

## Caracterización sensorial del budín de lupino utilizando la metodología superficie respuesta

Mario Villarroel<sup>1</sup>, Edith Biolley<sup>2</sup>, Horacio Miranda<sup>3</sup>, Emma Wittig<sup>4</sup>, Marcelo Catalán<sup>5</sup>

Universidad de La Frontera. Chile

**RESUMEN.** Harina entera de lupino dulce (*Lupinus albus c.v. Multolupa*) (39,6% de proteína, 13,0% en contenido graso), y carragenato fueron usados para incorporarlos a formulaciones comerciales de budín con el propósito específico de desarrollar un producto destinado a la población diabética que incluya una mezcla optimizada de estos ingredientes. Utilizando la metodología Superficie Respuesta, varias formulaciones experimentales de budín fueron preparadas y posteriormente evaluadas sensorialmente con el objeto de optimizar los ingredientes que pudieran afectar la calidad sensorial de las preparaciones de budín. Diferentes concentraciones de harina de lupino y carragenato fueron ensayadas manejando en cada variable tres niveles de incorporación, totalizando nueve combinaciones de muestras para ser luego analizadas sensorialmente por un panel de 11 jueces entrenados. Para evaluar la calidad sensorial se empleó el test de puntaje compuesto determinando los siguientes parámetros: Apariencia, aroma, sabor, color, textura. Se concluye que el rango adecuado de concentraciones de harina de lupino es 7% - 11%, y carragenato entre 0,4% y 0,5%, para ser incorporadas a la formulación de budín. Estos resultados fueron posteriormente confirmados con el test de aceptabilidad hedónico.

### INTRODUCCION

Las tendencias actuales en cuanto a hábitos de consumo han cambiado radicalmente como resultado de la mayor cantidad de información técnica que maneja el público y del interés cada vez más arraigado en la mente del consumidor en cuanto a la presencia de factores de riesgo en la dieta (grasas saturadas por sobre un 10% en la dieta, azúcares simples de fácil asimilación tales como glucosa, sacarosa, Sodio en exceso, etc.) que pueden comprometer su estado de salud y sus expectativas de vida (1-7). Como resultado de este cambio de conducta, centros de investigación tecnológica así como industrias han centrado sus esfuerzos en el desarrollo de productos destinados a satisfacer necesidades de segmentos específicos de la población.

En el caso concreto de la población afectada de diabetes, ésta debe controlar la concentración de glucosa sanguínea, para lo cual

**SUMMARY.** Sensory characterization of lupin pudding using surface response methodology. Full fat sweet lupin flour (*Lupinus albus c.v. Multolupa*) with 39.6% protein and 13.0% lipid content, and carrageenan were used to incorporate them to commercial pudding formula with the specific purpose to prepare an optimized pudding for diabetic people. Using response surface methodology, several experimental pudding trails were prepared and sensorially assessed to optimize the variables that may influence the overall sensory quality of pudding meals. Different concentrations of lupin flour and carrageenan were tested simultaneously at three levels each parameter, requiring nine combinations to be analyzed for a panel of eleven trained judges. Appearance, aroma, taste, color, texture were tested to determine total sensory quality using a composite scoring test. It was concluded that appropriate concentration of lupin flour range from 7% to 11%, and carrageenan from 0.4% to 0.5% to be added to the pudding formulation. This result was confirmed by hedonic test of acceptability.

tiene tres alternativas posibles: restringir el consumo de hidratos de carbono sobre todo los de tipo soluble; consumir edulcorantes artificiales tales como sacarina, aspartamo u otros, o bien inyectarse diariamente insulina.

Actualmente existe una gran cantidad de información científica de particular interés para los diabéticos, confirmando el hecho que la presencia de leguminosas en la dieta retarda la absorción de glucosa intestinal (8-12). Desde el punto de vista científico y tecnológico, el problema de la formulación de productos innovadores en el mercado consumidor que den solución a este tipo de problemas es un desafío que puede resolverse de una manera satisfactoria utilizando métodos estadísticos apoyados en forma eficiente por programas computacionales. En este sentido, la metodología Superficie Respuesta constituye una excelente herramienta alternativa para resolver diseños experimentales complejos en donde se modifican en forma simultánea varios ingredientes para optimizar el tipo de respuesta que se persigue en el producto bajo estudio. A través del empleo de esta metodología se derivan muchas ventajas para formular productos las que han sido reportadas extensamente en la literatura (13-19).

Tomando en cuenta estos antecedentes, se llevó a cabo este estudio para evaluar la factibilidad de desarrollar una formulación de budín para diabéticos que tenga una buena calidad y aceptabilidad sensorial, como etapa previa a su validación clínica, utilizando para este propósito harina entera de lupino como fuente de leguminosas y carragenato como aditivo espesante. Para determinar la concentración óptima de cada una de estas variables se utilizará un diseño experimental empleando para tal objeto la metodología Superficie Respuesta.

- 1 Profesor Titular Evaluación Sensorial. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 2 Profesor Asociado Nutrición Básica. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 3 Profesor Asociado Estadística. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 4 Profesor Titular Evaluación Sensorial. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 5 Ing. Ejec. Industrias. Mención Química. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

**MATERIAL Y METODOS**

**Preparación de budín de lupino:** Harina entera de lupino (H.E.L.) (*Lupinus albus c.v. Multolupa*), y carragenato a diferentes concentraciones fueron incorporados a las fórmulas experimentales de budín. Leche en polvo, aspartame y extracto de lúcumo (*Lúcumo valparadiseae*) fueron añadidos para realizar el sabor y atractivo visual de las preparaciones y mantenidos constantes en las formulaciones (Tabla 1). Todos los ingredientes con la excepción de aspartame fueron cernidos y mezclados. Luego se agregó agua en forma gradual de acuerdo a instrucciones comerciales. Se homogenizó la mezcla, luego se calentó durante un minuto, se enfrió alrededor de los 70 °C y en ese momento se agregó el aspartamo. Finalmente las preparaciones se almacenaron en recipientes de plástico en ambiente refrigerado.

**TABLA 1**  
Formulaciones experimentales de budín de lupino

Ingredientes	Rango de Concentración (g/ 100g)
Harina de lupino	7,0 - 13,0 g
Carragenato	0,1 - 0,5 g
Aspartame	0,3 g
Leche en polvo	8,0 g
Saborizante lúcumo	Cantidad adecuada
Agua	Suficiente para 100 g

**Diseño experimental Superficie Respuesta:** Para determinar la mejor combinación de harina de lupino y carragenato, se evaluaron tres niveles de concentración de cada variable independiente resultando nueve combinaciones de estos parámetros (Tabla 2). Los niveles correspondientes a las variables independientes utilizados en este estudio fueron: 7,0 %, 10,0 % y 13,0 % para harina de lupino y 0,1 %, 0,3 % y 0,5 % para carragenato.

En este estudio se aplicó un modelo polinomial de segundo orden. Este modelo matemático asume que la variable dependiente, esto es, la calidad sensorial total depende de las variables independientes y esta condición se describe en la siguiente ecuación de segundo orden ajustada:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2$$

donde Y= Calidad Sensorial; X<sub>1</sub>=Harina de lupino; X<sub>2</sub>=Carragenato; b=coeficientes estimados de regresión.

**TABLA 2**  
Diseño experimental. Formulaciones de budin de lupino

Número	X1(*)	X2 (**)
1	-1	-1
2	-1	0
3	-1	+1
4	0	-1
5	0	0
6	0	+1
7	+1	-1
8	+1	-
9	+1	+1

(\*) X1 Harina de lupino -1= 7 %; 0= 10 %; 1= 13 %  
(\*\*) X2 Carragenato -1=0,1 %; 0=0,3 %; 1= 0,5 %

El paquete estadístico Statgraf 5,0 fue usado para estimar los coeficientes de regresión aplicando el análisis de regresión múltiple junto con el test de student para determinar su significancia, con el objeto de llegar a una ecuación que pudiera ser usada para predecir valores de la variable dependiente. Además se aplicó el análisis de variancia (valor F) para determinar la significancia del modelo matemático. Finalmente se calculó el coeficiente de determinación múltiple R<sup>2</sup>.

**Evaluación sensorial:** Un panel de 11 jueces entrenados que demostraron consistencia y reproductibilidad en sus juicios al p<0,05, analizaron las formulaciones experimentales de budín de lupino para determinar su Calidad Sensorial Total (CST) evaluando las siguientes características: apariencia, sabor, color, textura y aroma. Se empleó para este efecto el test de puntaje compuesto (20-21) utilizando una escala analítico descriptiva de cinco puntos (1 Muy buena; 2=Buena; 3=Regular; 4=Deficiente; 5=mala). La sumatoria de los puntajes ponderados de cada característica de acuerdo al grado de importancia en el producto determinados previamente en discusión abierta representa la CST.

$$CST = 0,23Apariencia + 0,17Aroma + 0,25Sabor + 0,20Textura + 0,14Color$$

El test hedónico fue usado para determinar el grado de aceptabilidad (20-21) empleando 19 evaluadores no entrenados y una escala de siete puntos donde 1= me desagrada extremadamente; 7 me agrada extremadamente. Los datos del test hedónico fueron sometidos a análisis de varianza y test de Duncan para determinar diferencias significativas entre muestras (21).

**Análisis químico:** La formulación de budín de lupino seleccionada por su calidad sensorial y una muestra de budín comercial fueron analizadas para determinar su composición proximal. Proteína, extracto etéreo, cenizas, humedad, fibra cruda y carbohidratos fueron analizados de acuerdo a procedimientos estándares de la AOAC (22). En la determinación de proteína se usó el factor de conversión 6,25. Calorías fueron calculadas aplicando los coeficientes de Atwater: 4.0 para proteína y carbohidratos y 9.0 para lípidos.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Superficie respuesta:** Los coeficientes estimados de regresión para la calidad sensorial así como la significancia estadística se muestran en la Tabla 3. en esta tabla se observa que los coeficientes de regresión b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub> b<sub>2</sub>, b<sub>11</sub> y b<sub>12</sub> son altamente significativos (p<0,01); esto significa que las variables independientes harina de lupino y carragenato influyen en la calidad sensorial de la formulación.

El resultado del análisis de varianza realizado a los coeficientes de regresión (Tabla 4) muestran que el modelo postulado para calidad sensorial es significativo a un nivel de confianza del 99 % (p=0,99). Esta característica organoléptica es a su vez explicada a través del coeficiente de determinación múltiple en un 86,6 %. finalmente la ecuación ajustada de regresión para la calidad sensorial (Y), resulta ser:

**TABLA 3**  
Análisis de regresión de la variable dependiente calidad sensorial de formulaciones de budín de lupino

Variable independiente	Coefficiente de regresión	Valor t	
Constante	b0	2,63	75,88*
X1	b1	0,40	9,49*
X2	b2	-0,93	-21,94*
X1X1	b11	0,25	3,39*
X2X2	b22	-0,08	1,15
X1X2	b12	-0,30	5,87*

X1= Harina de lupino; X2= Carragenato  
\* Significativo al p<0,01

**TABLA 4**  
Análisis de varianza variable dependiente calidad sensorial de formulaciones de budín de lupino

Variable dependiente	Coefficiente de determinación	Coef. determ ajustado	Valor F
Calidad Sensorial	0,873	0,866	122,27*

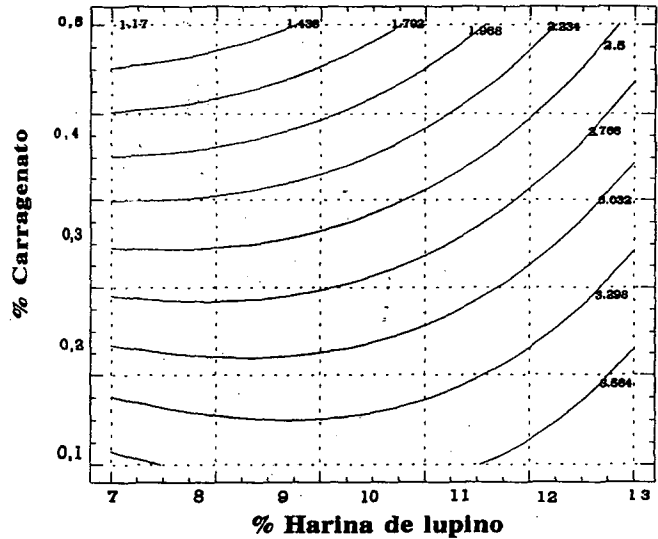
\* Significativo al p<0,01

Del análisis del gráfico de contorno (Fig. 1), es posible seleccionar un sector donde se encuentran las mejores soluciones para la ecuación postulada de CST, que fluctúan entre 1 y 2 de acuerdo a la escala analítico descriptiva utilizada para su determinación. En este sector del gráfico se observa que el rango de incorporación de HEL recomendado varía entre 7% y 11% mientras que en el caso del carragenato el rango fluctúa entre 0,4 % a 0,5% respectivamente. En lo que respecta a este agente espesante es un aditivo cuya incorporación está sujeto a normas (23) que regulan su incorporación a los alimentos, por lo tanto no debe exceder ciertos límites máximos permitidos. En nuestro caso el rango seleccionado está dentro de las restricciones impuestas por la legislación.

Para complementar estos resultados experimentales se sometió la formulación optimizada de budín de lupino al test de aceptabilidad hedónico. Con este objeto, se prepararon tres formulaciones con diferentes porcentajes de incorporación de harina de lupino en las que se mantuvo constante el resto de los ingredientes. Los resultados que se muestran en la Tabla 5 indican que la preparación con 10 % de harina de lupino fue la mejor aceptada.

**Análisis químico:** Los resultados obtenidos en el análisis proximal de la formulación de budín de lupino finalmente seleccionada que se indican en la Tabla 6, muestran un aporte significativo en el contenido de proteínas (36,2%), extracto etéreo (13%) y cenizas (6,4%) al compararlo con una muestra de budín comercial. No ocurrió lo mismo con el contenido de carbohidratos que fue significativamente inferior (42,1%) con respecto al budín comercial (93,7%). con relación al contenido calórico no se detectó diferencias entre estos productos.

**FIGURA 1**  
Influencia de las variables harina de lupino y carragenato en la calidad sensorial de budín de lupino



**TABLA 5**  
Aceptabilidad de formulaciones de budín de lupino usando el test hedónico (\*)

Budín de Lupino	Promedio ± D.S. (**)
8 %	3,9 ± 1,7(b) (***)
10 %	4,7 ± 0,7(a)
12 %	2,5 ± 0,8(c)

(\*) escala: 1=disgusta extremadamente; 7= gusta extremadamente;

(\*\*) N=19

(\*\*\*) datos en columna con diferente letra son significativamente diferentes (p<0,05)

**TABLA 6**  
Análisis proximal (g/100 g) de budín de lupino 10 % (B.L.) y budín comercial (B.C.) (a) (b)

Componentes	B.L.	B.C.
Proteína (c)	36,2	3,2
Extracto etéreo	13,0	2,5
Cenizas	6,4	0,6
Fibra cruda	2,3	-
Carbohidratos (d)	42,1	93,7
Calorías (Kcal/ 100g) (e)	430	410

(a) base seca; (b) promedio (N=3)

(c) Nx 6,25; (d) por diferencia

(e) Coeficientes de Atwater

### CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio se concluye que es factible utilizar la metodología Superficie Respuesta aplicada en este caso al desarrollo de una formulación de budín de lupino destinado a la población diabética.

Aplicando este diseño se demostró que el rango adecuado de concentraciones de los ingredientes estudiados para obtener un producto de buena calidad y aceptabilidad sensorial, varía para la harina entera de lupino entre 7% y 11%. En el caso del carragenato este rango fluctúa entre 0,4% y 0,5%.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dirección de Investigación de la Universidad de La Frontera por apoyar financieramente esta investigación.

### REFERENCIAS

- Kennedy P.J. Structured lipids. *Food Technol* 45(11): 76-83. 1991.
- Schweigert B.B. The food ingredients dilemma in the modern marketplace. *Food Technol* 38(1): 54-56. 1984.
- Reiser S. Metabolic aspects of non starch polysaccharides. *Food Technol* 38(1):107-113. 1984.
- Taki G. Functional ingredients blend produces low-fat meat product to meet consumers expectations. *Food Technol* 45(11): 70-74. 1991.
- Sloan E., Lynn C., Powers M., McNutt K. Changing consumer lifestyles. *Food Technol* 38(11): 99-103. 1984.
- Clydesdale F. Culture, Fitness and Health. *Food Technol* 38(11): 108-111. 1984.
- Mela D. Consumer perception, acceptance, and consumption of dietary fats. *International Food Ingredients*. NR.3: 35-40. 1993.
- Chew I., Savesky J., Dailey G. Application of glycemic index to mixed meals. *Am J Clin Nutr*. 47:53-56. 1987.
- Hoover J., Savesky J., Dailey G. The glycemic response to meals with six different fruits in Insulin dependent diabetic using a home blood-glucose monitoring system. *Am J Clin Nutr* 47:92-97. 1987.
- Thompson L.V. Antinutrients and blood glucose. *Food Technol*. 42(4): 123-132. 1988.
- Reaven G. Effects of dietary carbohydrates on the metabolism of patients with non insulin dependent diabetes mellitus. *Nutr Rev*. 44:65-93. 1986.
- Jenkins D.J.A., Wolever T.M., Taylor R.H., Barker H. & Fielden H.J. Exceptionally low blood glucose response to dried beans. Comparison with other carbohydrates foods. *Brit Med. J*. 2:578. 1980.
- Floros J.D. & Chimman M.S. Computer graphics- assisted optimization for products and process development. *Food Technol* 42:72-78. 1988.
- Henika R.G. Use of response-surface methodology in sensory evaluation. *Food Technol* 36, 92-106. 1982.
- Gacula M. & Singh J. Statistical methods in food and consumer research. New York/ London. Academic Press. 1984.
- Diezack J.D. Taking the gamble out of product development. *Food Technol*. 44(1): 110-117. 1990.
- Giovanni M. Response surface methodology and product optimization. *Food Technol*. 37:41-45. 1983.
- Norback J. Optimization and food formulation. *Food Technol*. 37:73-80. 1983.
- Porretta S. Modern approaches to Food Quality Control. *International Food Ingredients*. 5:52-57. 1994.
- Amerine M.A., Pangborn R.M., Roessler E.B. Principles of Sensory Evaluation of Foods. New York/ London. Academic Press. 1965.
- Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial. Una metodología para la tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH. Santiago, Chile. p.133-134. 1982.
- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th ed. Washington D.C. The Association. 1983.
- Reglamento Sanitario de los Alimentos. Ministerio de Salud. República de Chile. Decreto 60. Santiago, Chile. 1982.

Recibido: 03-01-1996

Aceptado: 12-06-1996