

## **DESARROLLO DE UNA CREMA DE PAPAYA SUPLEMENTADA CON SPIRULINA**

Mario A. García<sup>1\*</sup>, Orlando Vargas<sup>1</sup> y Evidio Armas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Ave. 23, No. 21425, C.P. 13 600. La Habana, Cuba.*

<sup>2</sup>*Centro Científico Spirulina. Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.*

*E-mail: marioifal@gmail.com*

### **RESUMEN**

Se desarrolló una crema de papaya suplementada con Spirulina, de buena calidad y aceptación. Se elaboraron cinco variantes con 0; 1; 2; 3 y 4 % (m/m) de Spirulina en la formulación. A las variantes seleccionadas mediante evaluación sensorial, además de una nueva variante con 0,5 % (m/m) de Spirulina en la formulación, se le evaluaron los indicadores físico-químicos (sólidos solubles, acidez, humedad, pH, actividad de agua y fuerza de penetración), microbiológicos (conteo total de microorganismos aerobios mesófilos y hongos filamentosos y levaduras) y sensoriales (prueba de aceptación con 80 consumidores). Con la adición de 0,5 y 1 % de Spirulina en la formulación, se obtuvieron producto con adecuadas propiedades sensoriales, físico-químicas y microbiológicas. La adición de Spirulina incrementó el contenido de hierro, proteínas, cisteína, metionina y ácidos grasos poliinsaturados.

**Palabras clave:** crema de frutas, papaya, Spirulina, calidad, suplementación de alimentos.

### **ABSTRACT**

#### **Design of a papaya paste supplemented with Spirulina**

A papaya paste with Spirulina as supplement, with a good quality and acceptance, was developed. Five variants were elaborated with 0, 1, 2, 3 and 4% (w/w) Spirulina in the formulation. Selected variants, by sensory evaluation, and a new variant with 0.5% (w/w) of Spirulina in the formulation, were evaluated by physicochemical (soluble solids, acidity, moisture, pH, water activity and penetration force), microbiological (total aerobic bacteria and fungi, and yeasts) and by sensory evaluation (acceptance test with 80 consumers). Products with appropriate sensory, physicochemical and microbiological properties were obtained with 0.5 and 1% of Spirulina. The addition of Spirulina increased the content of iron, proteins, cysteine, methionine and polyunsaturated fatty acids.

**Key words:** fruit paste, papaya, Spirulina, quality, food supplementation.

### **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo eficiente de nuevos productos se ha convertido en un elemento clave para competir en un entorno de cambios continuos y ciclos de vida cada vez más cortos, caracterizados por rápidos cambios, tanto en las necesidades y preferencias de los consumidores como en la tecnología, haciendo que los productos existentes se vuelvan obsoletos rápidamente (1). Este proceso abarca desde los productos reformulados y cambios de envases (materiales, formato, etiqueta) hasta la elaboración de productos que son percibidos por el cliente como diferentes a los ya existentes (2).

---

*\*Mario A. García Pérez: Licenciado en Ciencias Alimentarias (IFAL, 2006). Máster en Ciencia y Tecnología de Alimentos (2009). Se desempeña como profesor de Principios de Ingeniería de Alimentos, Conservación de Alimentos y Ciencia y Tecnología de Frutas y Hortalizas en el Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana. Su área de investigación está relacionada con el empleo de productos naturales en la industria alimentaria.*

Según el Codex Alimentarius (3) fortificación o enriquecimiento de alimentos es la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento con el propósito de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o grupo de población, definición que debe ser diferenciada de la de suplemento, definido por la Food and Drug Administration de los EE.UU. como aquel producto tomado a través de la boca y que contiene uno o más ingredientes dietéticos destinados a suplementar la dieta. Estos ingredientes dietéticos pueden ser vitaminas, minerales, plantas o hierbas, aminoácidos e incluso sustancias como enzimas, tejidos de órganos, glandulares y metabolitos (4).

En este sentido, la Spirulina constituye, por su composición química variada y naturalmente equilibrada (5), un suplemento alimenticio de gran interés para la industria alimentaria.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una crema de papaya suplementada con Spirulina, de buena calidad y aceptación. Hasta donde se conoce, este es el primer trabajo en el que se hace mención al empleo de *Spirulina platensis* como suplemento en la elaboración de cremas de frutas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la formulación de las cremas se utilizaron papayas (*Carica papaya* L.) var. Maradol Roja maduras, azúcar refinado, ácido cítrico, pectina comercial y Spirulina en polvo producida en Cuba por la Empresa Productora y Comercializadora de Microalgas y sus Derivados (GENIX). A la Spirulina se le determinó el contenido de humedad, proteínas y cenizas (6).

