.64 ± 3.7 ^A
CV (%)	5.3

Tratamientos seguidos de letras iguales en cada columna no son significativamente diferentes (P>0.05). Media±D.E. Desviación estándar.

Rendimiento. En el cuadro 11 muestra que el rendimiento fue el mismo para cada uno de los tratamientos evaluados, no se observa ninguna diferencia significativa entre tratamiento (P<0.05). El rendimiento en queso puede ser calculado a partir de la grasa y la caseína de la leche o simplemente de la grasa de la leche, siendo este último el método utilizado para este experimento. El queso Durango se encuentra dentro del rango de rendimiento de los quesos semiduros que va desde un 8% hasta un 12%. El rendimiento fue en promedio de un 9% para todos los tratamientos evaluados (Revilla 2009). Según

el estudio realizado no se encontró ninguna relación directa entre rendimiento, fuerza de corte y acidez; esto probablemente se debió a que la cantidad de sólidos grasos fue la misma para cada uno de los tratamientos (Mc Sweeney 2007).

Cuadro 11. Rendimiento del queso Durango

Tratamiento	Rendimiento (%)
	Media \pm D.E.
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21 ATECAL)	9.04 \pm 0.11 ^A
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18 ATECAL)	8.96 \pm 0.02 ^A
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24 ATECAL)	8.98 \pm 0.08 ^A
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24 ATECAL)	9.98 \pm 0.06 ^A
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18 ATECAL)	9.02 \pm 0.14 ^A
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21 ATECAL)	9.05 \pm 0.11 ^A
CV (%)	1.6

Tratamientos seguidos de letras iguales en cada columna no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). Media \pm D.E. Desviación estándar.

Análisis Químicos pH. En el cuadro 12 se observa que no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos evaluados ($P < 0.05$); aunque se conoce que cada uno de los tratamientos evaluados posee diferentes niveles de ATECAL, esto ocurre probablemente debido a que la escala de pH es mucho más grande y por lo tanto menos sensible a cambios en acidez en comparación con la de ATECAL (Osorio 2011). De la misma manera observamos que todos los pH se encuentran en el rango de 4.8 a 5. Ésta tendencia se explica perfectamente ya que para los quesos prensados y cocinados que han sufrido tratamientos que provocan fuerte expulsión de suero, el rango es de 5 a 5.2; esto ocurre ya que en la maduración el pH tiende a subir por consumo de ácido láctico y formación de compuestos alcalinos (Gómez 2004).

Cuadro 12. Atributo químico pH del queso Durango.

Tratamiento	pH
	Media \pm D.E.
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24 ATECAL)	4.93 \pm 0.16 ^A
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21 ATECAL)	4.90 \pm 0.18 ^A
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18 ATECAL)	4.89 \pm 0.41 ^A
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24 ATECAL)	4.89 \pm 0.20 ^A
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18 ATECAL)	4.89 \pm 0.19 ^A
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21 ATECAL)	4.87 \pm 0.15 ^A
CV (%)	4.7

Tratamientos seguidos de letras iguales en cada columna no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). Media \pm D.E. Desviación estándar.

ATECAL. El cuadro 13 muestra que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre cada tratamiento, mostrando que el nivel más alto de ATECAL fue presentado por el tratamiento seis, y que el nivel de ATECAL más bajo fue presentado por el tratamiento uno; manteniendo la tendencia de acidez con la que comenzó el proceso, esto debido a que el ácido láctico no se acumula durante la maduración sino que sufre transformaciones diversas. La cantidad y el tiempo de disminución de acidez dependen del tipo de queso que en este caso es un semiduro y oscila entre 0.4-0.8 en 5 semanas (Santos 1987).

Comparando con el análisis sensorial de acidez, se observa que el tratamiento uno que obtuvo el porcentaje de ATECAL más bajo, también fue el más preferido por los consumidores.

Cuadro 13. Atributo químico Acidez titulable expresado como ácido láctico (ATECAL) del queso Durango.

Tratamiento	ATECAL (%)
	Media \pm D.E.
TRT 1 (CHOOZIT RA21 0.18)	0.37 \pm 0.14 ^C
TRT 2 (CHOOZIT RA21 0.21)	0.44 \pm 0.14 ^{BC}
TRT 4 (FLORA DANICA 0.18)	0.45 \pm 0.17 ^C
TRT 5 (FLORA DANICA 0.21)	0.48 \pm 0.09 ^{AB}
TRT 3 (CHOOZIT RA21 0.24)	0.49 \pm 0.04 ^{AB}
TRT 6 (FLORA DANICA 0.24)	0.56 \pm 0.11 ^A
CV (%)	15.3

Tratamientos seguidos de diferente letra (abc) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).
Media \pm D.E. Desviación estándar

Análisis de Correlación. El cuadro 14 muestra la evaluación de correlación realizada principalmente entre los atributos sensoriales del queso Durango que mostraron una mayor relación entre ellos y afectaron la preferencia de los panelistas para este producto.

Existió una correlación alta positiva entre la variable sensorial de apariencia con la variable sensorial de textura. Se puede inferir que esto ocurre porque la percepción de un queso firme y no agrietado es un factor determinante para que el producto sea agradable a la vista del consumidor.

Existió una correlación alta positiva entre la variable aroma y acidez sensorial esto debido a que por la acción de las bacterias acidificantes presentes en los cultivos se crea una cantidad de compuestos aromáticos que resultan agradables al panelista.

Existió una correlación alta positiva entre la variable de textura sensorial y acidez sensorial. Esta tendencia la atribuimos a que la acidez tiene influencia en el aspecto físico-químico de la coagulación de la leche, formando una red tridimensional más fuerte resultando en una cuajada flexible, elástica, compacta, impermeable, contráctil y con poca

agua, resultando así en una textura más firme que según el cuadro 4 fue la de mayor preferencia por los panelistas (Santos 1987).

No se observaron correlaciones significativas ($P < 0.05$) altas positivas ni altas negativas entre atributos sensoriales versus físico-químicos ya que debido a que no se contaba con un panel entrenado la elección de preferencia de cada uno de ellos varía para cada tratamiento.

Cuadro 14. Correlación de Pearson entre las variables analizadas en el queso Durango.

Variables	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad > r
Apariencia sensorial-textura sensorial	78.78	<0.0001
Aroma sensorial-acidez sensorial	75.46	<0.0001
Textura sensorial-acidez sensorial	82.76	<0.0001

Análisis Sensorial de Preferencia. El análisis de preferencia se realizó entre los tratamientos uno y tres, evaluados con las mejores calificaciones en la evaluación sensorial exploratoria (Figura 3). Según Lawless y Hetmann (1998) para una evaluación con 100 personas es necesario que un tratamiento sea preferido como mínimo por 61 personas (Cuadro 15), debido a que el tratamiento uno con 0.18% de ATECAL utilizando el cultivo Choozit RA21 fue preferido por 66 personas, se concluye que dicho tratamiento fue el de mayor preferencia.

Cuadro 15. Análisis sensorial de preferencia.

Tratamiento	Personas	Mínimo Requerido
TRT 1 (RA21 0.18% ATECAL)	66	61
TRT 3 (RA21 0.24% ATECAL)	34	61

Efecto de los factores sobre las variables analizadas. Efecto de los factores ATECAL y cultivo para las variables sensoriales analizadas: El Cuadro 16 indica que el factor determinante en el atributo de apariencia y textura, fue el % ATECAL al día 0. Sin embargo a los días 15 y 30 este factor ya no fue relevante para los panelistas. El factor cultivo para los días 0, 15, y 30 muestra que este fue un factor determinante para la aceptación sobre todas las variables sensoriales evaluadas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto del factor ATECAL sobre las variables sensoriales.

Factor		Variables Sensoriales																	
%ATECAL (cheddarización)		Apariencia			Aroma			Textura			Acidez			Sabor			Ac. General		
Día	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	
0.18	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
0.21	B	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
0.24	B	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

Cuadro 17. Efecto del factor Cultivo sobre las variables sensoriales.

Factor		Variables Sensoriales																	
Cultivo		Apariencia			Aroma			Textura			Acidez			Sabor			Ac. General		
Día	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	
CHOOZIT RA21	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	B	B	
FLORA DANICA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

Efecto de los factores ATECAL y cultivo para las variables físico-químicas analizadas: el Cuadro 17 indica que el factor %ATECAL influyó en todas las características físico-químicas del queso Durango a los días 0, 15 y 30. Obteniendo mayores cifras en cuanto a niveles de pH y ATECAL a lo largo del tiempo, y disminución en tonos de color y brillo.

El Cuadro 18 indica que el factor cultivo influyó en cada una de las variables físico-químicas evaluadas ya que observamos que a lo largo del tiempo las características aportadas por el cultivo Flora Dánica de Chr. Hansen® fueron variando en cuanto a color pH y acidez específicamente.

Cuadro 18. Efecto del factor ATECAL sobre las variables físico-químicas.

Factor		Variables Físico Químicas																	
% ATECAL (Cheddarización) Día		pH			ATECAL			L*			a*			b*			Textura		
		0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
0.18	A	B	B	C	B	C	B	A	B	C	B	B	C	A	B	B	C	B	
0.21	C	A	A	B	B	B	C	C	C	A	A	A	A	B	A	A	A	A	
0.24	B	A	A	A	A	A	A	B	A	B	B	B	B	B	A	AB	B	C	

El Cuadro 19 indica que el factor cultivo influyó en cada una de las variables físico-químicas evaluadas ya que observamos que a lo largo del tiempo las características aportadas por el cultivo Flora Dánica de Chr. Hansen® fueron variando en cuanto a color pH y acidez específicamente.

Cuadro 19. Efecto del factor Cultivo sobre las variables físico-químicas

Factor		Variables Físico Químicas																	
Cultivo Día		pH			ATECAL			L*			a*			b*			Textura		
		0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
CHOOZIT RA21	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	
FLORA DANICA	A	A	B	B	A	B	A	A	A	A	B	B	B	A	B	B	B	B	

Análisis Microbiológico. El cuadro 15 indica que el conteo microbiológico para cada uno de los tratamientos evaluados, cumplió con los requisitos de calidad microbiológicas ICAITI para los productos lácteos y derivados. Todos los conteos para este experimento se mostraron menores a 10 unidades formadoras de colonia (UFC) por gramo de muestra. Esto se logró gracias a las técnicas asépticas utilizadas, el mantenimiento de la cadena de frío y el empacado al vacío (Chiriboga 2008).

Cuadro 20. Análisis microbiológico para queso Durango.

Tratamiento	COLIFORMES TOTALES (UFC/gramo)		
	Día 0	Día 15	Día 30
TRT 1(Choozit RA21 0.18)	<1	<1	<1
TRT 2 (Choozit RA21 0.21)	1	2	4
TRT 3 (Choozit RA21 0.24)	1	3	4
TRT 4 (Flora Dánica 0.18)	<1	<1	<1
TRT 5 (Flora Dánica 0.21)	<1	<1	<1
TRT 6 (Flora Dánica 0.24)	1	2	3

UFC: Unidades formadoras de colonia.

Análisis Económico. En el cuadro 21 se muestran los costos variables de formulación elaborada para el mejor tratamiento del queso Durango, utilizando el cultivo Choozit RA21® de la casa comercial Danisco®. Éste análisis presenta los costos requeridos para elaborar 0.45 kilos de queso a partir de 4.16 litros de leche. Se recomienda una presentación de 0.45 kilos para la venta a un precio de \$2.78. Este precio da un margen de utilidad del 40%, partiendo de que los costos para los tratamientos utilizando este tipo de cultivo fueron de \$1.98.

Se presenta solamente los costos de formulación del mejor tratamiento ya que el dinero y cantidad de material invertido para la elaboración de cada tratamiento es el mismo. La diferencia de precios para los distintos tipos de cultivos utilizados es casi nula, por lo que no determina un cambio significativo en el precio del queso.

Cuadro 21. Análisis económico para la elaboración del queso Durango

Costos Variables de formulación (CHOOZIT RA21)				
Queso Durango				
Ingrediente	Precio (\$/Unidad)	Cantidad	Unidad	Costo (\$)
Leche fluida	0.456	4.200	lts.	1.898
Sal refinada	0.0001	19.000	gr.	0.0002
Cultivo Choozit® RA21	0.851	0.100	gr.	0.042
Cuajo	0.0004	0.700	ml.	0.042
Cloruro	0.501	0.500	gr.	0.0005
Leche en polvo	0.051	1.000	gr.	0.006
Costo de elaboración	0.006			1.95
Costo empaque				
Bolsa de LDPE/Nylon/EVOH	0.036	1.000	unidad	0.036
COSTO TOTAL (libra de queso)				\$1.990

4. CONCLUSIONES

- El efecto de Cheddarización no fue un factor determinante en la producción del queso Durango ya que el nivel de acidez que los quesos alcanzaron al final de la evaluación no fue relevante para la decisión de preferencia tomada por el consumidor.
- Los parámetros que más influenciaron en la aceptación del queso Durango fueron: el tipo de cultivo, apariencia y textura. Los panelistas mostraron una mayor inclinación hacia un queso con brillo intermedia, tonos rojos y amarillo intermedios, textura firme; elaborados a partir del cultivo Choozit RA21®.
- El tratamiento con mayor aceptación fue el tratamiento con 0.18% ATECAL, elaborado a partir del cultivo Choozit RA21®. Con una puntuación de tres dentro de la escala hedónica que corresponde a la afirmación de “me gusta moderadamente”.
- El costo de elaboración del queso Durango es de \$1.98. para 0.45 kilos de producto. El precio sugerido para la venta de esta presentación es de \$2.78, obteniendo un margen de utilidad del 40%.

5. RECOMENDACIONES

- Aumentar el porcentaje de grasa en la leche fluida para poder determinar el efecto que tiene en el aumento del rendimiento y las características sensoriales del queso Durango.
- Se recomienda usar un otro tipo de ingredientes que brinden un mejor sabor al queso Durango que sean complementados con las características de acidez y textura que este presenta, para obtener un mejor producto.
- Realizar un análisis de mercado para evaluar la aceptación de este producto nuevo en el mercado hondureño y determinar la intención de compra.

6. LITERATURA CITADA

Asociación Nacional de Chile para el Comercio de Alimentos Gourmet. 2009. (En línea). Consultado el 6 de septiembre de 2011. Disponible en: http://www.prochile.cl/regiones_pro/archivos/region_IV/documentos/gourmet_usa.pdf

Battro, P. 2010. Quesos Artesanales (en línea). República Argentina, ARG. Consultado el 10 de septiembre de 2011. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=tqUzQ7gz95AC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_atb#v=onepage&q=queso%20durango&f=false

Chiriboga, AA. 2008. Efecto de la adición de estabilizadores en el rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Valle de Yegüiare, HN, Escuela Agrícola Panamericana. 43 p.

Codex Alimentario. 2008. Definición queso madurado (en línea). Consultado el 4 de septiembre de 2011. Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp

Danisco Cultures, FR. 2004. Choozit®: Solutions for cheddar cheese. Paris, FR. (En línea). Consultado el 5 de Septiembre de 2011. Disponible en: http://www.orchard-dairy.co.uk/downloads/ChoozitCheddarBrochure_20022009102841.pdf

Demeter, J. 1971. Elementos de microbiología lactológica. Zaragoza, ES, Editorial Acribia 89 p.

Fox, F. 2004. Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Elsevier Ltd. 52 p. Consultado en línea el 8 de Septiembre de 2011 en: http://books.google.hn/books?id=a95C5Nza5_EC&pg=PA52&dq=fox+et+al&hl=es&ei=DBiyTpaxFsXZ0QGav4nMAQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8&ved=0CFIQ6AEwBw#v=onepage&q=fox%20et%20al&f=false

Gómez A. 2004. Manual de Industrias Lácticas (en línea). Madrid , ES. 234 p. Consultado el 8 de septiembre de 2011. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=xcaN14spLCcC&pg=PA234&dq=lactococcus+lactis+en+el+queso&hl=es&ei=ajJkTuLQE5S5tgfp8f2pCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=lactococcus%20lactis%20en%20el%20queso&f=false

Hutkins R. 2006. Microbiology and Technology of Fermented Foods. (En línea). Consultado el 9 de septiembre de 2011. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=iRcfbUMXPaEC&pg=PA125&dq=almiron+y+roig+2000&hl=es&ei=tvOxTuiwAuTr0gHy2ZjFAQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CDIQ6AEwAjkK#v=onepage&q=roig&f=false

Instituto Valenciano de la Exportación. 2008. (En línea). Consultado el 8 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/63927880/Chile-Gourmet-2008>

Patrick Fox, Timothy Cogan, 2004. Cheese Chemistry, Physics and Microbiology (en línea). Ireland, 137 p. Consultado el 6 de septiembre de 2011. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=a95C5Nza5_EC&pg=PA358&dq=farkye&hl=es&ei=gMSxTq2GHcT00gGnpumdAQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CEcQ6AEwBQ#v=onepage&q=farkye&f=false

HunterLab. 2001. Principios Básicos de medida y percepción de color (en línea). Consultado 5 septiembre 2011. Disponible en: <http://www.hunterlab.com/pdf/color-s.pdf>

Joshi, S, 2007. Microbes: redifined Personality (en línea). New Delhi, IN. 100 p. Consultado el 9 de Septiembre de 2011. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=qoJ6qKUL9VoC&pg=PA100&dq=lactococcus+lactis&hl=es&ei=CFIkTsXGK5Sztweh_e2uCG&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CD8Q6AEwBTge#v=onepage&q=lactococcus%20lactis&f=false

Law, B. 1999. Technology of Cheesemaking, United States, Sheffield Academic Press. 163 p.

López, A., et al. 2004. Biotecnología Alimentaria (en línea). México, MX. 190 p. Consultado el 6 de Septiembre de 2011. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=2ctdvBnTa18C&pg=PA190&dq=efecto+de+lactococcus+lactis+subsp+diacetylactis&hl=es&ei=hdNkTvD1GsKTtwe1072fCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CDYQ6AEwAw#v=onepage&q=efecto%20de%20lactococcus%20lactis%20subsp%20diacetylactis&f=false

McSweeney, P. 2007. Cheese problems solved, England, Woodhead publishing Ltd. 121 p.

Orozco, M. 2004. Mejoramiento de vida de anaquel en queso tradicional rancharo y queso de pasta hilada (en línea). México, MX. Consultado el 4 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014485/014485.pdf>

Osorio L. 2011. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras C.A

Revilla, A. 2009. Tecnología de la leche. 3 ed. Tegucigalpa, HN, Zamorano Academia Press. 50 p.

Santos, A. 1987. Leche y sus Derivados. México DF, MX, Editorial Trillas. 14 p.

Scott, R. 1998. Cheesemaking Practice (en línea). New York, USA. 190 p. Consultado el 5 de Septiembre de 2011. Disponible en:

http://books.google.hn/books?id=2ctdvBnTa18C&pg=PA190&dq=efecto+de+lactococcus+lactis+subsp+diacetylactis&hl=es&ei=hdNkTvD1GsKTtwe1072fCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CDYQ6AEwAw#v=onepage&q=efecto%20de%20lactococcus%20lactis%20subsp%20diacetylactis&f=false

7. ANEXOS

Anexo 1. Formato para evaluación sensorial exploratoria del queso Durango.

Anexo 1. Formato para evaluación sensorial de queso Durango

Muestra XXX:
Nombre: _____ Fecha: _____

Color

<input type="checkbox"/> Me gusta extremadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta mucho	<input type="checkbox"/> Me gusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta levemente	<input type="checkbox"/> N.g/N.d.	<input type="checkbox"/> Me disgusta levemente	<input type="checkbox"/> Me disgusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/> Me disgusta extremadamente
--	---	---	---	--------------------------------------	--	--	--	---

Aroma

<input type="checkbox"/> Me gusta extremadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta mucho	<input type="checkbox"/> Me gusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta levemente	<input type="checkbox"/> N.g/N.d.	<input type="checkbox"/> Me disgusta levemente	<input type="checkbox"/> Me disgusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/> Me disgusta extremadamente
--	---	---	---	--------------------------------------	--	--	--	---

Sabor

<input type="checkbox"/> Me gusta extremadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta mucho	<input type="checkbox"/> Me gusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta levemente	<input type="checkbox"/> N.g/N.d.	<input type="checkbox"/> Me disgusta levemente	<input type="checkbox"/> Me disgusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/> Me disgusta extremadamente
--	---	---	---	--------------------------------------	--	--	--	---

Textura

<input type="checkbox"/> Me gusta extremadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta mucho	<input type="checkbox"/> Me gusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta levemente	<input type="checkbox"/> N.g/N.d.	<input type="checkbox"/> Me disgusta levemente	<input type="checkbox"/> Me disgusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/> Me disgusta extremadamente
--	---	---	---	--------------------------------------	--	--	--	---

Acidez

<input type="checkbox"/> Me gusta extremadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta mucho	<input type="checkbox"/> Me gusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta levemente	<input type="checkbox"/> N.g/N.d.	<input type="checkbox"/> Me disgusta levemente	<input type="checkbox"/> Me disgusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/> Me disgusta extremadamente
--	---	---	---	--------------------------------------	--	--	--	---

Aceptación General

<input type="checkbox"/> Me gusta extremadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta mucho	<input type="checkbox"/> Me gusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me gusta levemente	<input type="checkbox"/> N.g/N.d.	<input type="checkbox"/> Me disgusta levemente	<input type="checkbox"/> Me disgusta moderadamente	<input type="checkbox"/> Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/> Me disgusta extremadamente
--	---	---	---	--------------------------------------	--	--	--	---

Anexo 2. Formato de la hoja de evaluación sensorial para el análisis de preferencia

Nombre:

Sexo: F__ M__ Edad:

Nacionalidad:

Por Favor pruebe las muestras de izquierda a derecha. Encierre en un círculo la muestra de su preferencia

621

148

Por favor explique las razones de su elección: