

Efecto de la madurez en las propiedades físicas, químicas y sensoriales de arvejas (*Pisum sativum*) congeladas¹

Effect of maturity on the physical, chemical and sensorial properties of frozen peas

J.A. Olaeta²
M.W. Montgomery³
R.F. Cain³

SUMMARY

Tenderometer values, total solids, alcohol insoluble solids and total soluble sugars of raw peas were significantly correlated with the sensory parameters of starchiness, sweetness, tenderness, texture, flavor and overall desirability of freshly frozen peas. After frozen storage for 8 months, no significant correlations were found between the objective parameters and flavor and overall desirability. These results reaffirm the use of tenderometer value, total solids and alcohol insoluble solids as indicators of maturity for peas for freezing, but do not predict the flavor or overall desirability after frozen storage. The variability of total soluble sugars do not allow the use of this parameter as an indicator of pea maturity.

INTRODUCCION

El rendimiento y la calidad de la arveja (*Pisum sativum*) están influenciados por la madurez. La arveja alcanza un óptimo de madurez para ser procesada y, pasado este estado, continúa su incremento en tamaño, por su calidad decrece (Makower, 1950). Como la madurez afecta el sabor, color y textura, Nielsen y otros (1947) sugirieron la madurez como el principal factor de calidad en arvejas. Makower (1950) informó que la madurez en arvejas fue un factor de calidad esencialmente subjetivo, el cual puede ser medido directamente sólo por un panel de evaluación sensorial; sin embargo, este método requiere investigación en metodología y estandarización de técnicas (Makower, 1950).

Métodos objetivos para determinar madurez en arvejas son también importantes. Diversas investigaciones han demostrado que estos métodos objetivos son adecuados para ser usados comercialmente y pueden reemplazar a los métodos subjetivos (Makower y otros, 1953; Kramer, Scott y Guyer; 1950 y Casimir, Coote y Moyer, 1971). Los métodos objetivos pueden ser utilizados para establecer relaciones entre madurez y factores, como horas de calor, sólidos totales, sólidos insolubles, almidón, azúcares y dureza.

Los objetivos de este trabajo fueron: a) determinar el efecto de la madurez en la calidad de las arvejas congeladas durante el procesamiento y el almacenaje, y b) analizar las correlaciones existentes entre las evaluaciones sensoriales y los parámetros físicos y químicos medidos.

MATERIALES Y METODOS

Arvejas de la variedad Venus, cultivadas comercialmente en la localidad de Salem, Estados Unidos, du-

¹ Recepción de originales: 22 de abril de 1982.

² Escuela de Agronomía, U. Católica de Valparaíso, Casilla 4, Quillota, Chile. Parte de los requisitos para optar al grado de M.Sc., Oregon State Univ.

³ Department of Food Science and Technology, Oregon State Univ., Corvallis, OR 97331, U.S.A.

rante la temporada 1979, fueron cosechadas a tres niveles de madurez. Estos estados fueron determinados mediante el valor del tenderómetro (V.T.) y clasificados como "inmaduras" (V.T. = 75), "maduras" (V.T. = 90) y "sobremaduras" (V.T. = 125). Las muestras fueron escaldadas con vapor durante 30 seg, para las inmaduras, 60 seg, para las maduras y 90 seg, para las sobremaduras. La efectividad del escaldado se basó en una estimación semicuantitativa de la actividad de la peroxidasa (Masure y Campbell, 1944). Las arvejas escaldadas se pusieron en bolsas de polietileno, congeladas a -37°C por 24 horas y almacenadas durante 8 meses a -23°C . Durante el proceso y almacenaje y para cada estado de madurez, se realizaron las siguientes mediciones químicas y físicas: valor del tenderómetro, sólidos totales (AOAC, 1975), sólidos insolubles en alcohol (AOAC, 1975), ácido ascórbico (Loeffer y Ponting, 1942) y contenido de azúcares totales (Whistler y Wolfram, 1962).

Para la evaluación sensorial, se hirvió un kilo de arvejas congeladas en 175 ml de agua destilada por 5 minutos y se presentó al panel de evaluación sensorial. Veintitrés miembros del panel de evaluación sensorial compararon las repeticiones de cada estado de madurez, cada vez. Los parámetros sensoriales medidos fueron: harinoso, dulzor, consistencia, textura, sabor y aceptabilidad general.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se esperaba, los valores de tenderómetro decrecieron drásticamente durante el procesamiento, afectados principalmente por el escaldado (Cuadro 1). El contenido de sólidos totales y el contenido de sólidos insolubles en alcohol aumentaron con la madurez, pero no fueron afectados por el almacenaje del producto congelado (Cuadros 2 y 3). Las arvejas inmaduras y maduras tuvieron un contenido de ácido ascórbico estadísticamente mayor que las arvejas sobremaduras. El contenido de ácido ascórbico decreció durante el escaldado; sin embargo, no fue afectado por el congelado y almacenaje (Cuadro 4). El mayor contenido de azúcares solubles totales lo presentaron las arvejas inmaduras y el menor contenido, las sobremaduras (Cuadro 5). Estas observaciones concuerdan con aquéllas presentadas en la literatura (Anthistle, 1961; Selman y Rolfe, 1979; Lee, Whitcombe y Henning, 1954; Clegg, 1974; Cain, 1967; Mc Bride y Richardson, 1979; Wilcox y Morrel, 1948 y Kramer, 1979).

El panel de evaluación sensorial indicó que la madurez afectó negativamente a la característica de harinoso de la arveja; sin embargo, el panel no detectó cambios de este parámetro en el producto congelado durante los 8 meses de almacenaje (Cuadro 6), y el mayor dulzor fue detectado por el panel en las muestras

inmaduras y maduras (Cuadro 7). La consistencia decreció significativamente con el incremento de la madurez pero no fue afectada durante el almacenaje del producto congelado (Cuadro 8). El parámetro aceptabilidad de la textura del producto congelado decreció significativamente al aumentar el grado de madurez y el tiempo de almacenaje (Cuadro 9). El sabor detectado en las arvejas maduras decreció en todos los estados de madurez durante el almacenaje (Cuadro 10). Las arvejas maduras tuvieron la mejor aceptabilidad general, después del congelado; sin embargo, durante el almacenaje del producto congelado, la aceptabilidad general decreció, para los tres estados de madurez medidos (Cuadro 11).

El Cuadro 12 muestra los coeficientes de correlación obtenidos entre los análisis físicos y químicos, realizados en el producto fresco, y los parámetros sensoriales, analizados en el producto congelado. En cero tiempo de almacenaje, el valor de tenderómetro correlacionó significativamente con todos los parámetros de evaluación sensorial analizados; pero, durante el almacenaje, las correlaciones entre los valores de tenderómetro del producto fresco con el sabor y aceptabilidad general decrecieron y, después de 8 meses de almacenaje, no se encontraron correlaciones significativas, entre estos factores. El mismo comportamiento fue observado también en las correlaciones entre sólidos totales, sólidos insolubles en alcohol y azúcares solubles totales del producto fresco con los parámetros de evaluación sensorial medidos en las arvejas congeladas (Cuadro 12). Esta disminución de la correlación entre los métodos objetivos de determinación de madurez en arvejas y la evaluación subjetiva de sabor y aceptabilidad general, fue indicación que hubo deterioro de estos parámetros sensoriales durante el almacenaje del producto congelado. Estos resultados indican que el valor del tenderómetro, sólidos totales y sólidos insolubles en alcohol, pueden ser usados como un buen índice de madurez en arvejas para congelado, como fue determinado mediante evaluación sensorial; sin embargo, estos métodos objetivos no predicen el sabor y la aceptabilidad general después del almacenaje del producto congelado. Los azúcares solubles totales no se recomiendan como un indicador de madurez, debido a que no presentan un comportamiento estable y el azúcar se pierde por respiración entre la cosecha y el procesamiento (Makower, 1950).

No se encontraron correlaciones significativas entre el contenido de ácido ascórbico del producto fresco y el sabor de las arvejas congeladas a cero tiempo de almacenaje, pero se encontraron correlaciones significativas entre el contenido de ácido ascórbico y los parámetros harinoso, textura y aceptabilidad general de las arvejas congeladas (Cuadro 12). No hubo correlación entre el contenido de ácido ascórbico en el producto fresco y la aceptabilidad general de las arvejas congeladas, después del almacenaje (Cuadro 12).

CUADRO 1. EFECTO DE LA MADUREZ, PROCESAMIENTO Y ALMACENAJE EN EL VALOR DE TENDEROMETRO DE ARVEJAS (lbs/pulg²)**TABLE 1. Effect of maturity, processing, and storage on tenderometer values for peas (lb/inch²)**

Madurez	PROMEDIO PARA CADA TRATAMIENTO				Promedio para cada nivel de madurez
	Mat. fresco	Meses en almacenaje			
		0	4	8	
Inmaduro	74,50	43,00	35,00	44,00	49,00
Maduro	92,00	58,00	40,00	56,00	61,00
Sobremaduro	126,00	69,50	44,00	65,50	76,00
Promedio para procesamiento y almacenaje	97,00	57,00	39,50	55,00	

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 3,85; procesamiento y almacenaje = 1,98; interacción = 3,43.

CUADRO 2. EFECTO DE LA MADUREZ, PROCESAMIENTO Y ALMACENAJE EN EL CONTENIDO DE SOLIDOS TOTALES DE ARVEJAS (g/100 g)**TABLE 2. Effect of maturity, processing, and storage on total solids content in peas (g/100 g)**

Madurez	PROMEDIOS PARA CADA TRATAMIENTO				Promedio para niveles de madurez	
	Material fresco	Escaldado	Meses en almacenaje			
			0	4		8
Inmaduro	19,669	18,189	10,428	16,935	16,677	17,579
Maduro	19,849	19,780	20,336	19,932	19,139	19,807
Sobremaduro	22,160	22,066	22,874	23,337	23,607	22,809
Promedio para procesamiento y almacenaje	20,559	20,012	19,879	20,168	19,808	

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 1,492; procesamiento y almacenaje = No significativo; interacción = 0,995.

CUADRO 3. EFECTO DE LA MADUREZ, PROCESAMIENTO Y ALMACENAJE EN EL CONTENIDO DE SOLIDOS INSOLUBLES EN ALCOHOL DE ARVEJAS (g/100 g)**TABLE 3. Effect of maturity, processing, and storage on alcohol insoluble solids content in peas (g/100 g)**

Madurez	PROMEDIOS PARA CADA TRATAMIENTO				Promedio para niveles de madurez	
	Material fresco	Escaldado	Meses en almacenaje			
			0	4		8
Inmaduro	8,450	8,657	8,617	7,993	8,097	8,363
Maduro	11,430	11,717	11,150	11,963	11,513	11,555
Sobremaduro	16,073	15,107	13,417	15,900	16,080	15,315
Promedio para procesamiento y almacenaje	11,984	11,827	11,061	11,952	11,897	

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,621; procesamiento y almacenaje = 0,387; interacción = 0,670.

CUADRO 4. EFECTO DE LA MADUREZ, PROCESAMIENTO Y ALMACENAJE EN EL CONTENIDO DE ACIDO ASCORBICO EN ARVEJAS (mg/100 g)

TABLE 4. Effect of maturity, processing, and storage on ascorbic acid content in peas (mg/100 g)

Madurez	PROMEDIO PARA CADA TRATAMIENTO					Promedio para niveles de madurez
	Material fresco	Escaldado	Meses de almacenaje			
			0	4	8	
Inmaduro	24,590	14,760	14,768	14,092	13,985	16,439
Maduro	19,635	14,253	14,125	13,768	13,595	15,075
Sobremaduro	14,687	13,245	12,848	12,042	11,725	12,909
Promedio para procesamiento y almacenaje	19,637	14,086	13,914	13,301	13,102	

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,951; procesamiento y almacenaje = 1,372; interacción = 2,376.

CUADRO 5. EFECTO DE LA MADUREZ, PROCESAMIENTO Y ALMACENAJE EN AZUCARES SOLUBLES EN ARVEJAS (g/100 g)

TABLE 5. Effect of maturity, processing, and storage on soluble sugars in peas (g/100 g)

Madurez	PROMEDIO PARA CADA TRATAMIENTO					Promedio para niveles de madurez
	Material fresco	Escaldado	Meses de almacenaje			
			0	4	8	
Inmaduro	3,977	3,877	4,263	5,157	4,323	4,319
Maduro	3,680	3,497	3,817	3,817	4,103	3,783
Sobremaduro	3,063	2,970	3,120	3,987	3,297	3,287
Promedio para procesamiento y almacenaje	3,573	3,448	3,733	4,320	3,908	

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,383; procesamiento y almacenaje = 0,187; interacción = 0,325.

CUADRO 6. EFECTO DE LA MADUREZ Y TIEMPO DE ALMACENAJE EN EL PARAMETRO SENSORIAL HARINOSO DE ARVEJAS CONGELADAS¹

TABLE 6. Effect of maturity and period in storage on starchiness of frozen peas

Madurez	PROMEDIOS PARA CADA TRATAMIENTO			Promedios para niveles de madurez
	Meses de almacenaje			
	0	4	8	
Inmaduro	6,67	7,07	6,90	6,88
Maduro	6,19	6,19	5,70	6,03
Sobremaduro	3,75	3,59	3,06	3,47
Promedio para tiempo de almacenaje	5,54	5,62	5,22	

¹ 1 = extremadamente harinoso; 7 = poco harinoso.

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,32; almacenaje = No significativo; interacción = No significativo.

CUADRO 7. EFECTO DE LA MADUREZ Y TIEMPO DE ALMACENAJE EN EL DULZOR DE LAS ARVEJAS CONGELADAS¹**TABLE 7. Effect of maturity and period in storage on sweetness of frozen peas**

Madurez	PROMEDIOS PARA CADA TRATAMIENTO			Promedio para niveles de madurez
	Meses de almacenaje			
	0	4	8	
Inmaduro	5,31	4,69	5,74	5,24
Maduro	5,36	5,36	5,59	5,43
Sobremaduro	6,82	6,58	6,63	6,68
Promedio de tiempo de almacenaje	5,83	5,54	5,98	

¹ 1 = extremadamente dulce; 9 = poco o nada dulce.

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,55; almacenaje = 0,19; interacción = 0,34.

CUADRO 8. EFECTO DE LA MADUREZ Y TIEMPO DE ALMACENAJE EN LA CONSISTENCIA DE ARVEJAS CONGELADAS¹**TABLE 8. Effect of maturity and period in storage on tenderness of frozen peas**

Madurez	PROMEDIOS PARA CADA TRATAMIENTO			Promedio para niveles de madurez
	Meses de almacenaje			
	0	4	8	
Inmaduro	6,48	6,40	6,31	6,39
Maduro	6,38	6,38	5,91	6,22
Sobremaduro	5,15	5,38	5,36	5,29
Promedio de tiempo de almacenaje	6,00	6,05	5,86	

¹ 1 = extremadamente duro; 9 = extremadamente tierno.

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,67; almacenaje = No significativo; interacción = No significativo.

CUADRO 9. EFECTO DE LA MADUREZ Y TIEMPO DE ALMACENAJE EN LA TEXTURA DE ARVEJAS CONGELADAS¹**TABLE 9. Effect of maturity and period in storage on texture of frozen peas**

Madurez	PROMEDIOS PARA CADA TRATAMIENTO			Promedio para niveles de madurez
	Meses de almacenaje			
	0	4	8	
Inmaduros	6,83	6,85	6,29	6,66
Maduros	6,36	6,36	6,00	6,24
Sobremaduros	4,27	4,13	3,42	3,94
Promedio de tiempo de almacenaje	5,82	5,78	5,23	

¹ 1 = extremadamente desagradable; 9 = extremadamente agradable.