Las frutas se seleccionaron teniendo en cuenta que todas presentaran, de manera general, las mismas características de tamaño, ausencia de golpes, manchas, grietas y estado de madurez uniforme; se lavaron y desinfectaron con una disolución de hipoclorito de sodio (80 mg/L). Se realizó la caracterización de las frutas seleccionadas, mediante la determinación del contenido de humedad (7), sólidos solubles refractométricos (8), acidez valorable (9), pH (10), grado de penetración (11) e índice de madurez definido como la relación sólidos solubles refractométricos/acidez valorable.

Teniendo en cuenta los gustos de la población y características propias de una crema de frutas. Se elaboraron cinco variantes de cremas con 0, 1, 2, 3 y 4 % de Spirulina en la formulación. La Fig. 1 presenta el flujo tecnológico seguido para la elaboración de las cremas de cada uno de los lotes experimentales producidos.

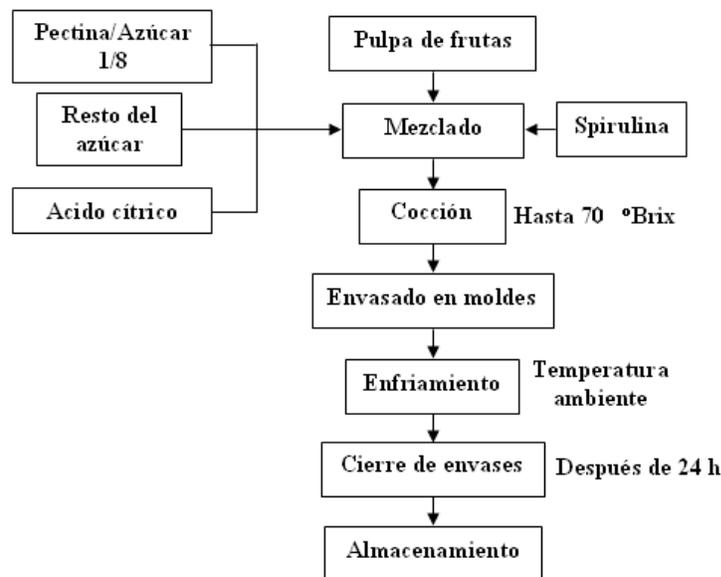


Fig. 1. Flujo tecnológico para la elaboración de las cremas de papaya.

La selección de las variantes se realizó a través de la evaluación sensorial mediante sesiones de grupo (12) en las que participaron 10 integrantes (13). Se elaboraron 3 kg de cada variante seleccionada. Se realizaron evaluaciones físico-químicas (humedad (7), sólidos solubles refractométricos (8), acidez valorable (9), pH (10), fuerza de penetración y estimación de la actividad de agua (14) mediante una ecuación empírica para productos de confitería. El análisis instrumental de la textura se realizó en un texturómetro universal Instron (Mod. 1140) con una celda de 5 kg con un vástago de 20,5 mm y una velocidad del cabezal de 100 mm/min; a partir del gráfico obtenido se calculó la fuerza (N) máxima necesaria para penetrar las muestras.

Se realizaron análisis microbiológicos al producto terminado, de conteo total de aerobios mesófilos (15) y hongos y levaduras (16) en correspondencia con las especificaciones de calidad vigentes (17).

Se realizó una prueba de aceptación con 80 consumidores potenciales, empleando una escala de acción (14) de cinco puntos, donde 1 y 5, correspondieron a las categorías -lo comería siempre- y -no lo comería nunca-, respectivamente.

Se estimó el valor nutricional de las cremas de papaya seleccionadas teniendo en cuenta su composición y recomendaciones nutricionales para la población cubana (18). Los valores que se informan fueron estimados por balance de masas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta las características físico-químicas de las frutas maduras, que están acordes con lo reportado (19-21). Las variaciones que presentaron los parámetros físico-químicos pudo deberse a que los segmentos de papaya evaluados no fueron completamente homogéneos o presentaron diferencias en el estado de madurez.

