

## Caracterización química, sensorial y clínica de mermelada de lupino

Mario Villarroel<sup>1</sup>, Edith Biolley<sup>2</sup>, Gladys Larenas<sup>3</sup>, Emma Wittig<sup>4</sup>, Verónica Díaz<sup>5</sup>, Yolanda Muñoz<sup>6</sup>

Universidad de La Frontera. Temuco, Chile

**RESUMEN.** Estudios previos han demostrado que las leguminosas se caracterizan por mostrar interesantes propiedades hipoglicemiantes, por lo que su presencia en la dieta puede ser muy útil para controlar los niveles de glucosa sanguínea en individuos diabéticos. Tomando en cuenta estos antecedentes se prepararon diferentes formulaciones de mermelada de ciruela incorporando 5, -7,5, -10 y 15 % de harina entera de lupino (HEL). Las muestras experimentales fueron sometidas a análisis químico, físico, sensorial y clínico. Resultados del análisis proximal revelaron un sostenido incremento en proteínas desde 0,6 a 5,2 % en las formulaciones de mermelada de ciruelas con lupino mientras mayor es la incorporación de esta leguminosa en la formulación base, con relación a la formulación control. El aporte en calorías se mantuvo relativamente constante en todas las preparaciones. La presencia de lupino no afectó el color característico rojo oscuro de la ciruela mientras que la concentración de sólidos solubles, pH y acidez permanecieron dentro de los límites regulados por la reglamentación chilena. Las muestras fueron analizadas sensorialmente usando la prueba de Ranking. El análisis estadístico de los datos mostró una preferencia significativa por la mermelada con 10 % de HEL ( $p < 0.05$ ). Para determinar el grado de aceptabilidad se empleó el test Hedónico facial comparando esta fórmula con una mermelada control con fructuosa como edulcorante. El análisis estadístico usando el test de student no encontró diferencias significativas entre ella ( $- < 0.05$ ). Para evaluar la actividad hipoglicemiantes de la harina entera de lupino se seleccionaron en forma voluntaria siete pacientes diabéticos adultos No Insulino Dependientes los que fueron sometidos a la prueba de tolerancia a la glucosa. Los resultados de la prueba demostraron que la presencia de lupino en la mermelada disminuyó la velocidad de absorción de glucosa intestinal, pues la concentración de glucosa postprandial fue significativamente inferior comparándola con la mermelada control de fructuosa. Este resultado es de gran importancia para los diabéticos pues se amplían las posibilidades de alimentación sobre todo de productos como las mermeladas que gozan de gran aceptación y cuyo consumo está limitado para estos individuos.

**SUMMARY.** Chemical, sensory and clinical characterization of lupin marmalades. Legumes are characterized as showing interesting hypoglycemic properties. Their presence in the diet is very useful in controlling the level of blood glucose in diabetic people. Taking in mind this property different formulations of prune marmalades were developed using 5, -7,5, 10 and 15 % of full fat sweet lupin flour (FFLF). These samples were submitted to chemical, physical, sensory and clinical analysis. The protein content increased from 0,6 to 5,2 % in direct proportion to lupin flour concentration. Energy content remained relatively constant in all formulations. The incorporation of FFLF did not affect the natural dark red prune color and pH, acidity and soluble solids values remained under the limits of Chilean food regulation laws. The samples were analyzed by a Rank preference test. Reported data showed a significant preference for the prune marmalade with 10 % HEL ( $p < 0,05$ ). A facial Hedonic test was used to compare the degree of acceptability between this formula and a control marmalade with fructose as edulcorant. Statistical analysis using the student test did not show significant difference ( $p < 0,05$ ) between them. The hypoglycemic effect of the lupin flour was tested in seven adult non insulin dependent diabetic patients using the glucose tolerance test. Postprandial blood glucose concentration data was lower in individuals after a test meal of lupin marmalade compared to fructose marmalade. This result would allow diabetic people to eat foods such as marmalades which are known to contain a large amount of carbohydrates.

### INTRODUCCION

En personas normales, la concentración de glucosa plasmática muestra un incremento sostenido después de la ingesta de azúcares solubles para retornar a niveles normales transcurridos un período de tres horas (1). Este comportamiento difiere en las personas diabéticas

en las cuales la glicemia se mantiene por sobre los límites normales ( $> 120$  mg/100 ml) a menos que a estos individuos se les administre algún tipo de fármacos hipoglicemiantes o se les someta a una dieta significativamente baja en hidratos de carbono. Datos suministrados por el Servicio Nacional de Salud de Chile (SNS) (2) señalan que actualmente un importante segmento de la población chilena mayor de 20 años (aproximadamente 6 %) presentan esta enfermedad. La condición crónica de esta patología obliga a los diabéticos a cuidar permanentemente su dieta seleccionando alimentos que no interfieran en su estado de salud y limitando en consecuencia sus posibilidades de una alimentación más variada.

Históricamente la diabetes ha sido controlada de varias maneras: 1) dosis controladas de insulina; b) restringiendo el consumo de carbohidratos o, c) usando en reemplazo de la sacarosa edulcorantes sintéticos no metabólicos del tipo sacarina, aspartame, entre otros, para mantener la concentración de glucosa plasmática dentro de los límites normales (1).

- 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. Endocrinóloga. 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.
- 6 Nutricionista. Hospital Regional. Temuco, Chile.

Actualmente este enfoque ha sido complementado con la recomendación de seleccionar hidratos de carbono de acuerdo a su grado de solubilidad, poniendo el énfasis en el consumo de leguminosas, por ser fuente de hidratos de carbono complejos, de fibra dietaria y factores antinutricionales, los que interfieren en la absorción de glucosa. La actividad hipoglicémica de estos alimentos ha sido investigada ampliamente. Así, se ha demostrado que la ingestión de lentejas, porotos, arvejas, soya, etc., retardan la absorción de glucosa intestinal aproximadamente en un 300 % en comparación con el consumo de cereales (3-9).

Tomando en cuenta estos antecedentes, se llevó a cabo este estudio para evaluar la actividad hipoglicémica del lupino (*Lupinus albus cv. multolupa*) al incorporarlo a formulaciones de mermeladas con el propósito de posibilitar el consumo de este tipo de productos de amplia aceptabilidad entre los consumidores y de uso restringido en los diabéticos.

**MATERIALES Y METODOS**

**Preparación de mermeladas.** Para esta experiencia se utilizó harina entera de lupino (HEL) obtenida por molienda de semillas secas y descascaradas y pasada por un tamiz abertura de malla 0,5 mm.

Se formularon diferentes preparaciones experimentales de mermelada a partir de pulpa de ciruela (20 grados brix) a las cuales se incorporó HEL en los siguientes porcentajes: 5, 7,5, 10 y 15 %. Estas concentraciones reemplazaron a la fructuosa en la formulación control (Tabla 1). La cantidad de pulpa de ciruela se mantuvo constante en todas las preparaciones. Los productos terminados fueron almacenados a baja temperatura previo a los análisis.

**TABLA 1**

Formulaciones experimentales de mermelada de ciruela con diferentes porcentajes de incorporación de harina entera de lupino

Ingredientes	%				
	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5
Pulpa de ciruela	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5
Fructosa	46,5	41,5	39,0	36,5	31,5
HEL	0,0	5,0	7,5	10,0	15,0

**Análisis químico:** Humedad, proteína, cenizas, fibra y extracto etéreo fueron determinados en las muestras de acuerdo a los métodos estándares de la AOAC (10). Para calcular la cantidad de proteína se usó el factor de conversión N x 6.25. El pH de las formulaciones de mermeladas se midió usando un pHmetro Orion modelo A 420. El grado de acidez se determinó volumétricamente expresando el resultado como meq de H<sup>+</sup> por gramo de muestra.

**Análisis físico:** La concentración de sólidos solubles expresada en °Brix fue media usando el refractómetro Abbé modelo Leica Marck II. El color se determinó empleando el diccionario de color de Munsen (11).

**Evaluación sensorial:** Un grupo de individuos diabéticos adultos No Insulino Dependientes participaron en la evaluación sensorial de las muestras. En primer lugar las preparaciones de mermelada experimentales fueron sometidas a la prueba de Ranking (12, 13) con el objeto de seleccionar la muestra más preferida. Este producto posteriormente fue sometido a la prueba de aceptabilidad Hedónica

facial (13) comparándola con una formulación control a base de fructosa y usando para tal efecto una escala analítica descriptiva de cinco puntos donde 1= Me desagrada mucho; 5= Me gusta mucho. Los resultados obtenidos fueron luego analizados estadísticamente por el Test de student (14).

**Ensayos clínicos:** Siete individuos adultos diabéticos No Insulino Dependientes en ayunas desde la noche anterior a la experiencia fueron sometidos a la prueba de tolerancia a la glucosa (15). La cantidad de muestra fue controlada de manera de entregar a cada paciente una dosis equivalente a 20 g de hidratos de carbono. La concentración de glucosa postprandial fue medida inmediatamente después de la ingesta de las muestras de mermelada de ciruela de acuerdo al método GOD PAP (16). La concentración de glucosa plasmática fue cuantificada a los 0, 15, 30, 60, 120 y 180 minutos.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

La Tabla 2 muestra los resultados del análisis proximal de las preparaciones de mermelada de ciruelas con diferentes porcentajes de incorporación de HEL. En ella se observa un incremento sostenido del contenido en proteína debido a la incorporación del lupino en la formulación, variando desde 0.6 % hasta un máximo de 5,2 %. La misma tendencia fue observada en cuanto al contenido de fibra cruda desde 0,2 % a 0,8 %. Al mismo tiempo se observó una disminución en el contenido de azúcares desde 67 % en la formulación control hasta 59 % en la muestra con 15 % de harina de lupino.

**TABLA 2**

Análisis proximal (a) mermeladas de ciruela con diferente concentración de harina entera de lupino (HEL)

Componentes	% Incorporación de HEL				
	0,0	5,0	7,5	10,0	15,0
Humedad	30,7	30,3	30,7	30,3	33,3
Proteína (b)	0,6	3,0	4,5	4,9	5,2
Extracto etéreo	0,1	0,7	0,8	0,9	1,0
Fibra cruda	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8
Cenizas	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6
Carbohidratos (c)	67,0	65,6	63,0	62,7	59,1
Calorías (MJ/100g)	1,14	1,18	1,16	1,17	1,12

(a) Promedio (N=3); (b) Nx6.25; (c) Por diferencia

En cuanto a otras características físicas y químicas (Tabla 3), la presencia de harina entera de lupino no afectó mayormente el color natural rojo oscuro de la pulpa de ciruela. La concentración de sólidos solubles así como el pH y acidez permanecieron relativamente constantes dentro de los límites permitidos por la reglamentación chilena (17).

La evaluación de las características sensoriales se muestra en la Tabla 4. En ella se incluye el resultado de la prueba de preferencia de Ranking usando un panel entrenado de 22 individuos. El resultado del análisis estadístico permitió seleccionar la mermelada de ciruela con 10 % de HEL como la más preferida alcanzando una sumatoria final de 43 puntos, siendo esta fórmula significativamente diferente de la mermelada con 15 % de HEL (p<0.05) que obtuvo una sumatoria de 68 puntos. A continuación esta formulación fue sometida a la prueba de aceptabilidad Hedónica facial a nivel de laborato-

rio usando un panel de 16 individuos Diabéticos No Insulino Dependientes, comparándola con una formulación control de mermelada de ciruela que incluyó fructuosa como edulcorante. Finalizada la prueba se obtuvieron los siguientes valores promedios:  $4,6 \pm 0,62$  y  $4,3 \pm 0,58$  respectivamente. Analizados estos datos con el test de student se concluyó que no existía una diferencia significativa entre ambas preparaciones al  $p < 0,05$ , lo que permite concluir que es factible incorporar HEL hasta un 10 % a la mermelada de ciruelas sin que se noten diferencias que afecten los atributos sensoriales de esta formulación.

TABLA 3

Caracterización física y química de mermeladas experimentales de lupino

Parámetro	Concentración % de HEL				
	0,0	5,0	7,5	10,0	15,0
pH	3,8	3,5	3,6	3,7	3,7
Acidez (a)	11,0	9,0	11,4	10,9	11,2
Sólidos solubles (b)	66,5	67,0	64,0	62,0	63,5
Color	5R2/8	5R2/6	10R2/6	5R2/8	5R3/6

(a)mEq H/ g; (b) °Brix

TABLA 4

Prueba de preferencia ranking para formulaciones de mermeladas de lupino (\*)

Tipo de mermelada	Suma total
5.0 % HEL	57 (a,b)
7.5 % HEL	53 (a,b)
10.0 % HEL	43(a)
15.0 % HEL	68(b)

Diferencia significativa mínima = 21.5 ( $p < 0,05$ )

(\*)N=22

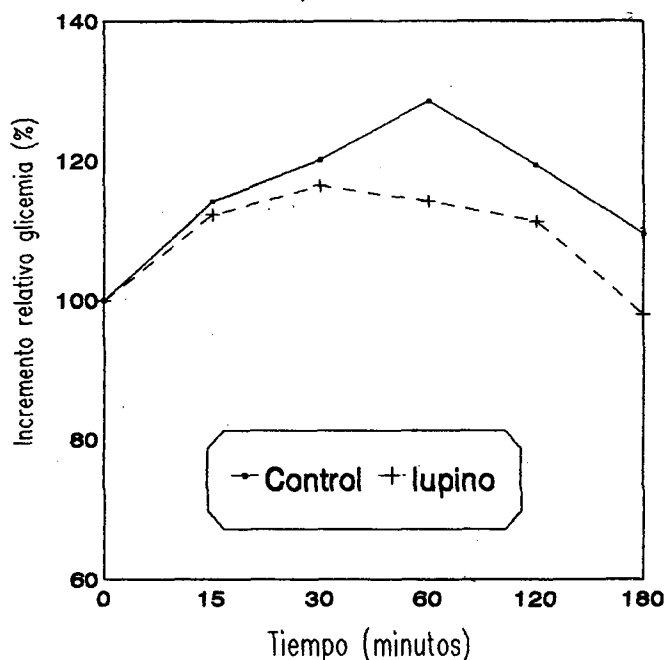
Cifras con igual letra en columna no son significativas  $p < 0,05$

En la Figura 1 se describe el comportamiento del incremento relativo de la concentración de glucosa plasmática después de la ingestión de la muestra de mermelada con 10 % de HEL así como de la formulación control con fructuosa. En esta figura se observa que la concentración de glucosa en esta muestra fue inferior a la encontrada en la formulación control, siendo significativa la diferencia a los 60 minutos de transcurridos la ingesta de las muestras ( $p < 0,05$ ). La acción retardante de la HEL sobre la absorción de glucosa observada en la validación clínica podría deberse en parte a la presencia de hidratos de carbono complejos, ratificando de esta forma investigaciones de Jenkins et al (18) y Wong et al (7), quienes encontraron importantes diferencias en la velocidad de absorción de hidratos de carbono tanto de leguminosas como de cereales. Al planteamiento anteriormente descrito también puede agregarse el rol protector de los azúcares de absorción lenta reportada por Chew et al (19), sobre la baja prevalencia de diabetes en poblaciones de Asia, Oceanía y Europa Meridional, detectada principalmente en comunidades que muestran predisposición genética a presentar hiperinsulinemias, observación compartida por Thorburn et al (20), y Thordottir et al (21), quienes destacan la baja prevalencia de

diabetes en poblaciones que incluyen en su dieta una importante proporción de hidratos de carbono complejos a partir de leguminosas u otros productos similares.

FIGURA 1

Variación relativa de glucosa postprandial de mermelada con 10% de harina de lupino y control en individuos diabéticos no insulino dependientes



Otro factor al que la literatura atribuye características que afectan la absorción de glucosa es el contenido y tipo de fibra (22), asignando especial importancia a la fibra soluble proveniente de pectinas, gomas y mucilagos la mayor influencia en el control de la glicemia post prandial (23), o a las propiedades físicas relacionadas con el tamaño de la partícula, viscosidad y capacidad para formar geles (24,25). Sin embargo el contenido en hidratos de carbono complejos y la fibra no parecen ser los únicos factores capaces de afectar la respuesta glicémica. También esta podría estar afectada en esta investigación por la presencia de factores antinutricionales, en especial el contenido y tipo de alfa galactósidos los cuales pueden causar efectos adversos en los procesos digestivos metabólicos y fisiológicos del hombre y los animales (26). En relación a la influencia que podrían ejercer estos componentes, es importante destacar que las leguminosas entre ellas el lupino, se caracterizan por presentar una alta concentración de factores antinutricionales a diferencia de lo que ocurre en cereales y raíces. Según Trugo et al (27), y Birk et al (28), el contenido de oligosacáridos de diferentes variedades de lupino fluctúa entre 8 y 12 %, identificándose a la estaquiosa como el trisacárido que participa en mayor proporción. Finalmente cabe destacar que los resultados reportados en este estudio han sido confirmados por nuestro grupo de trabajo en un estudio similar con formulaciones de budín para diabéticos incorporando a estas preparaciones diferentes porcentajes de HEL (29). Es necesario por lo tanto llevar a cabo posteriores estudios en este sentido para verificar de una manera más precisa cual o cuales factores antinutricionales presentes en el lupino actuarían retardando la absorción de azúcares

en el intestino. Finalmente la validación clínica observada en este estudio permitiría a la población diabética ampliar las alternativas de consumo de alimentos habitualmente restringidos para este sector de la población.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad de La Frontera de Temuco, quien financió esta investigación.

### REFERENCIAS

1. Pumarino H. *Endocrinología y Metabolismo*. 2a Ed. Edit. Andrés Bello. Santiago, Chile, 1976.
2. Servicio Nacional de Salud (S.N.S.). Encuesta sobre estado nutricional de la población chilena. Perfil encuestal. S.N.S. Santiago. Chile, 1990.
3. Jenkins D.J.A., Jenkins M.D.A., Wolever T.M.S., Thompson L., Venkat A.R. Simple and complex carbohydrates. *Nutr Rev* 44(2): 44-49, 1986.
4. Thorburn A.W., Brand J.C., Trusnell S. Slowly digest and absorbed carbohydrates in traditional bush. A protective factor against diabetes. *Am J Clin Nutr* 45(1): 98-106, 1987.
5. Thompson L.V. Antinutrients and blood glucose. *Food Technol* 42(4):123-132. 1988.
6. Jenkins D.J.A., Wolever T.M.S., Taylor R.H. Glycemic index of foods; A physiological basis for carbohydrates exchange. *Am J Clin Nutr* 34:362-366. 1982.
7. Wong S., Trainedes K. Factors affecting the rate of hydrolysis of starch in legumes. *Am J Clin Nutr* 47:38-43, 1985.
8. Wolever T., Jenkins J.A. The use of glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *Am J Clin Nutr* 43:167-172, 1986.
9. Hoover J., Savesky J., Dailey G. The glycemic response to meals with six different fruits in insulin dependent diabetics using a home- blood monitoring system. *Am J Clin Nutr* 45 (1):92-97, 1987.
10. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13ed. Washington D.C. The Association. 1981.
11. Munsen Book of color. Munsen Color Company. Inc. Baltimore, Maryland, 1966.
12. Basker D. Critical values of differences among Rank sums for multiple comparison. *Food Technol* 42(2): 79-84, 1988.
13. Amerine M.A., Pangborn R.M., Roessler E.B. *Principles of Sensory Evaluation*. Academic Press. New York. 1965.
14. Pedreros D., Pangborn R.M. *Evaluación Sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. Edit. Alhambra mejicana. México, 1989.
15. Barnham D. and Trinder P. GOD PAP - Method. *Analyst* 97:142, 1972.
16. Massod V.F. Colorimetric- enzymatic test of glucose determination. *Am J Med Technol* 43:243. 1976.
17. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Decreto N° 60. Ministerio de Salud. Santiago, República de Chile. 1982.
18. Jenkins D.J.A., Wholever T.M., Taylor R.R., Barker H., Fieldem H. Exceptionally low glucose response to dried beans comparison with other carbohydrates foods. *Brit. Med. J.* 2:578. 1980.
19. Chew Y., Brand J.C., Thorburn A.N., Truswell S. Application of glycemic index in mixed meals. *Am J Clin Nutr* 47: 53-56, 1988.
20. Thorburn A.M., Brand J.C., Truswell A.S. Slow digested and absorbed carbohydrates in traditional bush foods. A protective factor again diabetes. *Am J Clin Nutr* 45:98-106, 1987.
21. Thordottir J. Effects of different starches in composite meals on gastric emptying rate and glucose metabolism. Comparison between potatoes, rice and white beans in diabetic subjects. *Hum Clin.* 40:397-404, 1986.
22. Pak N. Fibra dietética. Alimentos y nutrición en salud y enfermedad. Dpto. Nutrición. Fac. Medicina. Universidad de Chile. 63-69, 1992.
23. Del Thoma E., Lintas C., Clementi A., Marcelli M. Soluble and insoluble dietary fibre in diabetic diets. *European J. Clin. Nutr.* 42:313-319, 1988.
24. Hollembeck C., Coulston A.M., Reaven G.M. Glycemic effects of carbohydrates: a different perspective. *Diabetes Care.* 9:641-647, 1986.
25. Osillesi O., Trout D., Glover E., Harper S., Koh E., Behall K., O'Douseo T., Tartt J. Use of xantan gum in dietary management of diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 42:597-603. 1985.
26. Yavellow J., Collins M., Birk Y., Trool W., Kennedy A.K. Nanomolar concentration of Bowman-Birk soybean protease inhibitor suppress X ray induced transformation in vitro. *Proc. Natl. Acad Science. USA* 82:5395-5399. 1985.
27. Trugo L., Almeyda D., Gross R. Oligosaccharides content in the seed of cultivated lupins. *J. Sci Food Agric.* 45:1988.
28. Birk Y., Dovat M., Waldman I. Lupin production and bio-processing for feed, food and other by products. *Proceeding of the Joint CEC-NCDDR workshop*. Ginozar Kibbutz. Israel. 1989.
29. Catalán M. Caracterización sensorial clínica de preparaciones de budines para diabéticos con harina de lupino. Tesis para optar el título de Ingeniero de Ejecución en Industrias. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Frontera. 1993.

Recibido: 26-01-1996

Aceptado: 17-06-1996