

Desarrollo de un alimento de humedad intermedia de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Fernando Figuerola, Ana María Estévez y Olga Avendaño

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Universidad de Ciencias Agrónomicas, Universidad de Chile. Santiago de Chile

RESUMEN. El consumo de fréjoles se ha asociado a la reducción del riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles. En general, su consumo es menor al recomendado y se realiza mayoritariamente como granos enteros. Para aumentar su consumo, hay un especial interés en su uso en otras formas. El objetivo de esta investigación fue diseñar purés de humedad intermedia (PHI) de fréjol de buena calidad química, microbiológica y sensorial. Se prepararon purés con fréjol Tórtola remojado, cocido y molido, retirando una parte importante de la testa. En la elaboración de los PHI, se estudiaron dos niveles de humedad, 25% y 30%, y dos niveles de glicerol, 10 y 15%. Se conservaron a temperatura ambiente (20 ± 2 °C) por 30 días. En los purés iniciales se determinó su composición proximal, contenido de fitatos e inhibidores de tripsina. Los PHI se analizaron el día de su preparación y luego de 15 y 30 días de almacenamiento. Se determinó su humedad, pH y actividad de agua. Se realizó recuento total de: aerobios mesófilos, de mohos y levaduras, de coliformes totales, de coliformes fecales y de *Staphylococcus aureus*. Se determinó calidad y aceptabilidad sensorial. Los PHI tuvieron una a_w entre 0,800 y 0,844, pH entre 6,20 y 6,24 y sus recuentos microbiológicos fueron negativos o estuvieron muy por debajo de los límites permitidos para los alimentos más exigentes. Presentaron buenas calificaciones en su calidad sensorial y todos fueron bien aceptados. Los parámetros sensoriales se mantuvieron sin variación durante el almacenamiento, excepto el color que en el tratamiento con 30% de humedad y 10% de glicerina mostró un leve oscurecimiento. Es posible elaborar purés de fréjol de humedad intermedia, con bajos niveles de compuestos antinutricionales, de buena calidad y aceptabilidad sensorial y que ofrecen condiciones adversas para el desarrollo de los microorganismos de mayor significación para la inocuidad alimentaria.

Palabras clave: Purés de fréjol, reducción de a_w , humedad intermedia.

INTRODUCCION

Ya es universalmente aceptado que la dieta juega un rol muy importante en la reducción de enfermedades crónicas y degenerativas. Los cambios en la dieta y en el estilo de vida han contribuido al desarrollo de estas enfermedades. En los países en desarrollo, estas enfermedades se desarrollan en forma paralela a la malnutrición e inseguridad alimentaria (1). Debido a la relación entre una dieta baja en fibra dietética y el desarrollo de enfermedades tales como hipertensión,

SUMMARY. Development of an intermediate moisture food from bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Beans consumption has been associated to reduction on chronic, non transmissible, diseases development. Generally, its consumption is less to the recommended and it is done principally as whole grain dishes. To increase the consumption, there is an especial interest in the use of new products. The main goal of this research was to design intermediate moisture bean purees (IMP) using soaked, cooked and grained *Tortola* bean, removing an important testa portion. In preparation of IMP two moisture levels, 25 and 30%, and two glycerol levels, 10 and 15%, were studied. Purees were preserved at ambient temperature (20 ± 2 °C) for 30 days. Proximal analysis, phytate content and trypsin inhibitors were determined in the original non processed purees. IMPs were analyzed at preparation time and after 15 and 30 days of storage for moisture content, pH and water activity. Besides, microbiological analysis for total plate count on aerobic mesophile microorganisms, molds and yeast, total coliforms, fecal coliforms and *Staphylococcus aureus*, was carried out. Global quality and sensory acceptance was also determined. IMPs presented a_w values between 0.800 and 0.844, a pH between 6.20 and 6.24 and the microbiological counting was negative or far below the accepted limits for more strict foods. IMPs presented good qualifications for global quality and were well accepted. Sensory parameters maintain their values during storage, except for color that in treatment with 30% moisture and 10% glycerol showed a light darkening. It is possible to elaborate intermediate moisture bean puree, with low level of antinutritional compounds, good quality and sensory acceptance and with adverse conditions for the development of food safety importance microorganisms.

