

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**ELABORACIÓN DE UN POSTRE LÁCTEO CON INCORPORACIÓN DE GOMAS
DE ALGARROBO (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) Y TARA (*Caesalpinia spinosa*)**

Miguel Alejandro Ramírez Aravena

Santiago, Chile. 2006

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**ELABORACIÓN DE UN POSTRE LÁCTEO CON INCORPORACIÓN DE GOMAS
DE ALGARROBO (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) Y TARA (*Caesalpinia spinosa*)**

Miguel Alejandro Ramírez Aravena

Profesores Guías	Calificaciones
Sra. Berta Escobar A. Prof. Quím. y Cs. Naturales.	6.2
Sra. Ana María Estévez. A. Ingeniero Agrónomo, M. S.	6.3
Profesores Consejeros	
Sra. Elena Sepúlveda E. Ingeniero Agrónomo.	6.0
Sra. María de la Luz Hurtado P. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6.3

Santiago, Chile. 2006

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias a todas las personas que me ayudaron a la realización de esta memoria, especialmente a:

Sra. Berta Escobar A., Prof. Quím. y Cs. Naturales y Sra. Ana María Estévez A., Ingeniero Agrónomo, M. S., por su ayuda, simpatía y paciencia en la confección de esta memoria.

Sra. Carmen Sáenz H., Químico Farmacéutico, Dr, por sus consejos y preocupación por el desempeño de mi memoria respecto a cierto análisis.

A la Profesora Elena Castillo por la simpatía, cariño y amistad entregada en mi paso por el departamento y por el apoyo en la elaboración de esta memoria .

A Tania y Julia por su apoyo, simpatía y consejos durante la extracción de las gomas y por la facilitación de equipos para el desempeño de mis análisis.

A todo el personal del Departamento de Agroindustria y Enología por su colaboración.

A mi familia por el amor, apoyo, paciencia y preocupación por mis estudios y la realización de esta memoria.

A mis amigos Jeannette, Carolina, Susana, Marcela, Karen, Marcos, Humberto y Alexandra por su constante apoyo, tiempo y cariño entregado para la realización de esta memoria y por alentarme a salir siempre adelante.

A la Profesora de computación de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, Sra. Valeria Rojas por su apoyo y consejos en el desarrollo estadístico de esta memoria.

A la Señora Leonor Reyes por sus palabras de aliento para el desarrollo de esta memoria.

Y mi mayor agradecimiento a Dios por darme fortaleza y la capacidad de lograr salir siempre adelante, dándome la madurez necesaria para salir victorioso ante todos los obstáculos que se me presentaron

Contenido

	Pág
Resumen	1
Palabras clave	2
Summary	3
Key words	4
Introducción	5
Hidrocoloides	5
Antecedentes generales de la goma de Tara	5
Antecedentes generales de la goma de Algarrobo chileno	6
Postres lácteos	7
Objetivo	8
Materiales y Método	9
Materiales	9
Lugar de trabajo	9
Materiales	9
Método	9
Análisis físicos y químicos	10
Análisis sensorial	11
Diseño experimental y análisis estadístico	11
Resultados y discusión	12
Color	12
Consistencia	13

Fuerza de cizalla y Viscosidad	15
Sinéresis	18
Acidez y pH	19
Diferencia sensorial	20
Calidad sensorial	22
Aceptabilidad sensorial	24
Conclusiones	27
Bibliografía	28
Anexo 1	31
Anexo 2	32
Anexo 3	33
Anexo 4	34
Anexo 5	35
Anexo 6	36

RESUMEN

Los postres lácteos, entre los cuales destacan flanes y budines, han aumentado sus niveles de consumo en el país. La textura de estos postres se obtiene con sustancias macromoleculares dispersables en agua de carácter hidrófilo llamados hidrocoloides.

Los hidrocoloides son utilizados por su capacidad texturizante. Están constituidos por polímeros de cadena larga, de alto peso molecular, los cuales se dispersan en agua para crear un efecto espesante o de viscosidad, a través de la formación de una red que reduce la movilidad del agua restante. Las gomas extraídas de las semillas de la tara y el algarrobo presentan estas características, otorgando a los alimentos consistencia y buena estabilidad física en el tiempo.

Por esta razón el objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de gomas de algarrobo y tara como reemplazo de goma xantano en la elaboración de budines.

Se elaboraron budines de leche reemplazando la goma xantano (testigo) a niveles de 0, 50, 75 y 100% por goma de algarrobo y por goma de tara, lo cual originó cuatro tratamientos para cada goma con cuatro repeticiones, que se evaluaron física, química y sensorialmente.

Las características físicas y químicas estudiadas no presentaron diferencias significativas en general, a excepción de la acidez cuando se reemplazó completamente goma xantano por goma tara y algarrobo teniendo una mayor acidez, y el parámetro L^* de color, en el caso de budines elaborados con reemplazo de 75 y 100% de goma de tara siendo menos luminosos.

La calidad sensorial se vio afectada en consistencia, para ambas gomas y en textura solo a 75 y 100% de reemplazo goma de algarrobo siendo menos consistentes.

La aceptabilidad sensorial de los budines elaborados con goma de algarrobo fueron medianamente aceptados por los evaluadores entrenados y no entrenados excepto al 100% con goma de algarrobo que se presentó en la zona de indiferencia; en los budines con goma de tara, los evaluadores entrenados tuvieron mediana aceptación de los budines, mientras que los evaluadores no entrenados aceptaron medianamente los tratamientos al 75 y 100% reemplazo con goma de tara, y los otros tratamientos les fueron indiferentes.

La diferencia sensorial se comparó con el testigo (100% goma xantano) para evaluar si eran o no similares. Ambos paneles no detectaron diferencia para budines elaborados con goma de algarrobo; por el contrario, las muestras con tara fueron encontradas significativamente diferentes por ambos paneles.

El estudio reológico de viscosidad aparente y fuerza de cizalla, se aplicó al tratamiento con 25% goma xantano y 75% para ambas gomas. Los budines presentaron comportamiento pseudoplástico, no newtoniano ajustado al modelo matemático Herschel-Bulkley presentándose diferencias significativas entre las 3 gomas en fuerza de cizalla, con mayor

resistencia los budines con goma de tara, seguido por goma de algarrobo y menor resistencia con goma xantano.

La viscosidad fue mayor en budines con goma de tara teniendo mayor resistencia a fluir respecto a goma de algarrobo y goma xantano.

Al final de los análisis se encontró que la mejor concentración de goma, tanto algarrobo como de tara, fue al 75%.

Palabras claves:

- Budín
- *Prosopis chilensis*
- *Caesalpinia spinosa*
- Hidrocoloides
- Reología

SUMMARY

Consumption levels of dairy desserts, like custards and puddings, has increased in the country. Texture of these desserts is obtained with macromolecular and hidrosolubles substances of hydrophilic character named hydrocolloids.

The hydrocolloids are used by their texturizing capacity. They are formed by long chain polymers, of high molecular weight, which when dispersed in water create an effect of viscosity, through the formation a net that reduces the mobility of the remaining water. The extracted gums of the seeds of *Caesalpinia spinosa* (tara) and the *Prosopis chilensis* (algarrobo) present these characteristics, granting to foods consistency and good physical stability in time.

For this reason the objective of this research was to evaluate the use of algarrobo and tara gums as replaced of xanthan gum in the elaboration of puddings.

Dairy puddings were elaborated replacing xanthan gum (control) in 0, 50, 75 and 100% by *Prosopis chilensis* and by *Caesalpinia spinosa* gum, originating four treatments for each gum with four replications that were evaluated physics, chemical and sensorially.

The physical and chemical characteristics studied did not present significant differences in general, except by acidity when xhantan gum was completely replaced by tara and algarrobo gum having greater acidity, and the color parameter L*, being the case of puddings elaborated with replacement of 75 and 100% with tara gum being less bright.

The sensorial consistency quality was affected, for both gums and in texture only 75 and 100% of algarrobo gum replacement being less consistent.

The sensorial acceptability of elaborated puddings with algarrobo gum was fairly accepted by trained and not trained evaluators except at 100% with algarrobo gum that was shown on the indifferent zone; in puddings with tara gum, trained evaluators had puddings average acceptance, while not trained evaluators accepted treatments on everage at 75 and 100% replacement with tara gum, and the other treatments were indifferent to them.

The sensorial difference was compared to the testing panel (100% xhantan gum) to evaluate if they were or not similar. Both panels did not detect any difference for puddings elaborated with algarrobo gum; on the contrary, samples with tara were found significatly different by both panels.