**Tabla 1. Caracterización de la papaya fresca madura (n = 3)**

Parámetros	Media (Desviación estándar)
Sólidos solubles (°Brix)	9,2 (0,6)
Acidez (% m/m ácido cítrico)	0,13 (0)
pH	5,77 (0,04)
Humedad (% m/m)	89 (1)
Distancia de penetración (1/10 mm)	122,3 (0,6)
Índice de madurez	72 (4)

La Tabla 1 muestra que los resultados del análisis de la *Spirulina* son similares a los reportados (5), mientras que se informó que la *Spirulina platensis* procedente de EE.UU. tiene concentraciones inferiores de proteínas (62,5 %) a los de la *Spirulina platensis* producida en Cuba. Las diferencias entre los valores pueden deberse a las diferencias en las condiciones de cultivo sobre todo con la fuente y cantidad de nitrógeno que se emplee para la nutrición de la microalga, además de factores ambientales como la temperatura, que incide directamente en su desarrollo.

**Tabla 2. Determinaciones físico-químicas de la *Spirulina* en polvo (n = 5)**

Parámetros	Media (Desviación estándar)
Humedad (% m/m)	6,3 (1,5)
Proteínas (% m/m)	67,8 (5,4)
Cenizas (% m/m)	8,3 (1,4)

La Tabla 3 refleja los resultados de los valores de sólidos solubles y pH de las formulaciones durante la optimización de los porcentajes de Spirulina. Tanto los valores sólidos solubles como los de pH coinciden con los informados para este tipo de producto. A medida que se aumentó la concentración de Spirulina comenzaron a aparecer partículas suspendidas y grumos de hasta 1 mm.

La Fig. 2 muestra los resultados del análisis sensorial de las cremas. Existió un incremento en el rechazo de las variantes conforme aumentó el porcentaje de Spirulina en la formulación de las cremas. Los jueces detectaron, a partir de la variante 3, una textura arenosa a consecuencia de la cantidad de Spirulina adicional. El color varió desde el ambarino característico de la crema sin Spirulina hasta una coloración olivácea; para la variante 5 los jueces refirieron la presencia de olor extraño atribuible a la Spirulina.

A partir del análisis anterior, se realizó una selección de variantes para su evaluación físico-química, microbiológica y sensorial. En este sentido se seleccionaron las variantes 1 y 2; además, se decidió elaborar otra variante con 0,5 % (m/m) de Spirulina en su formulación, que en lo adelante se denominará variante 6. La Tabla 4 evidencia que los valores de  $a_w$  estimados fueron 0,831; 0,784 y 0,785 para cada una de las variantes, respectivamente (Tabla 4), valores que se correspondieron con los porcentajes de sólidos solubles y humedad de cada una de las variantes. Los valores de  $a_w$  fueron inferiores en todos los casos a 0,907 reportado (22) para productos tipo mermelada. No obstante, los valores se encuentran en los intervalos informados para alimentos de humedad intermedia, los que oscilan para la humedad entre 10 y 50 % y para la  $a_w$  entre 0,60 y 0,92 (25-30).

Tabla 3. Determinaciones físico-químicas de las cremas de papaya

Tratamientos	Spirulina (% m/m)	Sólidos solubles (°Brix)	pH
1	0	71,9	3,13
2	1	72,6	3,30
3	2	71,8	3,48
4	3	70,1	3,68
5	4	71,2	3,80

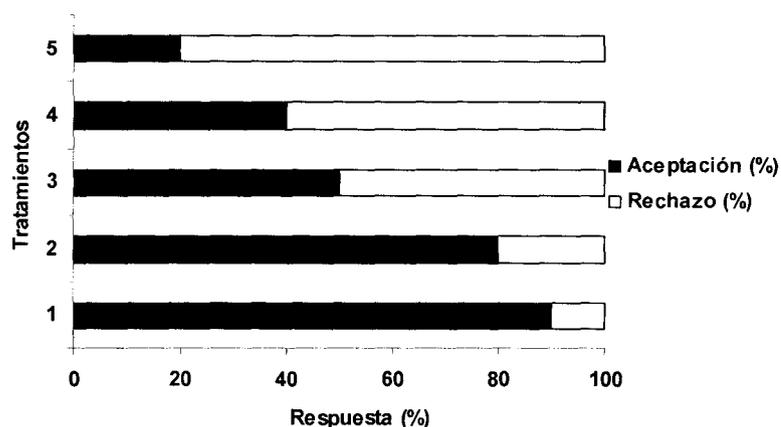


Fig. 2. Evaluación sensorial durante la optimización de los porcentajes de Spirulina en la formulación.