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,78; almacenaje = 0,32; interacción = No significativo

CUADRO 10. EFECTO DE LA MADUREZ Y TIEMPO DE ALMACENAJE SOBRE EL SABOR DE ARVEJAS CONGELADAS¹

TABLE 10. Effect of maturity and period in storage on flavor of frozen peas

Madurez	PROMEDIOS PARA CADA TRATAMIENTO			Promedio para niveles de madurez
	Meses de almacenaje			
	0	4	8	
Inmaduro	6,53	5,65	4,61	5,59
Maduros	6,54	6,54	6,30	6,46
Sobremaduros	4,71	4,91	4,32	4,64
Promedio de tiempo de almacenaje	5,92	5,70	5,07	

¹ 1 = extremadamente desagradable; 9 = extremadamente agradable.

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,35; almacenaje = 0,17; interacción = 0,64.

CUADRO 11. EFECTO DE LA MADUREZ Y TIEMPO DE ALMACENAJE SOBRE LA ACEPTABILIDAD DE ARVEJAS CONGELADAS¹

TABLE 11. Effect of maturity and period in storage on overall desirability of frozen peas

Madurez	PROMEDIO PARA CADA TRATAMIENTO			Promedio para niveles de madurez
	Meses de almacenaje			
	0	4	8	
Inmaduro	6,58	5,86	4,84	5,79
Maduro	6,50	6,50	6,08	6,36
Sobremaduro	4,50	4,21	3,79	4,17
Promedio de tiempo de almacenaje	5,89	5,52	4,90	

¹ 1 = extremadamente desagradable; 9 = extremadamente agradable.

Mínima diferencia significativa (0,05) para: niveles de madurez = 0,45; almacenaje = 0,38, interacción = No significativo

CUADRO 12. COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LOS FACTORES FISICOS Y QUIMICOS MEDIDOS EN LAS ARVEJAS FRESCAS Y LOS PARAMETROS DE EVALUACION SENSORIAL MEDIDOS EN LAS ARVEJAS CONGELADAS

TABLE 12. Correlation coefficients between physical and chemical factors measured in fresh peas and sensorial parameters evaluated in frozen peas

Tiempo Almac. (meses)	Análisis en producto fresco	ARVEJAS CONGELADAS					
		Harinoso	Dulzor	Consistencia	Textura	Sabor	Aceptabil. general
0	Tenderómetro	-0,92**	0,86**	-0,88**	-0,91**	-0,79*	-0,85**
	Sólidos totales	-0,81**	0,74*	-0,86**	-0,77*	-0,64	-0,70*
	Sólidos insolubles en alcohol	-0,92**	0,86**	-0,84**	-0,91**	-0,80**	-0,85**
	Acido ascórbico	0,78*	-0,61	0,57	0,74*	0,63	0,69*
	Azúcares solubles totales	0,94**	-0,92**	0,93**	0,95**	0,84**	0,89**

CONT. CUADRO 12. COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LOS FACTORES FISICOS Y QUIMICOS MEDIDOS...
CONT. TABLE 12. Correlation coefficients between physical and chemical factors measured in fresh peas and sensorial...

Tiempo Almac. (meses)	Análisis en producto fresco	ARVEJAS CONGELADAS					
		Harinoso	Dulzor	Consistencia	Textura	Sabor	Aceptabil. general
4	Tenderómetro	-0,97**	0,94**	-0,80**	-0,94**	-0,58	-0,78*
	Sólidos totales	-0,86**	0,75*	-0,66	-0,81*	-0,72*	-0,82**
	Sólidos insolubles en alcohol	-0,98**	0,95**	-0,80**	-0,94**	-0,54	-0,76*
	Acido ascórbico	0,83	-0,79*	0,59	0,72*	0,35	0,56
	Azúcares solubles totales	0,97**	-0,96**	0,86**	0,97**	0,61	0,81**
8	Tenderómetro	-0,98**	0,83**	0,90**	-0,94**	-0,30	-0,58
	Sólidos totales	-0,83**	0,77*	-0,81**	-0,84**	-0,48	-0,66
	Sólidos insolubles en alcohol	-0,98**	0,81**	-0,89**	-0,92**	-0,25	-0,54
	Acido ascórbico	0,85**	-0,64	0,60	0,72*	0,08	0,37
	Azúcares solubles totales	0,97**	0,84**	0,94**	0,95**	0,32	0,59

* Significativo al 5%.

