



**DESARROLLO Y SELECCIÓN DE UNA MEZCLA DE HIDROCOLOIDES COMO
AGENTE TEXTURANTE, EN EL QUESO TIPO GOUDA**

EDUAR ENRIQUE RAMÍREZ CAMARGO

**Tesis de grado para optar al título de
Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos**

**Director
M. Sc. José Uriel Sepúlveda Valencia**

**Codirector
M. Sc. Diego Alonso Restrepo Molina**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
POSGRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
MEDELLÍN
2011**

GRADECIMIENTOS

Sin duda alguna, mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional de Colombia y a la empresa TECNAS S.A, por darme la oportunidad y posibilidad de poder desarrollar este trabajo y esta formación; dándome las herramientas necesarias y su apoyo para el logro de mis objetivos.

Que Dios guarde a cada una las personas que aportaron su grano de arena para la cristalización de este proyecto.

Con gran afecto a la Gerente General de Tecnas S.A., Luz Marina Jaramillo Henao, a la Gerente Técnica, Luz Stella Vanegas Pérez, a la Asistente de Soporte Tecnológico, Bibiana María Jaramillo, a Sandra Adarve Espinosa, Laboratorista de la Fundación INTAL, al Director, Codirector y al Asesor de Estadística Keneth Roy Cabrera, por su dedicación en esta investigación.

DEDICATORIA

Gracias a Dios por permitirme salir cada día adelante, pese a los obstáculos y adversidades de la vida, que con gran esfuerzo he podido superar cada barrera que se me ha presentado.

A mis padres Etelvina Camargo y Marcelino Ramírez, a mis hermanos Victor Ledis, Yaneth, Nancy, y Yuliana, a mi tía Martha Camargo, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida y en el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN	17
2. MARCO REFERENCIAL.....	22
2.1 QUESO	22
2.2 CLASES DE QUESOS	22
2.2.1 Fresco.	22
2.2.2 Semimadurado.....	22
2.2.3 Madurado.....	22
2.2.4 Madurado por mohos..	23
2.3 CLASES DE QUESOS SEGÚN EL CONTENIDO DE GRASA.....	23
2.4 CLASES DE QUESOS SEGÚN EL CONTENIDO DE HUMEDAD	24
2.5 QUESO GOUDA.....	25
2.6 HIDROCOLOIDES.....	27
2.6.1 Hidrocoloides objeto de estudio	29
2.7 ANÁLISIS FÍSICOS	33
2.7.1 Análisis de perfil de textura..	34
2.7.2 Propiedades primarias.	35

	pág.
2.7.3 Propiedades secundarias.....	36
2.7.4 Análisis sensorial.....	37
2.7.5 Pruebas con jueces entrenados.....	38
CAPÍTULO 1.....	39
Resumen	40
Abstract:.....	41
Resumo	42
Introducción	42
Materiales y métodos.....	44
Análisis de perfil de textura (TPA) para los geles de leche.....	46
Elaboración del queso tipo Gouda.....	47
Análisis de perfil de textura para el queso	47
Análisis sensorial	48
Análisis fisicoquímicos	48
Análisis microbiológicos.....	48
Resultados y discusión	49
Análisis de perfil de textura (TPA) para los geles de leche	49
Resultados para las variables acidez y pH del queso tipo Gouda.....	54

	pág.
Resultados para la materia grasa y proteína del queso tipo Gouda.....	56
Resultados para la humedad y actividad acuosa de los quesos.....	58
Resultados para el rendimiento de los diferentes tratamientos.....	60
Comportamiento microbiológico de los diferentes tratamientos.....	61
Resultados para el análisis sensorial	62
Resultados para sabor objetable y sabor amargo.....	62
Resultados para sabor ácido, olor y aroma característico.....	62
Resultados para la característica masticabilidad	63
Resultados para la humedad	64
Resultados para la dureza y elasticidad	64
Resultados para la característica adhesividad y color de la pasta	66
Resultados para el análisis de perfil de textura.....	67
Resultados para la Dureza	67
Resultados para la característica cohesividad	68
Resultado para la característica adhesividad y masticabilidad	69
Resultados para la característica elasticidad	70
Conclusiones y recomendaciones	71
Agradecimientos	73
Bibliografía.....	73

	pág.
CAPÍTULO 2.....	79
Resumen:	80
Abstract:.....	81
Resumo	82
INTRODUCCIÓN	83
Materiales y métodos.....	84
Análisis de perfil de textura para el queso	85
Análisis sensorial	86
Análisis fisicoquímicos	86
Análisis microbiológicos.....	87
Resultados y discusión	87
Rendimiento del queso.....	87
Contenido de sólidos totales	89
Contenido de materia grasa	89
Contenido de proteína.....	91
Comportamiento microbiológico.....	92
Contenido de cenizas.....	92
Cloruro de sodio.....	94

	pág.
Contenido de Calcio	95
Contenido de Fósforo	96
Variable acidez y pH	97
Actividad acuosa (a_w)	98
Resultados de la evaluación sensorial	99
Variable humedad	102
Variable dureza	103
Variable adhesividad (Resortabilidad).....	106
Variable elasticidad	107
Variable cohesividad	109
Variable masticabilidad	110
Conclusiones y recomendaciones	112
Agradecimientos	113
Bibliografía.....	114
BIBLIOGRAFÍA DEL MARCO REFERENCIAL.....	119
ANEXO A: ENVIO DE MANUSCRITOS	124
ANEXO B: RECEPCION DE MANUSCRITOS	134

CONTENIDO DE TABLAS

TABLAS DEL MARCO REFERENCIAL

	pág.
Tabla 1. Contenido de materia grasa de los quesos.....	24
Tabla 2. Contenido de humedad de los quesos.....	25
Tabla 3. Características que debe tener el queso Gouda.....	26

TABLAS CAPITULO 1

	pág.
Tabla 1. Diseño experimental de mezclas de hidrocoloides	45
Tabla 2. Variables de operación del texturómetro.....	47
Tabla 3. Valores promedio de las características de dureza, adhesividad y cohesividad, con y sin sal (NaCl), de los geles de leche seleccionados.....	49
Tabla 4. Análisis de varianza para geles de leche con sal.....	50
Tabla 5. Análisis de varianza para geles de leche sin sal.....	50
Tabla 6. Modelo estadístico para geles de leche caso sin sal	52
Tabla 7. Modelo estadístico para geles de leche caso con sal	53
Tabla 8. Resultados análisis microbiológicos para los quesos	61

TABLAS CAPITULO 2

	pág.
Tabla 1. Variables de operación del texturómetro.....	86
Tabla 2. Resultados análisis microbiológicos para los quesos	92

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURAS CAPÍTULO 1

	pág.
Figura 1. Biplot para combinaciones sin sal.....	52
Figura 2. Biplot para combinaciones con sal	52
Figura 3. Resultados para la variable acidez	55
Figura 4. Resultado para la variable pH.....	56
Figura 5. Contenido de materia grasa.....	58
Figura 6. Contenido de proteína	58
Figura 7. Contenido de humedad comparativa para los diferentes tratamientos del queso tipo Gouda.....	59
Figura 8. Rendimiento de los quesos tipo gouda	61
Figura 9. Resultados para la característica masticabilidad	63
Figura 10. Resultados para la característica humedad.....	64
Figura 11. Resultados de la característica dureza	65
Figura 12. Resultados para la característica elasticidad	66
Figura 13. Resultados para la característica adhesividad.....	67
Figura 14. Resultados para la característica dureza.....	68
Figura 15. Resultados para la característica cohesividad.....	69
Figura 16. Resultados para la característica adhesividad.....	70
Figura 17. Resultados para la característica elasticidad.....	71

FIGURAS CAPÍTULO 2

	pág.
Figura 1. Rendimiento del queso Gouda	88
Figura 2. Contenido de sólidos totales.....	89
Figura 3. Contenido de materia grasa.....	90
Figura 4. Contenido de proteína	91
Figura 5. Contenido de sales minerales.....	93
Figura 6. Porcentaje de cloruro de sodio de los diferentes tratamientos.	94
Figura 7. Contenido de Calcio de los diferentes tratamientos.....	95
Figura 8. Contenido de Fósforo	96
Figura 9. Acidez de los quesos en el tiempo	97
Figura 10. pH de los quesos en el tiempo.....	98
Figura 11. Actividad acuosa de los quesos en el tiempo	99
Figura 12. Comportamiento de sabor acido.....	101
Figura 13. Comportamiento de sabor amargo	101
Figura 14. Humedad para los diferentes tratamientos	103
Figura 15. Dureza por TPA	104
Figura 16. Dureza por evaluación sensorial.....	104
Figura 17. Adhesividad por TPA	107
Figura 18. Adhesividad sensorial.....	107
Figura 19. Elasticidad para TPA	108
Figura 20. Elasticidad sensorial	109

	Pág.
Figura 21. Variable cohesividad por TPA.....	110
Figura 22. Masticabilidad por TPA.....	111
Figura 23. Masticabilidad sensorial.....	112

RESUMEN

Se estudió el efecto de tres (3) hidrocoloides, alginato de sodio, carragenina y gelatina; los cuales fueron mezclados entre ellos, hasta obtener trece (13) combinaciones, de acuerdo con un diseño estadístico de mezclas, con respuesta multivariada. Fueron evaluados en geles de leche al 1%, con y sin adición de 2% de cloruro de sodio, a los cuales, luego de ser preparados, se les realizó un análisis de perfil de textura como criterio para seleccionar el que mejor respuesta presentara, en términos del valor de dureza (más alto), adhesividad y cohesividad (más baja). De acuerdo con esto, se seleccionaron tres (3) mezclas con la siguiente composición: a) 100% carragenina, b) 50% de gelatina y 50% de carragenina y c) 33.33% de alginato de sodio, 33.33% de carragenina y 33.33% de gelatina, que posteriormente, fueron aplicadas en la formulación de un queso tipo Gouda, el cual tuvo una maduración de dos (2) meses; utilizándose estas mezclas en dosis del 0.1% y evaluando el efecto en el comportamiento del queso en el tiempo. Este procedimiento permitió seleccionar la mezcla que mejor se comportó en el sistema, resultando ser la mezcla (a), el cual presentó un rendimiento del 11.51%, mientras que el testigo mostró un rendimiento del 10.79%, con variables fisicoquímicas y sensoriales similares. La mezcla de mejor comportamiento, posteriormente fue involucrada en elaboración del queso tipo Gouda, con el fin de poder determinar entre tres (3) dosis, cual era la de mejor comportamiento. De acuerdo con ello se evaluaron los siguientes tres (3) niveles de uso: 0.05%, 0.1% y 0.15%, contra un testigo que no la contenía. Para las evaluaciones sensoriales

iniciales del queso, se realizó un entrenamiento y selección de los posibles jueces evaluadores del producto objeto de estudio, en la Fundación INTAL. La dosis que mejor comportamiento presentó fue el 0.05%, con un rendimiento del 11.33%, mientras que el testigo mostró un rendimiento de 10.49%. Las características fisicoquímicas y sensoriales del producto, son similares a las del testigo. En los diferentes tratamientos se evidenció una reducción del contenido de sólidos totales (grasa, proteína y Calcio), y un valor más alto de la humedad, comparado con el testigo; estas modificaciones, no alteran el comportamiento microbiológico del producto, ni su apariencia. Los quesos fueron elaborados en los Laboratorios de Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Palabras claves: Geles, hidrocoloides, leche, queso, rendimiento, textura.

ABSTRACT

The effect of three hydrocolloids: sodium alginate, carrageenan and gelatin was studied, they were mixed among them in different proportions until obtaining thirteen (13) combinations, according to a mixtures statistical design of multivariate response. They gums were evaluated in milk gels at 1%, with and without addition of 2% sodium chloride, which, after being prepared, a texture analysis profile was perform on them as a criterion to select the one with the best response in terms of hardness value (the highest), adhesiveness and cohesiveness (the lowest). According to this, three (3) mixtures were selected with the following combination: a) 100% carrageenan, b) 50% gelatin and 50% carrageenan c) 33.33% sodium alginate, 33.33% carrageenan and 33.33% gelatin, which were subsequently used in the formulation of a gouda type cheese, who had a maturity time of two months, applying these mixtures at a dosage of 0.1% and evaluating the behavior of the cheese in time. This procedure allowed to select the mix that best worked in the system, being the one comprised by 100% of carrageenan, who presented a yield of 11.51% compared to control, which showed a yield of 10.79%, with similar physicochemical and sensory variables. The mix with the best performance was subsequently included in the Gouda type cheese, with the purpose of determining the best one among three (3) dosis. According to this, the following three (3) levels of use were evaluated: 0.05%, 0.1% and 0.15%, against a control with no content of the mix. For the first cheese sensory evaluations, it was made a training and selection of potential judges evaluators of the product under study at Intal

Foundation. The dose that showed the best performance was 0.05% with a yield of 11.33% compared with the control which showed a yield of 10.49%. The physicochemical and sensory characteristics of the product were not affected, compared to the control. In the different treatments, it was evidenced a reduction of total solids (fat, protein and calcium), and a higher value of moisture compared with the control. These changes didn't alter the behavior of the microbiology of the product or its appearance. Cheeses were made in the Dairy Laboratories of the Universidad Nacional de Colombia, Medellin.

Keywords: Gels, hydrocolloides, milk, cheese, yields and texture.

1. INTRODUCCIÓN

El queso es un complejo conjunto de elementos como grasa, proteínas, lactosa, sales minerales, y dependiendo de la variedad, puede contener bacterias y levaduras (David, Everett *et al.*, 2008); contiene todos los aminoácidos esenciales y sólo pueden presentar pequeñas variaciones entre ellos; la grasa se dispersa como una emulsión, pero no se distribuye uniformemente, como en la leche; las variaciones en el agrupamiento de los glóbulos de grasa en el queso, dependen de la manipulación y el tratamiento de la leche.

El queso es, esencialmente, la deshidratación y/o concentración de los sólidos totales de la leche; la composición aproximada del queso Gouda es de 41.34% de agua, 28.9% de grasa, 23.5% de proteína y cenizas 4.2% (Messens, Davy *et al.*, 2009) y 2.03 % de cloruro de Sodio (Alewijn, Sliwinski *et al.*, 2005); es una cuajada dulce, elaborada con leche parcialmente desnatada o entera, presenta un color amarillo, cubierto de cera, con suave sabor a nuez y unos ojos brillantes (Smit, Schonfeldt *et al.*, 2001).

Las ventas de queso han mostrado un crecimiento ascendente, principalmente, debido a su uso como ingrediente en varios platos preparados; sin embargo, debido a los altos costos asociados a la producción de quesos frescos y sobre todo, de los madurados, por los largos períodos en las cámaras de maduración y a

su almacenamiento, la industria, busca nuevas alternativas que hagan más económicos y viables estos productos (Ye *et al.*, 2008).

En el año 2009, Colombia produjo 6.540 millones de litros de leche, de los cuales la industria acopió 2.100 millones; los restantes 4.440 se destinan a la producción artesanal de quesos y otros derivados lácteos, teniendo un consumo per cápita de leche de 137 litros al año (El espectador, 2010), y de quesos, cerca del 1.0 kg/año. Según Portafolio (2010), el mercado colombiano de quesos tiene un tamaño de 42.593 toneladas y de \$ 487.505 millones de pesos, año móvil. En el año de 1991 los quesos más vendidos en Colombia, fueron el queso blanco y el quesito, mientras que en 2003 en la composición de las ventas ya se encontraban, además de los quesos frescos (78%), los quesos hilados (11%), los para untar (9%) y los madurados (2%).

Las cifras de FEDEGAN dan cuenta de que en el año 2008 las exportaciones de productos lácteos sumaron US\$ 72 millones, 57% superiores a las registradas en el año 2007, donde participaron la leche en polvo, la líquida y los quesos con el 93%. En materia lechera, para el año 2010, el país espera un crecimiento tanto del consumo interno como externo, producto de la estabilización del mercado nacional e internacional (Corferías, 2009).

El consumo de lácteos, en Colombia, tuvo una caída prolongada, durante el año 2009, a tal punto que ésta, superó el 17% en leche pasteurizada, el 10% de leche

en polvo y el 1,6% en quesos, según la Asociación de Procesadores de Leche (ASOLECHE, 2010).

Los quesos en su proceso de producción requieren un período de maduración para el desarrollo de las características de textura y *flavor* (Everett *and* Auty, 2008); en el caso del tipo Gouda la maduración varía desde uno (1) hasta 20 meses, dependiendo del grado y de las características requeridas, estos aspectos hacen que los quesos madurados tengan un alto costo, asociado a las altas exigencias durante su almacenamiento, otros parámetros como la eficacia y, rentabilidad del queso, están relacionados con factores que influyen en el rendimiento, incluyendo la composición de la leche, cantidad y variantes genéticas, recuento de células somáticas, pasteurización, coagulante utilizado, firmeza de la cuajada al cortar y los parámetros industriales (Fenelon *and* Guinee, 1999). Parámetros como la sinéresis y la retención de humedad, influyen el rendimiento y calidad del queso (Brito, Niklitschek *et al.*, 2002). La reducción en el rendimiento del queso y en su calidad puede conllevar a pérdidas económicas; las cuales son consideradas intolerables, por los productores si se refiere al rendimiento (Zeng, Soryal *et al.*, 2007).

El uso de hidrocoloides como reguladores de las características estructurales y sensoriales de los alimentos es una práctica común en la industria. En los últimos años, una gama de nuevos productos lácteos, cuentan con la funcionabilidad de los estabilizantes, entre ellos los quesos (Shane, Charmian *et al.*, 2006). Con su

uso, se puede determinar y predecir la textura de algunos alimentos y es importante para la mejora de los existentes (Berg, Linden *et al.*, 2006). Muchas veces, se utilizan mezclas de ellos, con el propósito de obtener propiedades apropiadas, bien sea para la elaboración de quesos procesados, análogos, frescos, madurados o semimadurados, etc. (Tan, Ye *et al.*, 2007). Con el fin de obtener formulaciones adecuadas balanceadas, con características similares o mejores comparadas con un queso patrón.

Los hidrocoloides se utilizan para incrementar la dureza en la formación de geles, estabilizar espumas, emulsiones; crear, dispersar y reducir la formación de cristales de hielo (Cernikova, Bunka *et al.*, 2008), se adicionan a los productos alimenticios en cantidades muy pequeñas; por lo general, inferiores al 1.0%; los más utilizados son almidones naturales y modificados, carrageninas, pectinas, goma xantana, y goma garrofin. Los hidrocoloides a base de proteínas incluyen la gelatina, los caseínatos y las proteínas de suero que hacen que el producto terminado cambie de textura dependiendo del tipo de queso y que disminuya su costo (Cernikova, Bunka *et al.*, 2010).

La textura del queso es ampliamente reconocida como un importante atributo de calidad que afecta a la percepción de los consumidores. Por ser una propiedad sensorial compleja, la textura del queso sólo puede medirse directamente, por la evaluación sensorial, con pruebas de esfuerzo. Sin embargo, muchas técnicas instrumentales; es decir, métodos de tensión pequeña (oscilación dinámica) y

grandes (por ejemplo, análisis de perfil de textura, compresión uniaxial y torsión), se utilizan para medir las propiedades físicas de los quesos que están hasta cierto punto, relacionados con las características organolépticas (Truong, Daubert *et al.*, 2002).

El objetivo de este trabajo fue desarrollar y seleccionar una mezcla de hidrocoloides como agente texturante en el queso tipo Gouda, para lo cual se usaron carragenina, gelatina y alginato de sodio solos y sus combinaciones hasta obtener 13 mezclas en diversas proporciones según diseño experimental. La mezcla óptima se obtuvo con miras al rendimiento, y el nivel de uso, de acuerdo con su comportamiento en el tiempo.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 QUESO

Es el producto obtenido por coagulación de la leche, de la crema de leche, de la crema de suero, del suero de mantequilla, o de la mezcla de algunos de estos productos, por acción del cuajo, u otros coagulantes aprobados (Resolución 2310 de 1986, Ministerio de Salud).

2.2 CLASES DE QUESOS

2.2.1 Fresco. Es el producto higienizado sin madurar, que después de su fabricación está listo para el consumo.

2.2.2 Semimadurado. Es el producto higienizado que después de su fabricación, se mantiene un tiempo mínimo de diez (10) días, en condiciones ambientales apropiadas, para que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos característicos de este tipo de queso (Resolución 2310 de 1986, Ministerio de Salud).

2.2.3 Madurado. Es el producto que después de su fabricación, permanece un tiempo determinado, en condiciones ambientales apropiadas, para que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos característicos de este tipo de

quesos. Cuando el queso se elabora a partir de leche higienizada, este tiempo no debe ser menor de veinte (20) días y cuando es elaborado a partir de la leche cruda el tiempo no debe ser menor de treinta (30) días (Resolución 2310 de 1986, Ministerio de Salud).

2.2.4 Madurado por mohos. Es el producto higienizado que después de su fabricación se mantiene un tiempo mínimo de diez (10) días en condiciones ambientales apropiadas, para que se produzcan cambios bioquímicos y físicos de maduración; debidos, principalmente al desarrollo de mohos específicos en su interior, exterior o en ambas partes (Resolución 2310 de 1986, Ministerio de Salud).

2.3 CLASES DE QUESOS SEGÚN EL CONTENIDO DE GRASA

Según el contenido de grasa láctea en el extracto seco, en la Tabla 1, se detallan los niveles de grasa que deben contener los quesos (Resolución 2310 de 1986, Ministerio de Salud); estos se clasifican en:

- Rico en grasa
- Graso
- Semigraso
- Semimagro
- Magro

Tabla 1. Contenido de materia grasa de los quesos

	Rico en grasa	Graso	Semigraso	Semimagro	Magro
Matéria grasa en extracto seco de m/m mínimo.	60	45	20	5.0	0.1

Fuente: Resolución 1804 de 1989, del Ministerio de Salud de Colombia

2.4 CLASES DE QUESOS SEGÚN EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Según el contenido de humedad, sobre muestra representativa tomada a 1.0 cm, por debajo de la corteza, a excepción del queso fundido, los quesos se clasifican en:

- Blando
- Semiblando
- Semiduro
- Duro

En la Tabla 2, se muestran los niveles de humedad que deben contener los quesos (Resolución 2310 de 1986, Ministerio de Salud).

Tabla 2. Contenido de humedad de los quesos

	Blando	Semiblando	Semiduro	Duro
Humedad (%)				
m/m, máximo	80	65	55	40

Fuente: Resolución 1804 de 1989, del Ministerio de Salud de Colombia.

2.5 QUESO GOUDA

Se originó en los países bajos (Holanda). El queso Gouda es una cuajada dulce, elaborado con leche parcialmente desnatada o entera, presenta un color amarillo, puede estar recubierto de cera, con un suave sabor a nuez y unos ojos brillantes en el queso, que se consideran normales (Smit, Schonfeldt *et al.*, 2001).

Es un queso firme / semiduro, madurado, de conformidad con la Norma General para el Queso (Codex 278,1978). El cuerpo tiene un color que varía del casi blanco o marfil, al amarillo claro o amarillo y una textura firme, con pocos a abundantes agujeros ocasionados por el gas, más o menos redondos, de un tamaño variable entre la cabeza de un alfiler hasta una arveja (que llega hasta los 10 mm de diámetro), distribuidos de forma regular, por todo el interior del queso.

En el procedimiento de maduración para desarrollar las características de sabor y cuerpo dura, normalmente, no menos de 3 semanas, a 10° - 17 °C, según el grado de madurez requerido. Pueden utilizarse distintas condiciones de maduración

(incluida la adición de enzimas para potenciar el proceso), siempre que el queso presente unas propiedades físicas, bioquímicas y sensoriales similares a las conseguidas mediante el procedimiento de maduración citado: En la Tabla 3, se detallan las características que debe cumplir este tipo de queso, según el *Codex alimentarius* (Codex 266,1966).

Tabla 3. Características que debe tener el queso Gouda

Componente de leche	Contenido mínimo m/m	Contenido máximo m/m	Nivel de referencia m/m
Grasa láctea en el extracto seco	30%	No restringido	48-55%
Extracto seco	Según el contenido de grasa en el extracto seco, de acuerdo con la tabla siguiente		
	Igual o superior al 30% pero inferior al 40%		48 %
	Igual o superior al 44% pero inferior al 48%		52%
	Igual o superior al 48% pero inferior al 60%		55 %

Fuente: (Codex 266,1966).

2.6 HIDROCOLOIDES

Los hidrocoloides o gomas son, mayoritariamente, hidratos de carbono, compuestos de osas y sus derivados oxidados y condensados (ácidos urónicos, mananos, galactanos, etc.); se encuentran muy difundidos en la naturaleza. Son polímeros de cadenas largas, los cuales se disuelven o dispersan en agua, para dar propiedades viscosantes o gelificantes; también, son usados para dar efectos secundarios, deseables en alimentos como estabilización de emulsiones, suspensión de partículas, control de cristalización e inhibición de sinéresis (Cernikova, Bunka *et al.*, 2010).