The rheological apparent viscosity study and cizalla strength, was applied to the treatment with 25% xhantan gum and 75% for both gums. Puddings showed pseudoplastic, no newtonian, behavior adjusted to the mathematical model Hershel-Bulkley showing some significant differences among the three gums in cizalla strength, with greater resistance in

puddings with tara gum , followed by algarrobo gum and less resistance with xhantan gum.

Viscosity was greater in puddings with tara gum having greater resistance to flow with regard to algarrobo gum and xhantan gum.

Ending up analysis, it was found that the best gum concentration, algarrobo as well as tara, was at 75%.

Key words:

- Pudding
- *Prosopis chilensis*
- *Caesalpinia spinosa*
- Hydrocolloids
- Rheology

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el hombre se ha preocupado de mejorar la alimentación, orientando sus investigaciones hacia la obtención de productos alimenticios de bajo costo, de alto valor biológico y buenas cualidades organolépticas. El algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) y la tara (*Caesalpinia spinosa*) son árboles que poseen hidrocoloides en el endosperma de sus semillas.

Los hidrocoloides son macromoléculas que tienen la capacidad de retener agua, formar dispersiones y desarrollar textura siendo utilizados en algunos alimentos como postres, aderezos para ensaladas, jugos, mayonesas, salsas, etc.

Hidrocoloides

Los hidrocoloides son macromoléculas polisacáridas que tienen gran capacidad de retener agua y formar dispersiones coloidales; se usan como ingredientes en la formulación de muchos alimentos, principalmente por su capacidad texturizante, viscosante o de espesamiento. No deben impartir aroma ni sabor a los productos en los que se emplean, pero sí inciden en su aceptabilidad ya que mejoran la textura y/o consistencia; además, debido a su complejidad, el ser humano no los puede metabolizar, por lo cual no contribuyen al valor calórico del alimento (Glicksman, 1991; Dziezack, 1991).

Los hidrocoloides no iónicos como la goma de algarrobo, poseen características de mantener constante su viscosidad en un amplio rango de pH; no obstante, a pH bajo se puede retrasar su hidratación. Cuando el pH es bajo pueden ser compatibles con otros hidrocoloides como carragenanos, goma guar, agar, goma garrofin y goma xantano siendo capaces de reducir la sinéresis de algunos alimentos.

La goma xantano confiere gran viscosidad a los alimentos en concentraciones relativamente bajas; además, mezclada con otros polisacáridos es capaz de formar geles. La estabilidad de los hidrocoloides mejora con ácido cítrico, ácido tartárico o ácido fosfórico (Provisco, 2003; Anónimo, 2004).

Antecedentes generales de la goma de Tara

La goma de tara está clasificada, según la Directiva Europea sobre aditivos alimentarios permitidos, como E-417; esta goma pertenece al grupo de los galactomananos y se extrae del endosperma de las semillas de tara (Quim y Tanec, 2003).

Es un polvo de color blanco a blanco amarillento, sin sabor ni aroma; de elevado peso molecular, el componente principal consiste en una cadena lineal de unidades de (1-4)- β -D-

manopiranosas con unidades de α -D-galactopiranosas con enlaces (1-6). La proporción entre manosa y galactosa en la goma de tara es de 3:1 (en goma guar es de 2:1) (Basurto, 2003; Quim y Tanec, 2003).

Según Quim y Tanec (2003) la viscosidad de dispersiones de goma de tara depende de la temperatura, tiempo, concentración, pH, velocidad de agitación y tamaño de la partícula del polvo. Esta goma tiene una gran capacidad de absorción de agua formando suspensiones viscosas con solubilidad de 60% en agua a 25 °C, alcanzando su total dispersión a 98 °C; en agua fría la viscosidad máxima se logra en 1 a 4 horas. Cuando se calienta se transforma en una dispersión viscosa que mantiene sus propiedades luego de enfriar. Es insoluble en solventes orgánicos.

La goma de tara es compatible con goma arábica, goma guar, goma xantano y con la mayoría de otros hidrocoloides vegetales. También es compatible con casi todos los almidones químicamente modificados, polímeros sintéticos y proteínas solubles en agua. La goma de tara además previene la sinéresis y requiere bajas concentraciones para lograr buena viscosidad. Algunas sales multivalentes y solventes miscibles en agua alteran la hidratación y la viscosidad de soluciones de goma de tara (Basurto, 2003; ECOPROSA, 2003).

El pH de una solución al 1% de goma de tara fluctúa entre 5,0 y 7,0. Las soluciones de esta goma tienen una acción buffer y son muy estables a pH entre 4,0 a 10,5. La hidratación más rápida ocurre entre pH 7,5 y 9,0 (Basurto, 2003).

Antecedentes generales de la goma de algarrobo chileno

Las semillas de algarrobo tienen un potencial de uso en la industria alimentaria, se pueden fraccionar en sus componentes cotiledones y endosperma; utilizándose este último como hidrocoloide, que actúa como espesante en dispersiones acuosas (Vásquez *et al.*, 1988). Escobar *et al.* (1987), encontraron que las semillas de algarrobo tienen un porcentaje de hidrocoloide en el endospermo alrededor del 28 - 30 %.

La goma de algarrobo posee una capacidad espesante que es directamente proporcional a la temperatura y concentración de la dispersión en la que se encuentra (Yáñez, 1986). La proporción entre manosa y galactosa es de 4:1 (Basurto, 2003). Romeo *et al.* (1989) afirman que al agitar y calentar la goma a 50° C en agua forma dispersiones estables y altamente viscosas, aún a concentraciones inferiores al 1%. A temperatura constante, el aumento de la concentración de goma lleva a una mayor viscosidad; por otro lado concluyen que la viscosidad de las dispersiones de goma de algarrobo medida dentro de 72 horas a diferentes pH y en presencia de iones de sodio o calcio no varía, manteniéndose estable en el tiempo. Vásquez *et al.* (1988) demostraron mediante mediciones reológicas comparativas con otras gomas, que el comportamiento de la goma de algarrobo es intermedio entre las gomas guar y garrofin.

Yáñez (1986) afirma que la goma de algarrobo no tiene propiedades gelificantes, pero que al combinarlo con bajas concentraciones de agar le confiere mayor estabilidad a los geles en que esta combinación participa.

Postres lácteos

Godoy (1974) define budín como aquella mezcla de sacarosa, espesantes, almidón, sal, saborizantes, esencias y colorantes que para ser convertidas en gel se disuelven en leche con o sin aplicación de calor.

Los espesantes permitidos por la legislación chilena para la elaboración de budines son pectinas no amidadas, gelatinas, proteínas de diverso origen, gomas vegetales, alginatos, agar-agar, carragenanos, goma xantano, almidón y caboximetilcelulosa (Godoy, 1974; Schmidt-Hebbel, 1973)

El estado de gel se considera como intermedio entre el estado líquido (dado que ciertos geles pueden tener hasta 99,9 % de agua) y el estado sólido (ya que su organización permite mantener su forma y resistir ciertas presiones). Por tanto, el gel es un sistema difásico constituido por una red macromolecular tridimensional sólida que retiene entre sus mallas una fase líquida. El estado gel no puede ser definido por un equilibrio, ya que evoluciona en el curso del tiempo (Anónimo, 2000).

Según Arriagada (1996) citado por Vallejos (1999), la formación de un gel se logra utilizando agentes gelificantes, cuya característica común es la capacidad de pasar de un estado de sol a gel, gracias a la unión de sus cadenas, formando una matriz tridimensional inmersa en un medio líquido. Sus propiedades en consecuencia, dependen fuertemente de la interacción entre la matriz y el líquido.

Jerez (2003) concluyó que la incorporación de goma de algarrobo chileno como reemplazo de goma xantano en budines y flanes, no afecta significativamente las características físicas, químicas ni la calidad sensorial, pudiendo llegar, en el caso del flan, a un nivel de un 50% y en los budines a una proporción de un 75% de reemplazo. La consistencia no se ve afectada y la astringencia es casi imperceptible.

Las gomas de tara y de algarrobo poseen todas las características de hidrocoloides, por lo que se pueden aplicar en alimentos perecederos, tales como jugos, espumas, mayonesas o productos de repostería; entre estos últimos se encuentran productos lácteos tales como flanes y budines (Borges, 1995).

Las gomas de tara y de algarrobo no pueden formar geles por sí mismos, presentando sinergismo con otros hidrocoloides, especialmente con goma xantano. En presencia de carragenano, los budines tienden a tener menor consistencia al ser medidos con el consistómetro de Bostwick (Jerez, 2003).

Por eso, el objetivo de la presente investigación fue:

- Evaluar el uso de gomas de algarrobo y tara como reemplazo de goma xantano en la elaboración de budines.

Esta investigación forma parte del proyecto FONDECYT N° 1010245 “Hidrocoloides de especies de zonas áridas: extracción, caracterización y aplicación”.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales

Lugar de trabajo

La elaboración del producto y los análisis físicos, químicos y sensoriales tuvieron lugar en los laboratorios del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materia prima

El estudio se realizó con goma obtenida por extracción con ácido sulfúrico al 72 % p/v a 80° C por 10 minutos para semillas de algarrobo y al 72% p/v a 115° C por 15 minutos para semillas de tara.

El budín base se elaboró con leche entera reconstituida, agua, azúcar, almidón de maíz (maicena) y goma xantano.

Método

Se prepararon budines utilizando una fórmula base (Cuadro 1) que correspondió al tratamiento testigo. Los tratamientos de este estudio reemplazaron la goma xantano (xantano al 0,4%) del testigo (TX) por 3 porcentajes de goma de tara o goma de algarrobo (0, 50, 75 y 100%) lo que dio origen a 4 tratamientos con 4 repeticiones para cada goma (Cuadro 2).

Cuadro 1. Formulación de budín testigo

Ingredientes	Cantidad
150 g leche entera en polvo	15,20%
80 g de azúcar	8,00%
719 g agua	72,40%
40 g almidón	4,00%
4 g de goma xantano	0,40%

Fuente PRINAL ® (2002)

Cuadro 2. Tratamientos de postres con diferentes gomas (algarrobo, tara y xantano)

	Goma de algarrobo (%)	Goma de tara (%)	Goma xantano (%)
TRAT. ALGARROBO			
T X (testigo)	----	----	100
T A1	50	----	50
T A2	75	----	25
T A3	100	----	----
TRAT. TARA			
T X (testigo)	----	----	100
T T1	----	50	50
T T2	----	75	25
T T3	----	100	----

Los budines se prepararon de la siguiente manera:

- Pesado de ingredientes secos, en forma individual y luego mezclados.
- Adición de agua en la que se dispersó la mezcla.
- Incorporación de la goma a usar previamente hidratada por 16 horas a 50° C para goma de algarrobo y 85° C para goma de tara por 1 hora y homogeneizada.
- Calentamiento hasta ebullición por 1 minuto.
- Fraccionamiento en porciones de 30 cc.
- Refrigeración a 4° C hasta el momento de ser evaluados, 16 horas luego de ser preparados.

Análisis físicos y químicos

A los postres elaborados se les realizó los siguientes análisis:

Color Se determinaron los parámetros L^* , a^* , b^* utilizando un colorímetro de reflectancia Minolta modelo CR-200 b y se calculó C^* y H^* .

Viscosidad y Fuerza de cizalla Estos parámetros reológicos se midieron en un reómetro marca Brookfield modelo RHEO2000 provisto de baño termorregulado. Se midió a temperatura de 20° C con 4 repeticiones. Se usó el spindler 14. Los datos se manejaron con software RHEO2000 versión 2.6. Solo se midieron los budines elaborados con 100% xantano y budines al 25% goma xantano con 75% con goma de algarrobo y 75% goma de tara, por ser estos los tratamientos con mayores similitudes en el resto de los análisis al budín testigo (TX).

Sinéresis Se midió el volumen de líquido exudado después de 24 y 48 horas de preparados mediante una probeta graduada de 100 mL.

pH Se midió con un pH-metro marca Fisher Accumet modelo 210.

Acidez Se determinó por titulación potenciométrica con NaOH 0,1 N.

Consistencia Se midió con un consistómetro de Bostwick a 30 y 60 segundos.

Análisis Sensorial

Se realizó una evaluación sensorial de Diferencia (ANEXO 1) con el método de Comparación Múltiple con un panel compuesto de 12 evaluadores no entrenados y 12 evaluadores entrenados, el cual incluía aceptabilidad para el panel no entrenado. La determinación de calidad (ANEXO 2) se efectuó con el método descriptivo compuesto por 12 evaluadores entrenados quienes calificaron apariencia, color, aroma, consistencia, dulzor, astringencia, textura, sabor y aceptabilidad. La aceptabilidad se midió con el método de la escala Hedónica para ambos paneles con pauta no estructurada de 15 cm.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue en bloques de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones para cada tipo de goma en forma independiente. En el caso de los análisis sensoriales, los bloques fueron completamente al azar.

Para la evaluación sensorial de calidad y diferencia el diseño fue en bloques (panelistas) con cuatro tratamientos.

La unidad experimental fue de 1000 mL de budín. Los resultados de los análisis físicos, químicos y sensoriales de calidad y diferencia se analizaron estadísticamente por ANDEVA con nivel de significancia de 5%; de existir diferencias significativas entre muestras se utilizó el Test de Rango Múltiple de Duncan. Para estos análisis se empleó el programa STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS) 1989-1996.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color

La primera impresión que se tiene acerca de un alimento es normalmente de origen visual y en gran parte la voluntad de aceptar un alimento depende de su color, por ello el dicho que dice “se comienza a comer con los ojos” (Sáenz, 1989) es muy importante al elaborar un producto alimenticio.

En el cuadro 3 se presentan los parámetros de color para budines con goma de algarrobo.

Cuadro 3. Parámetros de color para budines elaborados con goma de algarrobo

Par.	TX	TA1	TA2	TA3
L*	75,5 ± 0,58* a	75,8 ± 0,52* a	75,2 ± 0,64* a	75,4 ± 0,27* a
a*	-5,7 ± 0,29* a	-5,8 ± 0,09* a	-5,8 ± 0,20* a	-5,9 ± 0,02* a
b*	7,7 ± 0,28* a	7,6 ± 0,68* a	7,5 ± 0,52* a	8,0 ± 0,34* a
C*	2,8 ± 0,05* a	2,8 ± 0,15* a	2,8 ± 0,10* a	2,8 ± 0,05* a
H*	126,2 ± 2,07* a	127,1 ± 2,08* a	127,9 ± 1,75* a	126,4 ± 1,10* a

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de algarrobo y 50% xantano; TA2: 75% de goma de algarrobo y 25% xantano; TA3: 100% de goma de algarrobo.

En el cuadro 3 se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de los parámetros, indicando que la goma de algarrobo no aporta color. Jerez (2003), tampoco obtuvo diferencias en el color, aunque en su elaboración usó colorante chocolate lo que podría haber enmascarado un posible cambio. En este caso, en que no se agregó colorante en la elaboración de los budines, se confirma que la goma no afecta el color del alimento

El parámetro L* está asociado con la intensidad luminosa que provoca la sensación de brillo, por lo que este atributo es también llamado brillantez (HunterLab, 1989). En el caso de los budines elaborados con goma de algarrobo presentaron color cercano al blanco en cada uno de los tratamientos, incluido el testigo.

El parámetro a* define coordenadas de color rojo (positivos) y verde (negativos); en el caso de los budines, estos presentaron valores negativos, indicando tendencia tenue hacia el color verde.

El parámetro b* define coordenadas de color amarillo (positivos) y azul (negativos), siendo en este caso valores positivo, indicando una tendencia hacia el amarillo. Todas las muestras presentan color similar al testigo (TX).

El parámetro C* (croma) muestra la distancia entre la intersección de los puntos a* y b*, determinada por la distancia al eje gris (luminosidad) hacia el matiz puro en el borde exterior, indicando en este caso que está más cercana al verde. H* (tono) es el ángulo de matiz y presenta un ángulo grande cercano al amarillo. En ambos casos no se presentan diferencias significativas (ANAF, 2003; HunterLab, 1989).

Cuadro 4. Parámetros de color para budines elaborados con goma de tara.

Trat.	TX	TT1	TT2	TT3
L*	76,3 ± 0,17* a	76,3 ± 0,15* a	75,7 ± 0,50* b	75,1 ± 0,57* b
a*	-5,7 ± 0,07* a	-5,8 ± 0,11* a	-5,7 ± 0,29* a	-5,9 ± 0,03* a
b*	7,9 ± 0,15* a	8,1 ± 0,25* a	8,3 ± 0,24* a	8,1 ± 0,36* a
C*	2,8 ± 0,05* a	2,8 ± 0,05* a	2,9 ± 0,05* a	2,9 ± 0,06* a
H*	125,9 ± 0,79* a	125,5 ± 1,09* a	124,6 ± 1,63* a	126,0 ± 1,08* a

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de tara y 50% xantano; TA2: 75% de goma de tara y 25% xantano; TA3: 100% de goma de tara.

En el cuadro 4, se observa que solo presentan diferencias significativas para el parámetro L* los tratamientos TT2 y TT3 siendo significativamente menos luminosos que TX y TT1, aunque todas las muestras presentan una alta luminosidad.

En el caso de a* presenta valores negativos por lo que se ubica en los tonos verdosos y b* se mueve en torno a los amarillos. Ambos no presentan diferencias significativas entre los tratamientos.

En cuanto a C*, no presentó diferencias significativas, siendo similar a los resultados obtenidos con goma de algarrobo.

H* tampoco presentó diferencias significativas entre las muestras, por los que cabe concluir que la goma de tara no aporta color a las preparaciones, ocurriendo lo mismo para la goma de algarrobo.

Consistencia

Los resultados de consistencia para goma de algarrobo se presentan en el cuadro 5 y los de goma tara en el cuadro 6.

Cuadro 5. Consistencia de budines elaborados con goma de algarrobo (cm)

Tratamientos	30 s	60 s
TX	0,20 ± 0,08* a	0,23 ± 0,13* a
TA1	0,28 ± 0,15* a	0,35 ± 0,13* a
TA2	0,25 ± 0,06* a	0,28 ± 0,10* a
TA3	0,25 ± 0,10* a	0,30 ± 0,08* a

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de algarrobo y 50% xantano; TA2: 75% de goma de algarrobo y 25% xantano; TA3: 100% de goma de algarrobo.

En el cuadro 5, se observa que el reemplazar goma xantano por goma de algarrobo en cualquiera de los tratamientos, no afecta la consistencia de los budines, por lo cual no hay diferencias significativas con respecto al testigo (100% xantano). Lo mismo informó Jerez (2003) en la elaboración de postres, donde reemplazó goma xantano por goma de algarrobo sin afectar la consistencia. Esto indica que los budines son consistentes y que prácticamente no poseen fuerza de avance (a mayor consistencia, menor fuerza para avanzar), presentando sinergia al mezclar con goma xantano.

Según Mercado (1991), la adición de goma de algarrobo a la formulación industrial de una mayonesa, mejora la consistencia y apariencia sin afectar aspectos organolépticos.

A continuación en el cuadro 6 se presentan los resultados de consistencia para los budines elaborados con goma de tara.

Cuadro 6. Consistencia de budines elaborados con goma de tara (cm).

Tratamientos	30 S	60 S
TX	0,27 ± 0,21* a	0,40 ± 0,18* a
TT1	0,40 ± 0,14* a	0,50 ± 0,18* a
TT2	0,50 ± 0,24* a	0,63 ± 0,21* a
TT3	0,42 ± 0,13* a	0,58 ± 0,17* a

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de tara y 50% xantano; TA2: 75% de goma de tara y 25% xantano; TA3: 100% de goma de tara.

Según lo observado, la consistencia para budín con goma de tara no presenta diferencias significativas, al igual que con la goma de algarrobo, siendo un producto muy consistente y por lo cual requiere mayor fuerza para avanzar. Jerez (2003) presentó menor consistencia en su combinación de goma algarrobo y carragenina.

Fuerza de Cizalla (τ) y Viscosidad (η)

La reología es la ciencia que se preocupa del estudio de la deformación y flujo de medios continuos, en especial viscosidad y cizalla, por desplazamientos de puntos o capas de la masa de un cuerpo, permaneciendo intacto el cuerpo como tal, bajo la influencia de fuerzas mecánicas. Los resultados determinan las propiedades funcionales de los alimentos e intervienen durante los tratamientos, almacenamiento y al momento de su consumo (Cheftel y Cheftel, 1989; Schmidt-Hebbel, 1988a).

Las mediciones reológicas realizadas en este estudio, se ajustaron en su totalidad al modelo matemático de Herschel-Bulkley (ec. 1) lo que concuerda con lo estudiado por Lira (2005), quien señala que todas las dispersiones de goma de algarrobo estudiadas provenientes de extracción ácida, se ajustan a dicho modelo. El coeficiente promedio de correlación fue del orden de 0,997, lo que implica que el modelo elegido permite describir adecuadamente el comportamiento de flujo. En los ANEXOS 3, 4 y 5 se presentan los datos usados para realizar los gráficos de fuerza de cizalla y viscosidad.

$$\tau = \tau_0 + K * \gamma^n \quad (\text{ec. 1})$$

Donde:

- τ : Esfuerzo de cizalla (Pa)
- τ_0 : Umbral de fluencia (Pa)
- K : Índice de consistencia
- γ : Gradiente de deformación (s^{-1})
- n : índice de flujo (adimensional)

Los análisis reológicos en budines indicaron que se trataba de fluidos de comportamiento pseudoplástico, no newtonianos e independientes del tiempo. En los fluidos no newtonianos no existe relación lineal entre la magnitud del esfuerzo cortante aplicado y la rapidez de deformación angular; su viscosidad se ve afectada por deformación del fluido cuando éste es batido, vertido o esparcido.

En la figura 1 se observa la fuerza de cizalla versus D (gradiente de velocidad) de budín con 100% goma xantano (TX), budín con 75% goma de algarrobo/25% goma xantano (TA2) y budín con 75% goma de tara/25% goma xantano (TT2).

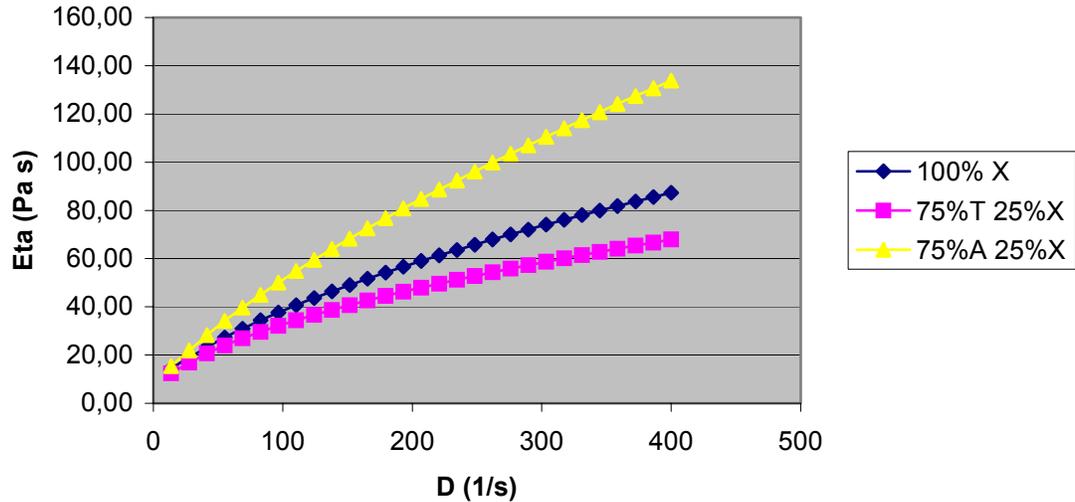


Figura 1. Fuerza de cizalla para budín con 100% goma xantano, 75% goma algarrobo 25% goma xantano y budín con 75% goma tara 25% xantano.

Se puede observar en la figura 1, que al aumentar el gradiente de velocidad, la fuerza de cizalla a 20° C tuvo una tendencia a aumentar para los 3 tratamientos. A medida que la fuerza de cizalla aumenta, la estructura interna del fluido se rompe y el sistema comienza a fluir. Comparativamente hay diferencias significativas entre los 3 tratamientos, presentando los budines elaborados con goma de tara una mayor resistencia a la cizalla, contrario a los elaborados con goma de algarrobo que tienen menor resistencia al corte o la deformación; el budín elaborado con goma xantano, por el contrario, presenta un comportamiento intermedio, siendo mayor para algarrobo llegando a 140 Pas que para tara, no alcanzando los 80 Pas.

El comportamiento reológico, según Vázquez *et al.* (1988) concuerda con los valores para concentraciones superiores a 0,20% p/v presentando comportamiento no newtoniano de tipo pseudoplástico, intermedio al presentado por las gomas guar y garrofin lo que indicaría, en principio que, podría utilizarse en reemplazo de éstas. También se da en el caso de la goma de tara que presenta mejor resistencia a fuerzas de cizalla, posibilitando su uso como reemplazo de otras gomas. Onogi *et al.* (1966), citado por Lira, (2005) indicaron que existe una concentración crítica, la cual refleja el momento en el que se produce en la dispersión, la aparición de una estructura reticular tridimensional, originada por la unión entre las moléculas del polímero. Cuando la concentración es superior a la crítica, el sistema tiene un flujo no-newtoniano, y si es inferior, newtoniano.

La goma xantano presenta una pseudoplasticidad muy marcada, es decir, fluye con mayor facilidad al vencer la resistencia interna bajo la influencia de fuerzas externas, además su viscosidad es resistente al calor, pH y exceso de sales. Esta pseudoplasticidad realza también las cualidades sensoriales de los productos alimenticios que la contienen, en cuanto a desprendimiento de aroma y palatabilidad (Schmidt-Hebbel, 1988a; Schmidt-Hebbel,

1988b). Esto también ocurrió en los postres elaborados con goma xantano y en su reemplazo con goma de tara y algarrobo.

En el caso del budín elaborado con goma de algarrobo se observa que fluye más fácilmente al vencer las fuerzas externas producidas en comparación con el budín elaborado con goma xantano. Por el contrario, el budín elaborado con goma de tara presentó una alta resistencia a fluir, siendo más viscosa que el testigo.

También se determinó la viscosidad aparente (ec. 2)

$$\eta = \frac{\tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^{(n-1)}}{\dot{\gamma}} \quad (\text{ec. 2})$$

Donde:

τ : Esfuerzo de cizalla (Pa)

τ_0 : Umbral de fluencia (Pa)

K : Índice de consistencia (Pa sⁿ)

$\dot{\gamma}$: Gradiente de deformación (s⁻¹)

η : Viscosidad aparente

n : Índice de comportamiento de flujo (adimensional)

La viscosidad es la propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Otra definición sería la medida de fricción interna de un fluido, producida por el efecto de la cohesión entre las moléculas y por el intercambio de cantidad de movimiento entre las capas de fluido que hacen que resista a la tendencia a fluir. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad. La viscosidad aparente disminuye al aumentar la tasa de corte o deformación (Basurto, 2001; Flores y Silva, 2002).

En la figura 2 se puede observar que la viscosidad es muy similar entre la muestra con 75% goma de algarrobo con 25% goma xantano y 100% goma xantano, teniendo mayor viscosidad aparente la muestra de 75% goma tara y 25% goma xantano. Espinoza (2002) señala que en las dispersiones de goma de algarrobo, existe una relación inversa entre viscosidad y temperatura, por lo tanto, la viscosidad disminuye al aumentar la temperatura independiente del método de extracción de la goma, de la concentración y del pH. Esta característica también se vio presentada en el budín elaborado con goma de tara. Este comportamiento podría deberse a una expansión de la molécula provocada por el aumento de la temperatura. Este factor es importante para escoger el tipo de alimento al cual se incorpora la goma y si el consumo será en caliente o frío.

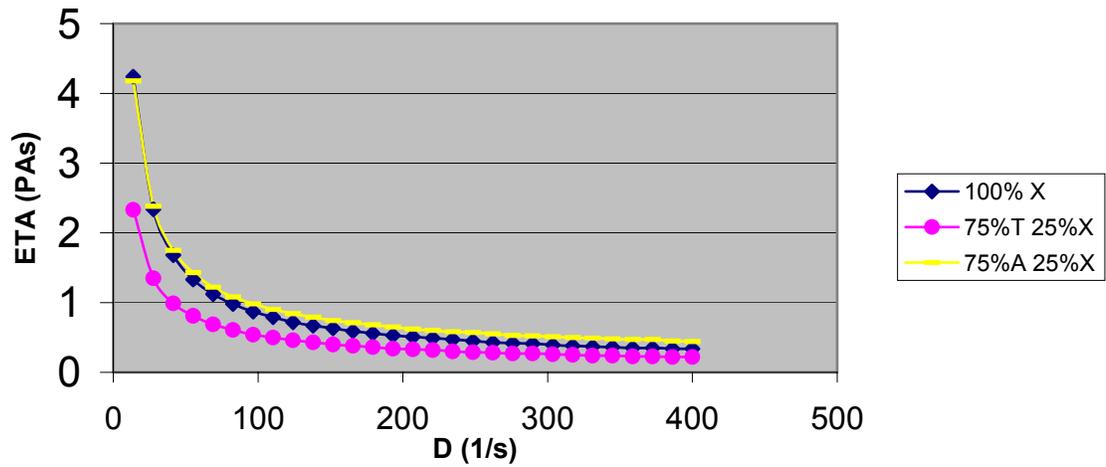


Figura 2. Viscosidad Aparente entre budín con 100% goma xantano y budín con 75% algarrobo 25% xantano.

Sinéresis

La sinéresis es la expulsión espontánea de líquido por un gel durante su almacenamiento. El resultado fue que todos los tratamientos de reemplazo de goma xantano por goma de algarrobo y de tara, no presentaron sinéresis a las 24 y 48 horas (Figura 3)). Jerez (2003) en cambio, observó una pequeña sinéresis sin diferencias significativas entre los postres lo cual pudo deberse al sistema empleado por él (basado en embudos), que no era igual al aplicado en esta ocasión.



Figura 3. Sinéresis realizada para budines con goma de tara y algarrobo con xantano; de izquierda a derecha tratamiento al 0, 50, 75 y 100 %.

Acidez y pH

En el cuadro 7 se presentan los resultados de acidez y pH para budines elaborados con goma de algarrobo y en el cuadro 8 los resultados con goma de tara.

Cuadro 7. pH y acidez de budines elaborados con goma de algarrobo

Tratamientos	pH	Acidez
TX	$6,9 \pm 0,02^* a$	$0,121 \pm 0,016^* b$
TA1	$6,9 \pm 0,03^* a$	$0,132 \pm 0,005^* b$
TA2	$6,9 \pm 0,01^* a$	$0,128 \pm 0,009^* b$
TA3	$6,9 \pm 0,01^* a$	$0,176 \pm 0,021^* a$

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de algarrobo y 50% xantano; TA2: 75% de goma de algarrobo y 25% xantano; TA3: 100% de goma de algarrobo.

Como era de esperar en un postre lácteo, los valores de pH resultaron similares al de la leche (6,9). La acidez corresponde con respecto al pH, ya que con pH alto existe un menor número de iones hidrógeno y la acidez es menor, lo cual es normal para productos lácteos gelificados, incluido el budín.

En el cuadro 7 se observa que no hubo diferencias significativas de pH entre tratamientos. Jerez (2003) por el contrario, obtuvo diferencias significativas en el pH de todas las muestras.

En la acidez, el testigo no presentó diferencias significativas con TA1 y TA2, pero si con el tratamiento que contiene 100% de goma de algarrobo (TA3), donde la acidez es significativamente más alta que los otros tratamientos. Jerez (2003) también observó las mismas diferencias de acidez en la elaboración de budines, señalando que esta diferencia se podían deber al método de extracción de la goma de algarrobo que es realizada con ácido sulfúrico y es posible que dejara una acidez residual, otorgando mayor acidez a las muestras con mayor concentración de goma de algarrobo.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de pH y acidez obtenidos de budines elaborados con goma de tara.

Cuadro 8. pH y acidez de budines elaborados con goma de tara

Tratamientos	pH	Acidez
TX	6,8 ± 0,05* a	0,104 ± 0,016* b
TT1	6,8 ± 0,01* a	0,103 ± 0,005* b
TT2	6,8 ± 0,01* a	0,116 ± 0,008* b
TT3	6,9 ± 0,03* a	0,164 ± 0,009* a

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de tara y 50% xantano; TA2: 75% de goma de tara y 25% xantano; TA3: 100% de goma de tara.

El pH no presenta diferencias significativas entre las muestras; no así para la acidez, donde la muestra TT3 con 100% goma de tara es significativamente diferente presentando una mayor acidez. Ocurrió lo mismo con los budines elaborados con 100% goma de algarrobo, lo que puede corroborar que haya quedado acidez residual en la goma, y que se manifieste más en las muestras con mayor concentración de goma extraída, puesto que ambas se extrajeron de forma similar, pero a distinto tiempo y temperatura.

Análisis de diferencia sensorial

El análisis de diferencia sensorial fue realizado para detectar si los panelistas entrenados y no entrenados encontraban diferencias entre los budines testigos y los budines estudiados con goma de algarrobo y goma de tara. Para ello se entregó un set con los cuatro tratamientos por goma, incluido el testigo (TX), y se le entregó además una muestra mayor con budín testigo con el cual hicieron la comparación. En la figura 4 se muestra la bandeja utilizada para la evaluación de diferencia sensorial.



Figura 4. Muestra para evaluar diferencia sensorial

En el cuadro 9 se presentan los resultados de los análisis de diferencia sensorial para budines con goma de algarrobo.

Los resultados de diferencia se evaluaron con el método de Comparación Múltiple (ANEXO 1), realizado para paneles entrenados y no entrenados.

Cuadro 9. Diferencia sensorial de budines con goma de algarrobo

Tratamientos	Panel entrenado	Panel no entrenado
TX	1,67 ± 1,15* a	1,42 ± 1,08* a
TA1	2,00 ± 1,21* a	1,58 ± 1,31* a
TA2	1,75 ± 1,29* a	2,00 ± 1,04* a
TA3	2,50 ± 1,00* a	1,58 ± 1,16* a

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5%.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de algarrobo y 50% xantano; TA2: 75% de goma de algarrobo y 25% xantano; TA3: 100% de goma de algarrobo.

Al observar el cuadro 9, se puede destacar que tanto el panel entrenado como el no entrenado no detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Usando la interpretación que aparece en el ANEXO 6 para evaluar la diferencia existente entre los tratamientos estudiados y la muestra testigo, para ambos paneles las diferencias con el budín testigo fueron leves, excepto para el tratamiento TA3 que para el panel entrenado resultó ser notoriamente diferente.

A continuación en el cuadro 10 se presentan los resultados para diferencia sensorial de budines elaborados con goma de tara.

Cuadro 10. Diferencia sensorial de budines con goma de tara

Tratamientos	Panel entrenado	Panel no entrenado
TX	0,58 ± 1,16* c	0,92 ± 1,00* b
TT1	2,83 ± 0,58 a	2,00 ± 0,95* a
TT2	1,75 ± 1,14* b	1,33 ± 1,07* ab
TT3	1,92 ± 0,90* b	1,25 ± 1,06* ab

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5%.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de tara y 50% xantano; TA2: 75% de goma de tara y 25% xantano; TA3: 100% de goma de tara.

En el cuadro 10 se observa que el panel entrenado encontró que TX es significativamente diferente de TT1, TT2 y TT3. Además TT1 es diferente con los tratamientos TT2 y TT3.

El panel no entrenado encontró que la muestra TX fue significativamente diferente al tratamiento TT1, y ambas no presentan diferencias significativas con TT2 y TT3.

En la interpretación del ANEXO 6, se puede determinar que los budines para ambos paneles fueron encontrados levemente diferentes, a excepción de TT1 en que el panel entrenado encontró una notoria diferencia.

Calidad sensorial

La calidad sensorial de un alimento es la suma de todos los atributos que se combinan para hacer que un producto sea aceptado y deseado como alimento (Mercado, 1991).

Los resultados de la calidad sensorial, correspondientes a apariencia, color, aroma, consistencia, dulzor, astringencia, textura y sabor se observan en el cuadro 11 para budines elaborados con goma algarrobo (en el ANEXO 6 se encuentra la interpretación de la pauta).

Cuadro 11. Calidad sensorial de budines elaborados con goma de algarrobo

Parámetro	TX	TA1	TA2	TA3
Apariencia	9,6 ± 2,85* a	9,9 ± 1,99* a	9,7 ± 1,89* a	8,9 ± 1,32* a
Color	8,1 ± 1,44* a	8,2 ± 1,52* a	7,5 ± 1,18* a	8,0 ± 1,35* a
Aroma	6,3 ± 2,65* a	6,8 ± 2,51* a	6,8 ± 2,73* a	6,7 ± 2,90* a
Consistencia	6,1 ± 1,72* b	9,2 ± 2,24* a	9,9 ± 1,80* a	9,9 ± 2,21* a
Dulzor	7,8 ± 1,28* a	8,4 ± 1,81* a	7,5 ± 1,02* a	7,9 ± 1,92* a
Astringencia	2,5 ± 3,11* a	3,0 ± 2,73* a	2,4 ± 2,94* a	3,0 ± 2,72* a
Textura	9,2 ± 2,79* a	9,9 ± 2,24* a	7,8 ± 2,88* ab	6,4 ± 2,97* b
Sabor	8,5 ± 1,71* a	8,8 ± 1,87* a	8,6 ± 2,10* a	8,4 ± 2,26* a

* Error estándar. Letras diferentes horizontalmente muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.
TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de algarrobo y 50% xantano; TA2: 75% de goma de algarrobo y 25% xantano; TA3: 100% de goma de algarrobo.

La apariencia es un importante atributo para una evaluación sensorial, pues es lo primero que observa el evaluador. En el caso de los budines con goma de algarrobo no presentaron diferencias significativas, encontrándose los tratamientos TX, TA2 y TA3 en un rango de “más que regular”, mientras que TA1 está en la zona de “bueno”.

El color presentado por TX, TA1 y TA3 en la zona de “levemente alto”, mientras que TA2 se encuentra en el rango de “normal o moderado”.

Los cuatro tratamientos presentan un rango “levemente suave o levemente bajo” para aroma.

La consistencia presenta diferencias significativas entre TX y el resto de los tratamientos, estando esta en la zona de “levemente suave o levemente bajo”; TA1 está en la zona de “levemente alto” y finalmente TA2 y TA3 se ubican en la zona de “alto” siendo altamente

consistentes. Al correlacionar con los resultados instrumentales del consistómetro de Bostwick, resulta una correlación perfecta a los 30 segundos, mientras que a los 60 segundos resulta casi perfecta alcanzando un $-0,96$, que indica sin lugar a duda una alta correlación instrumental y sensorial.

El dulzor presentó un rango “normal o moderado” para las muestras TX, TA2 y TA3 y “levemente alto” para la muestra TA1, pero no presentan diferencias significativas entre ellas.

La astringencia, fenómeno relacionado con el sabor, percibida en la boca como una sensación seca junto con el fuerte encogimiento del tejido oral; comúnmente se debe a la asociación de taninos o polifenoles con proteínas en la saliva para formar precipitados o agregados (Fennema, 1993); en este caso, los budines con goma de algarrobo no presentan diferencias significativas, presentando valores en la zona de “muy suave o muy bajo”.

La textura no presenta diferencias significativas para las muestras TX, TA1 y TA2 pero si con la muestra TA3. En el caso de TA2 tampoco presenta diferencias significativas con TA3 que está en la zona de “menos que regular”; TA2 está en la zona de “regular”, TA1 en la zona de “buena” y la testigo (TX) está en la zona de más que regular.

El sabor no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, presentando todas una zona de “normal o moderado”. La goma de algarrobo no incorpora sabores diferentes al budín.

En el cuadro 12 se presentan los resultados de calidad sensorial para budines con goma de tara.

Cuadro 12. Calidad sensorial de budines elaborados con goma de tara

Parámetro	TX	TT1	TT2	TT3
Apariencia	$9,4 \pm 3,01^* a$	$9,4 \pm 2,77^* a$	$8,2 \pm 3,11^* a$	$7,6 \pm 2,68^* a$
Color	$7,7 \pm 2,31^* a$	$7,8 \pm 1,60^* a$	$7,2 \pm 2,19^* a$	$7,6 \pm 2,16^* a$
Aroma	$4,6 \pm 2,82^* a$	$4,8 \pm 2,70^* a$	$4,4 \pm 2,62^* a$	$4,8 \pm 2,64^* a$
Consistencia	$7,1 \pm 2,55^* c$	$11,0 \pm 1,85^* a$	$9,2 \pm 2,53^* ab$	$8,8 \pm 2,45^* cb$
Dulzor	$7,7 \pm 1,94^* a$	$7,6 \pm 1,06^* a$	$7,3 \pm 2,24^* a$	$7,8 \pm 2,11^* a$
Astringencia	$1,5 \pm 1,37^* a$	$1,7 \pm 1,20^* a$	$1,5 \pm 1,44^* a$	$1,5 \pm 1,25^* a$
Textura	$9,5 \pm 3,05^* a$	$9,1 \pm 2,86^* a$	$8,0 \pm 3,16^* a$	$7,7 \pm 2,43^* a$
Sabor	$7,8 \pm 2,54^* a$	$7,3 \pm 3,04^* a$	$7,0 \pm 3,11^* a$	$8,9 \pm 2,15^* a$

* Error estándar. Letras diferentes horizontalmente muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de tara y 50% xantano; TA2: 75% de goma de tara y 25% xantano; TA3: 100% de goma de tara.

Los resultados de apariencia para los tratamientos TX, TT1 y TT2 están en la zona “más que regular” y TT3 en la zona de “regular”.

El color también influye de la misma forma que la apariencia en el consumidor, y por lo mismo el evaluador buscó el color más parecido a un postre de leche, por ello todas las muestras estuvieron en la zona de “normal o moderada”.

El aroma debe ser agradable y similar al sabor del producto, en este caso leche. Para los evaluadores el aroma estuvo en la escala de “suave o bajo”, pero algunos evaluadores señalaban que tenía aroma a leche.

La consistencia presenta diferencias significativas para la muestra TX con TT1 y TT2; TT1 presenta diferencias significativas además con TT3. La interpretación de los resultados para TX es de “normal o moderado”, TT2 y TT3 es de “levemente alto” y TT1 es “alto”. Al correlacionar los valores con la medida instrumental de Bostwick, resulta más correlacionado a los 60 que a los 30 segundos, en la cual habría una correlación relativamente baja, del orden del 0,30. Esto debido a que instrumentalmente los budines elaborados con goma de tara tuvieron una menor consistencia y sensorialmente los evaluadores los encontraron muy consistentes.

El dulzor fue encontrado “normal o moderado” para todos los tratamientos.

Los evaluadores indicaron que la astringencia se encontraba en la zona de “sin astringencia” lo que indicaría que la goma de tara no imparte esta característica a los postres.

La textura de TX, TT1 y TT2 presentaron valores en la zona de “levemente alto”, mientras que TT3 se encuentra en la zona de “normal o moderado”.

El sabor para TX, TT1 y TT2 estuvo en la zona de “normal o moderado”, mientras que TT3 se presentó como “levemente alto”, además en este último tratamiento, algunos evaluadores señalaron que tenía demasiado sabor a leche.

Aceptabilidad sensorial

El estudio de la aceptabilidad sirve para investigar la opción del consumidor en relación a un producto nuevo que se quiere lanzar al mercado u otro alimento que se quiere comparar entre ellos para determinar su nivel de aceptación (Mercado, 1991). Los resultados de aceptabilidad para goma de algarrobo se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Aceptabilidad para budines con goma de algarrobo

Tratamientos	Panel entrenado	Panel no entrenado
TX	10,9 ± 2,33* a	10,8 ± 2,72* a
TA1	9,1 ± 2,11* ab	9,6 ± 1,95* ab
TA2	9,2 ± 2,36* ab	8,9 ± 1,98* ab
TA3	7,5 ± 2,98* b	7,9 ± 2,50* b

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de algarrobo y 50% xantano; TA2: 75% de goma de algarrobo y 25% xantano; TA3: 100% de goma de algarrobo.

Observando el cuadro 13, se puede apreciar que tanto el panel entrenado como el no entrenado obtuvieron resultados similares, en los cuales la muestra testigo TX es significativamente diferente a la muestra TA3; por otro lado, TA1 y TA2 no presentan diferencias con TX y TA3 ya que están en un estado intermedio entre ambas.

Los budines TX, TA1 y TA2 se encuentran en la zona de mayor aceptación, en cambio TA3 que se encuentra en la zona de indiferencia. La mas aceptada fue la muestra testigo.

En el cuadro 14 se presentan los resultados de aceptabilidad sensorial de budines elaborados con goma de tara.

Cuadro 14. Aceptabilidad para budines con goma de tara.

Tratamientos	Panel entrenado	Panel no entrenado
TX	7,5 ± 1,06* c	9,4 ± 1,74* a
TT1	7,9 ± 1,35* cb	9,7 ± 1,85* a
TT2	9,4 ± 1,65* a	9,5 ± 1,38* a
TT3	8,9 ± 1,28* ab	9,4 ± 2,06* a

* Error estándar. Letras diferentes muestran diferencia significativa con un nivel del 5 %.

TX: Testigo con 100% de xantano; TA1: 50% de goma de tara y 50% xantano; TA2: 75% de goma de tara y 25% xantano; TA3: 100% de goma de tara.

Los resultados de panel entrenado muestran que TX es significativamente distinta con TT2, y en estados intermedios sin diferencias significativas con estas, se encuentran las muestras TT1 y TT3.

Los tratamientos TT2 y TT3 para panel entrenado se encuentran en la zona de mayor aceptación (8,00 – 15,00) y TX y TT1 se presentan en la zona de zona de indiferencia (7,00 – 7,99), siendo TT2 la muestra más aceptada.

En el caso del panel no entrenado, este no encontró diferencias significativas en la aceptabilidad, estando todas las muestras en la zona de mayor aceptabilidad, siendo más aceptada la muestra TT1.

La diferencia de valores de la muestra testigo (TX) en los budines elaborados con goma de tara y en los elaborados con goma de algarrobo probablemente se deba a que los evaluadores al encontrar más sabrosos los tratamientos con goma de tara castigaran el testigo; por el contrario, los budines elaborados con goma de algarrobo, fue más aceptado el testigo. Esta conclusión se sacó al haber escuchado comentarios de algunos panelistas que encontraron mejor las muestras elaboradas con goma de tara, lo cual indicaría un mal manejo de conceptos de los evaluadores en cuanto a la aceptabilidad.

CONCLUSIONES

- El reemplazo de goma xantano por goma de tara o goma de algarrobo hasta un 75% en la elaboración de budines es factible, ya que no se altera significativamente su calidad, es aceptado por los evaluadores y no es significativamente diferente a la formulación testigo.
- En la elaboración de budines bajo las condiciones estudiadas, la incorporación de goma de tara o goma de algarrobo no modifica significativamente la consistencia instrumental, la sinéresis, pH, y los atributos del color a^* , b^* , C^* y H^* . Sin embargo, se ven modificaciones para el atributo L^* y acidez.
- En el estudio reológico, las tres formulaciones estudiadas resultaron ser fluidos pseudoplásticos de tipo no newtoniano e independientes en el tiempo; la goma de semilla de algarrobo es más afectada en su fuerza de cizalla al aumentar el gradiente de velocidad, siendo la goma de tara la menos afectada. Lo mismo ocurrió con la viscosidad aparente, donde la goma de tara resulta ser la menos afectada, indicando una buena capacidad viscosante de la goma. El tratamiento con goma xantano tiene un comportamiento intermedio
- La incorporación de goma de tara o de algarrobo como reemplazo de la goma comercial (xantano) presentan sinergia con la goma xantano, no produciéndose sinéresis y proporcionando buena consistencia a los budines elaborados.

BIBLIOGRAFIA

ANAF. 2003. Parámetros de color. Disponible en <http://www.accsa.org/anaf.doc>. Leído el 24 de Marzo de 2004.

ANONIMO. 2000. Propiedades espesantes y gelificantes. Disponible en <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes-intro.htm>. Leído el 11 de Mayo de 2004.

ANONIMO. 2004. Gelificantes, espesantes y estabilizantes. Disponible en <http://milksci.unizar.es/adit/geles.html>. Leído el 27 de Diciembre de 2005.

BASURTO, L. 2003. Tara Gum, Goma de Tara. Disponible en <http://taninos.tripod.com/goma.HTM>. Leída el 11 de Abril de 2004).

BASURTO, L. 2001. Viscosidad. Disponible en <http://taninos.tripod.com/viscosidad.htm>. Leída el 21 de Agosto de 2005).

BORGES, J. 1995. Diccionario enciclopédico. Editorial Grijaldo S.A. Barcelona. España. 2061 p.

CHEFTEL, J; H. Cheftel. 1989. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Vol. II. 1ª ed. Editorial Acribia. 404 p.

DZIEZACK, J, 1991. A focus on gums. Food Tech. 45 (3): 116-132.

ECOPROSA. 2003. Tara gum: Powder / flakes. Disponible en <http://www.ecoproso.deltron.net>. Leída el 24 de Marzo de 2004.

ESCOBAR, B; M. ROMEO; G. BAEZA; X. SOTO; M. VÁSQUEZ. 1987. Caracterización y composición química del fruto de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz). Rev. Chil. Nutr. 12 (2): 113-116.

ESPINOZA, S. 2002. Estudio de algunas propiedades físicas de hidrocoloides provenientes de la semilla de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz) y de cladodios de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias Mención Producción Agroindustrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 71 p.

FENNEMA, O. 1993. Química de los alimentos. España. Editorial Acribia, S.A. 1095 p.

FLORES, M; P. SILVA. 2002. Caracterización del comportamiento reológico de suspensiones de almidón de trigo mediante la técnica de viscosímetro de mezcla.

Universidad de Santiago. Facultad Tecnológica. Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Santiago. Chile. 94 p.

GLICKSMAN, M. 1991. Hydrocolloids and the search for "Oily Grail". *Food Technology* 45 (10): 94-103.

GODOY, W. 1974. Estudio bromatológico de polvos para jugos, jaleas, budines y helados producidos en el país. Memoria de Título de Ingeniero Agrónomo. Santiago. Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 68 p.

HUNTERLAB. 1989. The science and technology of appearance measurement. Hunter associates laboratory, Inc USA.

JEREZ, J. 2003. Elaboración de postres con incorporación de mucílago de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz). Memoria de Título de Ingeniero Agrónomo. Santiago. Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 34 p.

LIRA, M. (2005). Efecto del catión calcio sobre las características reológicas de goma de semilla de algarrobo *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz. Memoria de Título de Ingeniero Agrónomo. Santiago. Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 37 p.

MERCADO, I. 1991. Aplicación del mucílago de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz). Universidad de Santiago. Escuela Tecnológica. Departamento de Tecnologías Agropecuarias. Santiago. Chile. 83 p.

PROVISCO. 2003. Descripción de materias primas. Disponible en http://www.provisco.com.ar/mate_algarrobo.htm. Leído el 27 de mayo de 2004.

QUIM Y TANEC. 2003. Goma de tara y tara en polvo. Disponible en <http://www.quimtanec.com>. Leída el 24 de marzo de 2004.

ROMEO, M; M. VÁSQUEZ; B. ESCOBAR; G. BAEZA. 1989. Viscosidad de soluciones de mucílago de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz). I. Efecto del pH y de los iones sodio y calcio. *Alimentos* 14 (4): 23-27.

SÁENZ, C. 1989. El color en alimentos: medidas instrumentales. Publicaciones misceláneas agrícolas nº 31. Universidad de Chile. Departamento de Agroindustria y Tecnología de Alimentos. Santiago. Chile. 96 p.

SCHMIDT-HEBBEL, H. 1973. Ciencia y tecnología de los alimentos. Santiago. Editorial Universitaria. 270 p.

SCHMIDT-HEBBEL, H. 1988a. Correlación entre evaluación sensorial y reología en la investigación de alimentos y bebidas. *Alimentos*. 13 (1): 68-69.

SCHMIDT-HEBBEL, H. 1988b. Goma xantana: un aporte texturizante y estabilizante de origen y características muy especiales. *Alimentos*. 13(3): 66-68.

STATISTICAL ANALISYS SYSTEM (SAS). 1989-1996 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. (r) Proprietary Software Release 6.12 TS020. Licensed to Universidad de Chile, Site 0039781028.

VALLEJOS, X. 1999. Elaboración y evaluación de la calidad de un flan con adición de fibra dietética de nopal. Memoria de Título de Ingeniero Agrónomo. Santiago. Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 32 p.

VASQUEZ, M; E. CARBONEL y E. COSTELL. 1988. Comportamiento reológico de soluciones acuosas de la goma del algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz). Comparación con el de las gomas guar y garrofin. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (C.S.I.C)* 28 (2): 251-260.

YAÑEZ, C. 1986. Obtención de un espesante a partir de mucílago de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz). Universidad de Santiago. Escuela Tecnológica. Departamento de Tecnologías agropecuarias. Santiago. Chile. 67 p.

ANEXO 1

TEST DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE DE BUDINES

NOMBRE:.....FECHA:.....

Usted tiene una muestra estándar o control.....ymuestras, determine si existe o no diferencia entre cada una de las muestras y el estándar. Si existen diferencias, indique si ésta es escasa, leve o notoria, ennegreciendo los óvalos que corresponda.

MUESTRA N°	EXISTE DIFERENCIA		MAGNITUD DE LA DIFERENCIA		
	SI	NO	Escasa	Leve	Notoria
.....	0	0	0	0	0
.....	0	0	0	0	0
.....	0	0	0	0	0
.....	0	0	0	0	0

ACEPTABILIDAD

No me gusta	_____	Me gusta mucho
0	Indiferente	15
No me gusta	_____	Me gusta mucho
0	Indiferente	15
No me gusta	_____	Me gusta mucho
0	Indiferente	15
No me gusta	_____	Me gusta mucho
0	Indiferente	15

ANEXO 2
Pauta no estructurada
 Evaluación de budines

Nombre:.....
 Fecha:.....
 Muestra:.....

Marque con una raya vertical la intensidad de su sensación

Muy mala	Apariencia	Excelente
0		15
Sin color	Color	Muy intenso
0	Normal	15
Sin aroma	Aroma	Muy aromático
0	Normal	15
Sin consistencia	Consistencia	Extremadamente consistente
0	Normal	15
Sin dulzor	Dulzor	Muy dulce
0	Normal	15
Sin astringencia	Astringencia	Extremadamente astringente
0		15
Muy mala	Textura	Excelente
0		15
Sin sabor	Sabor	Muy alto
0	Normal	15
No me gusta	Aceptabilidad	Me gusta mucho
0	Indiferente	15

Sabores extraños.....

ANEXO 3

Tratamiento	Umbral de Fluencia (Pa)	Indice de consistencia (mPa*s ⁿ)	Indice de comportamiento de flujo (n)	Coefficiente de correlación (r)
X	55,48	5,99	0,56	0,999
X	45,69	4,56	0,61	0,999
X	43,85	6,12	0,55	0,999
X	44,50	4,14	0,61	0,998
X	42,41	5,44	0,56	0,999
X	47,16	7,41	0,53	0,999
X	51,18	3,94	0,63	0,998
X	49,28	5,51	0,57	0,999
X	46,65	4,37	0,61	0,998
X	43,58	6,30	0,55	0,999
X	47,04	3,80	0,63	0,999
X	47,99	4,76	0,58	0,999
X	41,10	4,48	0,60	0,999
X	41,50	5,72	0,55	0,999
X	52,17	4,19	0,59	0,998
X	44,66	4,21	0,60	0,998
X	47,56	4,08	0,60	0,999
X	42,98	4,19	0,60	0,998

X: Tratamiento testigo con 100% de xantano.

ANEXO 4

Tratamiento	Umbral de Fluencia (Pa)	Indice de consistencia (mPa*s ⁿ)	Indice de comportamiento de flujo (n)	Coefficiente de correlación (r)
A	40,70	7,30	0,53	0,998
A	40,67	2,11	0,74	0,998
A	42,88	3,13	0,65	0,997
A	35,62	2,74	0,69	0,997
A	61,55	3,26	0,68	0,997
A	45,57	4,30	0,66	0,998
A	61,24	2,78	0,71	0,993
A	56,99	1,53	0,81	0,995
A	41,02	2,83	0,67	0,997
A	35,71	2,20	0,71	0,998
A	52,34	3,69	0,66	0,993
A	48,70	3,44	0,70	0,997
A	56,02	3,30	0,68	0,995
A	51,02	2,66	0,71	0,994
A	32,33	3,44	0,63	0,995
A	34,29	1,89	0,73	0,998
A	35,46	2,24	0,68	0,997
A	30,35	2,07	0,70	0,997

A: Tratamiento testigo con 75% goma de algarrobo y 25% goma xantano.

ANEXO 5

Tratamiento	Umbral de Fluencia (Pa)	Indice de consistencia (mPa*s ⁿ)	Indice de comportamiento de flujo (n)	Coefficiente de correlación (r)
T	25,14	17,35	0,42	0,999
T	32,33	6,08	0,59	0,999
T	22,17	12,65	0,46	0,999
T	26,69	6,41	0,57	0,999
T	13,20	9,33	0,49	0,999
T	17,13	5,58	0,57	0,999
T	23,67	9,12	0,51	0,999
T	18,35	7,96	0,53	0,999
T	22,95	8,37	0,52	0,999
T	23,82	6,37	0,56	0,998
T	11,79	12,23	0,46	0,999
T	21,63	5,93	0,57	0,998
T	17,13	9,75	0,49	0,999
T	20,38	5,92	0,57	0,999
T	8,29	12,01	0,46	0,999
T	19,21	5,77	0,57	0,999
T	20,54	7,23	0,53	0,999
T	19,07	6,00	0,56	0,998

T: T75X: Tratamiento con 75% de goma de Tara y 25% goma xantano.

ANEXO 6
INTERPRETACIÓN DE DATOS SENSORIALES

Calidad Sensorial Apariencia y textura

0	–	1,75	Muy mala
1,76	–	3,50	Mala
3,51	–	5,24	Deficiente
5,25	–	6,99	Menos que regular
7,00	–	7,99	Regular
8,00	–	9,75	Más que regular
9,76	–	11,50	Buena
11,51	–	13,25	Muy Buena
13,26	–	15,00	Excelente

Intensidad (aroma, dulzor, gusto ácido, amargo, consistencia, sabor, etc.)

0	–	1,75	Sin aroma, dulzor, amargor...
1,76	–	3,50	Muy suave o muy bajo...
3,51	–	5,24	Suave, bajo...
5,25	–	6,99	Levemente suave o levemente bajo
7,00	–	7,99	Normal o moderada...
8,00	–	9,75	Levemente alto...
9,76	–	11,50	Alto...
11,51	–	13,25	Muy dulce, muy ácido...
13,26	–	15,00	Extremadamente alto...

Aceptabilidad

0	–	6,99	Zona de Rechazo
7,00	–	7,99	Zona de Indiferencia
8,00	–	15,00	Zona de Aceptación

Diferencia

0	No hay diferencia
0,1-1	Escasa diferencia
1,1-2	Leve diferencia
2,1-3	Notoria diferencia