**Tabla 4. Determinaciones físico-químicas a las cremas de papaya seleccionadas**

Tratamientos	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez (% m/m)	Humedad (% m/m)	Fuerza de penetración (N)	a <sub>w</sub>
1	68,2 (0,1) a	3,10 (0,08) a	1,10 (0,03) a	26,4 (0,4)	1,80 (0,07) a	0,831 (0,002) b
2	72,0 (0,1) c	3,32 (0,06) b	1,12 (0) a	20,6 (0,7)	3,10 (0,3) c	0,784 (0,006) a
6	71,5 (0,1) b	3,15 (0,07) a	1,10 (0) a	20,6 (0,3)	2,99 (0,1) b	0,785 (0,003) a

Media (Desviación estándar).

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

El análisis estadístico de los resultados mostró diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el contenido de sólidos solubles de todas las variantes, lo que pudo deberse a que la cocción se finalizó antes de que se alcanzara la concentración informada para este tipo de producto. Sin embargo, se obtuvo un producto con una consistencia adecuada, suave al corte y pastoso.

Las cremas de papaya de la marca Ceballos, utilizadas como referencia en esta investigación, presentaron entre 68,2 y 68,7 °Brix ( $n = 3$ ). Asimismo, se establece como límite mínimo el valor de 73 °Brix (16).

Los valores de pH fueron 3,1; 3,32 y 3,15 para los tratamientos 1; 2 y 6, respectivamente; el valor óptimo de pH para estos productos es de 3 a 3,4; por encima de pH 4,2 no ocurre formación del gel dentro de un límite normal de sólidos solubles y por debajo de pH 3 el gel es débil (29-32).

Los valores de pH se corresponden con los informados entre 3,2 y 3,7 (16) y son similares a los obtenidos para la crema de papaya marca Ceballos. Los valores de acidez (Tabla 4) no se diferenciaron significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos, lo que está relacionado con el diseño de las formulaciones.

Se establece (33) como indicadores microbiológicos del deterioro de este tipo de producto a los hongos filamentosos y levaduras con límites mínimo y máximo de 2 y 3 log ufc/g, respectivamente. El conteo total de microorganismos aerobios mesófilos y hongos filamentosos y levaduras en las cremas elaboradas resultó, en ambos casos, menor que 1 log ufc/g. El crecimiento de la mayor parte de las bacterias cesa por debajo de una a<sub>w</sub> de 0,90 (34). La a<sub>w</sub> mínima para inhibir el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* a pH óptimo es de 0,89 (35).

Los bajos valores de pH de las diferentes variantes de crema constituyen una barrera para el desarrollo de microorganismos. Muchas de las bacterias patógenas más comunes no pueden crecer a valores de pH menores que 4,0 (36), valor superior a los obtenidos en este trabajo (Tabla 4).

Otro factor fundamental en el control del crecimiento microbiano en este tipo de producto es el tratamiento térmico intenso que se le aplica, por lo que la mayoría de las células vegetativas de hongos, levaduras y bacterias, excepto las termófilas y virus son destruidos cuando se usan 65 °C durante 10 min (37). Además, a las cremas se les aplicó un envasado en caliente (85 °C) en condiciones higiénicas adecuadas, con un tiempo de enfriamiento y reposo (24 h) a temperatura ambiente antes del cierre de los envases, lo que podría explicar la presencia de microorganismos aerobios mesófilos.

Las variante sin Spirulina fue la de mayor aceptación entre los consumidores (Fig. 3), con la mayoría de los criterios agrupados en las categorías -lo comería siempre- (44 %) y -lo comería frecuentemente- (47 %), mientras que para la variante 6, la de menor porcentaje de Spirulina en la formulación, el mayor porcentaje (47 %) correspondió a la categoría -lo comería frecuentemente-. La variante 2, en consecuencia con los porcentajes de Spirulina, fue la menos aceptada.

La Tabla 5 muestra el aporte nutricional, tanto de las materias primas como de las cremas. El aporte calórico de las cremas no aumentó con la adición de Spirulina en la formulación, aspecto relevante si se tiene en consideración que se desea incrementar el valor nutricional de las cremas, sin afectar su aporte calórico, teniendo en cuenta que tres porciones (100 g) se corresponden con la energía recomendada para una merienda.

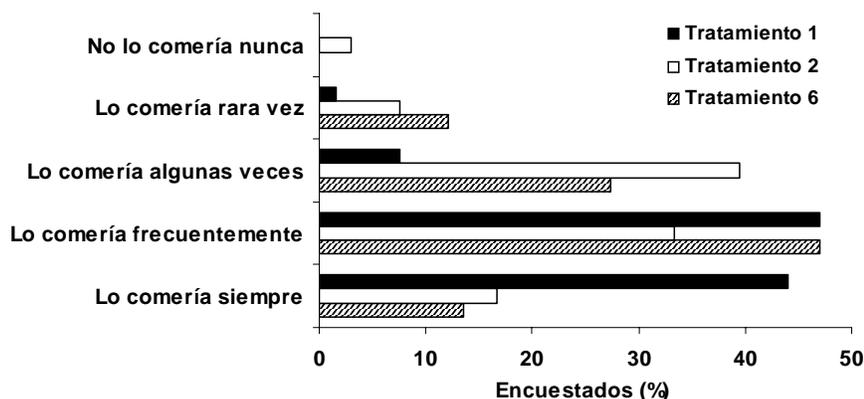


Fig. 3. Evaluación sensorial de las cremas de papaya seleccionadas.

Tabla 5. Aporte nutricional de materias primas y cremas de papaya (100 g de producto)

Energía y nutrientes	Papaya <sup>1</sup>	Spirulina <sup>2</sup>	Crema de papaya	Crema de papaya (0,5 % m/m de Spirulina)
Energía (kcal)	39	3,94	277,77	280,80
Proteínas totales (g)	0,6	67,82 <sup>3</sup>	0,46	0,98
Carbohidratos totales (g)	10	15	68,81	68,92
Grasas totales (g)	0,1	7	0,08	0,13
Hierro (mg)	0,3	90	0,23	0,92

<sup>1</sup>(38). <sup>2</sup>(5). <sup>3</sup>(39).

El contenido proteico de la crema suplementada con 0,5 % (m/m) de Spirulina (0,98 %) se duplicó con respecto al de la crema sin Spirulina (0,46 %); se logró un producto con mayor calidad proteica en términos cuali y cuantitativos. La Spirulina aportó aminoácidos que no estaban presentes en la formulación original, como la cisteína, o que se encontraban en pequeñas concentraciones, como la metionina (5).

El aumento en el contenido de grasas estuvo relacionado con el aporte de la Spirulina, donde se destaca el aporte de ácidos grasos esenciales al producto (5), mientras que la papaya no contiene ácidos grasos poliinsaturados (38).

El contenido de hierro se cuadruplicó respecto al del producto control. Además, se incorporaron otros nutrientes como la vitamina B12 que no es común en productos vegetales y carotenos, cuyo contenido es muy elevado en esta microalga (5).

## CONCLUSIONES

Con la adición de 0,5 y 1 % de Spirulina en la formulación se obtuvieron productos con adecuadas propiedades sensoriales, físico-químicas y microbiológicas. La adición de Spirulina incrementó el contenido de hierro, proteínas, cisteína, metionina y ácidos grasos poliinsaturados.