En general, presentan alta capacidad de retención de agua y modifican las características reológicas, en distinto grado, según las condiciones de elaboración del gel, como por ejemplo: pH, temperatura, presión, hidratación y fuerza iónica. La mayoría de las gomas son polisacáridos muy complejos, que pueden ser aniónicos o neutros. Existen varios factores que influyen en la viscosidad y las propiedades reológicas de las dispersiones de gomas: la concentración del polímero, su peso molecular medio, las interacciones que tenga con otros y el esfuerzo cortante al que se sujeten. La mayoría de las gomas, se comportan como fluidos pseudoplásticos, cuya característica principal es la reducción de la viscosidad, a medida que aumenta el esfuerzo cortante; esta propiedad, es muy importante en alimentos semifluidos, viscosos, que están sujetos a diferentes manipulaciones mecánicas (Valencia, 1997).

Los hidrocoloides están destinados a cumplir diversas funciones como agentes espesantes y gelificantes, modificadores de cristalización del hielo, agentes de suspensión y de estabilización de las emulsiones, de espumas, entre otras. Estas últimas funciones, suelen reunirse, frecuentemente, bajo la denominación genérica de “estabilizantes”.

La escogencia de uno u otro gelificante, se basa, en gran parte, sobre la textura deseada. Desde el punto de vista reológico, los geles, presentan un comportamiento visco-elástico muy marcado y existe un gran número de métodos para describir y garantizar este comportamiento.

Existen diferentes clases de gomas como las derivadas de semillas, los exudados de plantas y las gomas microbianas. Se han definido dos categorías fundamentales (Alvaré, 1987), gomas naturales y naturales modificadas; las naturales son aquellas que pueden encontrarse en la naturaleza y son obtenidas a partir de extractos de algas (carragenatos, alginatos y agar), semillas de plantas (goma guar, algarrobo o garrofín, tara), exudados de plantas (goma arábica, tragacanto y karaya) y extractos de plantas (pectinas) y las gomas naturales modificadas son las que se obtienen por modificaciones físicas o químicas, de las gomas naturales, como los derivados de la celulosa, pectinas amidadas, gomas obtenidas por fermentación microbiana (xantano y dextrana), alginato de propilenglicol y los almidones modificados (Cristina, 2007).

2.6.1 Hidrocoloides objeto de estudio

2.6.1.1 Las carrageninas. Son un grupo de polisacáridos naturales que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas rojas (*Rhodophyceae*), de los géneros *Chondrus*, *Gigartina*, *Euchema*, *Hypnea* e *Iridaea*. Estos polisacáridos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles, en medios acuosos, a muy bajas concentraciones (Langendorff, Cuvelier *et al.*, 2007), debido a estas excepcionales propiedades funcionales son ampliamente utilizadas como aditivos, en diversas aplicaciones.

Químicamente las carrageninas, son poligalactanos, polímeros lineales de moléculas alternadas de D-galactosa y 3-6-anhidro-D-galactosa, unidas por enlaces α 1-3 y β 1-4. Las moléculas de galactosa y 3, 6 anhidro-D-galactosa, se encuentran, parcialmente, sustituidas, por grupos sulfatos y piruvato, por lo que las carrageninas se encuentran, generalmente, como sales de Sodio, Potasio o Calcio; el contenido y posición de los sustitutos de éster sulfatos, en estas moléculas, dan las diferencias primarias entre los diversos tipos de carrageninas: Kappa I, Kappa II, Iota y lambda (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

Las estructuras de las tres (3) formas principales de carrageninas, sólo difieren en el número de grupos sulfatos del disacárido: la kappa tiene uno (1), la Iota tiene dos (2) y la lambda tiene tres (3) grupos sulfatos. La Iota y kappa-carragenina, en la solución acuosa, sufren un enrollamiento de la hélice, que es dependiente de la

temperatura y, la temperatura de la transición, depende, principalmente, del ambiente iónico; la formación de la hélice, está estrechamente relacionada con la gelación, aunque la relación exacta de los dos eventos, aún, no es entendida (Langendorff, Cuvelier *et al.*, 2007).

Las kappa carrageninas tienen la particularidad de formar geles firmes, con la presencia de iones Potasio, las iota carrageninas, forman geles blandos, éstos están influenciados por la presencia de iones Calcio, las lambda carragenina, no forman geles (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

Las interacciones entre las proteínas de la leche (caseínas) y las kappa e iota carrageninas son atribuidas a las interacciones entre los grupos sulfatos negativos de las carrageninas y la región cargada, positivamente, entre los residuos 97-112 de la kappa caseína, sobre la micela de caseína de la leche (Garnier, Michon *et al.*, 2003); generalmente, el comportamiento de éstas, depende de la temperatura, del pH, de la fuerza iónica, de la concentración, del diámetro de partícula, del contenido de azúcar, de las proteínas de la leche y de la concentración de iones (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

Colombia, desde Enero de 2009 hasta Diciembre del mismo año, importó 242365,63 kg de carragenina para diversas aplicaciones industriales (Quintero Hermanos, 2009).

2.6.1.2 Los alginatos. Los alginatos, son polisacáridos de alto peso molecular, obtenidos a partir de algas marinas carmelitas. Tienen múltiples usos en la industria de los alimentos, que son consecuencia de un comportamiento coloidal excepcional e incluye, sus propiedades como agente espesante, estabilizador, emulsificante, gelificante y de suspensión (Amici, Tetradis-Meris *et al.*, 2007). Los geles que forman los alginatos son de tipo químico, y no son reversibles al calentarlos. Con el empleo de este aditivo, la gelificación química, ocurre a pH 4.0, dando lugar a geles ácidos, suaves y cohesivos. La gelificación, también, puede ocurrir en presencia de iones de calcio provocando geles fuertes y termorreversibles. La fuerza de gel, se incrementa con la concentración y la presencia de iones calcio, pero disminuye, con un pH inferior a 3.6 (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

La adición de Calcio, debe hacerse de forma controlada, para lograr la formación de asociaciones moleculares ordenadas. Esta propiedad hace a los alginatos, únicos, entre todos los agentes gelificantes. El problema, a menudo, encontrado con el uso de alginato de sodio es su incapacidad para disolverse en medios donde existe un nivel de Calcio alto, deficiencia que se puede superar con un agente secuestrante como el ácido cítrico (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

Colombia para diversos usos industriales importó desde Enero de 2009 hasta Diciembre de ese mismo año 45543,5 kg de alginatos, no teniendo presente que tipo de alginato ha sido importado (Quintero Hermanos, 2009).

2.6.1.3 La gelatina. Es una valiosa proteína derivada de subproductos animales. Es un producto purificado, obtenido por la extracción parcial del colágeno contenido en las pieles, tejido conjuntivo y huesos de los animales, siendo la única proteína natural y de importancia comercial, capaz de producir geles termo-reversibles con agua. La gelatina varía en dureza y composición, de acuerdo con el material que ha sido utilizado para su fabricación, el tipo de acondicionamiento y de las condiciones de extracción, ya que estos factores, afectan la distribución molecular de los aminoácidos, obtenidos durante la manufactura (Progel, 2008).

La gelatina es clasificada como una proteína comestible. Está compuesta de una cadena de dieciocho (18) aminoácidos y, el principal componente de los mismos, es la glicina, no contiene triptófano y los niveles de metionina son bajos; por ello, la gelatina es usada en combinación con otros alimentos. Tiene buena afinidad con otros coloides como carragenatos, agares, alginatos y pectinas; además, es compatible con los ácidos, azúcares y polisacáridos. Es insoluble en agua fría, pero es fácilmente soluble, en agua tibia (Progel, 2008).

Los geles de biopolímeros mixtos, de gran interés en sistemas controlados, son mezclas de gelatina con carragenina iota y kappa, siendo poco estudiados, hasta ahora.

La asociación de una proteína con un polisacárido, tiene diferentes rangos de temperatura, en la transición de sol a gel; se ha estudiado el efecto que tiene el

cloruro de sodio sobre las propiedades de gelación de estos componentes (Irod, Fabregue *et al.*, 2000).

Desde Enero de 2009 hasta Diciembre de ese mismo año, Colombia, importó 1230209,69 kg de gelatina, para diversas aplicaciones industriales (Quintero Hermanos, 2009).

2.7 ANÁLISIS FÍSICOS

Tradicionalmente, la textura del queso, ha sido evaluada por mediciones destructivas, sensoriales e instrumentales, como Análisis de Perfil de Textura (TPA) (Park, 2007), la compresión uniaxial y pruebas de punción, se han utilizado ampliamente para evaluar la textura del queso, proporcionando información sobre la deformación, tanto la fractura como las propiedades de los productos (Revilla, González *et al.*, 2009).

La textura, no sólo contribuye a la sensación del queso en la boca, también, puede influir en la percepción del sabor. Una amplia gama de texturas, se pueden lograr en la fabricación del queso, y ésta, en gran medida, puede variar dependiendo de la humedad, la grasa, el contenido de sal, el pH y la degradación de la caseína, que son controlados por el fabricante de queso (Lucey, Johnson *et al.*, 2003). Se sabe que las características de textura del queso se ven afectadas por sus

características estructurales, composición, proceso de elaboración, la proteólisis durante la maduración y la distribución de la grasa (Floury, Camier *et al.*, 2009).

2.7.1 Análisis de perfil de textura. (Friedman, Whitney, y Szczesniak 1963), desarrollaron un texturómetro para la General Foods; esta empresa demostró ser la pionera en el área de los estudios de simulacro, sobre las características de textura de los alimentos y estudios refinados por Bourne en el año 1978, el análisis de perfil de textura de los alimentos, por comprensión uniaxial, se ha mantenido robusta y su método de elección, por los investigadores, al estudiar la textura y propiedades reológicas de los alimentos como el queso (Adhikari, Heymann *et al.*, 2003).

Los parámetros del análisis de perfil de textura (TPA), es decir, la fracturabilidad, la dureza, la adherencia, la cohesión, la elasticidad y la gomosidad, se determinan según lo indicado por Bourne en el año 1978. El estrés y la tensión, se calculan a partir de la fuerza (Truong, Daubert *et al.*, 2002). Las principales propiedades mecánicas como la dureza, la cohesión, la elasticidad y adhesividad fueron seleccionadas por dos ciclos sucesivos de compresión uniaxial del TPA (Floury, Camier *et al.*, 2009).

2.7.2 Propiedades primarias.

2.7.2.1 Dureza. Definición mecánica: fuerza necesaria para alcanzar una determinada deformación.

Definición física: fuerza necesaria para comprimir una sustancia entre los dientes molares (en el caso de los sólidos) o entre la lengua y el paladar (en el caso de los semi-sólidos) (Surmacka, 2002).

2.7.2.2 Cohesión. Definición mecánica: grado en el que un material puede deformarse, antes de que se rompa.

Definición física: grado en que una sustancia es comprimida entre los dientes antes, de que se rompa (Surmacka, 2002).

2.7.2.3 La elasticidad. Definición mecánica: velocidad con la que un material deformado, vuelve a su estado no deformado después que la fuerza de deformación, se retira.

Definición física: grado de restitución de un producto una vez ha sido apretado o comprimido entre los dientes (Surmacka, 2002).

2.7.2.4 Adhesividad. Definición mecánica: es el trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre la superficie de los alimentos y la superficie de los materiales con los que el alimento entra en contacto.

Definición física: la fuerza necesaria para eliminar el material que se adhiere a la boca (generalmente, el paladar), durante el proceso de alimentación normal (Surmacka, 2002).

2.7.3 Propiedades secundarias

2.7.3.1 Fracturabilidad. Definición mecánica: fuerza con la que un material se fractura: es el producto de la dureza, por la cohesión.

Definición física: fuerza con la que una muestra se desmorona, se agrieta, o se rompe (Surmacka, 2002).

2.7.3.2 Masticabilidad. Definición física: energía requerida para masticar un alimento sólido, a un estado listo para tragar: es el producto de la dureza, la cohesión y la elasticidad.

Definición mecánica: longitud de tiempo (en segundos) requerido para masticar la muestra, a una tasa constante de aplicación de la fuerza, para reducirla a una consistencia adecuada para la deglución (Surmacka, 2002).

2.7.3.3 Gomosidad. Definición física: energía necesaria para desintegrar un alimento semi-sólido, a un estado listo para tragar: es el producto de la dureza por la cohesión.

Definición mecánica: espesura que persiste a través de la masticación; la energía necesaria para desintegrar un alimento semi-sólido a un estado listo para la deglución (Surmacka, 2002).

2.7.4 Análisis sensorial. Existen múltiples definiciones sobre lo que es la evaluación sensorial, pero la mayoría de ellas, indican que es el análisis de alimentos u otros materiales, por medio de los sentidos; algunas definiciones específicas como la determinada por la IFT (1981), se refieren a ésta, como una disciplina científica, que se utiliza para provocar, medir, analizar e interpretar las reacciones que se suscitan ante aquellas características de alimentos y materiales que se perciben por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído; todo esto, indica que la evaluación sensorial es una disciplina científica, multifacética, que guarda relación con la psicología, la química, la fisiología y la estadística.

Las mediciones sensoriales pueden ser realizadas por jueces consumidores, cuando el objetivo es medir el nivel de agrado o aceptación de un producto, o por jueces entrenados, cuando se desea caracterizar o hacer una comparación del alimento (Vanegas, 2009).

2.7.5 Pruebas con jueces entrenados. Son evaluaciones de tipo sensorial, realizadas con personas que han recibido un proceso de entrenamiento, bajo normas definidas para este fin; en el caso de Colombia, corresponde a la Norma Técnica Colombiana NTC 4129 y NTC 4130 (Vanegas, 2009).

Un análisis descriptivo cuantitativo fue desarrollado para crear perfiles sensoriales de muestras de queso (Ritvanen, Lampolahti *et al.*, 2005). Se ha evaluado la calidad sensorial del queso Gouda después de 8 y 22 semanas de maduración, por un panel formado por nueve (9) jueces; los parámetros evaluados fueron: el aspecto, el color, el cuerpo, la textura, el aroma, el sabor y la aceptabilidad general, con una escala hedónica de nueve (9) puntos, donde (1 = muy pobre a 9 = excelente), muestras que fueron comparadas con un control, de la misma manera con un queso comercial importado de los países bajos, donde el panel recibió instrucciones para realizar las comparaciones entre las distintas muestras de queso Gouda (Mistry *and* Pulgar , 1996).

CAPÍTULO 1.

Desarrollo de una mezcla de hidrocoloides como agente texturante en el queso tipo Gouda

Development of a hydrocolloids mixture as texturing agent in Gouda cheese

Desenvolvimento de uma mistura de hidrocolóides como agente de textura no queijo tipo Gouda

Eduar E Ramírez Camargo¹, IA; José U Sepúlveda Valencia², AE, M.Sc; Diego A Restrepo Molina³, I.Q, M.Sc; Kenneth R Cabrera Torres⁴ IS, M.Sc.

1 Asistente Innovación y Desarrollo, Tecnas S.A. Cra 50G # 12 sur 29. Itagui, Antioquia, Colombia, E-mail: eramirez@tecnas.com.co, ederaca@yahoo.es

2 José Uriel Sepúlveda Valencia. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Calle 59 A # 63-20, Bloque 52. email: jusepul@unal.edu.co

3 Diego Alonso Restrepo M. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Calle 59 A # 63-20, Bloque 52. email: darestre@bt.unal.edu.co

4 Kenneth Roy Cabrera T. Profesor Asociado, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Calle 59 A # 63-20, Bloque 14. e-mail: krcabrer@unal.edu.co

Este artículo es presentado para el estudio de su publicación por parte de la **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias** (Universidad de Antioquia).

Resumen

En los laboratorios de la empresa Tecnas S.A y con el ánimo de determinar la mejor mezcla entre tres (3) hidrocoloides: alginato de sodio, carragenina y gelatina, se busca proporcionar en geles de leche, la mejor dureza y los menores valores de adhesividad y cohesividad, mediante un análisis de perfil de textura. Los hidrocoloides se evaluaron por medio de un diseño de mezclas de tres (3) componentes. Se aplicaron en una matriz láctea con y sin adición de cloruro de sodio (al 2%), y se dosificaron al 1%, para posteriormente, aplicar las tres (3) mejores mezclas en dosis del 0.1%, en una formulación de queso tipo Gouda, seleccionando la mezcla que mejor se comporte. De acuerdo con lo anterior, se censaron los puntos correspondientes a 100% de los componentes puros, mezclas binarias 50:50 y la mezcla, en iguales proporciones, de los tres (3) compuestos. A las muestras preparadas, se les realizó un TPA, como criterio de selección por dureza de gel (valor más alto), adhesividad y cohesividad más bajas. Los mejores resultados que se obtuvieron son: a) 100% carragenina, b) 50% de gelatina y 50% de carragenina y c) 33.33% de Alginato de sodio, 33.33% de carragenina y 33.33% de gelatina; evidenciando que el 2% de sal utilizado en la preparación de los geles, disminuye la dureza, la adhesividad y la cohesividad. Posteriormente estas mezclas se usaron en la formulación del queso tipo Gouda, realizando un análisis de TPA, sensorial, fisicoquímico y microbiológico. Se selecciono la mezcla que presentó mejor rendimiento y características similares a las de una muestra testigo. Siendo la mejor carragenina al 100%.

Palabras claves: Geles, hidrocoloides, queso, rendimiento, textura

Abstract:

In the laboratories of the company Tecnas SA and with the aim of determining the best mix among three hydrocolloids: sodium alginate, carrageenan and gelatin gels, it is intended to provide in milk gels, the best hardness and the lower values of adhesiveness and cohesiveness through texture profile analysis. Hydrocolloids were evaluated using a mix design of three components. They were applied in a milk matrix with and without the presence of sodium chloride (2%) and were measured at 1%, for the subsequent application the best three mixtures at 0.1% in a formulation of gouda type cheese, selecting the mix that best behaves. According to this, the points corresponding to 100% of the pure components, binary mixtures 50:50 and the mixture at equal proportions of the three (3) compounds were tested. A Texture Profile Analysis (TPA) was performed to the prepared samples as selection criterion by gel hardness (higher value), adhesiveness and cohesiveness (lower values). The best results obtained are: a) 100% carrageenan, b) 50% gelatin and 50% carrageenan c) 33.33% of sodium alginate, 33.33% carrageenan and 33.33% gelatin, showing that 2% of salt used in the gels preparation, decreases the hardness, adhesiveness and cohesiveness, but equally the same behavior continues. Subsequently these mixtures were used in the formulation of gouda type cheese, performing a TPA, sensory, physical-chemical and microbiological analysis. The mixture with the best yields and similar characteristics to the control sample was chosen. 100% carrageenan showed to be the best.

Keyword: Gels, hydrocolloids, cheese, yields, texture.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo, determinar a melhor mistura de três hidrocolóides: Alginato de Sódio, carragenina e gelatina, os quais ao serem aplicados em géis de leite proporcionaram características da melhor dureza, adesividade e coesividade baixa, medidos por meio de um Análise de Perfil de Textura (TPA). Os ensaios foram realizados nos laboratórios de pesquisa da empresa TECNAS S.A, empregando para tal fim, um planejamento experimental de misturas de três componentes que foram aplicados num produto lácteo com e sem cloreto de sódio (2%). A dose inicial foi de 1% e seguidamente aplicaram-se as três melhores misturas na dose de 0,1% em uma formulação de queijo tipo gouda, selecionando a mistura com o melhor comportamento. De acordo com o anterior avaliaram-se os pontos correspondentes a 100% dos componentes puros, misturas binárias 50:50 e misturas em proporções similares dos três compostos. Foi realizado o TPA nas amostras preparadas, obtendo a seleção das três misturas que apresentaram o melhor comportamento em função da dureza do gel (o maior valor), adesividade e coesividade mais baixas. Os melhores resultados foram: a) 100% carragenina, b) 50% gelatina e 50% carragenina e c) 33,33% alginato de sódio, 33,33% carragenina e 33,33% gelatina; mostrando que o 2% do sal utilizado na preparação dos géis diminuiu a dureza, a adesividade e a coesividade. Posteriormente estas misturas foram utilizadas na formulação de um queijo tipo gouda, o qual foi avaliado por meio do TPA, análise sensorial, físico-químico e microbiológico. Com estas análises obtiveram os critérios para a seleção da mistura com o melhor rendimento (100% de carragenina) e características similares de um padrão que foi desenvolvido ao mesmo tempo.

Palavras-chave: Geles, hidrocolóides, queijo, rendimento, textura.

Introducción

Las proteínas y polisacáridos se utilizan por sus propiedades funcionales (gelificantes, estabilizantes y espesantes) (Cernikova, Bunka *et al.*, 2010). En productos alimenticios desempeñan un papel importante en la creación de la estructura final que influye en la textura y la estabilidad del producto (Michona, Vigouroux *et al.*, 1999); son los principales responsables de las propiedades funcionales de alimentos procesados y de su calidad textural (Linus, Ganesan *et al.*, 2003). La carragenina, el alginato y la gelatina, a menudo, se añaden a los productos lácteos para estabilizar su estructura, mejorar la viscosidad y modificar su textura; actúan, sinérgicamente, con las proteínas de la leche (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

Los alginatos están compuestos por dos unidades de ácido β -D-manurónico y su epímero ácido α -L galurónico (Amici, Tetradis-Meris *et al.*, 2007)., las cuales interactúan con el agua proporcionando espesamiento, estabilización, emulsificación y geles; los que suelen ser suaves, cohesivos, fuertes y termorreversibles, en presencia de iones Calcio. La fuerza de gel, se incrementa con la concentración de iones Calcio (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

Las carrageninas son un grupo de polisacáridos que tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles, en medios acuosos, a muy bajas concentraciones (Langendorff, Cuvelier *et al.*, 2007). Por estas propiedades funcionales son ampliamente utilizadas como aditivos. Su reactividad con la leche, se atribuye, principalmente, a las interacciones específicas entre *k*-carragenina y las proteínas lácteas (C, D *et al.*, 2004). Químicamente, son poligalactanos, polímeros lineales de moléculas alternadas de D-galactosa y 3-6-anhidro-D-galactosa, unidas por enlaces α 1-3 y β 1-4. Las moléculas de galactosa y 3-6 anhidro-D-galactosa, se encuentran parcialmente sustituidas

por grupos sulfatos y piruvato, como sales de sodio, potasio o calcio; el contenido y posición de los éster sulfatos, en estas moléculas, dan las diferencias primarias entre los diversos tipos de carrageninas: Kappa I, Kappa II, Iota y lambda (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

La gelatina es una proteína animal, capaz de producir geles termo-reversibles, tiene buena afinidad con otros coloides como carragenatos y alginatos (Progel, 2008); debido a su funcionabilidad, proporciona características excepcionales de textura, que no son fácilmente sustituibles por otros polisacáridos (Farah *and* Nazlin, 2006).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la adición de un estabilizante sobre la característica de textura y sensoriales de un queso tipo Gouda, para lo cual se evaluaron carragenina kappa, gelatina y alginato de sodio en forma individual y sus mezclas, en una matriz láctea, con formación de gel. Seleccionando las mezclas que mejor comportamiento presenten en cuanto rendimiento, (TPA) y sensorial, para luego ser aplicados en la formulación del queso.

Materiales y métodos

Para este estudio se partió de tres (3) agentes de textura, gelatina, carragenina kappa y alginato de sodio; con el objetivo de obtener combinaciones óptimas, se procedió a utilizar un diseño estadístico de mezclas con respuesta multivariada. Se obtuvieron, trece (13) combinaciones como se aprecia en la Tabla 1, y se determinó realizar tres (3) réplicas para cada combinación, teniendo en cuenta una potencia del 80% para las variables más críticas, por lo tanto, se realizaron en total, 39 corridas experimentales.

Tabla 1. Diseño experimental de mezclas de hidrocoloides

Tratamiento	Alginato de sodio	Gelatina	Carragenina
1	1.0	0.0	0.0
2	0.0	1.0	0.0
3	0.0	0.0	1.0
4	0.25	0.25	0.50
5	0.25	0.50	0.25
6	0.5	0.25	0.25
7	0.33	0.33	0.33
8	0.0	0.5	0.5
9	0.5	0.0	0.5
10	0.5	0.5	0.0
11	0.66	0.0	0.33
12	0.33	0.66	0.0
13	0.0	0.33	0.66

Después de aleatorizar, el orden, se realizó de las siguiente manera: cada corrida: se prepararon geles en leche al 1%, de cada uno de los tratamientos; las mezclas de hidrocoloides, se adicionaron a la leche, cuando había alcanzado 35 ± 1 °C y utilizando un moto-agitador digital de hélice marca IKA RW20 de 2500 rpm, como accesorio el agitador R 137 *Paddle stirrer*; para dispersar la mezcla de hidrocoloides, con una agitación de 1000 rpm por 5 minutos, se continuó con el calentamiento en un baño maría marca C.I. TALSA Ref. KG-165, pasteurizando a $72^{\circ}\text{C} \pm 1$ durante 1.0 min, seguido de un enfriamiento a 35 ± 1 °C y regulado a esta temperatura, en una estufa marca Dies, por un período de 35 minutos pero

sin agitación, buscando simular el proceso de elaboración del queso; pasado este tiempo, las muestras, se envasaron en contenedores de icopor de 130 mL y con un peso de 110 g, siendo almacenadas por 24 horas, a una temperatura de 9 ± 1 °C. Después de este proceso, se midieron las variables respuestas que son: Dureza (*hardenes*), adhesividad (*adhesiveness*) y cohesividad (*Cohesiveness*).