** Significativo al 1%.

RESUMEN

Los valores de tenderómetro, sólidos totales, sólidos insolubles en alcohol y azúcares totales de arvejas frescas, tuvieron correlaciones estadísticamente significativas con los parámetros de evaluación sensorial harinoso, dulzor, terneza, textura, sabor y aceptabilidad general en las arvejas recién congeladas (cero tiempo de almacenaje). Sin embargo, después de 8 meses de almacenaje a -23°C , no se encontraron correlaciones significativas entre los parámetros objeti-

vos, analizados en la materia fresca, y el sabor y la aceptabilidad general, analizados en el producto congelado. Estos resultados reafirman el uso del valor de tenderómetro, sólidos totales y sólidos insolubles en alcohol como indicadores de madurez en arvejas para congelación, pero no predicen el sabor ni la aceptabilidad general después del almacenaje. El porcentaje de azúcares solubles totales no es buen indicador de la madurez en arvejas, debido a su variabilidad.

LITERATURA CITADA

- ANTHISTLE, M.J. 1961. The composition of peas in relation to texture. The Fruit and Vegetable Canning and Quick Freezing Research Assn. Scientific Bull. N° 4.
- AOAC, 1975. Official methods of analysis. 12th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C.
- CAIN, R.F. 1967. Water soluble vitamin changes during processing and storage of fruit and vegetables. Food Techn. 21(7): 998.
- CASIMIR, D.J.; G.G. COOTE; and J.C. MOYER. 1971. Pea texture studies using a single puncture maturometer, J. of Texture Studies 2: 419.
- CLEGG, K.M. 1974. Frozen vegetables. Nutrition and Food Science N° 36: 6-8.
- KRAMER, A. 1979. Effect of freezing and frozen storage on nutrients retention of fruits and vegetables. Food Tech. 33(2): 58.
- KRAMER, A.; L.E. SCOTT; and R.B. GUYER. 1950. Factors affecting the objective and organoleptic evaluation of quality in raw and canned peas. Food Tech. 4(4): 142.
- LEE, F.A.; J. WHITCOMBE; and J.C. HENING. 1954. A critical examination of objective methods for maturity assessment in frozen peas. Food Tech. 8(3): 126.
- LOEFFER, H.J. and J.D. PONTING. 1942. Ascorbic acid: Rapid determination in fresh, frozen or dehydrated fruits and vegetables. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 14: 846.
- MAKOWER, R.V. 1950. Methods of measuring the tenderness and maturity of processed peas. Food Tech. 4(10): 403.
- MAKOWER, R.V.; M.M. BOGGS; BURR; and H.S. OLCOTT. 1953. Comparison of methods for measuring the maturity factors in frozen peas. Food Tech. 7(1): 43.
- MASURE, M.P. and H. CAMPBELL. 1944. Rapid estimation

- of peroxidase in vegetable extract — an index of blanching adequacy for frozen vegetables. *The Fruit Prod. J. and Am. Food Man.* 23: 369.
- McBRIDE, R.L. and K.C. RICHARDSON. 1979. The time-temperature tolerance of frozen foods: sensory method of assessment. *J. Food Tech.* 14: 57.
- NIELSEN, J.P.; H. CAMPBELL; C.S. BOHART; and M.P. MASURE. 1947. Degree of maturity influences the quality of frozen peas: Part I. *Food Ind.* 19: 81.
- SELMAN, J.S. and W.J. ROLFE. 1979. Studies on vitamin C content of developing pea seeds. *J. Food Chem.* 11: 157.
- WHISTLER, R.L. y M.L. WOLFRAM. 1962. *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Vol. I. Academic Press, New York.
- WILCOX, E.B. and K.E. MORREL. 1948. The vitamin content of peas as influenced by maturity, fertilizers and variety. *Utah State College, Agr. Exp. Sta. Logan, Utah. Bull.* 337.