Key words: Bean purees, a_w reduction, intermediate moisture.

ateroesclerosis y diabetes, se ha recomendado aumentar el consumo de hidratos de carbono complejos y fibra dietética (2). En las últimas décadas, el consumo de leguminosas de grano en general y el de fréjoles en particular, ha ganado atención, porque se ha asociado a la reducción del riesgo de desarrollo de dichas enfermedades (3-6). Los fréjoles presentan además, un menor índice glicémico que otros alimentos, por lo que se asocian con la prevención de enfermedades relacionadas con la resistencia a la insulina y el aumento de la saciedad (7-10). Las legumbres se cultivan y son alimentos

tradicionales de la dieta humana de muchas partes del mundo ya que son una fuente barata de proteínas e hidratos de carbono (11-14).

Los fréjoles son bajos en grasas, ricos en proteínas, hidratos de carbono complejos, vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6, ácido fólico), minerales (calcio, hierro, zinc, fósforo, potasio y magnesio), compuestos bioactivos y energía (aprox. 380 Kcal/100 g semilla) (6,8,16, 15). Destaca su contenido de hidratos de carbono complejos (entre 50% y 60%) y de proteínas (entre 20% y 25%), en las cuales su aporte de lisina es mucho mayor que el de la mayoría de los cereales, en tanto que su contenido de aminoácidos azufrados es menor (17). Entre los hidratos de carbono, los principales constituyentes son el almidón, la fibra dietética y pequeñas cantidades de oligosacáridos. La presencia de cantidades significativas de almidón resistente, limita la velocidad de digestión, por lo que la liberación de glucosa en la sangre es menor que en otros alimentos (13). Los fréjoles son una buena fuente de fibra dietética (24,5% bms), destacándose la fracción soluble compuesta principalmente por oligosacáridos que actúa como prebiótico (6,18). Una dieta rica en fréjoles mejora la saciedad y se asocia con reducción de peso y circunferencia de cintura, disminuyendo el riesgo de obesidad (15).

Sin embargo, su consumo es menor a lo recomendable, principalmente debido a la presencia de diversos compuestos antinutricionales, que pueden tener efectos adversos para la salud (17), por lo cual es necesario aplicar diversas operaciones que reduzcan su impacto (2,6,9,18). Según Uebersax et al. (19), otras limitantes para el uso de los fréjoles son el tiempo de preparación, el consumo de energía y problemas en el almacenamiento postcosecha. Para superar estas limitaciones y promover una dieta más saludable, se debe implementar estrategias de procesamiento que faciliten el desarrollo de productos económicamente viables (19-21). En los años recientes se ha desarrollado un especial interés por el uso de leguminosas en otras formas diferentes a la cocción tradicional, como harinas, pastas o concentrados, lo cual puede ser una vía para aumentar su consumo (9,14).

Uno de los aspectos más apreciados de las legumbres es su textura. En la percepción de la testa, parece que los ácidos urónicos y el contenido de calcio y magnesio tienen un rol importante. En los cotiledones, el contenido de almidón y proteínas contribuyen significativamente a la textura (22,23). En general, se prefiere mayor cremosidad y menos percepción de la testa (21,23).

El remojo y la cocción sobre 80°C son operaciones necesarias para la reducción de oligosacáridos y fitatos y para la eliminación de los compuestos antinutricionales termoestables, respectivamente (9,14,15,18). El remojo en agua a 15-20 °C por 8 a 16 horas es importante, ya que lixivia a los oligosacáridos reduciendo la producción de gas debida a la degradación anaeróbica de ellos por las bacterias intestinales

(19,21,24,25); y reduce el contenido de ácido fítico, aumentando la disponibilidad de minerales (12,26). Además, ayuda al pelado y la expansión uniforme del grano y permite reducir el tiempo de cocción necesario para lograr el ablandamiento deseado. Lo más deseable es que logre una hidratación rápida con un máximo volumen y peso (12,25). En el remojo, los fréjoles aumentan 80% de peso y logran humedades de 53% a 57%, con un coeficiente de hidratación de 1,8 que indica un poroto bien hinchado (22,27,28).

La cocción produce ablandamiento de los cotiledones mejorando la textura de los fréjoles, la gelatinización del almidón, el aumento de la digestibilidad de la proteína y la inactivación de los factores antinutricionales (10,19,25,29). Además, según Rocha-Guzmán *et al.*, (6) a mayores tiempos de cocción, los fenoles de la cubierta de la semilla difunden al agua de cocción y de ella a los cotiledones, aumentando su capacidad antioxidante.

Los alimentos de humedad intermedia (AHI) están generalmente en el rango de 0,60 a 0,90 de aw; se basan en la adición de humectantes y preservantes para prevenir o reducir el crecimiento de microorganismos. Se almacenan sin refrigeración, son eficientes desde, un punto de vista energético, y relativamente baratos. Una desventaja es el uso en algunos de ellos de altas cantidades de sal, azúcar o aditivos, por lo que la tendencia es disminuir el uso de aditivos al máximo sin sacrificar la estabilidad microbiológica y la seguridad al almacenarlo sin refrigeración (30,31).

El objetivo de esta investigación fue diseñar un alimento de humedad intermedia de fréjol de buena calidad microbiológica y sensorial.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con fréjol recién cosechado (*Phaseolus vulgaris* L), de la variedad Tórtola que corresponde a una de las variedades de mayor producción y consumo en Chile. Los fréjoles se seleccionaron para remover aquellos granos defectuosos; se lavaron con agua corriente y se remojaron en agua por 16 horas con una relación grano: agua de 1:3, para ablandarlos y permitir la difusión de los compuestos antinutricionales solubles en agua. Los fréjoles se cocieron a presión atmosférica por 60 min para obtener una textura blanda y favorecer la inactivación de los compuestos antinutricionales termosensibles. Los fréjoles se molieron en una pulsadora - tamizadora con abertura de salida de 1,8 mm, retirándose una parte de la testa con esta operación. Se obtuvo un puré con 61% de humedad. Se evaporó, a presión atmosférica y con calentamiento en un baño de agua, parte del contenido de agua hasta llegar a dos niveles de humedad residual, 25% y 30%. A ambos tipos de puré se agregó glicerol en niveles de 10% y 15% para reducir la actividad de agua; a todos los tratamientos se agregó 7% de almidón de maíz, 2,5% de sal,

0,5% de propilenglicol y 0,1% de propionato de sodio. Los purés elaborados en los cuatro tratamientos se envasaron a 75° C en potes de poliestireno y almacenaron por 30 días a 20°C.

En los purés recién elaborados se determinó su composición proximal (32) y su valor calórico teórico utilizando los coeficientes de Atwater (33). En los fréjoles crudos y luego de pulpados, se determinó el contenido de inhibidores de tripsina (expresado como unidades de tripsina inhibidas-UTI) por el método de Kakade et al (34) (considerando una unidad de tripsina como el aumento en 0,01 unidades de absorbancia a 410nm por 10mL de mezcla reactiva) y ácido fítico usando el método de Wheeler and Ferrel (35).

Los productos elaborados se analizaron el día de su preparación y luego de 15 y 30 días de almacenamiento. Se determinó su contenido de humedad (32), pH en un potenciómetro marca Ficher Accumed modelo 210; acidez por titulación potenciométrica con hidróxido de sodio 0,1N (32); actividad de agua en un equipo a_w -Wert messer Luft modelo 5803. Se realizó recuento total de aerobios mesófilos (agar plate count a 35°C por 48 horas); recuento de mohos y levaduras (agar-papa-dextrosa a 25° C por 5 días); número más probable de coliformes totales (caldo lauril sulfato triptosa y caldo lactosado verde brillante a 35°C por 24 a 48 horas); recuento de coliformes fecales (caldo lauryl sulfato triptosa y caldo EC a 35°C por 48 horas); y, recuento de *Staphylococcus aureus* (agar TPEY a 35°C por 48 horas) de acuerdo a los métodos descritos por el Ministerio de Salud de Chile (36).

Para la evaluación sensorial, a los purés se les agregó 1,4 veces su peso de agua y se calentaron en baño de agua a 90°C por 20 min. Con esto se logró una consistencia de puré suave. Doce jueces entrenados determinaron la calidad (apariencia, color, aroma, textura, dulzor, salado, amargor, astringencia y sabor), aplicando el método de Scoring, con una escala de 9 puntos. La aceptabilidad fue determinada por un panel compuesto por doce jueces entrenados y doce jueces no entrenados que usaron el método de la Escala Hedónica de 9 puntos.

Se utilizó un diseño completamente al azar con estructura factorial (dos niveles de humedad, dos niveles de glicerol y tres tiempos de almacenamiento) con cinco repeticiones. La unidad muestral fue 1,5 kg de fréjoles.

RESULTADOS

Características químicas del puré inicial

El puré inicial de fréjol tuvo, en base materia seca; 22,6 g/100g de proteína; 2,7 g/100 g de lípidos; 4,9 g/100 g de cenizas; 5,3 g /100g de fibra cruda, y 64,5 g /100 g de hidratos de carbono y un aporte calórico de 372,7 Kcal/100 g. El remojo y cocción en agua redujo el contenido de ácido fítico en un

44,8% (de 290 a 160 mg/100g crudo y en puré, respectivamente). Por otra parte el tratamiento térmico redujo en un 69,6% el contenido de inhibidores de tripsina (de 22,7 UTI/mg, bms a 6,9 UTI/mg, bms en fréjol crudo y en puré, respectivamente).

Características físicas y microbiológicas de los purés

El contenido de humedad de los purés formulados estuvo muy cercano al contenido teórico calculado. No se encontró diferencias significativas ni entre los niveles de glicerina ni entre los tiempos de almacenamiento (Tabla 1), lo cual se debió a las buenas propiedades de barrera del envase utilizado. La actividad de agua (a_w) obtenida en las formulaciones cayó dentro del rango, 0,60 a 0,90; Los purés iniciales deshidratados hasta 30% y 25% (antes de agregar la glicerina y los otros aditivos) tuvieron una a_w de 0,902 y 0,844, respectivamente. La medida de la a_w , generalmente se relaciona con el potencial de crecimiento y actividad metabólica de los microorganismos y por tanto se ha utilizado como un buen indicador de la disponibilidad de agua para su actividad (31).

Como se observa en el Tabla 1, la a_w se redujo al incorporar en la formulación glicerol, lo que demuestra su efectividad como depresor de la actividad de agua; no se observaron diferencias en el a_w de los purés con los dos niveles de glicerol. Tanto en el contenido de humedad, como en la actividad de agua hubo diferencias significativas entre los tratamientos con 30% y 25% de humedad. En los purés preparados no se observó diferencias significativas en el pH, ni en la acidez debido al contenido de humedad o al nivel de glicerol, ni durante el almacenamiento. Los productos desarrollados corresponden a alimentos de baja acidez (Tabla 2).

Desde un punto de vista microbiológico, en general, no hubo valores de significación para la salud en ninguno de los tratamientos. El recuento total de aerobios mesófilos, en el tiempo inicial de almacenamiento, arrojó resultados negativos en todas las repeticiones de todos los tratamientos. A los 15 días de almacenamiento se encontró un recuento de 50 ufc/gr sólo en una repetición de cada tratamiento; en la tercera fecha (30 días de almacenamiento), el recuento aumentó a un máximo de 150 ufc/gr en una repetición de tres tratamientos, sin diferencias entre ellos. En cuanto al recuento de hongos y levaduras, se produjo una situación muy similar, resultados negativos en la primera fecha y de 35 ufc/gr y 150 ufc/gr en la segunda y tercera fecha, respectivamente, observándose estos recuentos sólo en una repetición de cada tratamiento. En el caso de coliformes totales, fecales y *Staphylococcus aureus*, los recuentos fueron negativos en todas las repeticiones y fechas de análisis.

TABLA 1
 Humedad y actividad de agua de purés de fréjol de humedad intermedia a diferentes tiempos de almacenamiento

Tratamientos	Humedad (g/100g)			Actividad de agua		
	Primer día	15 días	30 días	Primer día	15 días	30 días
30H/10G	29,3± 2,3*	28,9± 2,4	29,0± 2,4	0,844±0,03	0,842± 0,01	0,843± 0,03
30H/15G	29,9± 0,6	29,6± 0,2	29,6± 0,6	0,842±0,05	0,841± 0,01	0,842± 0,04
25H/10G	25,0± 0,4	24,5± 0,4	24,5± 0,4	0,803± 0,02	0,800± 0,05	0,801± 0,02
25H/15G	24,7± 0,3	24,6± 0,2	24,8± 0,3	0,800± 0,01	0,798± 0,03	0,800± 0,02

H: humedad. G: glicerol
 *media ± desviación estándar

TABLA 2
 pH y acidez de purés de fréjol de humedad intermedia a diferentes tiempos de almacenamiento

Tratamientos	pH			Acidez (meq NaOH/10g puré)		
	Primer día	15 días	30 días	Primer día	15 días	30 días
30H/10G	6,24± 0,14*	6,30± 0,17	6,08± 0,00	0,57±0,1	0,60± 0,0	0,64± 0,0
30H/15G	6,22± 0,14	6,20± 0,10	6,02± 0,10	0,59± 0,1	0,60± 0,1	0,65± 0,0
25H/10G	6,22± 0,00	6,18± 0,17	6,08± 0,10	0,62± 0,1	0,65± 0,1	0,64± 0,0
25H/15G	6,20± 0,00	6,20± 0,10	6,10± 0,14	0,61± 0,0	0,62± 0,0	0,64± 0,0

H: humedad. G: glicerol
 *media ± desviación estándar

Calidad y aceptabilidad sensorial de los purés

La apariencia inicial de todos los tratamientos cayó dentro de la calificación de buena sin presentar diferencias significativas entre ellos; no hubo efecto del nivel de glicerina usado ni interacción entre contenido de humedad y nivel de glicerol; al dejar los purés en almacenamiento se observó un

leve deterioro de la apariencia en el tratamiento con menor contenido de humedad y menor contenido de glicerol (25H/10G), que según los comentarios de los jueces tenía un aspecto más granuloso; estos tratamientos además presentaron un contenido de humedad levemente menor que los demás (Tabla 3).

TABLA 3
 Apariencia y color sensorial de purés de fréjol de humedad intermedia a diferentes tiempos de almacenamiento

Tratamientos	Apariencia			Color		
	Primer día	15 días	30 días	Primer día	15 días	30 días
30H/10G	6,6 a A	6,6 a A	6,3 a AB	5,3 a B	5,4 ab B	5,5 b B
30H/15G	6,7 a A	6,8 a A	6,4 a AB	5,0 a A	5,0 a A	5,0 ab A
25H/10G	6,6 a A	6,0 b B	6,1 ab B	5,2 a AB	5,3 a AB	5,3 a AB
25H/15G	6,9 a A	6,7 a A	6,7 a A	5,0 a A	5,0 a A	5,0 a A

H: humedad. G: glicerol
 Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5%. Las letra minúsculas comparan horizontalmente entre columnas; las letras mayúsculas comparan verticalmente, entre filas.

En el caso del color, los valores obtenidos estuvieron cercanos al valor normal (5,0), alejándose levemente los tratamientos con 10% de glicerol que son algo más oscuros. El color de los purés se mantuvo sin variaciones en el tiempo en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento 30H/10G que se oscureció levemente durante el almacenamiento (Tabla 3).

El aroma y sabor de los purés (datos no publicados) fue normal en todos los tratamientos y tiempos de almacenamiento; es importante destacar que los jueces no detectaron ningún sabor extraño causado por la presencia de glicerol en las formulaciones. Los purés con el nivel más alto de glicerol (15%) presentaron un dulzor levemente alto, siendo

significativamente diferentes a los de 10% de glicerol. La intensidad de dulzor se mantuvo sin variaciones dentro de cada tratamiento, durante el período de conservación. Los tratamientos tuvieron valores bajos de amargor, sin presentar diferencias entre ellos, ni durante el tiempo de almacenamiento (Tabla 4).

Como puede apreciarse en la Tabla 5, la textura de todos los tratamientos fue considerada como “más que regular” y se mantuvo sin variaciones en el tiempo de los tratamientos, excepto en el tratamiento con menor humedad y nivel de glicerol (25H/10G) en que se desmejoró su textura. El panel calificó a este tratamiento como “seco y “áspero”, lo que coincide con su peor apariencia.

TABLA 4
Dulzor y amargor sensorial de purés de fréjol de humedad intermedia a diferentes tiempos de almacenamiento

Tratamientos	Dulzor			Amargor		
	Primer día	15 días	30 días	Primer día	15 días	30 días
30H/10G	5,1 a A	5,0 a A	5,2 a A	3,2 a A	2,8 a A	3,0 a A
30H/15G	6,0 a B	6,2 a B	6,1 a B	3,1 a A	2,9 a A	3,3 a A
25H/10G	4,9 a A	4,9 a A	5,0 a A	3,2 a A	2,9 a A	3,1 a A
25H/15G	5,8 a B	5,9 a B	5,8 a B	2,7 a A	2,8 a A	2,9 a A

H: humedad. G: glicerol

Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5%. Las letras minúsculas comparan horizontalmente entre columnas; las letras mayúsculas comparan verticalmente, entre filas.

TABLA 5
Textura y aceptabilidad sensorial de purés de fréjol de humedad intermedia a diferentes tiempos de almacenamiento

Tratamientos	Textura			Aceptabilidad		
	Primer día	15 días	30 días	Primer día	15 días	30 días
30H/10G	6,2 a A	6,1 a A	6,1 a A	5,6 a A	5,5 a A	5,8 a A
30H/15G	6,5 a A	6,4 a A	6,3 a A	5,1 a B	5,2 a B	5,2 a B
25H/10G	6,0 a A	5,7 b B	5,8 b B	5,4 a A	5,6 a A	5,7 a A
25H/15G	6,5 a A	6,4 a A	6,4 a A	5,3 a AB	5,3 a AB	5,3 a AB

H: humedad. G: glicerol

Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5%. Las letras minúsculas comparan horizontalmente entre columnas; las letras mayúsculas comparan verticalmente, entre filas.

Todos los tratamientos fueron bien aceptados (Tabla 5), tanto por el panel entrenado, como por el no entrenado y no mostraron variaciones en aceptabilidad durante la conservación. Los tratamientos con menor contenido de glicerol, mostraron valores levemente superiores de aceptabilidad, probablemente asociados a la menor intensidad en dulzor que tenían.

DISCUSION

Características químicas del puré inicial

Los valores encontrados en la composición química de los fréjoles están dentro de los rangos normales para esta variedad (37) y son semejantes a los informados por Martín-Cabrejas et al, (10) y El Maki et al. (26) en fréjoles de

variedades cultivadas en España y Sudán, respectivamente. El aporte calórico de 380 Kca/100 g semilla, es levemente menor al indicado por Siddiq et al. (15). El contenido inicial de ácido fítico en los fréjoles es superior al informado por Díaz-Batalla et al (1) e inferior al informado por El Maki et al (26), pero la reducción obtenida en esta investigación es superior a la informada por dichos autores (35%, 2% y 30%, respectivamente). Los valores de inhibidores de tripsina encontrados en los fréjoles crudos y luego de la cocción están dentro del rango informado por Estévez et al. (37) y González de Mejía et al. (38).

Características físicas y microbiológicas de los purés

Con las formulaciones propuestas se logró desarrollar alimentos que se pueden considerar como de humedad intermedia, ya que su actividad de agua está en el rango considerado por Alzamora et al. (31) para este efecto. Es importante destacar que el pH de estos alimentos es favorable al desarrollo de microorganismos potencialmente dañinos para la salud. Sin embargo, es necesario considerar que, según Barbosa-Canovas et al. (30) y Alzamora et al. (31), el agua disponible es la principal limitante para el desarrollo microbiano en los alimentos. Según los mismos autores, cada microorganismo tiene valores de a_w limitantes bajo las cuales no crece, forma esporas o produce metabolitos tóxicos ($> 0,94$ para *Clostridium botulinum*; $> 0,90$ para *Listeria monocytogenes* y $> 0,86$ para *Staphylococcus aureus* en condiciones aeróbicas). En consecuencia, las condiciones de actividad de agua obtenidas en los purés de 25% de humedad no son favorables para el desarrollo de las bacterias que producen mayor preocupación desde el punto de vista de la inocuidad alimentaria.

Los valores encontrados en el recuento total de aerobios mesófilos son muy bajos aún comparándolos con alimentos de alta exigencia como son los alimentos para bebés, leche en polvo o postres lácteos en los que el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (39) permite niveles máximos de 1000, 10.000 y 1000 ufc/gr de aerobios mesófilos, respectivamente. Los resultados de los análisis microbiológicos muestran que, la restricción en el agua disponible fue adecuada para crear un ambiente hostil que evitó la proliferación de microorganismos en los productos elaborados (31).

Calidad y aceptabilidad sensorial de los purés

Los purés recién elaborados presentaron, en general, una buena calidad sensorial en la mayoría de los parámetros, sin diferencias entre los tratamientos, por lo que no se detectó, a nivel sensorial, efecto del contenido de humedad ni del nivel de incorporación de glicerol. Aún cuando no hubo diferencias significativas, los tratamientos con mayor nivel de glicerol se percibieron con una mayor intensidad de dulzor, lo que puede deberse al gusto levemente dulce de la glicerol y porque según

Sherwin and Labuza (40), los azúcares son capaces de disolverse en glicerol, apreciándose más intensamente su gusto dulce. También se apreció mayor sequedad y aspereza en el tratamiento de menor humedad y glicerina lo que concuerda con lo señalado por Kethireddipalli et al. (41), quienes indican que la consistencia y dispersabilidad de una pasta de leguminosa varía, según contenido de humedad, y el contenido y tipo de fibra presente. Por otra parte, según Sherwin and Labuza (40), la presencia de glicerol, aumenta la plastificación y mejora la textura.

La calidad, en general, se mantuvo sin variación significativa durante el almacenamiento; sin embargo, se observó pérdida de algunas características de calidad en algunos tratamientos. En el caso del puré con 30% de humedad y 10% de glicerol, se detectó un oscurecimiento que, de acuerdo con Alzamora et al. (31) y Sherwin and Labuza (40) se puede haber debido al desarrollo de pardeamiento no enzimático que se ve favorecido por el mayor contenido de humedad y la presencia de glicerol.

A pesar de que todos los tratamientos fueron bien aceptados, en la aceptabilidad de los purés influyó el dulzor provocado por la presencia de glicerol. Es importante señalar que los purés no se aliñaron, lo que pudo haber influido en que no se logró enmascarar el gusto dulce.

Se puede concluir que es posible elaborar purés de fréjol de humedad intermedia, con bajos niveles de compuestos antinutricionales, de buena calidad y aceptabilidad sensorial y que ofrecen condiciones adversas para el desarrollo de los microorganismos de mayor significación para la inocuidad alimentaria.

REFERENCIAS

1. Díaz-Batalla L, Wildholm JM, Fahey, Jr GC, Castaño-Tostado E and Paredes-López, O. Chemical components with health implications in wild and cultivated mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L) J Agric Food Chem. 2006; 54: 2045-2052.
2. Nestares T, Barrionuevo M, López-Frías M, Vidal C and Urbano G. Effect of different soaking solution on nutritive utilization of minerals (calcium, phosphorus, and magnesium) from cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L) in growing rats. J Agric Food Chem. 2003; 51: 515-520.
3. Morrow B. The rebirth of legumes. Food Technology 1991; 96 (September): 21.
4. Mathres, JC. Pulses and carcinogenesis: potential for the prevention of colon, breast and other cancers. British J. of Nutrition 2002; 88: S273-S279.
5. Aparicio-Fernández, X, Manzo-Bonilla L, Loarca-Piña G. Comparison of antimutagenic activity of phenolic compounds in newly harvested and stored common beans, *Phaseolus vulgaris* against aflatoxin B1 J. Food Sci. 2005; 70(1): S73-S78.
6. Rocha-Guzmán NE, González-Laredo RF, Ibarra-Pérez FJ, Nava-Berúmen CA, and Gallegos-Infante JA. Effect of pres-

- sure cooking on the antioxidant activity of extracts from three common bean (*Phaseolus vulgaris* L) cultivars. *Food Chem.* 2007; 100: 31-35.
7. Foster-Powell K and Brand-Miller J. International tables of glycemic index. *Am J Clinical Nutr.* 1995; 62: 871S-893S.
 8. Rehman Z, Salariya AM, and Zafar SI. Effect of processing on available carbohydrate content and starch digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chem.* 2001; 73: 351-355.
 9. Matella NJ, Dolan KD, Stoeckle AW, Bennink MR, Lee YS, and Uebersax MA. Use of hydration, germination, and α -galactoside treatments to reduce oligosaccharides in dry beans. *J Food Sci* 2005; 70(3): C203-C207.
 10. Martín-Cabrejas MA, Sanfiz B, Vidal A, Mollá E, Esteban R, and López-Andreu FJ. Effect of fermentation and autoclaving on dietary fiber fractions and antinutritional factors of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Agric Food Chem.* 2004; 52: 261-266.
 11. Morris JB. Legume Genetic Resources with Novel "Value Added". Industrial and Pharmaceutical Use. In: Janick J, editor. *Perspective on New Crops and new Uses.* Alexandria: ASHS Press; 1999. p 196-201.
 12. Duhan A, Khetarpaul H, and Bishnoi S. Changes in phytates and HCl-extractability of calcium, phosphorus and iron of soaked, dehulled, cooked, and sprouted pigeon pea cultivars. *Plant Food Human Nutr.* 2002; 57: 275-284.
 13. Vargas-Torres A, Osorio-Díaz P, Islas-Hernández JJ, Tovar J, Paredes-López O, and Bello-Pérez LA. Starch digestibility of five cooked black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *J. of Food Composition and Analysis* 2004; 17: 605-612.
 14. Makri E, Papalamprou E, and Doxastakis G. Study of functional properties of seed storage proteins from indigenous European legume crops (lupin, pea, broadbean) in admixtures with polysaccharides. *Food Hydrocolloids* 2005; 19: 583-594.
 15. Siddiq M, Nyombaire G, Dolan KD, Matella NJ, and Harte JB. Processing of sugar-coated red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*): fate of oligosaccharides and phytohemagglutinin (PHA), and evaluation of sensory quality. *J Food Sci.* 2006; 71 (9): C521-526.
 16. Madhujith T and Shadihi F. Antioxidant potential of pea bean (*Phaseolus vulgaris* L). *J Food Sci.* 2005; 70(1): S85-S90.
 17. Zhao YH, Manthey FA, Chang SKC, Hou HJ, and Yuan SH. Quality characteristics of spaghetti as affected by green and yellow pea, lentil, and chickpea flour. *J Food Sci.* 2005; 70(6): S371-S376.
 18. Martín-Cabrejas, MA, Aguilera Y, Benítez V, Mollá E, López-Andreu FJ and Esteban RM. Effect of industrial dehydration on the soluble carbohydrates and dietary fiber fractions in legumes. *J Agric Food Chem.* 2006; 54: 7652-7657.
 19. Uebersax MA, Ruengsakulrach S, Ocoña LG. Strategies and procedures for processing dry beans. *Food Technology* 1991; 96 (September): 104-108, 110.
 20. Frías J, Vidal-Valverde C, Sotomayor C, Díaz-Pollan C and Urbano G. Influence of processing on available carbohydrate content and nutritional factors of chickpeas. *Eur. Food Res. Technol.* 2000; 210: 340-345.
 21. Casañas F, Pujolá M, Romero del Castillo R, Almirall A, Sánchez E, and Nuez F. Variability in some texture characteristics and chemical composition of common beans (*Phaseolus vulgaris* L). *J Sci Food Agric.* 2006; 86: 2445-2449.
 22. Balasubramanian P, Slinkard A, Tyler R, Vanderberg A. A modified canning protocol for quality evaluation of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L). *J Sci Food Agric.* 2000; 80: 732-738.
 23. Pujolá M, Farreras A and Casañas F. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chem.* 2007; 102: 1034-1041.
 24. Onyenecke PC, Njoku GC, and Ameth DA. Effect of cowpea (*Vigna unguiculata*) processing methods on flatus causing oligosaccharides. *Nutr Res.* 2000; 20(3): 349-358.
 25. Wood JA. and Harden S. A method to estimate the hydration and swelling properties of chickpeas (*Cicer arietinum* L). *J Food Sci.* 2006; 71(4): E190-E195.
 26. El Maki HB, AbdelRahaman SM, Idris WH, Hassan AB, Babiker EE, and Tinay AH El. Content of antinutritional factors and HCl-extractability of minerals from white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars: influence of soaking and/or cooking. *Food Chem.* 2007; 100: 362-368.
 27. Hosfield, G. Genetic control of production and food quality factors in dry beans. *Food Technology* 1991; 96 (September): 98-103.
 28. Kikuchi K, Koizumi M, Ishida N, and Kano H. Water uptake by dry beans observed by micro-magnetic resonance imaging. *Annals of Botany* 2006; 98: 545-553.
 29. Nielsen SS. Digestibility of legume protein. *Food Technology* 1991; 96 (September): 112-114, 118.
 30. Barbosa-Cánovas G, Fernández-Molina J, Alzamora S, Tapia M, López-Malo A, Welti J. General consideration for preservation of fruits and vegetables: 39-53. In: *Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas.* Technical Manual. FAO Agricultural Services Bulletin 149. 2002. 99p.
 31. Alzamora SM, Tapia MS, López-Malo A, Welti J. The control of water activity. In: Zeuthen P, Bgh-Srensen L, editors. *Food preservation Techniques.* CRC Press. 2003. 581p
 32. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). *Official Methods of Analysis.* 14 ed. Washington, DC. USA. 1990. 1141p.
 33. Schmidt-Hebbel H, Pennacchiotti I, Masson L y Mella MA. *Tabla de composición química de los alimentos chilenos.* Universidad de Chile. 61p. 1992.
 34. Kakade ML, Rackis JJ, Mc Gnee Je and Puski G. Determination of trypsin inhibitors activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem* 1974; 51:376-382.
 35. Thompson DB and Erdman JW. Structural model for ferric phytase implication for phytic acid analysis. *Cereal Chem.* 1982; 59(6): 525-528.
 36. Ministerio de Salud (Chile). *Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y aguas.* 1998. 95pp.
 37. Estévez AM, Castillo E, Figuerola F and Yáñez E. Effect of processing on some chemical and nutritional characteristics of pre-cooked and dehydrated legumes. *Plant Foods Hum Nutr.* 1991; 41: 193-201.
 38. González de Mejía E, Valadez-Vega MC, Reynoso-Camacho R, and Loarca-Piñas G. Tannins, trypsin inhibitors and lectin cytotoxicity in tepary (*Phaseolus acutifolius*) and common

- (*Phaseolus vulgaris*) beans. Plant Foods Hum. Nutr. 2005; 60: 137-145.
39. Ministerio de Salud (Chile). Reglamento sanitario de los alimentos. DS 977/96. 2007 286 pp.
 40. Sherwin CP, and Labuza T. Role of moisture in Maillard browning reaction rate in intermediate moisture foods: comparing solvent phase and matrix properties. J. Food Sci. 2003; 68 (2): 588-594.
 41. Kethireddipalli P, Hung Y-C, Phillips RD, and Mc Watters KH. Evaluating the role of cell wall material and soluble protein in the functionality of cowpea (*Vigna unguiculata*) pastes. J. Food Sci. 2002; 67(1): 53-59.

Recibido: 26-02-2008

Aceptado: 22-04-2008