El software utilizado para el análisis estadístico de los geles de leche es el R, *R Develomenp core* (2010) R: *A lenguaje and environment for statistical computing. R foundation for Statistical computing, Vienna, Austria*. ISBN 3-900051-07-0. Debido a que, simultáneamente, se requiere optimizar varias variables, se procedió a realizar el análisis, mediante componentes principales de las variables respuesta.

En particular, se utilizaron variables respuesta de interés: dureza, adhesividad y cohesividad. El gráfico biplot de componentes principales, muestra la manera en que se comporta las tres variables simultaneamente en una proyección bidimensional (2D) a lo largo de máxima variación (componente principal uno). Las mezclas en este plano se ordenan de tal manera que se puede seleccionar las combinaciones candidatas.

Los datos para las variables respuesta del queso, se llevaron a un Análisis de Varianza ANOVA, aplicando el método LSD (mínimas diferencias significativas) como método de comparaciones múltiples, con un nivel de significancia del 95% ($\alpha=0.05$), en el paquete estadístico Statgraphics 5.0, perteneciente a la empresa TECNAS S.A

Análisis de perfil de textura (TPA) para los geles de leche

A cada uno de los geles preparados, se les realizó un análisis de perfil de textura, en un texturómetro (TA-XT2), con las siguientes condiciones de ensayo: con un

plato de 100 mm de diámetro y una compresión uniaxial y un porcentaje de compresión del 70% (Ciro, Osorio *et al.*, 2007). Las variables de operación del texturómetro, se aprecian en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables de operación del texturómetro

Prueba	Distancia mm	Vel. Pre Ensayo (mm/s)	Vel. Ensayo (mm/s)	Vel. Post Ensayo (mm/s)	Puntos por segundo (PPS)
TPA	21	2	1	2	10

Fuente: (Ciro, Osorio *et al.*, 2007).

Elaboración del queso tipo Gouda

El proceso de elaboración del queso tipo Gouda se realizó según el procedimiento descrito por Robinson *and* Wilbey, (2002), tanto para el queso con y sin adición del hidrocoloide; el queso fue almacenado en una cámara de maduración, con una humedad relativa del 85% y una temperatura de 12°C (Alewijn, Sliwinski *et al.*, 2005), por 60 días, en el Laboratorio de Productos Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, y utilizando una leche que contenía 11.5% de sólidos totales (3.2% de materia grasa y 3.5% de proteína) y 0.14% de acidez, expresada como ácido láctico.

Análisis de perfil de textura para el queso

Para los tiempos de maduración del queso 15, 30, 45, y 60 días, se realizó un análisis de perfil de textura, en un texturómetro TA XT2 PLUS (*Stable micro systems*), en un cilindro de queso, de 2 cm de diámetro y 3 cm de altura (Cinthia, Souza *et al.*, 2009), con un plato de 100 mm de diámetro, con una compresión uniaxial y un porcentaje de compresión del 70% (Ciro, Osorio *et al.*, 2007), Las variables de operación del texturómetro, se aprecian en la Tabla 2.

Análisis sensorial

La evaluación sensorial del queso tipo Gouda fue realizada por un panel sensorial entrenado, de nueve (9) jueces en la Fundación INTAL, bajo la Norma Técnica Colombiana NTC 5328 de 2004, escala de respuesta cuantitativa y NTC 3932 de 1996 identificación y selección de descriptores, para establecer un perfil sensorial por aproximación multidimensional; para la ejecución de esta prueba, previamente fueron escogidos los siguientes descriptores sensoriales: color de la pasta del queso, olor/aroma característico, dureza, humedad, elasticidad, adhesividad, masticabilidad, sabor ácido, granulosidad, sabor amargo y sabor objetable y fueron calificados en una escala de intensidad de 7 puntos. Donde: 0 (ausente), 1 y 2 (leve), 3 (media-baja), 4 (media), 5 (media-alta), 6 y 7 (intenso).

Análisis fisicoquímicos

La cuantificación de la grasa por el método de *Gerber* (Norma B-3. FIL-IDF 5A: 1969; la proteína total por el método de *Kjeldahl*, basado en la NTC 4657; la humedad por termo-gravimetría, a 103°C, basado en la norma ISO 6496; pH método electrométrico, realizado con un pH-metro marca *Schott*, modelo Handylab pH11, equipado con electrodo de vidrio *Bluline 14pH meter handylab pH11* (Cernikova, Bunkaa *et al.*, 2008); la actividad acuosa (a_w) se determinó en un Aqualab 3TE (Mandl, Hartel *et al.*, 2009), macerando la muestra de queso y, luego, realizando la medición, directa en este equipo, a una temperatura de 25°C (Arimi, Duggan *et al.*, 2010), la acidez de la leche fue determinada siguiendo el procedimiento descrito por la norma UNE 34.100 de 1987.

Análisis microbiológicos

La determinación de coliformes totales basado en el método horizontal para el recuento de coliformes totales, técnica NMP, basada en la norma ISO 4831 de

Julio 1999. Número más probable de *coliformes fecales*, método horizontal para coli presuntivo, basado en la norma ISO 7251 de septiembre de 1994. Recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo, método horizontal de recuento *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo (CPS), técnica del recuento de colonias, basado en la norma ISO 6888-1 del año 1999. Detección de *Salmonella* basado en la norma ISO 6579, de Diciembre 1993. Pre- enriquecimiento, aislamiento y confirmación de colonias.

Resultados y discusión

Análisis de perfil de textura (TPA) para los geles de leche

En la Tabla 3, se presentan los promedios del análisis estadístico que correspondió a los valores arrojados por las variables dureza, adhesividad y cohesividad en los diferentes tratamientos. Las tres (3) mezclas seleccionadas mediante un análisis estadístico, en el programa R; en las Tablas 4 y 5, se aprecian los análisis de varianza para los geles de leche con y sin a adición de sal.

Tabla 3. Valores promedio de las características de dureza, adhesividad y cohesividad, con y sin sal (NaCl), de los geles de leche seleccionados

Tratamiento	Promedios sin adición de sal			Promedios con adición de sal		
	A*	B*	C*	A*	B*	C*
Carragenina (100%)	6871.2	-104.86	0.0377	1714.	-57.90	0.03
Carragenina (50%): Gelatina (50%)	2941.7	-115.95	0.0373	717.8	-305.09	0.07

A*Dureza, B*Adhesividad y C*Cohesividad

Tabla 3. (Continuación)

Tratamiento	Promedios sin adición de sal			Promedios con adición de sal		
	A*	B*	C*	A*	B*	C*
Carragenina (33.33%)	1772.3	-223.06	0.0433	352.1	-315.54	0.14
Gelatina (33.33%)						

A*Dureza, B*Adhesividad y C*Cohesividad

Tabla 4. Análisis de varianza para geles de leche con sal

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Alginato de sodio	1	0.003	0.0027	0.0019	0.9651
Gelatina	1	3.193	3.193	2.2653	0.1415
Carragenina	1	5.804	5.804	4.1178	0.0503
Alginato de sodio: Carragenina	1	9.809	9.808	6.9589	0.0124
Gelatina : Carragenina	1	7.720	7.720	5.4772	0.0225*
Residuales	34	47.925	1.409		

Grados de significancia: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabla 5. Análisis de varianza para geles de leche sin sal

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Alginato de sodio	1	0.022	0.0222	0.0118	0.9142

Tabla 5. (Continuación)

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Gelatina	1	2.338	2.3375	1.2405	0.2729
Carragenina	1	2.919	2.9190	1.2405	0.2729
Alginato de sodio : gelatina	1	8.156	8.1562	4.3285	0.0448
Residuales	34	65.950	1.8843		

Grado de significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1

La inspección de las Tablas 6 y 7, permite seleccionar los tratamientos carragenina (100%); carragenina (50%): gelatina (50%); alginato de sodio (33.33%): carragenina kappa (33.33%) y gelatina (33.33%), como los que presentaron diferencia estadísticamente significativa, los valores que caracterizan la dureza, la adhesividad, y la cohesividad, respecto de los demás tratamientos, señalando que con la adición de cloruro de sodio al 2%, se disminuyen estos valores, no obstante, mantenerse la diferencia; en las Figuras 1 y 2, se aprecian las graficas biplot de componentes principales, con y sin adición de sal.

El modelo estadístico muestra la combinación alginato y carragenina como la combinación que presenta el mayor valor de la componente principal 1 de las tres (3) variables respuesta, simultáneamente (tiene el mayor coeficiente), en las Tablas 6 y 7, se muestran los modelos estadísticos para los geles de leche con y sin adición de sal.

Figura 1. Biplot para combinaciones sin sal

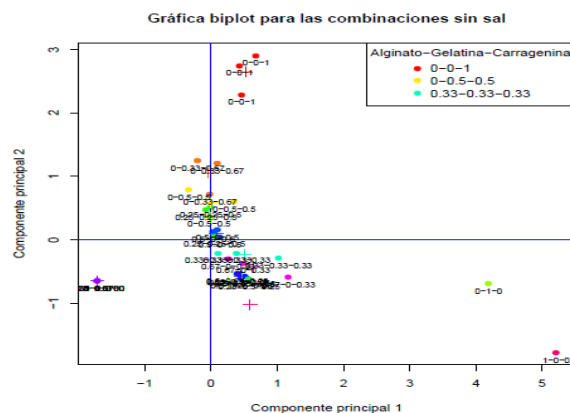


Figura 2. Biplot para combinaciones con sal

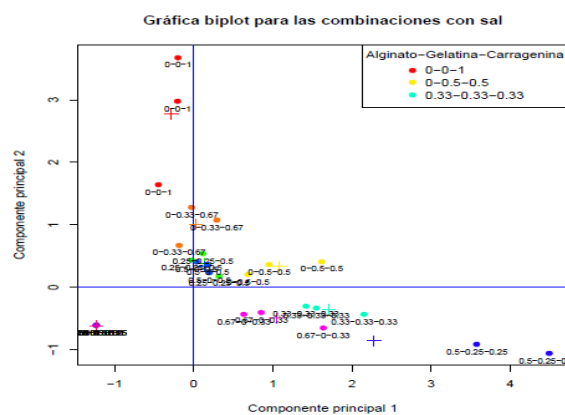


Tabla 6. Modelo estadístico para geles de leche caso sin sal

Componentes	Desviación estándar	Error t	value	Pr(> t)
Alginato de sodio	-0.8552	0.6048	-1.414	0.16643
Gelatina	-1.2918	0.5419	-2384	0.02286*
Carragenina	-0.5979	0.6614	-0.904	0.37324
Alginato de sodio:	7.227	2.5968	2.783	0.00873**
carragenina				
Gelatina:				
carragenina	6.0774	2.5968	2.340	0.02527*

Tabla 7. Modelo estadístico para geles de leche caso con sal

Coeficientes		Desviación estándar	Error t	value	Pr(> t)
Alginato	de	0.6862	0.6214	1.104	0.2770
sodio					
Gelatina		0.1175	0.6956	0.169	0.8669
Carragenina		0.4795	0.5586	0.858	0.3965
Alginato	de				
sodio:		-6.2336	2.9962	-2.081	0.0449
carragenina					

Grado de significancia: 0^{****} 0.001^{***} 0.01^{**} 0.05^{*} 0.1['] 1

Error residual estándar: 1.373 sobre 35 grados de libertad

Estas interacciones son debidas a la afinidad química o sinergia que tienen los hidrocoloides y su efecto se ve potenciado por la reactividad química con las proteínas de la leche. Los polisacáridos, a menudo, se añaden a los productos lácteos para estabilizar su estructura, mejorar la viscosidad y alterar sus características texturales y por su formación de gel. Las carrageninas forman geles elásticos y cohesivos (Thrimawithana, Young *et al.*, 2010). Las interacciones de éstas, con las micelas de la caseína de la leche, dependen, de la densidad de carga de las carrageninas; cuando la distancia es inferior a 0.4 nm entre los grupos sulfatos, se incrementa, eficientemente. La disminución de la fuerza de gel está asociada a la adición de cloruro de sodio, debido a una competencia por el agua libre disponible en el sistema, con el uso de hidrocoloides, de esta manera, queda menos agua para hidratación, por tanto, su gelificación, disminuye (Thrimawithana, Young *et al.*, 2010). De igual forma, un descenso en el pH, afecta la capacidad de hidratación y la formación del gel (Lakemonda *and* van Vliet, 2008).

La gelatina tiene la particularidad de ejercer sinergia con otros polisacáridos como: goma guar, carrageninas, alginatos, entre otros (Li Yuet Hee, Jacquot *et al.*, 2009), debido a una interacción en las moléculas que la conforman, pero ella forma geles que son termorreversibles por debajo de los 40°C (Fitzsimons, Mulvihill *et al.*, 2008), por ende, no es escogida como un solo componente, que pueda ser aplicado en el queso; las interacciones asociativas que se presentan, típicamente, entre los polisacáridos cargados negativamente y las proteínas con carga positiva, son por atracción electrostática, resultan, a menudo, en complejos que pueden causar separaciones de fases y debilitar la fuerza de gel (De Jong, Klok *et al.*, 2009). Aunque el contenido de grasa y proteínas pueden modificar la formación de gel (Mateo, Everard *et al.*, 2009), estos parámetros, se mantuvieron constantes.

En los sistemas de formación de gel, el equilibrio entre la separación de fases y el proceso de gelificación, determina su estructura y propiedades mecánicas. En general, la concentración relativa de una mezcla de biopolímeros es crucial para el proceso de gelificación. El aumento de la concentración de polímero puede mejorar el proceso de gelificación, ya que las macromoléculas al acercarse unas a otras, facilitan la formación de agregados y contribuyen al fortalecimiento de la estructura (Picone *and* Cunha, 2010).

Resultados para las variables acidez y pH del queso tipo Gouda

Los diferentes tratamientos de hidrocoloides, no generaron cambios en la acidez de los quesos, éstos, permanecieron constantes, no existiendo diferencia estadísticamente significativa, entre ellos. Presentaron un promedio de acidez de 0.575%, expresado como ácido láctico; una desviación estándar de 0.2. El queso sin adición de hidrocoloide, presentó el valor más bajo de acidez 0.41% y donde se adicionó la mezcla (b) y (c), presentó un valor de 0.705%, como se puede apreciar en la Figura 3. El pH estuvo en un promedio de 5.11, como se aprecia en la Figura 4; entre el testigo y el tratamiento en donde se adicionó el 100% de

carragenina; existió diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$), entre el testigo y los demás tratamientos, de igual forma con la mezcla compuesta por los tres (3) hidrocoloides. Estos datos coinciden con lo argumentado por (Everett *and* Auty, 2008), quienes afirman que el pH de la mayoría de los quesos está en el intervalo 4.6 – 6.0, dependiendo del tipo de queso, variable que está directamente relacionada con la acidez; a medida que pasa el tiempo de maduración, el pH desciende y su acidez se va incrementando (Leuven, Caelenberg *et al.*, 2008); estas dos (2) variables son afectadas por el contenido de lactosa, que en el proceso de maduración se va transformando en ácido láctico, por las bacterias ácido lácticas (B, Trujillo *et al.*, 2007), *Lactococcus lactis ssp lactis* y/o *Lactococcus lactis ssp cremoris* (Van Hoorde, Verstraete *et al.*, 2008) y *Streptococcus thermophilus* correspondientes a las utilizadas en la fabricación del queso. El valor de pH más alto, en el testigo, puede ser debido a la disolución del fosfato de calcio amorfo, que se completa alrededor de un pH de 5.2 (Watkinson, Coker *et al.*, 2001).

Figura 3. Resultados para la variable acidez

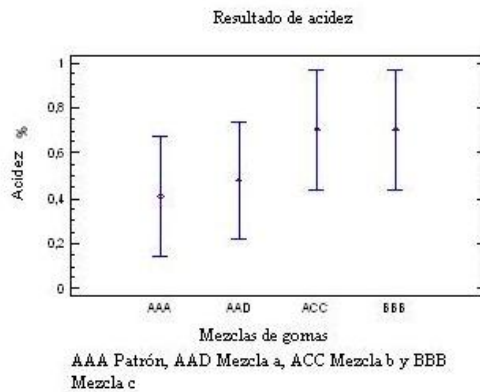
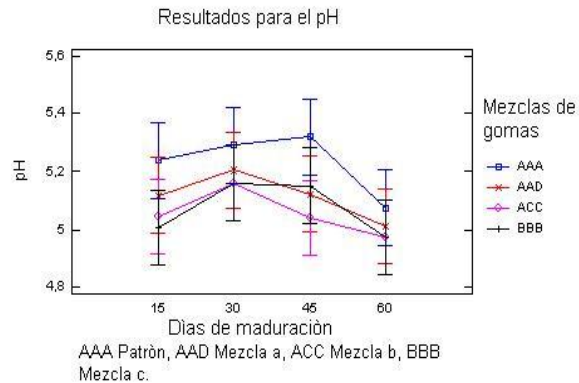


Figura 4. Resultado para la variable pH



Resultados para la materia grasa y proteína del queso tipo Gouda

La grasa estuvo en un promedio de 23.55%, con una desviación estándar de 0.59 y un coeficiente de variación de 2.52%; el valor de grasa más alto, lo reportó el queso sin adición del hidrocoloide, y el más bajo, por la adición de 100% de carragenina, existiendo diferencia estadísticamente significativa entre ellos ($P < 0.05$); para la adición de carragenina con los demás tratamientos también, presentaron diferencias estadística significativas ($P < 0.05$); en la Figura 5, se puede apreciar que el contenido de materia grasa, con estos valores, corresponde a un queso semigraso (Resolución 1804 de 1989 del Ministerio de Salud), estando por debajo de lo reportado por (Alewijn, Sliwinski *et al.*, 2005), ilustrando un 28.9% de grasa, el bajo contenido de grasa del queso, por la adición de la carragenina, está asociado a los altos niveles de humedad que éste ejerce, sobre esta matriz alimenticia y a la interacción de la carragenina con las proteínas lácteas (Langendorff, Cuvelier *et al.*, 2007). Los quesos con alto contenido de materia seca, presentan un rendimiento menor, con un nivel más alto en proteínas y grasa, y los que tienen un bajo porcentaje de materia seca, poseen un nivel más alto en humedad y mayor rendimiento (Floury, Camier *et al.*, 2009), los quesos que tienen altos valores de humedad, tienen bajos contenidos de proteínas y grasas.

El porcentaje de proteína estuvo en un promedio de 20.19%, presentando una desviación estándar de 1.21, un coeficiente de variación de 6.02; entre los diferentes tratamientos, existió diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$). El nivel más bajo, de proteína está dado por el tratamiento en donde se adicionó 100% de carragenina, con un porcentaje de 18.61%, y el valor más alto, por el tratamiento sin adición del hidrocoloide, con 21.58%, como se aprecia en la Figura 6. El proceso de elaboración del queso implica la concentración de los sólidos de leche, por coagulación, con posterior desuerado; en este proceso, se retienen la gran mayoría de sólidos como grasa, proteína, sales minerales, y lactosa (Dimitreli *and* Thomareis, 2007), atribuido a factores de proceso del producto, como incremento de temperatura, puede que solubilizan, en el suero, algunos componentes como grasa y proteína, no siendo retenidos y emulsificados por la carragenina.

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Gómez *and* Zapata (2003) quienes determinaron diferencias estadística significativas entre el testigo y la aplicación de carrageninas, en distintos niveles, en un queso fresco campesino; los hidrocoloides, evitan la separación de la grasa, proteína y agua en la leche, además de impartir suavidad. Después de la formación de la cuajada, los hidrocoloides, ayudan a resistir la degradación y a la formación de una cuajada fuerte, en soluciones que contienen sales de potasio, diferencia que se explica con la alta reactividad de las carrageninas, con las proteínas de la leche (Harrington, Foegeding *et al.*, 2009), producida por la fuerte interacción entre los grupos sulfatos de la carragenina con la caseína, proteína principal de la leche, al existir, ésta permite que no haya pérdidas de tantos finos, a través del lactosuero (Gómez *and* Zapata, 2003).

Figura 5. Contenido de materia grasa

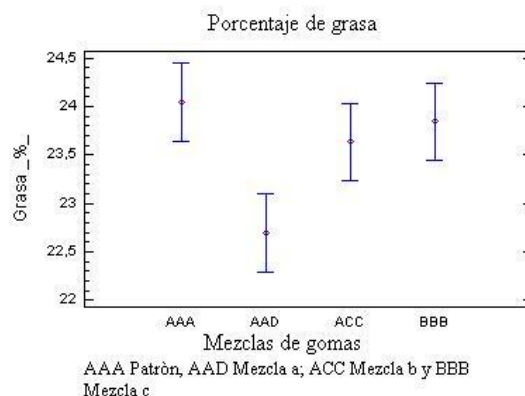
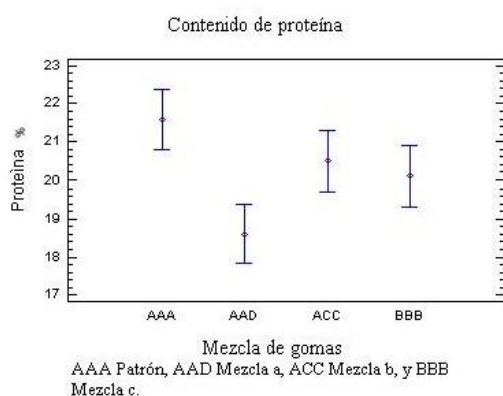


Figura 6. Contenido de proteína

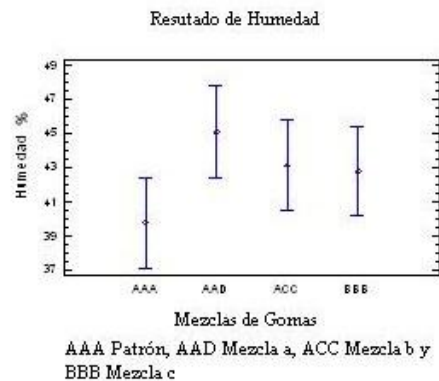


Resultados para la humedad y actividad acuosa de los quesos

La humedad de los diferentes tratamientos está en un promedio del 42.69%, no existiendo diferencias estadísticamente significativas, entre ellos; una desviación estándar de 2.50 y un coeficiente de variación de 5.86%. El tratamiento que presentó el valor más alto de humedad es aquel en donde se adicionó el 100% de carragenina; en la Figura 7, se pueden apreciar los contenidos de humedad; este tratamiento, presentó un promedio de humedad del 45.08%, y el valor más bajo, un promedio de 39.73%, dado por el tratamiento sin adición del hidrocoloide, con estos valores, se determina como un queso semiduro (Resolución 1804, 1989 del Ministerio de Salud). El tratamiento (a) es el que exhibió mayor humedad, debido, posiblemente, a que la capacidad de retención de agua del hidrocoloide (Vanegas,

2009), carragenina 100% pura, es mayor que la usada en los restantes tratamientos. Se trata de un efecto conexo al de modificación de la textura que, a la vez, incide en las variables proteína y, probablemente, cenizas y grasa, ya que el efecto global es de retener los sólidos del queso (Floury, Camier *et al.*, 2009).

Figura 7. Contenido de humedad comparativa para los diferentes tratamientos del queso tipo Gouda



La cantidad de hidrocoloide adicionado, no alcanza a modificar estas características fundamentales, que sirven de direccionamiento para la clasificación de los quesos, según el Ministerio de la Salud, pero se intuye que la inclusión de niveles más elevados, podría afectar, en forma importante, esta clasificación, ubicando en renglones diferentes, la misma matriz láctea. Es posible que la interacción que existe entre las K-caseínas de la leche y los grupos sulfatos de las carrageninas, tengan un mayor efecto que el que pueden proporcionar las otras mezclas (S., Abu-Ghoush *et al.*, 2009), en donde, bien es cierto, se mejora la textura, puede existir un efecto antagónico, referido a la capacidad de retención de agua, por involucrar otras proteínas colagénicas o del mismo Alginato (Hee, Muriel *et al.*, 2008).

La afinidad entre las proteínas de la leche (caseínas) y las kappa e iota carrageninas, son atribuidas a las interacciones entre los grupos sulfatos

negativos de las carrageninas y la región cargada positivamente, entre los residuos 97-112 de la kappa caseína, sobre la micela de caseína de la leche (Garnier, Michon *et al.*, 2003).

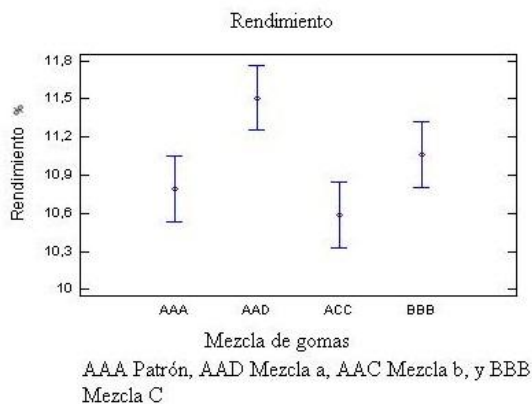
El promedio de la actividad acuosa estuvo en 0.9686. No existieron diferencias estadística significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos; la mayor parte del agua libre de los quesos está en forma disponible; estos valores coinciden con lo expuesto por Mandl, Hartel *et al.*, (2009) quienes reportan actividades acuosas en valores de 0.97; Pantaleao, Pintado *et al.*, (2007), reporta que, generalmente, los quesos semiduros, alcanzan valores altos de actividad de agua; es un parámetro importante que influye en los análisis microbiológicos y en la bioquímica. Durante el proceso de maduración de los quesos, el conocimiento de este parámetro es importante para el control del proceso de maduración y de las propiedades organolépticas; la actividad de agua no es uniforme, ni constante, en toda la masa del queso, debido a ingredientes como agua, sal y a los fenómenos de proteólisis que ocurren en él (Saurel, Pajonk *et al.*, 2004).

Resultados para el rendimiento de los diferentes tratamientos

Los valores promedio para el rendimiento de los diferentes tratamientos, estuvieron en 10.98%, con una desviación estándar de 0.39 y un coeficiente de variación de 3.60%; los tratamientos que presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) son el testigo con la mezcla (a), este generó un rendimiento del 11.51%, seguido por la mezcla (c) con 11.06%; el testigo y la mezcla (b) presentaron rendimientos muy similares, tal como se puede apreciar en la Figura 8. Según (Langendorff, Cuvelier *et al.*, 2007), este factor es asociado a que los polisacáridos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles en medios acuosos a muy bajas concentraciones, debido a una interacción entre los OH^- del agua, y el hidrocoloide que se caracteriza por su dispersibilidad en agua fría o caliente.

Los hidrocoloides son utilizados en alimentos como agentes espesantes, estabilizantes y gelificantes, como consecuencia de su capacidad de cambiar las propiedades reológicas del solvente. El cambio de la viscosidad ocurre como consecuencia del alto peso molecular, su naturaleza polimérica y las interacciones entre cadenas de polímero cuando son disueltos o dispersados (Pérez, 2009).

Figura 8. Rendimiento de los quesos tipo gouda



Comportamiento microbiológico de los diferentes tratamientos

Todos los tratamientos cumplen con lo estipulado en la Resolución 1804 de 1989, del Ministerio de Salud, para el queso madurado, como se aprecia en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados análisis microbiológicos para los quesos

Recuento	Resultado
NMP coliformes fecales/g.	< 3.0
Recuento de <i>Staphilococcus aureus</i> coagulasa positiva/g.	< 100
Salmonella en 25 g.	Ausente

Resultados para el análisis sensorial

Resultados para sabor objetable y sabor amargo

Las aplicaciones de las mezclas de hidrocoloides seleccionadas, no presentan diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$), a medida que va pasando el tiempo, los jueces, van calificando el producto objeto de estudio, como más intenso en esta variable. Pero, sí existen diferencias estadísticamente significativas, entre los días de maduración, desde el día 15 hasta el día 60. (Leuven, Caelenberg *et al.*, 2008), encontraron que en el proceso de maduración del queso se van formando componentes aromáticos, que son los que definen el *flavor* y sabor del producto; los cambios en el sabor y aroma del queso, se atribuyen a la lipólisis, mientras que la proteólisis, influye en el sabor y la textura; como resultado de ésta, pasa de poli-péptidos a péptidos, luego, a aminoácidos; por lo tanto, un aumento del contenido de péptidos es considerada como una buena medida del grado del madurez de queso (Sadowska, Białobrzewski *et al.*, 2009)

Resultados para sabor ácido, olor y aroma característico

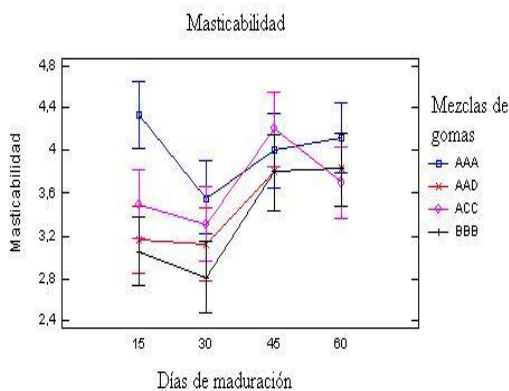
Las mezclas b) 50% de gelatina y 50% de carragenina y c) 33.33% de Alginato de sodio, 33.33% de carragenina y 33.33% de gelatina, presentan diferencias significativas ($P < 0.05$), comparados con el testigo. Para el olor y aroma, entre todos los tratamientos comparados con el testigo, presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$). Estos resultados coinciden con los niveles de acidez expresados anteriormente, que a medida que el queso va madurando en el tiempo, la acidez se incrementa y el pH disminuye, en gran parte, por la transformación de la lactosa en ácido láctico; de la misma manera, se van generando componentes aromáticos a compuestos más simples por la transformación y degradación de las proteínas y ácidos grasos (Leuven,

Caelenberg *et al.*, 2008). La maduración del queso es el resultado global de una serie de variados fenómenos: proteólisis, desaminación y descarboxilación; lipólisis y degradación de ácidos grasos; sacarólisis y fermentación de ácido láctico; reacciones ácido básicas y efecto tampón. La acción bacteriana y enzimática constantes, a través de la maduración, son responsables de la interrupción de la matriz de la proteína, lo que conduce al desarrollo de las texturas típicas, sabores y aromas de quesos maduros (Alvarado, 2008).

Resultados para la característica masticabilidad

La adición del 100% de carragenina comparado con el testigo, presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), como se puede apreciar en la Figura 9. Al estar el tratamiento (a), en nivel más alto en la dureza y con menor humedad, hace que el queso sea calificado con un valor más alto en la masticabilidad. Al ser el testigo más duro, este comportamiento hace que el producto requiera una fuerza mayor en el proceso de masticado, específicamente, en los dientes molares (Osorio, *Ciro et al.*, 2005).

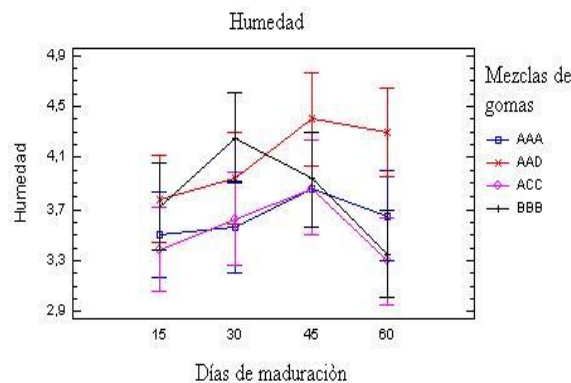
Figura 9. Resultados para la característica masticabilidad



Resultados para la humedad

El tratamiento con humedad más alta, corresponde a la adición de 100% de carragenina, comparado con el testigo, existiendo diferencias significativas ($P < 0.05$); como se aprecia en la Figura 10. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por la evaluación fisicoquímica del porcentaje de humedad y con lo reportado por Garnier, Michon *et al.*, (2003); quienes indican que la humedad actúa como plastificante y de la reducción de las propiedades de textura, con excepción de la adhesividad, fibrosidad y las propiedades viscoelásticas (Dimitreli *and* Thomareis, 2007). Quesos más húmedos resultan ser los más elásticos y mas cohesivos, menos duros y más adhesivos (Álvarez, Rodríguez *et al.*, 2007).

Figura 10. Resultados para la característica humedad

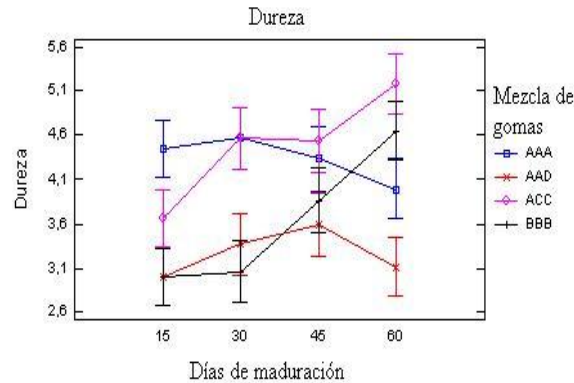


Resultados para la dureza y elasticidad

La muestra con menor dureza, corresponde al tratamiento (100% carragenina), presentando diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$). La más dura corresponde a la adición de 50% de gelatina y 50% de carragenina, con una diferencia de -0.1496; entre este tratamiento y el testigo, no existieron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$). En la Figura 11, se aprecian los distintos tratamientos: datos reportados por Osorio, Ciro *et al.*, (2005), contrastan con los resultados obtenidos, ya que la dureza tiende a incrementarse en el tiempo. La

humedad remanente en un queso es un factor determinante en la textura final; bajos contenidos, se asocian con quesos duros y poco elásticos (Chacón *and* Pineda, 2009).

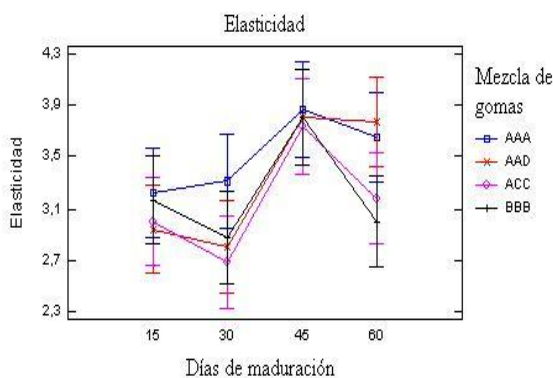
Figura 11. Resultados de la característica dureza



La elasticidad fue calificada como similar, excepto para el tratamiento (b), en donde se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$). La menos elástica, correspondió al tratamiento (a), con una diferencia de 0.1816. En la Figura 12, se aprecian los resultados para esta característica. Los jueces entrenados, evidencian que existen algunos tratamientos que actúan en la textura, esto es debido, principalmente a que las gomas son utilizadas en los alimentos, como espesantes y gelificantes, tienen la capacidad de alterar las propiedades reológicas del disolvente (Yaseen, Herald *et al.*, 2005).

El queso pierde elasticidad (Osorio, Ciro *et al.*, 2005), manifestando un descenso a medida que transcurre el tiempo de maduración; este descenso es continuo en todos los tiempos evaluados. Se conoce que la proteólisis es un factor determinante en la elasticidad, ya que al haber una mayor degradación de las grandes moléculas, el parámetro elasticidad, disminuye (Alvarado, 2008).

Figura 12. Resultados para la característica elasticidad



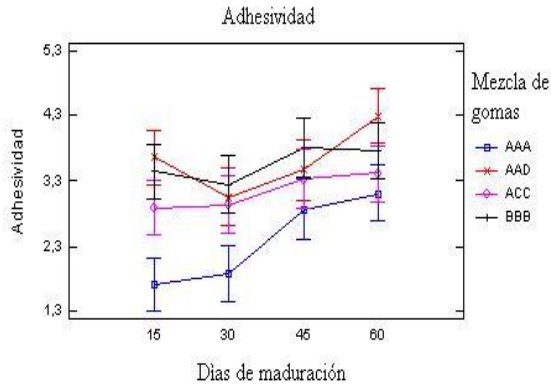
Resultados para la característica adhesividad y color de la pasta

El tratamiento calificado por los jueces como el más adhesivo fue en donde se dosificó el 100% de carragenina, presentando diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento calificado como menos adhesivo, corresponde al queso elaborado sin adición del hidrocoloide, tal como se aprecia en la Figura 13. Las proteínas en este tipo de productos, generan una estructura de red más densa, que dan un producto más elástico, y los niveles altos de humedad y de grasa, son los causantes de los altos valores de adherencia (Dimitreli *and* Thomareis, 2007).

Datos que se relacionan con lo expuesto por Osorio, Ciro *et al.*, (2005), quienes concluyen que la adhesividad, se incrementa con el tiempo, y disminuye con el contenido de humedad (Álvarez, Rodríguez *et al.*, 2007).

Los jueces durante todo el tiempo de estudio, no evidenciaron manchas y coloraciones anormales, en la superficie del queso.

Figura 13. Resultados para la característica adhesividad



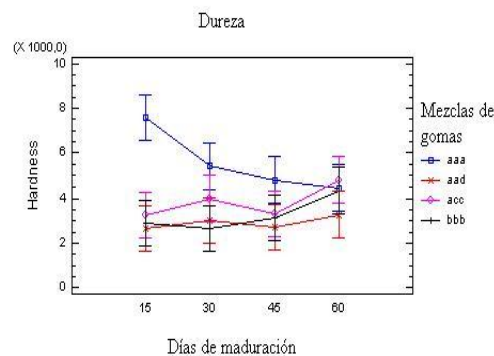
Resultados para el análisis de perfil de textura

Resultados para la Dureza

La menor dureza corresponde al 100% de carragenina con un valor promedio de 2933.71N, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), comparado con los demás tratamientos; el de mayor dureza, corresponde al testigo, que presentó un valor promedio de 5575.5N, como se aprecia en la Figura 14, factor asociado a un menor contenido de humedad y valores más altos de proteínas, que le dan al queso, mayor firmeza (Arimi, Duggan *et al.*, 2010), resultados que presentan el mismo comportamiento, con los obtenidos en las evaluaciones sensoriales, realizadas por los jueces entrenados. Según lo reportado por El-Bakry, Duggan *et al.*, (2010), un incremento del 4% de humedad disminuye la dureza, datos que se asemejan a los resultados obtenidos en este trabajo; quesos con un mayor contenido de humedad presentan una menor dureza. Los quesos fueron empacados al vacío, en bolsas de polietileno, para evitar la pérdida y/o ganancia de humedad en el tiempo, coincidiendo con lo expuesto por Adhikari, Heymann *et al.*, (2003). Pero, de igual forma, estos, continúan con el proceso de maduración, y ésta, tiene un profundo efecto sobre la textura y la estructura; el queso tiene una leve tendencia a aumentar la dureza, con el tiempo de maduración, resultados que concuerdan con lo reportado por

Osorio, Ciro *et al.*, (2005), donde para un tiempo de 45 y 60 días, la dureza es respectivamente 2% y 3% superiores con respecto a un tiempo de maduración de 30 días; el ablandamiento del queso, con el tiempo, se puede simplificar como un proceso de dos etapas, la lenta disolución del envoltente de calcio y proteólisis de pequeños péptidos (Everett *and* Auty, 2008), parámetros relacionados con la evaluación sensorial realizada. En otros trabajos como el reportado por (Kealy, 2006) quien halló que la dureza y la adhesividad, se correlacionaron, de forma muy evidente por métodos de evaluación sensorial y análisis de perfil de textura, existiendo una menor correlación para la cohesión y se hallan relacionados con los datos obtenidos en este trabajo.

Figura 14. Resultados para la característica dureza

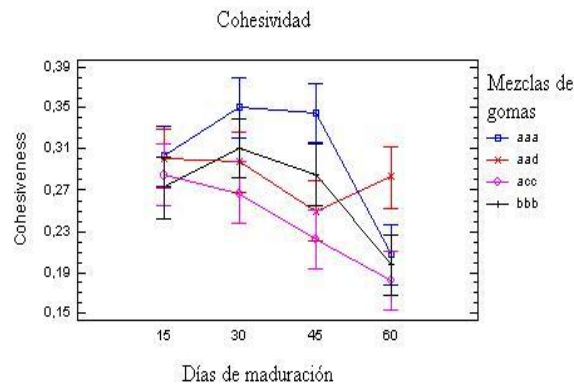


Resultados para la característica cohesividad

El testigo y el tratamiento con 100% de carragenina, no presentaron diferencias estadística significativa ($P > 0.05$); su aplicación no afectó las características del queso; entre los tratamientos se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$); En la Figura 15, se aprecian los resultados de las característica asociadas con la cohesividad.

La sal es un factor que produce cambios sobre la cohesividad, ya que altera las interacciones de la proteína, convirtiendo la matriz protéica, en una matriz hidratada y expandida, provocando una disminución de esta propiedad (Bovolenta, Corazzin *et al.*, 2009). La dureza y cohesividad es mayor, cuando se incrementa el nivel de carragenina, en la estructura de los quesos (Burcu, Cumhur *et al.*, 2009), como está compuesta por 100% de carragenina, en relación con los demás tratamientos, por ende, tiene una cohesividad mayor pero menor que el patrón, por tener un nivel más alto de humedad.

Figura 15. Resultados para la característica cohesividad



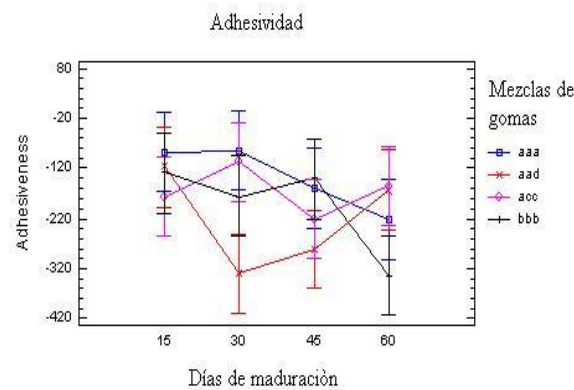
Resultado para la característica adhesividad y masticabilidad

A medida que el queso va madurando, este parámetro, se acentúa, el tratamiento que presentó mayor adhesividad, corresponde a la adición de 100% de carragenina, datos congruentes con la evaluación sensorial realizada y con los resultados obtenidos para la humedad. Existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), comparado con el testigo, sin adición del hidrocoloide. Como se puede apreciar en la Figura 16, a un nivel más alto de humedad en los quesos, éstos, se tornan más adhesivos, lo que coincide con lo expuesto por El-Bakry, Duggan *et al.*, (2010). El aumento de la adhesividad, a través del tiempo puede deberse al incremento de la producción de péptidos, en la proteólisis, ya

que estos, podrían aumentar las fuerzas de uniones, al interior de la matriz del queso, provocando, a su vez un aumento en la adhesividad (Alvarado, 2008).

Para la característica masticabilidad, los tratamientos con hidrocoloides, comparados con el testigo, no presentan diferencias estadística significativas ($p > 0.05$); ellos, se comportan de manera muy similar; pero sí, existen diferencias significativas entre los tratamientos, con la adición de los hidrocoloides y el testigo, desde la maduración del día 0 hasta el día 60; siendo la masticabilidad, proporcional a la dureza (Bansal, Drake *et al.*, 2009).

Figura 16. Resultados para la característica adhesividad



Los datos obtenidos, se correlacionan tanto con el análisis de perfil de textura como con la evaluación sensorial realizada. Los cambios evidentes en la dureza y masticabilidad son, probablemente, relacionados con el contenido de humedad; de la misma manera, el almacenamiento, incrementa, sustancialmente, la masticabilidad, al tener los quesos una dureza más alta, ganada en el tiempo (Lobato, Perez *et al.*, 2008).

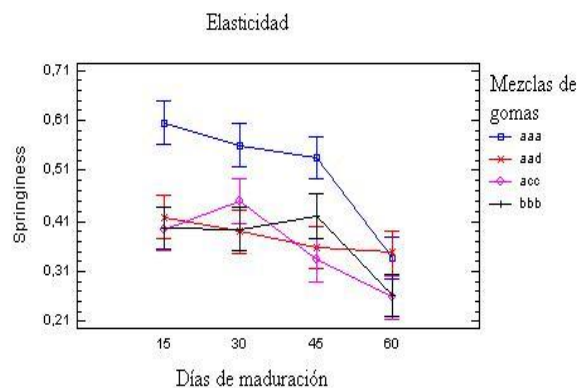
Resultados para la característica elasticidad

Entre los tratamientos de hidrocoloides, no se presentaron diferencias estadística significativa ($P > 0.05$), pero comparados con el testigo, sí existen diferencias

estadísticamente significativas ($P < 0.05$), y una diferencia de 0.5093, como se puede apreciar en la Figura 17. Siendo la más elástica, en este caso, el testigo. Estos resultados concuerdan con la evaluación sensorial realizada, que fue calificada como la más elástica, el tratamiento (a).

Se conoce que la proteólisis es un factor determinante en la elasticidad, ya que al haber una mayor degradación de las grandes moléculas, el parámetro elasticidad, disminuye, lo cual concuerda con lo reportado por Alvarado, (2008), ya que a medida que transcurre el tiempo de maduración, aumenta la degradación de las proteínas y disminuye la elasticidad; al existir un nivel más bajo de humedad, los quesos, se tornan más como un fluido visco-elástico, a humedades más altas decrece la elasticidad. Este parámetro, también se halla relacionado con la adhesividad; al estar en un nivel más alto la elasticidad decrece (Floury, Camier *et al.*, 2009).

Figura 17. Resultados para la característica elasticidad.



Conclusiones y recomendaciones

De las mezclas de hidrocoloides seleccionadas, en los ensayos previos, para ser aplicada en el queso tipo Gouda, se determina que el mejor tratamiento es el compuesto por 100% de carragenina. Con su aplicación se logró aumentar el rendimiento del queso, en un 0.71%, que corresponde a 710 gramos de queso,

por cada 100 litros de leche, comparado con el testigo; es de notar que la aplicación de un 0.1% de carragenina, disminuye el contenido de sólidos totales del queso, en cuanto a proteína y grasa.

La aplicación de los hidrocoloides, no tiene influencias negativas sobre el análisis sensorial y el de perfil de textura del producto terminado; de igual forma, los resultados obtenidos a nivel sensorial, concuerdan con el análisis de perfil de textura.

Las interacciones que existen entre los grupos sulfatos de las carrageninas y la región cargada positivamente de las caseínas, permiten que aumente el rendimiento del queso, pero con un porcentaje mayor de humedad, mayor adhesividad y con menor dureza; pero independientemente, estas características, no afectan la apariencia del producto. El rendimiento adicional obtenido, puede ayudar a disminuir los costos de producción, asociados con su elaboración, por poseer estos largos períodos de maduración.

Se recomienda realizar un estudio de costos asociado a la manufactura de estos quesos, para evidenciar una disminución de costos real; de la misma manera, validar, a nivel industrial, en empresas del sector, la mezcla seleccionada; incluir dentro de esta aplicación, presiones de homogeneización, antes de la adición del hidrocoloide, así como estudiar el efecto del tamaño de partícula del hidrocoloide. En el proceso de elaboración del queso estudiar las fases de transición de cada componente, hacia el queso y el suero, lo mismo que la influencia del cloruro de Potasio sobre las hidrocoloides evaluados.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se pueden sugerir dosis de 0.05 a 0.1%, con respecto a la masa total de leche a utilizar y realizar un estudio de la degradación o desdoblamiento de la grasa, proteínas y carbohidratos, para ver

cómo afecta el hidrocoloide estos componentes y la generación de aroma y *bouquet* del queso.

Agradecimientos

Sin duda alguna este trabajo no se hubiese llevado a cabo sin la participación de la empresa TECNAS S.A y de su equipo de trabajo; además se contó con mucho apoyo y colaboración por parte del personal que compone la Planta de Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Bibliografía

Adhikari, K., H. Heymann, *et al.*, Textural characteristics of low fat, fullfat and smoked cheeses: sensory and instrumental approaches. *Food Quality and Preference* 2003; 14: 211 - 218.

Alewijn, M., E. Sliwinski, *et al.*, Production of fat-derived (flavour) compounds during the ripening of Gouda cheese. *International Dairy Journal* 2005; 15: 733 - 740.

Amici, E., G. Tetradis-Meris, *et al.*, Alginate gelation in microfluidic channels. *Food Hydrocolloids* 2007; 22: 97-104.

Alvarado, B. Efecto del *Lactobacillus paracasei subs. paracasei* y de la Inulina sobre los Parámetros Reológicos de Queso Gouda Semidescremado. Universidad Austral de Chile. Valdivia, 2008; 125.

Álvarez, S., V. Rodríguez, *et al.*, Correlación de textura y color instrumental con la composición química de quesos de cabra canarios. *Arch. Zootec* 2007; 56: 663 - 666.

Amici, E., G. Tetradis-Meris, *et al.*, Alginate gelation in microfluidic channels. *Food Hydrocolloids* 2007; 22: 97-104.

Arimi, J., E. Duggan, *et al.*, Effect of moisture content and water mobility on microwave expansion of imitation cheese. *Food Chemistry* 2010; 121: 509 - 516.

Burcu, M., O. Cumhur, *et al.*, Development of the structure of an imitation cheese with low protein content. *Food Hydrocolloids* 2009; 23: 1596 - 1601.

B, J., A. Trujillo, *et al.*, Rheological, textural and sensory characteristics of high-pressure treated semi-hard ewes milk cheese. *International Dairy Journal* 2007; 17: 248-254.

Bansal, N., M. Drake, *et al.*, Suitability of recombinant camel (*Camelus dromedarius*) chymosin as a coagulant for Cheddar cheese. *International Dairy Journal* 2009; 19: 510 - 517.