## REFERENCIAS

1. Minguela, B.; Rodríguez, A. y Arias, D. Cuadernos de Estudios Empresariales 10: 165-184, 2000.
2. Brown, S. L. y Eisenhardt, K. M. Academy of Management Review 20 (2): 343-378, 1995.
3. Codex Alimentarius. Principios generales para la adición de nutrientes esenciales a los alimentos. CAG/GL09, 1987.
4. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition. Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA). EE.UU., 1994.
5. Schwarz, B. La microalga milagrosa para su bienestar. Primera Edición, Quito. 2007, 116 p.
6. PNO PQI 52-3-01 al 07. Procedimiento Normalizado de Operación. Especificaciones de calidad de espirulina. Métodos de ensayo.
7. NC-77-22-8. *Conservas de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación de la humedad.* Cuba. 1982.
8. NC-ISO 2173. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico.* Cuba. 2001.
9. NC-ISO 750. *Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable.* Cuba. 2001.
10. NC-ISO 1842. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH.* Cuba. 2001.
11. Hayakawa, M. y Deman, J. J. Texture Studies 13: 201-210, 1982.
12. Powell, R. A.; Single, H.M. y Lloyd, K. R. Int. J. Social Psychol. 42 (3): 193-206, 1996.
13. Rodríguez, I. Introducción a la Evaluación Sensorial de Alimentos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana, 2002, 131 p.
14. Money, R. W. y Born, R. J. Sci. Food Agric. 2: 180-187, 1951.
15. NC-ISO 4833. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de microorganismos. Técnica de placa vertida a 30 °C.* Cuba. 2002.
16. NC-ISO 7954. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica de placa vertida a 25 °C.* Cuba. 2002.
17. NC 475. *Pasta de frutas y hortalizas. Especificaciones.* Cuba. 2006.
18. Hernández, M.; Porrata, C.; Jiménez, M. S.; Rodríguez, A.; Carrillo, O.; García, A.; Valdés, L. Y. y Esquivel, M. Recomendaciones nutricionales para la población cubana. La Habana, 2008, 41 p.
19. Fagundes, G. y Yamanish, O. Rev. Brasileira de Fruticultura 23 (3): 345-350, 2001.
20. Leyva, M. Utilización de las películas hidrofóbicas de quitosano en la deshidratación osmótica de papaya y su efecto en la vida de anaquel (tesis de grado, Universidad de Puebla, México) 2002, 67 p.
21. Díaz, M. Evaluación preliminar de la vida de anaquel de papaya tratada osmóticamente con películas de quitosana (tesis de Diploma, Universidad de las Américas Puebla, México) 2003, 74 p.
22. Gómez, R.; Carmona, M. A. y Fernández-Salguero, J. Estudio de los alimentos de humedad intermedia españoles. Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Córdoba. 1991.
23. Karel, M. Crit. Rev. Food Technol. 3: 329-373, 1973.
24. Erickson, L. E. J. Food Prot. 45 (4): 84-491, 1992.
25. Heidelbaugh, N.; Karel, M.; Goldblith, L.; Rey, W. W. (ed.) Freeze drying and advanced food technology. Academic Press, Nueva York, 1975.
26. Vigo, M. S.; Chirife, J.; Scorza, O. C.; Cattaneo, M. H. y Sarrail, H. P. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. 21: 91-99, 1981.
27. Corry, J. E. Intermediate moisture foods, Davies, R. y Parker, K. J. (Ed.), Applied Science Publishers Ltd. London, 1976, 206 p.
28. Multon, J. L. Industries Alimentaires et Agricoles 98: 291-299, 1981.
29. Meyer, M. R.; Luna, O. A.; Díaz, A. T.; Figueroa, M. J.; Cienfuegos, G. A.; Paltrinieri, G.; Carbajal, S. G.; Olmos, U. R. y Salinas, K. R. Elaboración de frutas y hortalizas. Manual para la educación agropecuaria, Trillas. México, D.F. 1983, pp. 83-90.
30. Rauch, G. H. Fabricación de mermeladas, Acribia, España, 1987, pp. 14-84.
31. Badui, S. D. Química de los Alimentos. Alhambra Mexicana, S.A de C.V., 1994, pp. 65-113.
32. Remes, A. Q. Industria Alimentaria 19 (4): 82-121, 1997.
33. NC 585. *Contaminantes microbiológicos en alimentos requisitos sanitarios.* Cuba, 2008.
34. Karel, M. Technology and application of new intermediate moisture foods. Intermediate Moisture Foods, Davies, R.; Birch, C. G. y Parker, K. J. (Ed.), Applied Science Publishers Ltd. London, 1976, 156 p.
35. Villanueva, C. Caracterización parcial y evaluación de la estabilidad de la pulpa del fruto de *Cyrtocarpa procera* conservada con métodos combinados (tesis de grado, Universidad Tecnológica de la Mixteca) 2006, 39 p.

36. Argaiz, A.; López-Malo, A. y Welte-Chanes, J. Considerations for the Development and the Stability of High Moisture Fruit Products during Storage, ed. Barbosa Cánovas, G. y Welte-Chanes, J. Fundamentals and Applications of Food Preservation by Moisture Control. Lancaster, PA Technomic Publishing, 1995, 729 p.
37. Ray, B. Fundamental Food Microbiology, CRC Press Inc., 1996, p. 46, 62, 66, 68-70.
38. Rodríguez, A.; Gay, J.; Prieto, Y.; Mustelier, H.; Martín, I.; Pita, G.; Macías, C.; Padrón, M.; Marcos, L.; Lorenzo, E. y González, M. Valor nutricional de alimentos utilizados en Cuba, Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos, La Habana [en línea]. Consultado mayo 2008 en <http://www.inha.sld.cu>
39. Del Castillo, R. Empleo de *Spirulina platensis* en restauración (tesis de grado, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana) 2000, 63 p.