Bovolenta, S., M. Corazzin, *et al.*, Performance and cheese quality of Brown cows grazing on mountain pasture fed two different levels of supplementation. *Livestock Science* 2009; 124: 58 - 65.

C, D, G. D. D, *et al.*, Effect of k-carrageenan addition to dairy emulsions containing sodium caseinate and locust bean gum. *Food Hydrocolloids* 2004; 19: 187-195.

Cernikova, M., F. Bunka, *et al.*, Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal* 2010; 20: 336 - 343.

Cernikova, M., F. Bunkaa, *et al.*, Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. *Food Hydrocolloids* 2008; 22: 1054 - 1061.

Cinthia, H., S. Souza, *et al.*, Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. *LWT - Food Science and Technology* 2009; 42: 633 - 640

Ciro, V., S. Osorio, *et al.*, Estudio de la dureza del queso Edam por medio del análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera. *Revista_Facultad Nacional Agropecuaria* 2007; 60: 3797 - 3811.

Chacón, A. and M. Pineda Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo Crottin de Chavignol. *Agronomía Mesoamericana* 2009; 20(2): 297 - 309.

De Jong, S., H. Klok, *et al.*, The mechanism behind microstructure formation in mixed whey protein–polysaccharide cold-set gels. *Food Hydrocolloids* 2009; 23(3): 755 - 764.

Dimitreli, G. and A. Thomareis. Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. *Journal of Food Engineering* 2007; 79: 1364 - 1373.

El-Bakry, M., E. Duggan, *et al.*, Small scale imitation cheese manufacture using a Farinograph. *LWT - Food Science and Technology* 2010; 1 - 9.

Everett, D. and M. Auty Cheese structure and current methods of analysis. *International Dairy Journal* 2008; 18: 759 - 773.

Farah, B. and K. Nazlin Fish gelatin: Structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins. *Food Hydrocolloids* 2006; 20: 630-640.

Fitzsimons, S., D. Mulvihill, *et al.*, Segregative interactions between gelatin and polymerised whey protein. *Food Hydrocolloids* 2008; 22: 485 - 491.

Floury, J., B. Camier, *et al.*, Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure–texture relationships. *LWT - Food Science and Technology* 2009; 42: 1611 - 1620.

Garnier, C., C. Michon, *et al.*, Iota-carrageenan/casein micelles interactions: Evidence at different scales. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2003; 31: 177-184.

Gómez, D. and P. Zapata. Utilización de carrageninas en la elaboración de un queso fresco campesino. Departamento de ingeniería agrícola y alimentos. Medellín Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos 2003; p98.

Harrington, J., E. Foegeding, *et al.*, Segregative interactions and competitive binding of Ca²⁺ in gelling mixtures of whey protein isolate with Na⁺ k-carrageenan. *Food Hydrocolloids* 2009; 23: 468 - 489.

Hee, L., J. Muriel, *et al.*, Formulating polymeric gels simulating soft cheeses' texture. *Food Hydrocolloids* 2008; 22: 925 - 933.

Kealy, T. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterisation of semi-solid foods. *Food Research International* 2006; 39: 265 - 276.

Lakemonda, C. and T. van Vliet Acid skim milk gels: The gelation process as affected by preheating pH. *International Dairy Journal* 2008; 18: 574 - 584.

Langendorff, V., C. Cuvelier, *et al.*, Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. *Food hydrocolloids* 2007.

Leuven, I., T. Caelenberg, *et al.*, Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. *International Dairy Journal* 2008; 18: 790 - 800.

Li Yuet Hee, L., M. Jacquot, *et al.*, Formulating polymeric gels simulating soft cheeses texture. *Food Hydrocolloids* 2009; 22: 925 - 933.

Linus, G., N. Ganesan, *et al.*, Characterization of gelation time and texture of gelatin and gelatin-polysaccharide mixed gels. *Food Hydrocolloids* 2003; 17: 871-883.

Lobato, C., S. Perez, *et al.*, Structural and textural characteristics of reduced-fat cheese-like products made from W1/O/W2 emulsions and skim milk. *LWT - Food Science and Technology* 2008; 41: 1847 - 1856.

Mandl, K., R. Hartel, *et al.*, Effects of moisture and salt migration on cheese firmness in cheese-in-sausage products. *Journal of Food Engineering* 2009; 91: 164 - 172.

Mateo, M., C. Everard, *et al.*, Effect of milk fat concentration and gel firmness on syneresis during curd stirring in cheese-making. *International Dairy Journal* 2009; 19: 264-268.

Michona, C., F. Vigouroux, *et al.*, Gelatin/iota-carrageenan interactions in non-gelling conditions. *Food Hydrocolloids* 1999; 4: 203-208.

Osorio, F., H. Ciro, *et al.*, Caracterización reológica y textural del queso Edam. *Dyna* 2005; 147: 33 - 45.

Pantaleao, I., M. Pintado, *et al.*, Evaluation of two packaging systems for regional cheese. *Food Chemistry* 2007; 102: 481 - 487.

Pérez, L. Evaluación del efecto del uso de hidrocoloides en la reología de un complemento nutricional líquido. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín 2009; 118.

Picone, C. and R. Cunha Interactions between milk proteins and gellan gum in acidified gels. *Food Hydrocolloids* 2010; 24: 502 - 511.

Progel. Productoras de gelatinas de Colombia from retrieved. 2009-05-06. <http://www.progel.com.co>. 2008.

Robinson, R. and R. Wilbey Fabricación de quesos. Zaragoza, España 2002.

S., M., M. Abu-Ghoush, *et al.*, Fuzzy clustering-based modeling of surface interactions and emulsions of selected whey protein concentrate combined to i carrageenan gum arabic solutions. *Journal of Food Engineering* 2009; 9: 10-17.

Sadowska, J., I. Białobrzewski, *et al.*, Effect of fat content and storage time on the rheological properties of Dutch-type cheese. *Journal of Food Engineering* 2009; 94: 254 - 259.

Saurel, R., A. Pajonk, *et al.*, Modelling of French Emmental cheese water activity during salting and ripening periods. *Journal of Food Engineering* 2004; 63: 163 - 170.

Shane, N., j. Charmian, *et al.*, Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and Interface Science* 2006; 433-437.

Thrimawithana, T., D. Young, *et al.* Texture and Rheological Characterization of Kappa and Iota Carrageenan in the Presence of Counter Ions. *Carbohydrate Polymers* 2010.

Van Hoorde, K., T. Verstraete, *et al.*, Diversity of lactic acid bacteria in two Flemish artisan raw milk Gouda-type cheeses. *Food Microbiology* 2008; 25: 929 - 935

Vanegas, L. Evaluación del efecto del uso de hidrocoloides en la reología de un complemento nutricional líquido Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín Universidad Nacional de Colombia 2009: 118.

Watkinson, P., C. Coker, *et al.*, Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis. *International Dairy Journal* 2001; 11: 455 - 464.

Yaseen, E., T. Herald, *et al.*, Rheological properties of selected gum solutions. *Food Research International* 2005; 38: 111 - 119.

CAPÍTULO 2

Efecto de la adición de tres niveles de carragenina, Kappa en algunas características de calidad y rendimiento del queso Holandés tipo Gouda

Effect of adding three levels of Kappa carrageenan on quality and yield characteristics of Netherlands Gouda cheese.

Efeito da adição de três níveis de carragenina Kappa em algumas características de qualidade e rendimento do queijo Holandês tipo Gouda

Eduar E Ramírez Camargo¹, IA; José U Sepúlveda Valencia², AE, M.Sc; Diego A Restrepo Molina³, IQ, M.Sc.

1 Asistente Innovación y Desarrollo, Tecnas S.A. Cra 50G # 12 sur 29. Itagüí, Antioquia, Colombia, E-mail: eramirez@tecnas.com.co, ederaca@yahoo.es

2 José Uriel Sepúlveda Valencia. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Calle 59 A # 63-20, Bloque 52. email: jusepul@unal.edu.co

3 Diego Alonso Restrepo M. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Calle 59 A # 63-20, Bloque 52. email: darestre@bt.unal.edu.co

Este artículo es presentado para el estudio de su publicación por parte de la Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Universidad de Antioquia).

Resumen:

Este estudio se basó en la aplicación de carragenina kappa en niveles de 0.05%, 0.1% y 0.15% comparado con un testigo al 0%, en un queso Holandés tipo Gouda, con dos (2) meses de maduración y evaluando, en el tiempo, cada 15 días hasta el día 60, parámetros sensoriales, análisis de perfil de textura, actividad acuosa, acidez y pH. Una vez fue elaborado el queso, se determinó el rendimiento, la humedad, la grasa, la proteína, el Calcio, el Fósforo, el cloruro de sodio y su calidad microbiológica que competen sólo al producto. Para evitar pérdidas o ganancias de humedad en las cámaras de maduración y modificaciones en la textura, fueron empacados al vacío, en bolsa de polietileno/poliamida. El nivel que mejor rendimiento presentó fue del 0.05%, aunque el 0.1% generó un rendimiento muy similar y, entre ellas, no existen diferencias significativas, pero sí con el testigo. La dosis del 0.05%, no afecta el contenido de sólidos totales del queso, las cenizas y el cloruro de sodio, pero, sí genera cambios en el contenido de sólidos totales como: grasa, proteína Fósforo y Calcio; aunque en los parámetros sensoriales e instrumentales; se notan diferencias significativas ($P < 0.05$), en variables como dureza, humedad, adhesividad, elasticidad, cohesividad, y masticabilidad; aún, se puede definir el nivel del 0.05% como ideal, para ser aplicado en el queso tipo Gouda, sin que ésta, genere cambios en la apariencia del producto.

Palabras clave: Gouda, hidrocoloides, queso, rendimiento, textura

Abstract:

This study was based on the application of kappa carrageenan at levels of 0.05%, 0.1% and 0.15% compared with a control at 0%, in a Netherlands Gouda type cheese, with maturity time of two (2) months and evaluating in time, every 15 days until day 60, sensory parameters, texture analysis profile, water activity, acidity and pH. Once the cheese was manufactured, yield, moisture, fat, protein, calcium, phosphorous, sodium chloride and its microbiological quality that correspond to the product were determined. To avoid losses or gains of humidity in the ripening chambers and changes in texture, cheeses were vacuum packed in polyethylene bags. The dose that showed the best performance was 0.05%, although 0.1% produced a similar yield, there are no significant differences among them but there are among them and the control. The dose of 0.05% does not affect the total solid content of the cheese, ash and sodium chloride, but it brings changes in the total solid content as fat, protein, phosphorus and calcium; although in the sensory and instrumental parameters are noticed significant differences ($P < 0.05$) in variables such as hardness, moisture, adhesiveness, elasticity, cohesiveness, and chewiness, despite the existence of these, the dose of 0.05% can be defined as the ideal to apply in gouda cheese, without generating changes in the appearance of the product.

Keywords: Gouda, hydrocolloids, cheese, yield, texture

Resumo

O presente estudo teve como intuito, a aplicação da carragenina tipo Kappa em níveis de 0.05, 0.1 y 0.15% comparado com o padrão a 0% em um queijo Holandês tipo Gouda com dois (2) meses de maturação. O queijo foi avaliado no tempo, cada 15 dias até o dia 60, nos parâmetros sensoriais, análises de perfis de textura, atividade aquosa, acidez y pH. Depois de elaborado o queijo, foi determinado o rendimento, umidade, conteúdo de lipídeos, proteína, cálcio, fósforo, cloreto de sódio e a qualidade microbiológica que só compete ao produto. Com o fim de evitar ganhos ou perdas de umidade nas câmaras de maturação e modificações na textura, os queijos foram embalados ao vácuo em sacolas de polietileno/poliamida. O nível que apresentou o melhor rendimento foi 0.05%, no entanto 0.1% gerou um rendimento muito similar, e, entre estes não existem diferenças significativas, mas sim com o padrão. As doses de 0.05% não afetaram o conteúdo de sólidos totais no queijo, as cinzas e o cloreto de sódio, mas apresentaram-se mudanças no conteúdo de sólidos totais como lipídeos, proteína, fósforo e cálcio. Entretanto, nos parâmetros sensoriais e instrumentais, notam-se diferenças significativas ($P < 0.05$), em variáveis como dureza, umidade, adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade. Assim, pode-se definir o nível de 0.05% como o ideal, para serem aplicados no queijo tipo Gouda, sem que este possa gerar mudanças na aparência do produto.

Palavras-chave: Gouda, hidrocoloides, queijo, rendimento, textura

INTRODUCCIÓN

El queso es un complejo conjunto de elementos, como grasa, proteínas, lactosa, sales minerales, y dependiendo de la variedad, puede contener bacterias y levaduras (David, Everett *et al.*, 2008). Las ventas de queso han mostrado un crecimiento firme, debido principalmente a su uso como ingrediente, en varios platos preparados, por ejemplo en las pizzas y pasteles, donde se usa para dar sabor y textura; sin embargo, debido a los altos costos asociados a la producción de quesos frescos y sobre todo de los madurados, por los largos períodos en las cámaras de maduración y a su almacenamiento, la industria busca nuevas alternativas que hagan más económicos y viables estos productos (Ye, Hewitt *et al.*, 2008). La reducción en el rendimiento de queso y su calidad, pueden llevar a pérdidas económicas del 1%, nivel que es considerado como intolerable por los fabricantes (Zeng, Soryal *et al.*, 2007).

En el año 2009 Colombia produjo 6.540 millones de litros de leche, de los cuales la industria acopio 2.100 millones; los restantes 44440 se destinan a la producción artesanal de quesos y otros derivados lácteos, teniendo un consumo per cápita de leche de 137 litros al año (El espectador, 2010), y de quesos cerca de un (1.0) kg. año. Aunque el mercado colombiano de quesos tiene un tamaño de 42.593 toneladas y de 487.505 millones de pesos año móvil (Portafolio, 2010). El sector pasó de un crecimiento sostenido del 18% en valor durante los últimos 3 años a un 14% en valor durante este mismo período. En el año de 1991 los quesos más vendidos en Colombia fueron el queso blanco y el quesito, mientras que en 2003 en la composición de las ventas ya se encontraban, además de los quesos frescos (78%), los quesos hilados (11%), para untar (9%) y madurados (2%).

El uso de hidrocoloides como reguladores de las características estructurales y sensoriales de los alimentos, es una práctica común, en la industria alimentaria; en los últimos años una gama de nuevos productos lácteos, cuentan con la

funcionabilidad de los estabilizantes, entre ellos los quesos (*Shane, Charmian et al., 2006*). Con su uso, se puede determinar y predecir la textura de algunos alimentos y es importante para la creación de nuevos productos y para la mejora de los existentes (*Berg, Linden et al., 2006*).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la adición de tres niveles de *k*-carragenina kappa, sobre el queso tipo Gouda, sobre las características sensoriales, fisicoquímicas, microbiológicas e instrumentales como criterio de selección de la mejor dosis.

Materiales y métodos

Para este estudio, se partió de un hidrocólido, carragenina kappa, previamente seleccionado, y se adicionó en el queso tipo Gouda, en dosis de 0, 0.05, 0.1 y 0.15%, cada uno (1) por triplicado, con respecto a la masa total de leche a utilizar, para elaborar el queso, se partió de leche líquida, suministrada por la Planta de Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, cuya composición era de 11.5% de sólidos totales (3.2% de grasa y 3.5% de proteína) y 0.14% de acidez, expresada como ácido láctico.

El proceso de elaboración del queso consistió en adicionar a la leche, a una temperatura de 35°C, el hidrocólido previamente hidratado y el color Natural Annato, suministrado por la Empresa TECNAS S.A; se pasteurizó la leche a 63°C por 30 minutos y se enfrió con agua, a temperatura ambiente, a 40°C; a esta temperatura, se adicionó 7 g de cloruro de Calcio y 10 g de nitrato de Potasio y enfriada a 35°C, a esta temperatura, se adicionó el cuajo en una tina de acero inoxidable, para un cuajado en 35 minutos; pasado este tiempo, se procedió al cortado de la cuajada y con aumento de temperatura en un grado Celsius, cada 3 minutos, hasta haber alcanzado los 39°C; se mantuvo a esta temperatura, por 15 minutos con agitación lenta, se desueró, se moldeó con posterior prensado y a las

24 horas, se sumergió en una salmuera del 18% de sal, por 24 horas (Robinson *and* Wilbey, 2002), y empacados al vacío, en bolsa de poliamida, polietileno de baja densidad, los quesos fueron llevados a una cava de maduración por dos (2) meses, con una condición ambiental de humedad relativa del 85% y una temperatura de 12°C (Alewijn, Sliwinski *et al.*, 2005).

Una vez obtenidos los quesos, se procedió a la determinación del rendimiento, humedad, pH, acidez, grasa, proteína, Calcio, Fósforo y cenizas, y después del día 15, por períodos de 15 días, hasta el día 60, se determinó pH, acidez, a_w , análisis sensorial y perfil de textura. Los datos, se llevaron a un Análisis de Varianza ANOVA, aplicando el método LSD (diferencias mínimas significativas) como método de comparaciones múltiples, con un nivel de significancia del 95% ($\alpha=0.05$), en el paquete estadístico Statgraphics 5.0.

Análisis de perfil de textura para el queso

Para los tiempos de maduración del queso 15, 30, 45, y 60 días, se realizó un análisis de perfil de textura (TPA), en un texturómetro TA XT PLUS (*Stable micro systems*) (Cofrades, Lopez *et al.*, 2008), en un cilindro de queso, de 2 cm de diámetro y 3 cm de altura (Cynthia, Souza *et al.*, 2009), con un plato de 100 mm de diámetro, con una compresión uniaxial y un porcentaje de compresión del 70% (Ciro, Osorio *et al.*, 2007). Las variables de operación del texturómetro son presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables de operación del texturómetro

Prueba	Distancia mm	Vel. Pre Ensayo (mm/s)	Vel. Ensayo (mm/s)	Vel. Post Ensayo (mm/s)	Puntos por segundo (PPS)
TPA	21	2	1	2	10

Fuente: (Ciro, Osorio *et al.*, 2007).

Análisis sensorial

La evaluación sensorial del queso tipo Gouda fue realizada por un panel sensorial entrenado de nueve (9) en la Fundación INTAL, bajo las Norma Técnica Colombiana NTC – 5328 de 2004 escala de respuesta cuantitativa y NTC 3932 de 1996 identificación y selección, de descriptores, para establecer un perfil sensorial por aproximación multidimensional; para la ejecución de esta prueba, fueron previamente escogidos los siguientes descriptores sensoriales: color de la pasta del queso, olor/aroma característico, dureza, humedad, elasticidad, adhesividad, masticabilidad, sabor ácido, granulosidad, sabor amargo y sabor objetable y fueron calificados en una escala de intensidad de 7 puntos, donde 0 (ausente), 1 y 2 (leve), 3 (media-baja), 4 (media), 5 (media-alta), 6 y 7 (intenso).

Análisis fisicoquímicos

La cuantificación de la grasa por el método de Gerber (Norma B-3. FIL-IDF 5A: 1969); la proteína total por el método de Kjeldahl, basado en la NTC 4657; la humedad por termogravimetría a 103°C, basado en la norma ISO 6496 (Macku, Bunka *et al.*, 2009); pH método electrométrico realizado con un pH metro marca Schott, modelo Handylab pH11, equipado con electrodo de vidrio Bluline 14pH meter handylab pH11 (Cernikova, Bunkaa *et al.*, 2008); la actividad acuosa (a_w) se

determinó en un Aqualab 3TE (Mandl, Hartel et al., 2009), macerando la muestra de queso y, luego, realizando la medición directa, en este equipo, a una temperatura de 25°C (Arimi, Duggan et al., 2010); el Calcio por espectrofotometría A.A, basado en la NTC 5151; Fósforo por espectrofotometría U.V-VIS; cenizas por incineración directa basado en AOAC 942.05, la acidez de la leche fue determinada siguiendo el procedimiento descrito por la norma UNE 34.100 de 1987.

Análisis microbiológicos

La determinación de coliformes totales, basado en el método horizontal para el recuento de coliformes totales; técnica NMP basado en la norma ISO 4831 de Julio 1999. El número más probable de coliformes fecales, por el método horizontal para coli presuntivo, basado en la norma ISO 7251, de Septiembre 1994. Recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo, método horizontal de recuento *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo (CPS), técnica del recuento de colonias, basado en la norma ISO 6888-1 del año 1999. Detección de *Salmonella* basado en la norma ISO 6579, de Diciembre 1993. Pre-enriquecimiento, aislamiento y confirmación de colonias.

Resultados y discusión

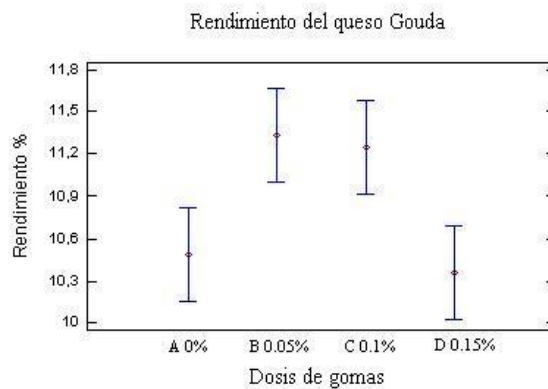
Rendimiento del queso

El nivel que presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) fue el testigo 0%(A), comparado con las dosis de 0.05%(B) y 0.1%(C). La diferencia entre el testigo y el tratamiento B fue de 0.84%; mientras que comparado con el tratamiento C, la diferencia fue de 0.75%. Los rendimientos generales del queso estuvieron entre 10.49% y 11.33%. Los tratamientos (B) y (C) presentaron comportamientos muy similares, como se puede apreciar en la Figura 1. El

porcentaje más bajo, correspondió al testigo y el más alto, al tratamiento (B). La dosis de 0.15%(D) exhibió diferencias estadística significativas ($P < 0.05$) comparada con (B) y (C).

Estos rendimientos están asociados a las interacciones entre las proteínas de la leche (*k*-caseínas) y las kappa carrageninas, y son atribuidos a los grupos sulfatos negativos de las carrageninas y la región cargada positivamente, entre los residuos 97-112 de la kappa caseína de la leche (Shane, Charmian *et al.*, 2006).

Figura 1. Rendimiento del queso Gouda

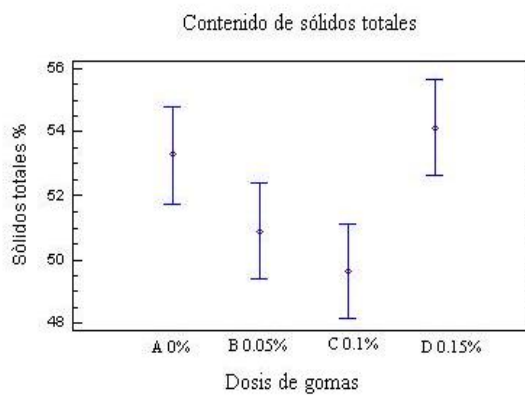


Generalmente, el comportamiento de éstas, depende de la temperatura, del pH, de la fuerza iónica, de la concentración y del diámetro de partícula, de la cantidad de la proteína de la leche y de la concentración de iones en disolución, en el sistema (Cernikova, Bunkaa *et al.*, 2008); aproximadamente, el 80% de la proteína de la leche es caseína; por ende, las carrageninas tienden a reaccionar de manera más eficiente, en el queso. Lo que luego se traduce en un mayor rendimiento (Harrington, Foegeding *et al.*, 2009), por mayor retención de humedad y menores pérdidas de finos en el lactosuero (Gómez and Zapata, 2003); no obstante, este comportamiento, existe una dosis tal a partir de la cual, la influencia sobre el rendimiento es negativa, ya que parece primar la interacción entre la carragenina, disminuyendo su interacción con el agua.

Contenido de sólidos totales

El comportamiento de esta variable estuvo alrededor de 49.64% a 54.12%, correspondiendo al valor más bajo, a la dosis del 0.1%(C) y el más alto, a 0.15%(D). Entre las dosis (A) y (C), existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) (3.63%). En la Figura 2, se aprecian los resultados de la variable sólidos totales. Flourey, Camier *et al.*, (2009), explicaron que los quesos con alto contenido de materia seca, presentan un rendimiento menor; estos, tienen un nivel más alto en proteínas y grasa.

Figura 2. Contenido de sólidos totales



Los que tienen un bajo porcentaje de materia seca poseen un nivel más alto en humedad y un nivel más bajo en sólidos totales, lo cual se corrobora con los resultados obtenidos en el presente trabajo, ya que el que mayor rendimiento lo presentó el tratamiento 0.05%(B), factores que están asociados a interacciones químicas entre los polisacáridos y las proteínas lácteas (Cerqueira, Sousa-Gallagher *et al.*, 2010).

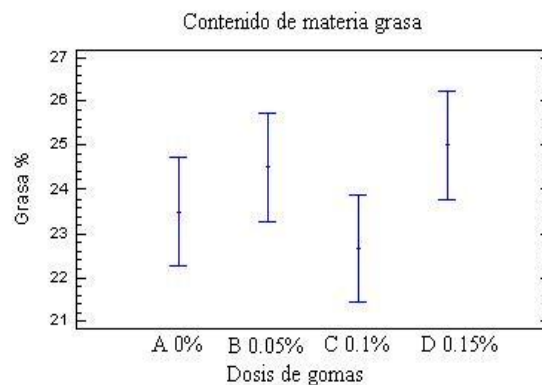
Contenido de materia grasa

La grasa estuvo en un promedio del 23.96%, una desviación estándar de 1.45, y un coeficiente de variación de 6.1; el nivel más bajo esta dado por la dosis

0.1%(C) y, el más alto, por la dosis del 0.15%(D); entre los distintos tratamientos, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$). En la Figura 3, se aprecian los diferentes niveles de grasa de cada una de las dosificaciones; con estos valores, se puede clasificar como un queso semigraso (Resolución 1804 de 1989, Ministerio de Salud).

La humedad disuelve el contenido de grasa, por mayor rendimiento, pero en forma determinante, la pérdida de grasa en el proceso de desuerado, ya que, en promedio, por cada 6 kg de leche, se pierden 34 g de grasa, lo cual, obviamente, representa, en el comportamiento de esta variable. Igual comportamiento exhibe la variable proteína.

Figura 3. Contenido de materia grasa



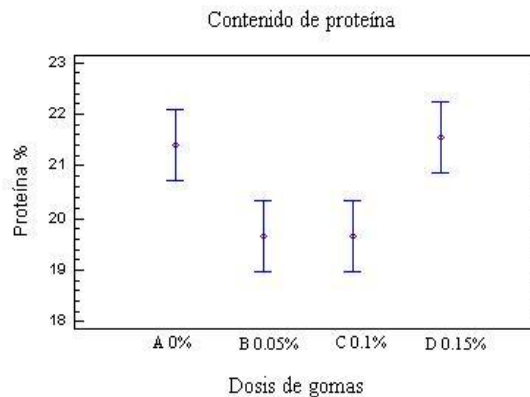
Existen varias alternativas de explicación de este fenómeno; la primera de ellas, tiene que ver con las interacciones que se establezcan entre la carragenina y el agua y su posible influencia sobre el deterioro de la calidad de la emulsión misma base del sistema, y el segundo, el efecto de corte de la cuajada, con su respectiva agitación, agudizado por el incremento en la temperatura; estas tres (3) condiciones individuales o simultáneas, pudieron haber afectado el porcentaje de la grasa.

Contenido de proteína

El contenido de proteína estuvo en un intervalo de 19.66% a 21.53%, reportando el valor más bajo la aplicación del 0.05%(B) de la carragenina y el valor más alto por la dosis de 0.15%(D). El testigo comparado con la dosis (B) y 0.1%(C), presentó diferencias estadística significativas ($P < 0.05$), (1.7%). Entre las dosis (A) y (D), no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$); pero se presentaron diferencia estadísticamente significativas ($P < 0.05$), comparando la muestra (D) con la (B) y la (C). En la Figura 4, se aprecia el contenido de proteína de los distintos tratamientos.

Los quesos que tienen altos valores de humedad tienen bajos contenidos de proteínas y grasa; por lo tanto, son quesos que generan un mayor rendimiento (Dimitreli *and* Thomareis, 2007).

Figura 4. Contenido de proteína



Datos que concuerdan con lo hallado por Gómez *and* Zapata, (2003) quienes encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), entre el testigo y las dosificaciones de carragenina, factores asociados a interacciones de proteínas con grupos sulfatos de las carrageninas (Harrington, Foegeding *et al.*, 2009); las carrageninas evitan la separación de la proteína y agua, en la leche.

Estudios previos en gelificación de carragenina sobre la leche, mostraron que la formación de gel y sus propiedades, se rigen por el contenido total iónico y la concentración de carragenina. Aunque las proteínas de la leche, no gelifican, en concentraciones de carragenina superiores a 200 partes por millón (ppm), factores que llegan a ser determinantes en la formación del gel, si se manejan niveles más bajos del polímero (Tziboula *and* Horne, 1999). En esta investigación se determinó que dosis de 50 y 100 ppm de carragenina sobre la leche destinada a la elaboración de quesos, tiene influencias negativas sobre la formación de gel y la retención de sólidos como la grasa y proteína.

Comportamiento microbiológico

Todos los tratamientos cumplen los requisitos microbiológicos establecidos en la Resolución 1804 de 1989 del Ministerio de Salud, para el queso madurado, como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados análisis microbiológicos para los quesos

Recuento	Resultado
NMP coliformes fecales/g.	< 3.0
Recuento de <i>Staphilococcus aureus</i> coagulasa positiva/g.	< 300
Salmonella en 25 g.	Ausente

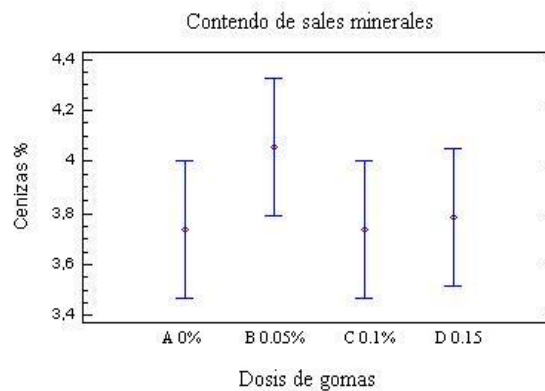
Contenido de cenizas

Las sales minerales fluctuaron entre 3.73% y 4.05%; el valor más alto asociado a la dosis 0.05%(B) y el más bajo a las dosis 0%(A) y 0.15%(C); entre los distintos tratamientos, no existió diferencia estadísticamente significativa ($P >$

0.05). En la Figura 5, se aprecian los niveles de cenizas de los diferentes tratamientos. Las cenizas, en su mayoría, para este tipo de queso, están compuestas por Calcio, Fósforo, Magnesio y Potasio (Lucas, Coulon *et al.*, 2008); factores altos en sales minerales, pueden estar asociados a la capacidad de retención de agua. Las carrageninas, al interactuar más eficientemente con las proteínas lácteas, necesitan más de la presencia de iones disueltos en el sistema, factor que puede explicar los altos contenidos de Calcio (Thrimawithana, Young *et al.*, 2008).

El contenido de Sodio de los quesos está fuertemente influenciado por la adición de cloruro de sodio (sal), como un ingrediente opcional, durante su procesamiento.

Figura 5. Contenido de sales minerales



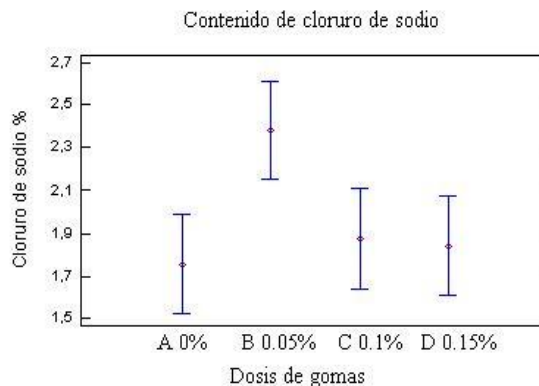
La separación de la cuajada, del suero de quesería, es una causa significativa de la solubilización de nutrientes. Por último, el contenido de nutrientes y otros componentes en la elaboración del queso, está fuertemente influenciado por la separación de la cuajada, del lactosuero y hacen que éstos, sean más solubles y fácilmente eliminados (Suhaj *and* Korenovska, 2008).

Cloruro de sodio

En promedio, el cloruro de sodio, estuvo en 1.96%, con una desviación estándar de 0.33% y un coeficiente de variación de 16.84%. Entre los tratamientos (A) y (B); (B) y (C); y (B) y (D), se presentaron diferencias estadística significativas ($P < 0.05$). En la Figura 6, se aprecian los porcentajes de cloruro de sodio de cada uno de los tratamientos.

La sal controla diversas actividades de la enzima renina, en el queso y la modificación de la conformación de las proteínas; por lo tanto, reduce la actividad de agua del queso; está, es absorbida por él, de la salmuera; la masa de sal absorbida depende del gradiente de concentración (Lauverjat, Loubens *et al.*, 2009) y de la geometría del queso, influye en la textura y contribuye, directamente, en la formación del sabor, según Flourey, Camier *et al.*, (2009), quienes exponen que el contenido de humedad de los quesos está relacionado directamente, con el contenido de cloruro de sodio; un queso con mayor porcentaje de sal, presenta mayor humedad, debido a la hidratación de las proteínas y otros componentes, lo que ocurre a nivel interno, en el encurtido del queso (Flourey, Rouaud *et al.*, 2009), resultados que concuerdan con los datos obtenidos en los rendimientos del queso.

Figura 6. Porcentaje de cloruro de sodio de los diferentes tratamientos.

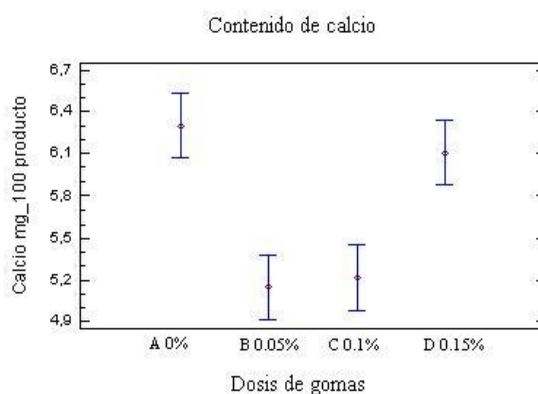


Cuando el queso se introduce en una solución de salmuera, hay un movimiento neto de iones Na^+ y Cl^- , de la salmuera, hacia éste y del agua del queso, hacia la salmuera, como resultado de la diferencia de presión osmótica. Las moléculas de NaCl deben recorrer un camino indirecto, para evadir la obstrucción de filamentos de proteínas y glóbulos de grasa, en contra de la migración de agua (Mandl, Harte/ *et al.*, 2009).

Contenido de Calcio

Se determinó que el contenido de Calcio está entre 5.14 a 6.1 mg/100g de producto, presentando diferencias estadística significativas ($P < 0.05$) entre las dosis (A) y (B), con (C), que formaron un grupo. En estas últimas, el contenido de Calcio fue muy similar. De la misma manera, existieron diferencias significativas entre las muestras (D) y el grupo (B) con (C). En la Figura 7, se aprecian los niveles de Calcio de cada uno de los tratamientos, contenidos altos en calcio influyen en las propiedades y textura de los quesos (Thrimawithana, Young *et al.*, 2008).

Figura 7. Contenido de Calcio de los diferentes tratamientos



El contenido de calcio en el queso es, esencialmente, influido por la acidez de la leche en la fase de la coagulación y en el grado de expulsión del suero, de la cuajada. En quesos madurados de leche entera, donde la coagulación se realiza

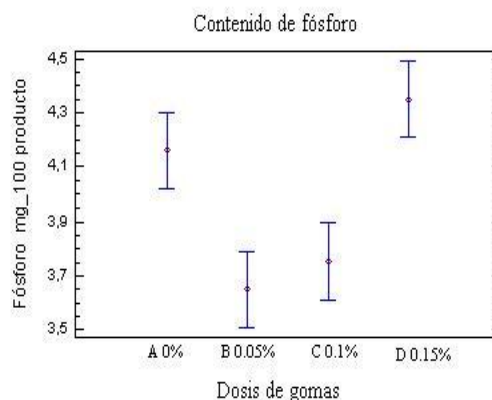
mediante enzimas, el Calcio y el Fósforo, en su mayoría, permanecen en la cuajada. El cloruro de Calcio, se puede añadir a la leche, con el fin de compensar las pérdidas de calcio durante la pasteurización y mejorar el proceso de coagulación (Suhaj *and* Korenovska, 2008).

Contenido de Fósforo

El contenido de fósforo en el testigo, expresado en mg/100g de producto, presentó diferencias estadística significativas ($P < 0.05$), con los tratamientos (B) y (C), que formaron un grupo; de la misma manera, se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre el tratamiento (D), comparado con el grupo (B) y (C); el nivel más bajo de Fósforo, lo presentó el tratamiento (B), con un valor de 3.65 mg/100g de muestra y, el contenido más alto, se presentó en el tratamiento (D), reportando un valor de 4.35 mg, como se aprecia en la Figura 8.

Los niveles más altos de Fósforo están dados en los tratamientos (A) y (D), los cuales pueden ser asociados con el mayor porcentaje de sólidos totales, en estos dos tratamientos, comportamiento que puede ser explicado en razón a la red de fosfoparacaseinato de Calcio, que se forma en el proceso de coagulación de la leche.

Figura 8. Contenido de Fósforo



Variable acidez y pH

Los resultados de la variable acidez de los distintos tratamientos, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), todos los tratamientos, se comportaron de manera similar, estando en un promedio de 0.031% expresada como ácido láctico, pero sí existieron diferencias estadística significativas ($P < 0.05$), a través de los tiempos de maduración, desde el día 15, hasta el día 60. En la Figura 9, se puede apreciar el porcentaje de acidez de cada uno de los tratamientos.

Para la variable pH, existieron diferencias estadística significativas ($P < 0.05$), para todas las dosis utilizadas, excepto para el testigo y la dosis del 0.15%(C). El valor de pH más bajo estuvo dado por las dosis del 0.05%(B) y, el más alto, por la dosis del 0.15%(D).

Esta variable presentó un promedio de 5.01. En la Figura 10, se aprecian los valores de pH, el valor más al alto, lo presentó el tratamiento 0.15%(C), lo cual puede ser debido a la disolución del Fosfato de Calcio amorfo, que se completa alrededor de un pH de 5.2 (Watkinson, Coker *et al.*, 2001).

Figura 9. Acidez de los quesos en el tiempo

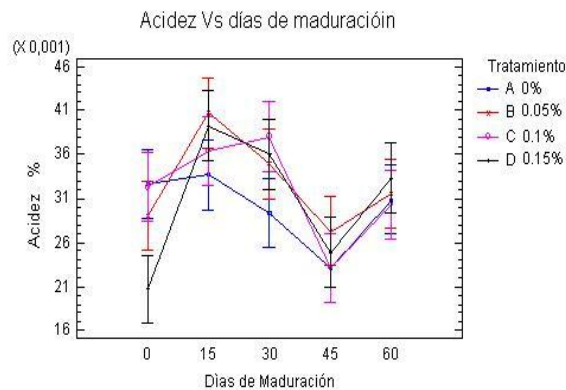
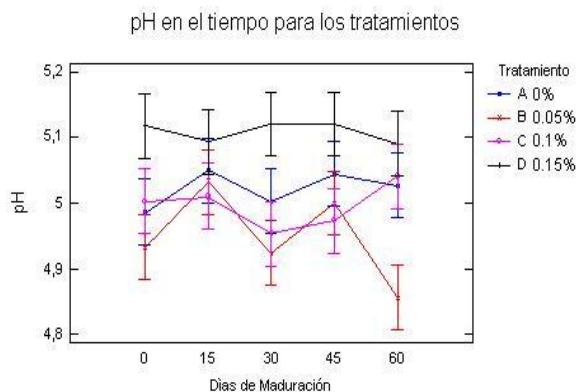


Figura 10. pH de los quesos en el tiempo



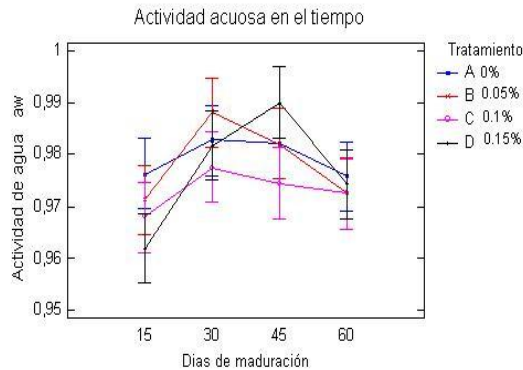
El aumento del pH, la reducción en la concentración de Fosfato de Calcio y la proteólisis, implican una modificación de la textura del queso y del pH. El papel del pH, en la textura del queso es, particularmente, importante, porque los cambios están, directamente, relacionados con los cambios químicos en la red de la proteína; la estructura interna de la micela de caseína es sensible al pH. Además de los cambios de carga, reduciendo el pH, se libera el Calcio y el Fósforo, de la micela de la proteína, que puede conducir a una disminución de elasticidad (Floury, Camier *et al.*, 2009). El pH bajo en estos productos lácteos, aumenta las interacciones electrostáticas entre las proteínas y los polisacáridos (Cernikova, Bunkaa *et al.*, 2008), que conducen a una mayor reactividad, traduciéndose en mayor retención de humedad.

Actividad acuosa (a_w)

Para los distintos tratamientos, no existieron diferencias estadística significativas; todas las muestras, presentaron un comportamiento similar, estando en un promedio, para esta variable, de 0.9769, pese a que sí existen diferencias entre el testigo y la dosis de 0.1%(C), para la humedad. Las unidades experimentales estaban empacadas al vacío, para evitar pérdidas o ganancias de humedad en el tiempo. Para los tiempos de maduración, se presentaron diferencias estadística significativas ($P < 0.05$), entre el día 15 comparado con los días 30 y 45, de la

misma manera que para el día 60 en relación con los días 30 y 45. En la Figura 11, se puede apreciar el comportamiento de esta variable, en el tiempo.

Figura 11. Actividad acuosa de los quesos en el tiempo



Los quesos semiduros, como lo expone Pantaleao, Pintado *et al.*, (2007), tienen generalmente alta actividad de agua, y ésta, tiene influencia sobre las propiedades físicas del queso, datos que coinciden con los resultados obtenidos. El aumento de la movilidad del agua durante el almacenamiento, sugiere que es la causa del aumento de la plastificación de la matriz del queso, que podría ser responsable de los cambios observados, en el aumento de la movilidad de agua (Arimi, Duggan *et al.*, 2010).

En los quesos semiduros, el factor que más afecta su estabilidad es la actividad de agua (a_w), que depende, principalmente, de la humedad y del contenido de sal (Duggan, Noronha *et al.*, 2008). Durante la maduración del queso, la (a_w) disminuye hasta que la superficie está en equilibrio con la atmósfera circundante (Cerqueira, Gallagher *et al.*, 2010).

Resultados de la evaluación sensorial

Color de la pasta, olor / aroma característico, sabor ácido, amargo y objetable

El color de la pasta base, para el producto, presentó diferencias estadística significativas ($P < 0.05$), entre los tratamiento A y el C; de igual forma, presentó diferencias el tratamiento D, comparado con el grupo B y C; entre el día 15, comparado con el día 60, no existieron diferencias. Para el olor y el aroma característicos no existieron diferencias estadística significativas ($P > 0.05$) entre todos los tratamientos.

Para el tiempo de maduración del producto, el sabor ácido entre los tratamientos A y D, presentó diferencias estadística significativas ($P < 0.05$). El tratamiento D, presentó diferencias estadísticamente significativas, comparadas con B y C. En la Figura 12, se aprecia el comportamiento de esta variable.

La característica sabor amargo, presentó diferencias estadística significativas ($P < 0.05$), entre los tratamientos A y D; B y C, y para el D, comparado con el tratamiento B y C, para los tiempos de maduración entre el día 15 comparado con el día 60, también, se presentaron diferencias estadística significativas ($P < 0.05$). En la Figura 13, se aprecia el comportamiento de estas variables, en el tiempo.

La proteólisis contribuye a los cambios en la textura del queso durante la maduración, debido a la pérdida de la red de proteínas, la reducción de la actividad de agua y el aumento del pH, comportamiento que puede ser explicado desde el punto de vista de sus componentes; en el proceso de elaboración del queso, algunos componentes son, mayoritariamente, retenidos, como las grasas y las proteínas y, otros, son solubilizados en el suero, como las proteínas séricas y la lactosa; quesos con valores más altos de humedad, pueden contener más cantidad de lactosa que, luego, por procesos de fermentación, se transforma en otros componentes, factor asociado a mayor retención de agua, por parte de la carragenina, en el queso; lo mismo acontece con algunas proteínas retenidas que pueden conducir a la aparición de sabores amargos, debido a la formación de péptidos.

Figura 12. Comportamiento de sabor ácido

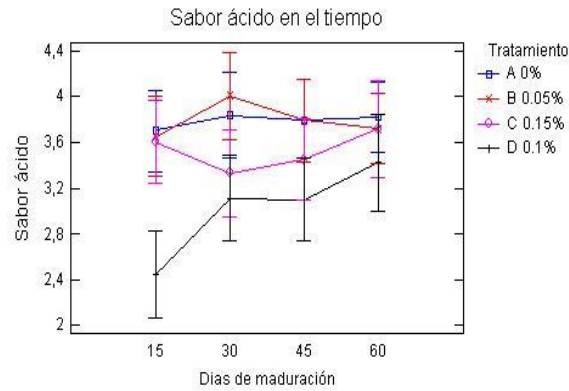
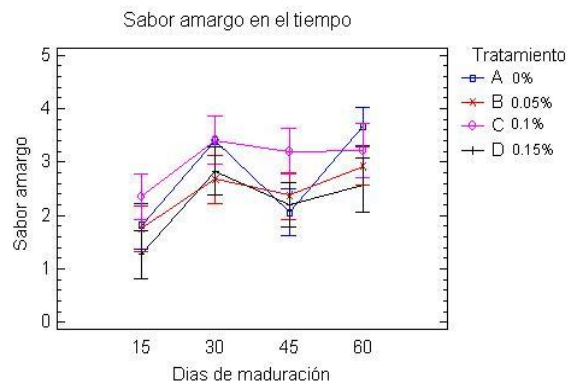


Figura 13. Comportamiento de sabor amargo



Durante la maduración, las propiedades mecánicas como la firmeza, la cohesión y la elasticidad, disminuyen, mientras que la solubilidad aumenta (Kraggeruda, Skeiea *et al.*, 2008). Los ácidos grasos libres desempeñan un papel importante como precursores de compuestos volátiles, tales como: cetonas, lactonas, alcoholes, ésteres y aldehídos (Wolf, Perotti *et al.*, 2010).

Los compuestos volátiles desempeñan un papel importante en la percepción del sabor del queso; el aroma típico es el resultado de compuestos volátiles, formados por la lipólisis y la proteólisis (Sadowska, Białobrzewski *et al.*, 2009). Los ácidos grasos son los principales precursores de los componentes secundarios derivados de la grasa (metil-cetonas, aldehídos, ácidos grasos libres, lactonas y ésteres de

etilo); de la misma manera, la degradación enzimática de aminoácidos, conduce a la formación de compuestos volátiles, que tienen un impacto en el sabor. Las caseínas son degradadas a péptidos y aminoácidos. Además de los lípidos y las proteínas, la lactosa es un componente de la leche, que también, es importante para la formación del aroma del queso (Leuven, Caelenberg *et al.*, 2008).

Variable humedad

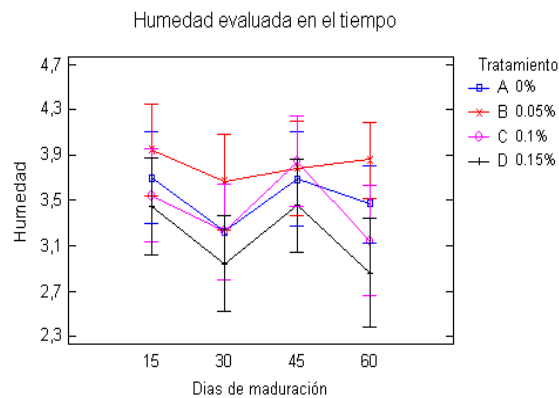
De acuerdo con la escala usada por los jueces, para la calificación de la variable humedad (de 1 a 7), el valor más alto correspondió al tratamiento 0.05%(B), con un promedio de 3.81, y el más bajo, al tratamiento (D), con 3.17. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos (B) y (D); para los demás tratamientos, no se evidenciaron diferencias. Los jueces reconocieron la muestra menos húmeda, como el tratamiento 0.15%(D), resultados que concuerdan con el análisis fisicoquímico realizado para cada uno de los quesos; no obstante, los resultados encontrados mediante las pruebas fisicoquímicas, la sensación percibida por el panel, señala el orden de humedad en los tratamientos, lo cual ha sido explicado por Foegeding, Cakır *et al.*, (2010), relativo a la sensación bucal que proporciona la carragenina, en sistemas como el queso tipo Gouda. Otros autores señalan los efectos distractores que pueden afectar a los jueces, asociado a las percepción de humedad, por efectos de la grasa (Benjamins, Vingerhoeds *et al.*, 2009).

Aunque entre los tratamientos (B) y (C), no se presentó diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$), sí existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos (B) y (D); de la misma manera, para el día 30, comparado con el día 45, En la Figura 14, se pueden apreciar los comportamientos, en el tiempo, de esta variable, sobre los distintos tratamientos. Las carrageninas tienen la particularidad de poder formar geles, a muy bajas concentraciones, además, tienen muy buena afinidad y reactividad con las

proteínas de la leche, las cuales se ven potenciadas por la presencia de iones Potasio (Cernikova, Bunkaa *et al.*, 2008), conduciendo a una mayor retención de humedad.

Los quesos se ablandan con el almacenamiento; este reblandecimiento, se ha atribuido a una combinación de varios factores, como la redistribución del agua, que aumenta la hidratación de las proteínas y, por supuesto, la proteólisis (Arimi, Duggan *et al.*, 2010).

Figura 14. Humedad para los diferentes tratamientos



Variable dureza

Todos los tratamientos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$); excepto para el tratamiento 0.05%(B) y 0.1%(C); la dureza más alta, correspondió a la dosificación del 0.15%(D), con un valor de 3016.87 N, seguido del testigo, y el valor más bajo, está dado por el tratamiento (B), con 1983.58 N. En la Figura 15, se puede apreciar el comportamiento a través del tiempo de esta variable, según el análisis de perfil de textura, datos que son correlacionados con el contenido de sólidos totales del producto y, a medida que la humedad aumenta, la dureza disminuye, coincidiendo con los resultados obtenidos por El-Bakry, Duggan *et al.*, (2010); lo mismo, acontece con la dosis del 0.05%(B). Para la evaluación sensorial realizada, se pudo determinar que, (de acuerdo con la escala

utilizada por los jueces comprendida entre (1 y 7), la muestra con un valor de dureza más bajo, correspondió al tratamiento 0.05%(B), con un promedio de 3.05, y el más alto, al tratamiento 0.15%(D), con 3.78. En la Figura 16, se pueden apreciar los comportamientos, en el tiempo, para esta característica.

Figura 15. Dureza por TPA

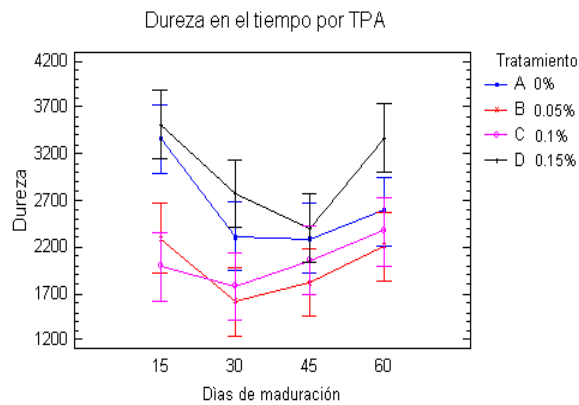
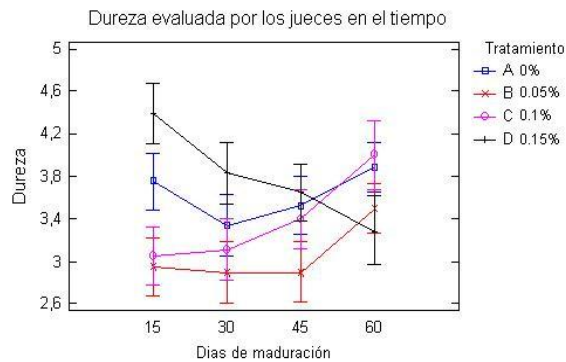


Figura 16. Dureza por evaluación sensorial.



Los grupos de tratamientos 0%(A) con el (B); (B) con (C) y (D); y para el grupo conformado por (C) y (D), presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Se evidencia que para los días de maduración comprendidos entre los días 30 y 60; 45 y 60, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$). Los resultados obtenidos con pruebas mecánicas y con la evaluación sensorial,

conducen a la misma conclusión, coincidiendo con los expuestos por Sugishita, Tsunomachi *et al.*,(2010), quienes hallaron correlación entre estos dos métodos de evaluación.

La variable, dureza aumenta, significativamente, a medida que aumenta el contenido de materia seca; este efecto es bien conocido y se debe, principalmente, a la estructuración de la red protéica, a medida que aumenta la concentración de proteínas (Floury, Camier *et al.*, 2009). La dosis del 0.05%(B) presentó un nivel más alto de sal, y está, afecta la dureza del queso, mediante la promoción de interacciones entre proteínas (Burcu, Cumhur *et al.*, 2009); sin embargo, no sólo las proteínas del queso interactúan entre sí, sino también, influye el agua, la grasa y las sales minerales (Floury, Camier *et al.*, 2009); otro factor es la capacidad de retención de agua de las carrageninas y su afinidad con las proteínas lácteas. El aumento de la dureza, durante en el tiempo de almacenamiento de los quesos, tiende a tener un incremento significativo, datos congruentes con lo expuesto por Cinthia *and* Souza, (2009).

En las preparaciones comerciales de carrageninas tipo Kappa, tienen un efecto negativo en las propiedades funcionales del producto (formación de gel). Así, en la transformación industrial, previa al uso de la carragenina, el material crudo se somete a un tratamiento alcalino de extracción, que cataliza la reacción de ciclación con hidróxido (OH⁻), para generar un puente 3,6-anhidro. La reacción se produce cuando las unidades 6-sulfatadas- α -galactosa están presentes, por lo tanto, calentando el polisacárido, en medio alcalino fuerte, el grupo libre 3'OH se ioniza y produce un desplazamiento intramolecular nucleofílico, del grupo sulfato, en la posición 6 (Campo, Kawano *et al.*, 2009).

Otro requisito para la formación de la hélice, es que los iones presentes en disolución, como iones de Potasio, son capaces de introducirse entre las hélices dobles, neutralizando las cargas de los grupos sulfato, facilitando el acercamiento

entre ellos. El Potasio tiene, también, la característica de estabilización de la doble hélice. El diámetro de iones de sodio, considerablemente más grandes (radio hidratado), no causan el mismo efecto; cationes divalentes, también, disminuyen la viscosidad, cuando están presentes en altos niveles (Campo, Kawano *et al.*, 2009).

Variable adhesividad (Resortabilidad)

Esta variable presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) para los tratamientos 0.05%(B) y 0.15%(D), para las demás dosificaciones, no existieron diferencias estadística significativas, aunque el queso más adhesivo, lo generó la dosis del 0.05%(B); la menor adhesividad correspondió a la dosis del 0.15%(B), datos que son consecuentes con el contenido de sólidos totales y la dureza, según las evaluaciones realizadas en este trabajo. Para los días 15 y 30; 30 y 45; 45 y 60, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) y, para los días, 45 y 60, 30 y 60, se presentaron diferencias estadísticamente significativas, para esta característica. En la Figura 17, se aprecia el comportamiento de esta variable. Los jueces calificaron la muestra más adhesiva (de 0 a 7) el tratamiento 0.05%(B), con un valor promedio de 3.27, de igual manera, el menos adhesivo, al tratamiento 0.15%(D), con un valor de 2.66; para el tratamiento (D) comparado con el grupo (A) y (B), se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$); la maduración, en el tiempo, no generó cambios en esta variable. Este comportamiento, presenta la misma tendencia que el obtenido mediante análisis mecánicos; de la misma manera, coinciden las variables sólidos totales y dureza de los quesos, estando en consonancia con lo expuesto por Revilla, González *et al.*, (2009), quienes argumentan que, por los dos métodos de evaluación propuestos, se puede llegar a obtener los mismos resultados. En la Figura 18, se puede apreciar el comportamiento de la evaluación sensorial realizada en el tiempo.

Figura 17. Adhesividad por TPA

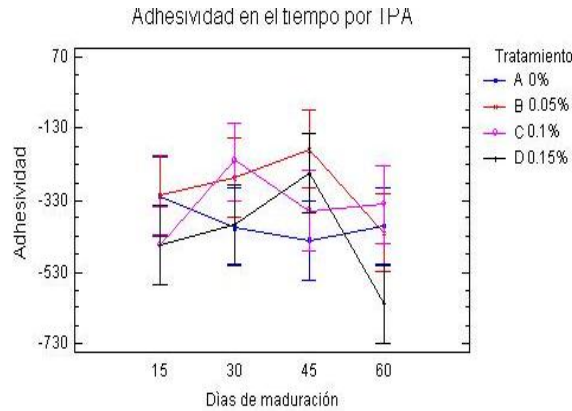
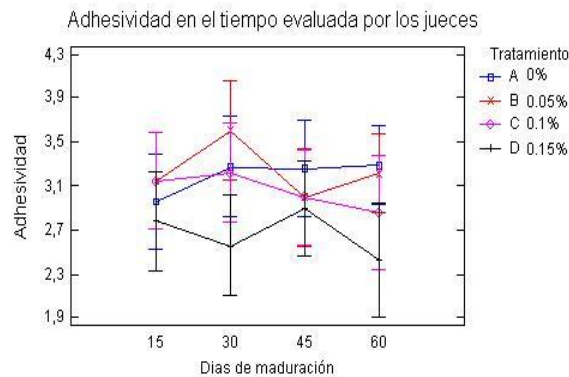


Figura 18. Adhesividad sensorial



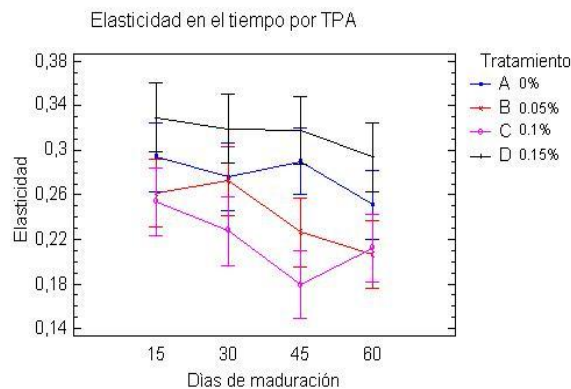
La adherencia y la cohesión de los quesos, disminuyen con la disminución del contenido de grasa, debido a que los atributos de textura son influenciados por la naturaleza de la matriz de proteína, asociados a una disminución del contenido de grasa (Revilla, González *et al.*, 2009).

Variable elasticidad

Esta variable, presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), para todos los tratamientos, excepto para la comparación (B) con (C), el cual se comportó como un grupo homogéneo. El valor más alto de elasticidad, corresponde a la dosis del 0.15%(D), con un valor de 0.31mm, siendo la más baja

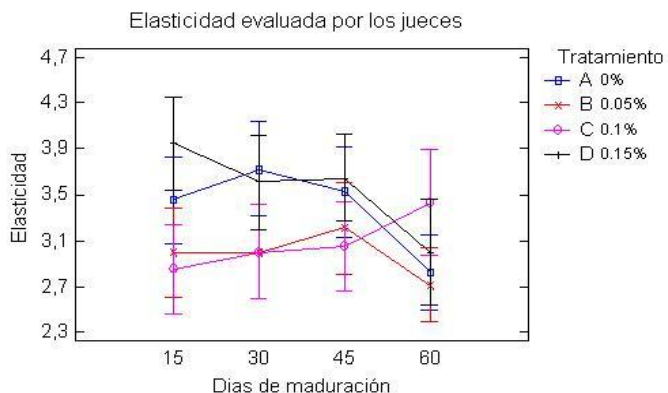
elasticidad la presentada por el tratamiento 0.1%(C), con 0.21mm. En la Figura 19, se aprecian los distintos comportamientos de esta variable. En el tiempo, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), para los días 15 y 30, 30 y 45, y 45 y 60; pero se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), para las parejas de días 15 y 45, 15 y 60; y 30 y 60. Los jueces determinaron que la muestra del queso más elástica correspondió a la dosis del 0.15%(D), con un valor de 3.55 (entre 0 a 7), seguida del testigo (A), siendo la menos elástica, el tratamiento (B), con un valor de 2.98; los valores más altos, exhibidos para esta variable, coinciden en las dos técnicas de evaluación realizadas. Esta característica, presentó diferencias estadísticamente significativas para los grupos de tratamientos (A) y (B) y para (D) comparado con (B) y (C); para los días de maduración del queso, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas. En la Figura 20, se puede apreciar este comportamiento.

Figura 19. Elasticidad para TPA



El queso pierde elasticidad (Osorio, Ciro *et al.*, 2005), manifestando un descenso en esta propiedad, a medida que transcurre el tiempo de maduración, esta disminución está presente en todos los tiempos evaluados. Se conoce que la proteólisis es un factor determinante en la elasticidad, ya que al haber una mayor degradación de las grandes moléculas, este parámetro, disminuye (Alvarado, 2008).

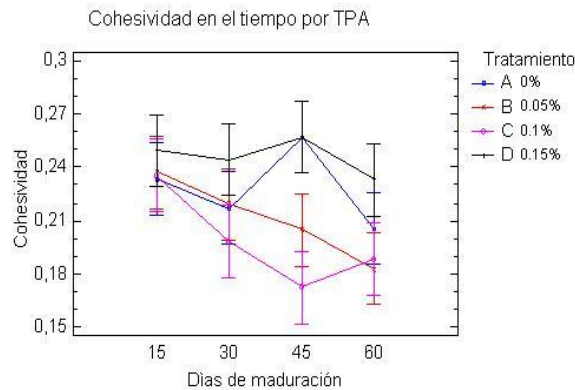
Figura 20. Elasticidad sensorial



Variable cohesividad

Los tratamientos 0%(A) y 0.1%(C), y 0.15%(D) comparado con (C) y (B), cuando fueron evaluados para la variable cohesividad, presentaron diferencias estadística significativas ($P < 0.05$). No presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), los tratamientos compuestos por las dosis 0%(A) comparado con (B) y (D); (B) y (C). La dosis que genera un queso más cohesivo, esta dado, por el tratamiento (D), con un valor promedio de 0.24, seguido por el testigo y, el menos cohesivo, esta dado por la dosis del 0.1%(C), con un valor promedio de 0.19 y un error estándar de 0.007%. En consecuencia, cuando decrece el contenido de sal, decrece la cohesividad y la dureza. En la Figura 21, se puede apreciar el comportamiento de esta variable, en el tiempo. Para el día 15, comparado con los días 30, 45 y 60, presentan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), y para el día de maduración 30, comparado con los días 45 y 60; y para los días 45 y 60, no existieron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$); el testigo y la dosis del 0.05%(B), presentan comportamientos muy similares.

Figura 21. Variable cohesividad por TPA



La disminución del pH del queso puede disolver el Calcio de los agregados de proteína (caseína), causando interacciones entre las proteínas y debilitando esta matriz; este resultado puede manifestarse en la reducción de la dureza y la cohesión (Noronha, Cronin *et al.*, 2008). De la misma manera, la cohesión del queso, se ve afectada por las interacciones de la proteína con el hidrocólido. El Calcio es un firme promotor de las interacciones proteína-proteína, y su solubilización, disminuiría las interacciones entre las proteínas, lo que facilita el flujo inicial del queso (Noronha, Cronin *et al.*, 2008), como es evidente, en estos resultados, quesos con valores más altos en sólidos totales, tienden a ser más cohesivos, variable que se ve afectada por la retención de humedad.

Variable masticabilidad

El tratamiento 0.15%(D) presentó el valor más alto para la característica masticabilidad, con un promedio de 231.21 J, seguido del tratamiento 0%(A); y el valor más bajo está dado por la dosis de 0.1%(C), con un promedio de 92.95 J. En la Figura 22, se aprecia el comportamiento de esta variable; estos datos concuerdan con el contenido de materia seca de los quesos; al ser el testigo más duro y menos húmedo, esta variable, se acentúa; éste comportamiento hace que el producto requiera una fuerza mayor, en el proceso de masticado,

específicamente, en los dientes molares en función del avance del proceso de maduración (Osorio, Ciro *et al.*, 2005).

Todos los tratamientos presentaron diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$), excepto para el tratamiento (B) y (C), el cual no presentó diferencias estadísticamente significativas. Esta variable, para el día 15, comparada con el día 30, presentó un decrecimiento y se mantuvo muy similar durante todo el proceso de maduración del queso tipo Gouda. La calificación sensorial para la muestra que presenta más alto este valor, es el tratamiento 0.15%(D), con un promedio de 3.71, seguido del testigo, y el más bajo, con un valor de 2.94, correspondiendo al tratamiento del 0.05%(B). En el tiempo, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas para cada uno de los tratamientos; resultados que son consistentes por los dos métodos evaluados (mecánico y sensorial); las pruebas de evaluación de perfil de textura, deben correlacionarse con los métodos de evaluación sensorial, como lo expusieron Revilla, González *et al.*, (2009); en la Figura 23, se aprecia el comportamiento de esta variable, de acuerdo con la evaluación sensorial realizada.

Figura 22. Masticabilidad por TPA

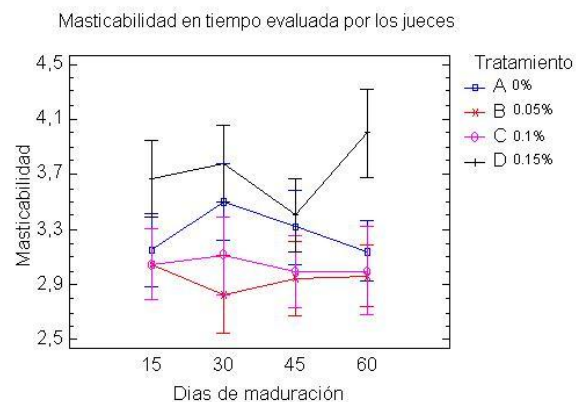
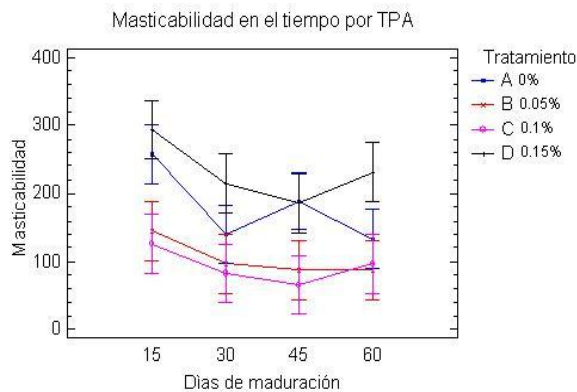


Figura 23. Masticabilidad sensorial



Conclusiones y recomendaciones

Se logró determinar que la dosis óptima para ser aplicada en el queso tipo Gouda, para aumentar el rendimiento, corresponde a un 0.05%, con respecto a la masa total de leche, a utilizar, para elaborar el producto, aunque se puede tener un nivel de dosificación entre 0.05% a 0.1%; por encima del 0.1%, se cree que las carrageninas tienen un efecto negativo sobre la variable rendimiento.

Con los rendimientos adicionales obtenidos se puede lograr una reducción de costos del queso tipo Gouda, debido a la mayor cantidad de masa total obtenida, con la misma cantidad de leche utilizada, comparado con un testigo.

La dosificación del 0.05%, causa una modificación sobre los componentes principales del queso, generando mayores valores de humedad, que se traducen en masa total de producto terminado, y a su vez, un queso con menor dureza, pero que no es rechazado por los evaluadores del producto; menores contenidos de grasa y proteínas y, a su vez, leve incremento sobre el contenido de cloruro de sodio, factores que son asociados con las interacciones que existen entre las proteínas de la leche (k-caseínas) y las kappa carrageninas, y son atribuidos a interacciones entre grupos sulfatos negativos de las carrageninas y la región

cargada, positivamente, entre los residuos 97-112 de la kappa caseína de la leche. Las aplicaciones de carrageninas sobre matrices lácteas como lo es el queso, generan cambios en el comportamiento físico del producto, causando modificaciones en la dureza, generando un producto más blando, con mayor humedad, con menor contenido en sólidos totales, incrementado la adhesividad y, este factor, ligado al contenido de agua, de igual forma, la elasticidad, disminuye, lo mismo que la cohesividad, y el producto tiene valores más bajos de masticabilidad característica que puede ser agradable a los consumidores finales.

Se recomienda realizar un estudio de costos detallado del producto, para ver su disminución real y elaborar pruebas, a nivel industrial, para poder observar el comportamiento real del producto, frente a las variables continuas de operaciones manejadas en planta, por los productores del producto.

Se debe estudiar el efecto que pueden causar las presiones de homogeneización antes de la adición del hidrocoloide sobre los rendimientos obtenidos.

Analizar el comportamiento, en el tiempo de la generación de compuestos volátiles, en el producto terminado, para poder determinar si las aplicaciones de carrageninas, en este tipo de producto, ejercen influencias antagónicas sobre la lípólisis, la proteólisis y la transformación de la lactosa, y si no genera cambios bioquímicos, en la maduración del producto terminado.

En el proceso de elaboración del queso, se pueden determinar las fases de transición de cada uno de los componentes hacia el queso y hacia el suero.

Agradecimientos

Al equipo de trabajo de la empresa TECNAS S.A., por su valioso apoyo y colaboración en todas las etapas y fases de este proyecto y, en especial a su

Gerente General; Luz Marina Jaramillo Henao, a la Gerente Técnica, Luz Stella Vanegas Pérez y la Asistente de Soporte Tecnológico Bibiana María Jaramillo, a los directivos y al personal operativo de los Laboratorios de Productos Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Bibliografía

Alewijn, M., E. Sliwinski, *et al.*, Production of fat-derived (flavour) compounds during the ripening of Gouda cheese. *International Dairy Journal* 2005; 15: 733 - 740.

Alvarado, B. Efecto del *Lactobacillus paracasei subs. paracasei* y de la Inulina sobre los Parámetros Reológicos de Queso Gauda Semidescremado. Universidad Austral de Chile. Valdivia, 2008: 125.

Arimi, J., E. Duggan, *et al.*, Effect of moisture content and water mobility on microwave expansion of imitation cheese. *Food Chemistry* 2010; 121: 509 - 516.

Benjamins, J., M. Vingerhoeds, *et al.*, Partial coalescence as a tool to control sensory perception of emulsions. *Food Hydrocolloids* 2009; 22: 102 - 115.

Berg, L., V. Linden, *et al.*, Breakdown properties and sensory perception of whey proteins/polysaccharide mixed gels as a function of microstructure. *Food Hydrocolloids* 2006; 21 (5 - 6): 961 - 976.

Burcu, M., O. Cumhur, *et al.*, Development of the structure of an imitation cheese with low protein content. *Food Hydrocolloids* 2009; 23: 1596 - 1601.

Campo, V., D. Kawano, *et al.*, Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis. *Carbohydrate Polymers* 2009; 77: 167 - 180.

Cernikova, M., F. Bunkaa, *et al.*, Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. *Food Hydrocolloids* 2008; 22: 1054 - 1061.

Cerqueira, M., M. Gallagher, *et al.*, Use of galactomannan edible coating application and storage temperature for prolonging shelf-life of "Regional" cheese. *Journal of Food Engineering* 2010; 97: 87 - 94.

Cinthia, H. and S. Souza. Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. *LWT - Food Science and Technology* 2009; 42: 633 - 640.

Ciro, V., S. Osorio, *et al.*, Estudio de la dureza del queso edam por medio del análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera. *Revista Facultad Nacional Agropecuaria* 2007; 60: 3797 - 3811.

Cofrades, S., I. Lopez, *et al.*, Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. *Meat Science* 2008; 79: 767 - 776.

Corferias. Feria Internacional agropecuaria y de las industrias a fines agroexpo. Retrieved 2010-04-15, 2010, from <http://servicios.corferias.com/02/2009/index.cfm?intldioma=1&Strldioma=es>.

David, W., A. Everett, *et al.*, Cheese structure and current methods of analysis. *International Dairy Journal* 2008; 18: 759 - 773.

Dimitreli, G. and T. A. Effect of chemical composition on the linear viscoelastic properties of spreadable-type processed cheese. *Journal of Food Engineering* 2008; 84: 368 - 374.

Dimitreli, G. and A. Thomareis Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. *Journal of Food Engineering* 2007; 79: 1364 - 1373.

Duggan, E., N. Noronha, *et al.*, Effect of resistant starch on the water binding properties of imitation cheese. *Journal of Food Engineering* 2008; 84: 108–115.

El-Bakry, M., E. Duggan, *et al.*, Small scale imitation cheese manufacture using a Farinograph. *LWT - Food Science and Technology* 2010; 1 - 9

El Espectador., E. La pasión de los alimentos. 2010. Retrieved 2010-04-15, 2010, from <http://www.elespectador.com/>.

Floury, J., B. Camier, *et al.*, Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure texture relationships. *LWT - Food Science and Technology* 2009; 42: 1611-1620

Floury, J., O. Rouaud, *et al.*, Reducing salt level in food: Part 2. Modelling salt diffusion in model cheese systems with regards to their composition. *LWT - Food Science and Technology* 2009; 42: 1621 - 1628.

Foegeding, E., E. Cakir, *et al.*, Using dairy ingredients to alter texture of foods: Implications based on oral processing considerations. *International Dairy Journal* 2010; 1 - 9.

Gómez, D. and P. Zapata. Utilización de carrageninas en la elaboración de un queso fresco campesino. Departamento de ingeniería agrícola y alimentos Medellín Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos 2003; 98.

Harrington, J., E. Foegeding, *et al.*, Segregative interactions and competitive binding of Ca²⁺ in gelling mixtures of whey protein isolate with Na⁺ k-carrageenan. *Food Hydrocolloids* 2009; 23 468– 489.

Kraggeruda, H., S. Skeie, *et al.*, Season and ripening temperature influence fatty acid composition and sensory properties of semi-hard cheese during maturation. *International Dairy Journal* 2008; 18: 801 - 810.

Lauverjat, C., C. Loubens, *et al.*, Rapid determination of partition and diffusion properties for salt and aroma compounds in complex food matrices. *Journal of Food Engineering* 2009; 93: 407 - 415.

Leuven, I., T. Caelenberg, *et al.*, Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. *International Dairy Journal* 2008; 18: 790 - 800.

Lucas, A., J. Coulon, *et al.*, Relationships between the conditions of goat's milk production and the contents of some components of nutritional interest in Rocamadour cheese. *Small Ruminant Research* 2008; 74: 91 - 106.

Macku, I., F. Bunka, *et al.*, Effect of addition of selected solid cosolutes on viscoelastic properties of model processed cheese containing pectin. *Food Hydrocolloids* 2009; 23: 2078 - 2084.

Mandl, K., R. Hartel, *et al.*, Effects of moisture and salt migration on cheese firmness in cheese-in-sausage products. *Journal of Food Engineering* 2009; 91: 164 - 172.

Noronha, N., D. Cronin, *et al.*, Flavouring reduced fat high fibre cheese products with enzyme modified cheeses (EMCs). *Food Chemistry* 2008; 110.

Noronha, N., D. Cronin, *et al.*, Flavouring of imitation cheese with enzyme-modified cheeses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs). *Food Chemistry* 2008; 106: 905 - 913.

Ministerio de Salud de Colombia. Por la cual se modifica la Resolución No 02310 de 1986, (24 de Febrero) que reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 del Ministerio de Salud. Santafé de Bogotá D.C. Resolución 1804. 1989.

Osorio, F., H. Ciro, *et al.*, Caracterización reologica y textural del queso Edam. *Dyna* 2005; 147: 33 - 45.

Pantaleao, I., M. Pintado, *et al.*, Evaluation of two packaging systems for regional cheese. *Food Chemistry* 2007; 102: 481-487.

Portafolio., Colombia está quedada en el consumo de quesos; cada persona se come casi un kilo del derivado lácteo cada año. Retrieved 2010-03-21, http://www.portafolio.com.co/negocios/empresas/ARTICULO-WEB_NOTA_INTERIOR_PORTA-5371930.html. 2010.

Revilla, I., I. González, *et al.*, Texture evaluation in cheeses by NIRS technology employing a fibre-optic probe. *Journal of Food Engineering* 2009; 92: 24–28.

Robinson, R. and R. Wilbey. *Fabricación de quesos*. Zaragoza, España. 2002.

Sadowska, J., I. Białobrzewski, *et al.*, Effect of fat content and storage time on the rheological properties of Dutch-type cheese. *Journal of Food Engineering* 2009; 94: 254–259.

Shane, N., J. Charmian, *et al.*, Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and Interface Science* 2006; 123 - 126: 433 - 437.

Sugishita, Y., R. Tsunomachi, *et al.*, Evaluation of subjective toughness feeling of the foods for efficient masticatory muscle activity in daily mastication for occlusal stability. *orthodontic waves* 2010; 69: 1 - 7.

Suhaj, M. and M. Korenovska Correlation and distribution of elemental markers of origin in the production of Bryndza sheep cheese. *Food Chemistry* 2008; 107: 551 - 557.

Thrimawithana, T., S. Young, *et al.*, Texture and Rheological Characterization of Kappa and Iota Carrageenan in the Presence of Counter Ions. *Carbohydrate Polymers* 2008.

Tziboula, A. and D. Horne. Influence of milk proteins on k-carrageenan gelation. *International Dairy Journal* 1999; 9: 359 - 364.

Watkinson, P., C. Coker, *et al.*, Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis. *International Dairy Journal* 2001; 11: 455 - 464.

Wolf, I., M. Perotti, *et al.*, Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggiano Argentino cheese: Characterization of Reggiano Argentino cheese. *Food Research International* 2010.

Ye, A., S. Hewitt, *et al.*, Characteristics of rennet-casein-based model processed cheese containing maize starch: rheological properties, meltabilities and microstructures. *Food Hydrocolloids* 2008.

Zeng, S., K. Soryal, *et al.*, Predictive formulae for goat cheese yield based on milk composition. *Small Ruminant Research* 2007; 69: 180 - 186.

BIBLIOGRAFÍA DEL MARCO REFERENCIAL

Adhikari, K., H. Heymann, *et al.*, Textural characteristics of lowfat, fullfat and smoked cheeses: sensory and instrumental approaches. *Food Quality and Preference*. 2003; 14: 211 - 218.

Alvaré, P. Las gomas y su utilización. Folleto docente Cuba Minal IIIA. 1987.

Amici, E., G. Tetradis-Meris, *et al.*, Alginate gelation in microfluidic channels. *Food Hydrocolloids*. 2007; 22: 97-104.

Alewijn, M., E. Sliwinski, *et al.*, Production of fat-derived (flavour) compounds during the ripening of Gouda cheese. *International Dairy Journal*, 2005; 15: 733 - 740.

Berg, L., V. Linden, *et al.*, Breakdown properties and sensory perception of whey proteins/polysaccharide mixed gels as a function of microstructure. *Food Hydrocolloids*, 2006; 21 (5 - 6): 961 - 976.

Brito, C., L. Niklitschek, *et al.*, Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean Gouda cheese. *Int. J. Dairy Technol*, 2002; 55: 32 - 39.

Cernikova, M., F. Bunka, *et al.*, Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. *Food Hydrocolloids* 2008; 22: 1054 - 1061.

Cernikova, M., F. Bunka, *et al.*, Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal*, 2010; 20: 336 - 343.

Codex Alimentarius. Codex Stan para el queso Gouda.:1966. Codex stand 266. http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp

----- Norma general del Codex Para el queso.: 1978. Codex stand 278. http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp

Conferías. Feria Internacional agropecuaria y de las industrias afines agroexpo, 2009. Retrieved, 2010-04-15, from <http://servicios.corferias.com/02/2009/index.cfm?intldioma=1&Strldioma=es>.

Cristina, F. Prueba de un nuevo estabilizante emulsificante para helado comercial. Facultad de Minas. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 2007, 13-22.

David, W., A. Everett, *et al.*, Cheese structure and current methods of analysis. *International Dairy Journal*. 2008; 18: 759 - 773.

El Espectador., E. La pasión de los alimentos, 2010. Retrieved 2010-04-15, from <http://www.elespectador.com/>.

Everett, D. and M. Auty. Cheese structure and current methods of analysis. *International Dairy Journal*. 2008; 18: 759 - 773.

Fenelon, M. and T. Guinee The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *J. Dairy Sci*. 1999; 82: 2287 - 2299.

Floury, J., B. Camier, *et al.*, Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure–texture relationships. *LWT - Food Science and Technology*. 2009; 42: 1611 - 1620.

Garnier, C., C. Michon, *et al.*, Iota-carrageenan/casein micelles interactions: Evidence at different scales. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2003; 31: 177-184.

Irod, S., E. Fabregue, *et al.*, Characterisation of a gelatin/polysaccharides mixed hydrogel. *Proceedings of the International Symposium of Controlled Release Bioactive Materials*. 2000.Paris.

Langendorff, V., C. Cuvelier, *et al.*, Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. *Food hydrocolloids*. 2007.

Lucey, J. A., M. Johnson, *et al.*, Invited review: perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*. 2003; 86: 2725 - 2743.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Análisis sensorial, guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores. Parte 1. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 1997. 15p. NTC 4129.

----- . Análisis sensorial, guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores. Parte 2 expertos. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 1997. 15p. NTC 4130.

----- . Análisis para el uso de escalas de respuestas cuantitativas. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2005. 45p. NTC 5328.

----- . Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 1996. 30p. NTC 3932.

Messens, W., V. Davy, *et al.*, Rheological properties of high-pressure-treated Gouda cheese. *International Dairy Journal*. 2000; 10: 359 - 367

Mistry, V. and J. Pulgar Use of High Milk Protein Powder in the Manufacture of Gouda Cheese. *Im. Dairy Journal*. 1996; 6: 205 - 216.

Park, Y. Rheological characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research. 2007; 68: 73 - 78.

Progel. Productora de gelatinas de Colombia. 2008. Retrieved, 2009-04-15, from <http://www.progel.com.co>.

Portafolio Colombia está quedada en el consumo de quesos; cada persona se come casi un kilo del derivado lácteo cada año. 2010. Retrieved 2010-03-21, from http://www.portafolio.com.co/negocios/empresas/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-5371930.html

http://www.sicex.com/contenido.php?content_id=34&ac=304&menu=27&cambiaidioma=1 Retrieved 2010-01-25

Ministerio de Salud de Colombia. Procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados lácteos. Santafé de Bogotá D.C. Resolución 2310. 1986.

----- . Por la cual se modifica la Resolución No 02310 de 1986, (24 de Febrero) que reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 del Ministerio de Salud. Santafé de Bogotá D.C. Resolución 1804. 1989.

Revilla, I., M. González, *et al.*, Texture evaluation in cheeses by NIRS technology employing a fibre-optic probe. *Journal of Food Engineering*. 2009; 92: 24 - 28.

Ritvanen, T., S. Lampolahti, *et al.*, Sensory evaluation, chemical composition and consumer acceptance of full fat and reduced fat cheeses in the Finnish market. *Food Quality and Preference*. 2005; 16: 479 - 492.

Shane, N., J. Charmian, *et al.*, Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2006; 123 - 126: 433 - 437 .

Smit, L., H. Schonfeldt, *et al.*, The Influence of Factory and Region on the Composition of South African Cheddar and Gouda Cheese. *Journal of food composition and analysis*. 2001; 14: 177-198.

Surmacka, A. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. 2002; 13: 215 - 225.

Tan, Y., A. Ye, *et al.*, Effects of biopolymer addition on the dynamic rheology and microstructure of renneted skim milk system. *Journal of Texture Studies*. 2007; 38: 404 - 402.

Truong, V., C. Daubert, *et al.*, Vane Rheometry for Textural Characterization of Cheddar Cheeses: Correlation with Other Instrumental and Sensory Measurements. *Lebensm.-Wiss. u -Technol*. 2002; 35: 305 - 314.

Valencia, G. Gelificantes y emulsificantes en la industria de alimentos. Facultad de Agronomía. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 1997.

Vanegas, L. Evaluación del efecto del uso de hidrocoloides en la reología de un complemento nutricional líquido. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, 2009. p118.

Ye, A., S. Hewitt, *et al.*, Characteristics of rennet-casein-based model processed cheese containing maize starch: rheological properties, meltabilities and microstructures. Food Hydrocolloids. 2008.

Zeng, S., K. Soryal, *et al.*, Predictive formulae for goat cheese yield based on milk composition. Small Ruminant Research. 2007; 69: 180 - 186.

ANEXO A: ENVIO DE MANUSCRITOS
REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS PECUARIAS

Envío de los manuscritos

Los trabajos enviados a la Revista para considerar su publicación, deberán ser inéditos, y el (los) autor (es) deben constar que el contenido del manuscrito no ha sido ni será enviado para su publicación a otra revista mientras dure el proceso de evaluación. Para el efecto los autores deben diligenciar y adjuntar el formato “Constancia de los autores del artículo”, requisito indispensable para considerar y evaluar el material recibido. Los autores deben ceñirse a las siguientes indicaciones generales:

1. Los trabajos deberán ser escritos en español, portugués, francés o inglés.
2. El manuscrito debe ser escrito en letra Arial 12, a 1.5 espacios.
3. Todas las páginas deberán numerarse.
4. Todas las líneas, deberán numerarse, reiniciando en cada página.
5. Los autores deben enviar el formato de Constancia de autores debidamente firmado y escaneado por el OJS o al Fax 2199111. Descargar Constancia de Autores
6. Anexar la hoja de constancia en el OPJ en pdf que los autores la puedan completar.
7. Enviar archivos o ficheros por el sistema Open Journal Systems en la página <http://rccp.udea.edu.co/> Respecto de la organización del trabajo, esta dependerá

de la sección en la cual se ubique el manuscrito como se describe a continuación:

1. Artículo original.

Es un artículo inédito, producto de informes científicos y tecnológicos, resultado de una investigación original. Consta de:

- **Título.** Deberá escribirse en español, inglés y portugués. Centrado, en minúsculas, negrilla y no exceder de 25 palabras. Nombres en latín en cursiva (p.e: *Bos indicus*, *Escherichia coli*, *Brucella abortus*).
- **Autores.** Nombres centrados. Orden: primer nombre, inicial del segundo nombre y apellido completo, sin incluir entre ellos signos de puntuación, seguidos del superíndice en cursiva que indica la filiación de cada autor, seguidos de coma y títulos académicos abreviados, separados por coma. Cada autor separado por punto y coma (p.e: Jorge E Ossa¹, MV, PhD; Juan D Rodas², MV, PhD).
- **Filiación.** Debajo de los autores, centrado e iniciando con el superíndice en cursiva, correspondiente a cada autor. Incluir filiación completa (p.e: ¹Programa de Biogénesis, y ²Laboratorio de Virología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, AA 1226, Medellín, Colombia; ³Laboratorio Médico de la Américas, Medellín, Colombia).
- **Autor para correspondencia.** Señalarlo con asterisco y en nota al pié de página, especificando su dirección postal completa y electrónica completas.
- **Resumen.** En Cursiva y negrilla. Contiene el problema investigado, objetivo, descripción concisa de los materiales y métodos utilizados, resultados y conclusiones relevantes. Límite: 200 a 300 palabras.

- Palabras clave. Este subtítulo deberá ir en negrilla y sin cursiva, seguido de dos puntos; incluir a continuación, en orden alfabético, en minúsculas, en cursiva y sin negrilla, tres a seis palabras.
- Summary. Corresponde al resumen en inglés, en cursiva y en negrilla.
- Key words. Palabras clave en inglés (ítem 6).
- Resumo. Corresponde al resumen en portugués, en cursiva y en negrilla.
- Palavras chave. Palabras clave en portugués (ítem 6)
- Introducción. Título en minúsculas y negrilla. Contiene: estado actual del conocimiento del tópico tratado, hipótesis evaluadas y objetivos. No exceder 400 palabras.
- Materiales y métodos. Título en minúsculas y negrilla. Esta sección puede subdividirse en subtítulos. Incluir:

Aval del Comité de Ética para la experimentación animal. Se indicará la fecha, número de acta de aprobación del Comité de Ética para la experimentación animal y el concepto sobre el tipo de riesgo con el cual fue calificado.

Tipo de estudio. Indicar el tipo de estudio realizado, la población objeto de estudio y el tamaño de la muestra utilizado. Métodos. Aquellos métodos propios o estandarizados por los autores, deberán describirse con la precisión necesaria. Si un método ha sido descrito por otros autores, no incluir sus detalles, pero hacer la referencia respectiva. Métodos modificados por los autores, deberán incluir la referencia y la descripción exacta de las modificaciones. Si se incluyen subtítulos

describiendo procedimientos y protocolos, proceder así: subtítulos de primer orden escribirlos en cursiva, sin negrilla, iniciando en la línea siguiente la descripción del procedimiento. Subtítulo de segundo orden escribirlo también en cursiva y sin negrilla, con punto seguido y la descripción se hará inmediatamente después. Análisis estadístico. Debe indicar con claridad el procedimiento utilizado, las transformaciones hechas a los datos para facilitar el análisis, los modelos estadísticos utilizados, el nivel de significancia y los tipos de error empleados.

- **Resultados.** Los títulos y subtítulos en esta sección se regirán al igual que lo indicado en materiales y métodos.

Los resultados se deben expresar en tiempo pasado, anotando el nivel de significancia estadística entre paréntesis (p.e: $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p > 0.05$). Niveles superiores al 99.9% de confiabilidad se citarán como ($p < 0.01$). Las tablas y las figuras deberán citarse o mencionarse en esta sección en estricto orden. La citación en el texto se podrá hacer de dos maneras: a)... como se puede apreciar en la tabla 2...; o b) los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas (Tabla 2) Las unidades de medida se citarán de acuerdo con el sistema métrico decimal y se deberá dejar un espacio entre el número y la unidad, excepto para los signos de porcentaje (%) y pesos (\$) que siempre irán unidos a la cifra. Las unidades de medida no deben ser usadas en plural ni llevarán punto final (p.e: kg en lugar de kgs, kg.). Cuando una unidad de medida rige para varios números, sólo acompañará al último valor (p.e: 3 - 5 kg en lugar de 3 kg – 5 kg). Los decimales no se deben expresar con coma, sino con punto. Abreviaturas y siglas: los nombres en otro idioma no deberán traducirse y se acompañarán de su sigla entre paréntesis, por ejemplo, Insulin-like Growth Factor (IGF); citando en adelante sólo la sigla.

Todos los compuestos y reactivos, así como los equipos utilizados, deberán incluir entre paréntesis la casa matriz productora, ciudad sede y estado o país (p.e:

Sigma, St Louis, MO). No se deberán incluir nombres comerciales en el texto y siempre se hará referencia al principio activo; en caso de ser estrictamente necesario, el nombre comercial se citará como nota al pie de página.

- **Discusión.** Es una sección independiente de los resultados. Incluye los principales aportes de los autores, explicando y contrastando sus resultados con otros trabajos e interpretando las diferencias, para plantear finalmente las recomendaciones o hipótesis pertinentes. Se evitará hacer referencia a temas o hipótesis que no tengan relación estricta con los resultados y el tema central objeto del trabajo.

- **Agradecimientos.** Se pueden mencionar las instituciones y personas que financiaron o apoyaron el trabajo. Se deben especificar los códigos de los proyectos (Grants), si estos fueron financiados.

- **Referencias.** Se cita con nombre y año: (Jaramillo, 2006; Zuluaga y Tobón, 2008; Botero et al., 2009) o Muñoz et al. (1998). Se recomienda no citar más de tres referencias por concepto.

- **Tablas y figuras.** Las tablas y figuras (incluye fotografías) llevarán numeración arábica seguida de punto. El título deberá ubicarse en la parte superior, si es tabla o en la parte inferior, si es figura.

Los encabezados de columnas y filas llevarán en mayúscula sólo la letra inicial. Las tablas sólo deberán llevar líneas horizontales entre el título y la caja, entre ésta y el contenido de la tabla, y entre el contenido y las fuentes (véase como ejemplo una tabla en el número anterior de la Revista). No se deben usar líneas verticales. Las unidades de los encabezados se deberán indicar entre paréntesis. Los números, letras o asteriscos que refieran al pie de la tabla o figura, medidas estadísticas o significados particulares, se harán en cursiva y en superíndice.

Asimismo, en casos especiales, al pie de tabla se podrán hacer comentarios específicos aclaratorios sobre la metodología utilizada.

2. Comunicaciones breves.

Deben tener en esencia el mismo contenido de los artículos originales, pero difieren de estos en que su extensión es significativamente menor.

3. Casos clínicos

Deberán contener las siguientes partes: título, autores, filiación, resumen (no debe exceder 150 palabras), palabras clave, título en inglés, summary, key words, introducción. Además, evaluación del paciente (con los subtítulos: anamnesis, hallazgos al examen clínico, ayudas diagnósticas), enfoque de tratamiento, discusión y conclusión. Todos los ítems deben ajustarse a las normas indicadas para los artículos originales.

4. Revisiones de literatura y ensayos.

- **Revisión:** Consiste en un análisis crítico de la literatura publicada en torno a un tema de actualidad, interés y pertinencia para las ciencias pecuarias. Los manuscritos deben ajustarse a las mismas normas anteriores, exceptuando materiales y métodos, resultados y discusión; en su lugar, se utilizarán títulos y subtítulos alusivos al tema en revisión. Los autores deberán argumentar, sustentar o controvertir la información contenida en la revisión; además, harán un aporte crítico sobre las fortalezas, debilidades y oportunidades de investigación del tema propuesto.
- **Ensayo:** consistirá en un documento elaborado por el autor, en el que plasma sus ideas y concepciones sobre un tópico específico, por lo general relacionado con su especialidad.

5. Selecciones.

Los trabajos para esta sección se ajustarán a lo indicado para la presentación de artículos originales. Si el objeto es un proyecto de investigación, se debe precisar su contenido en unos objetivos claros, acordes con la hipótesis de trabajo y con la metodología propuesta. Si se trata de clubes de revista, seminarios o conferencias u otras modalidades contempladas en esta sección, se procurará seguir los lineamientos anteriores.

6. Noticias/puntos de vista.

Los autores tendrán libertad de utilizar el estilo gramatical que consideren apropiado, siempre y cuando los aspectos editoriales se ajusten a las indicaciones antes expuestas.

Redacción y citación de las referencias.

La redacción de las referencias debe ajustarse a los siguientes modelos, teniendo en cuenta que los nombres de las revistas se escribirán en abreviatura siguiendo los parámetros del Index Medicus, sin puntos después de cada abreviación. En el listado de referencias citar todos los autores.

A. Artículos originales.

1. Artículo original; ejemplo:

Cushman RA, Allan MF, Kuehn LA, Snelling WM, Cupp AS, and Freetly HC. Evaluation of antral follicle count and ovarian morphology in crossbred beef cows:

Investigation of influence of stage of the estrous cycle, age, and birth weight. *J Anim Sci* 2009; 87: 1971-1980.

2. Organización o entidad; ejemplo:

Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. *Med J Aust* 1996; 164: 282-284.

3. Referencia sin autor; ejemplo:

Cancer in South Africa [editorial]. *S Afr Med J* 1994;84:15.

4. Suplemento de revista; ejemplo:

Shen HM and Zhang QF. Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. *Environ Health Perspect* 1994; 102 Suppl 1:275-282.

5. Referencia sin volumen ni número; ejemplo: Browell DA and Lennard TW. Immunologic status of the cancer patient and the effects of blood transfusion on antitumor responses. *Curr Opin Gen Surg* 1993:325-33.

B. Libros.

1. Autor(es); ejemplo:

Ringsven MK and Bond D. *Gerontology and leadership skills for nurses*. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996.

2. Editor(es), compilador(es) como autor(es); ejemplo: Norman IJ and Redfern SJ,

editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.

3. Organización; ejemplo:

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medical program. Washington: The Institute; 1992.

4. Capítulo de libro; ejemplo:

Phillips SJ and Whisnant JP. Hypertension and stroke. In: Laragh JH, Brenner BM, editors. Hypertension: pathophysiology, diagnosis, and management. 2nd ed. New York: Raven Press; 1995. p.465-78.

C. Comunicación personal.

Se citan sólo en el texto (no en las referencias) indicando el autor, su filiación y el año.

D. Referencia electrónica. Ejemplo:

Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis 1995; [fecha de acceso...] URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

El volumen de los trabajos no debe exceder en promedio, las siguientes extensiones:

Artículos originales: 30.000 caracteres

Comunicaciones breves: 10.000 caracteres

Casos clínicos: 15.000 caracteres

Revisiones: 30.000 caracteres

Ensayos, conferencias, seminarios, ponencias: 15.000 caracteres

Aceptación y publicación de los manuscritos.

Tan pronto como el manuscrito sea aprobado de manera definitiva por el Comité Editorial, se incluirá como material de publicación de la Revista de acuerdo a la disponibilidad de espacio. En ocasiones especiales, se podrán destinar a su publicación en un número dedicado a un tópico específico con el cual se identifique el material del trabajo.

Costos de publicación.

La tarifa a pagar se establece en \$ 5 por carácter. Páginas que incluyan figuras en color tienen un costo de \$25.000.

Derechos de impresión y copia (copyright).

Los autores se comprometen a ceder a la Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias los derechos de reimpresión del material publicado. La traducción o publicación parcial o total de la Revista requerirá del permiso escrito del Director. Ni la Facultad de Ciencias Agrarias, ni la Revista, se responsabilizan por los conceptos emitidos en los artículos publicados, cuya responsabilidad recae en el autor.

ANEXO B: RECEPCION DE MANUSCRITOS

El **mié, 26/5/10**, **Mario Fernando Ceron** <mceronm@hotmail.com> escribió:

De: Mario Fernando Ceron mceronm@hotmail.com

Asunto: [RCCP] Envío recibido

Para: "Eduar Enrique Ramírez Camargo" ederaca@yahoo.es

Fecha: miércoles, 26 de mayo, 2010 20:50

Eduar Enrique Ramírez Camargo

Gracias por enviarnos su manuscrito "Desarrollo de una mezcla de hidrocoloides como agente texturante en el queso tipo gouda" a Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/author/submission/568>

Nombre de usuaria/o: ederaca

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Mario Fernando Cerón

Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias

El **mié, 26/5/10**, **Mario Fernando Ceron** <mceronm@hotmail.com> escribió:

De: Mario Fernando Ceron <mceronm@hotmail.com>

Asunto: [RCCP] Envío recibido

Para: "Eduar Enrique Ramírez Camargo" <ederaca@yahoo.es>

Fecha: miércoles, 26 de mayo, 2010 21:19

Eduar Enrique Ramírez Camargo:

Gracias por enviarnos su manuscrito "Efecto de la adición de tres niveles de carragenina Kappa en algunas características de calidad y rendimiento del queso Holandés tipo gouda" a Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/author/submission/570>

Nombre de usuaria/o: ederaca

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Mario Fernando Cerón

Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias