

Determinación de los parámetros para la extracción de almidón del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*)

Determination of parameters for starch extraction of bellaco banana (*Musa paradisiaca*)

Valerio Dávila, Frecia

E. P. de Ingeniería de Alimentos, Universidad Peruana Unión

Recibido 20 de octubre del 2014 - Aceptado 15 de diciembre del 2014

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar los parámetros para la extracción de almidón a partir del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*). Se determinó las características fisicoquímicas del plátano, humedad, cenizas, acidez, °Brix, pH e índice de madurez por la metodología AOAC. Para el proceso de extracción se estudiaron el efecto de dos factores, la relación pulpa/solución (p/v) (1:2, 1:3 y 1:4) y el tiempo de licuado (2, 4 y 6 min) en relación al rendimiento (%). El diseño experimental utilizado fue el factorial 3² con dos repeticiones y dos puntos centrales. Los resultados fisicoquímicos fueron: humedad (40%), cenizas (0.84%), acidez (0.268%), °Brix (9%), pH (5.93) e índice de madurez (33.3). El mayor rendimiento 23.54%, fue obtenido a las condiciones de concentración pulpa/solvente (1:4) y 4 minutos de licuado. Se concluye que la relación pulpa/solución y el tiempo de licuado, influyen significativamente en el proceso de extracción de almidón.

Palabras clave: Plátano bellaco, extracción, pulpa, tiempo de licuado, almidón, *Musa paradisiaca*

Abstract

The aim of this research was to determine the parameters to extraction of starch from rogue bellaco banana (*Musa paradisiaca*). We determined the physicochemical characteristics of banana, moisture, ash, acidity, °Brix, pH and maturity index methodology by AOAC. For the extraction process is studied the effect of two factors, the relationship pulp / solvent (w / v) (1:2, 1:3 and 1:4) and the blending time (2, 4 and 6 min) performance ratio (%). The experimental design was a 32 factorial with two replicates at the center point. The physicochemical results were: moisture (40%), ash (0.84%), acidity (0.268%), °Brix (9%), pH (5.93) and maturity index (33.3). The highest yield 23.54% was obtained concentration conditions pulp / solvent (1:4) and 4 minutes of blending. We conclude that the relationship pulp / solvent and the blending time, significantly influence the starch extraction process.

Keywords: Bellaco banana, mining, pulp, blending time, starch, *Musa paradisiaca*

Introducción

El almidón se ha constituido como parte fundamental de la dieta del hombre desde tiempos antiguos, diversificando sus usos de acuerdo a los procesos industriales (Badui 2006, p. 81). Está constituido por el elemento básico más importante de los polisacáridos naturales, la glucosa (Baltes 2007, p.106).

El almidón es un polisacárido vegetal, representa una fracción importante en un gran número de productos agrícolas como los cereales (maíz, trigo, arroz) cuyo contenido va del 30 al 80 % en base seca; las leguminosas (frijol, chícharo, haba) de 25 a 30 % en base seca, en tubérculos (papa, yuca), entre un 60 y 90 % en base seca; también se encuentran en algunas frutas como polisacárido de reserva energética, su concentración varía según el estado de madurez de la fuente, el plátano y el mango en estado verde tienen hasta un 70 % de almidón en base seca (Bello y Paredes, citados por Hernández 2004, p. 5; Wurzburg citado por Piñero et al., 2007 p. 63; Vaclavik 2002, p. 45).

El almidón está formado por una mezcla de dos compuestos, amilosa y amilopectina, que sólo difieren en su estructura (Yufera, citado por Antezana 2007, p. 77). Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente por su capacidad de hidratación y gelatinización (Badui 2006, p. 84).

En la industria alimentaria, el almidón se usa para impartir una amplia gama de propiedades funcionales y es probablemente el hidrocoloide más utilizado (Rudrapatnam, citado por García 2008, p. 2). En la elaboración de mayonesas, la inclusión de almidón ha incrementado la estabilidad permitiendo una reducción en el contenido de aceite; su adición en los aderezos para ensaladas ha mejorado la estabilidad y viscosidad de los mismos. Los almidones son usados en productos snacks para crear la crujencia; así mismo también utilizados como agentes espesantes en alimentos enlatados, sopas y salsas (ICAITI citado por Méndez 2010, p. 33); (Slaterry citado por Reyes 2007, p. 32). Además el almidón es ampliamente utilizado en industrias de textiles, papel, cosméticos, plásticos, farmacéutica y adhesivos (Rahul, citado por García 2008, p.2)

El almidón es usado como un sustituto de la grasa, su hidrólisis parcial usando α -amilasas, hasta un ni-

vel equivalente de dextrosa, permite la obtención de maltodextrinas de textura suave y blanda parecida a la grasa hidrogenada, siendo aplicadas en productos cárnicos (Vaclavik 2002, p. 57; Euán et al., 2007, p. 1). En los procesos de fritura, el almidón sufre cambios estructurales, donde los cristales de la amilosa y de la amilopectina se reorganizan y se promueve la formación de un gel que funciona como una barrera protectora contra la entrada del aceite (Severini citado por Hasbún et al., 2009, p. 79).

La hidrólisis del almidón es utilizada para fabricar edulcorantes por el empleo de una combinación de enzimas licuefactoras (α -amilasa) y sacarificantes (glucoamilasas) (Wong 1995 p. 310). La hidrólisis del almidón tradicionalmente se hace por una catálisis ácida mineral, pero los avances biotecnológicos han permitido obtener enzimas que permiten la producción controlada de una variedad de productos a base de glucosa (Bello et al., citados por Hernández 2004).

Los frutos verdes de plátano son ricos en almidón, pueden tener entre 70% y 80% en base seca e incluso los residuos como la cáscara pueden aprovecharse para tal fin, porque tienen hasta un 50% de almidón en base seca, representando un potencial de uso debido a que su proceso de obtención es de bajo costo (Mazzeo 2008, p.3; Zhang citado por Rivas 2006, p. 4). En la fruta madura el almidón es transformado gran parte en sacarosa, glucosa y fructosa (Hernández, citado por Hernández 2004, p. 3). El presente trabajo tuvo por objetivo determinar el rendimiento de la extracción del almidón de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*).

Materiales y Métodos

Se utilizó plátano (*Musa paradisiaca*) (Figura 1), la extracción del almidón se realizó en el Centro de Investigación de Tecnología de Alimentos de la Universidad Peruana Unión (UPEU).



Figura 1 – Plátano (*Musa paradisiaca*)

Análisis de la materia prima

Se determinó el contenido de humedad y cenizas, por el método gravimétrico de pérdida de peso en estufa (AOAC 925.09) y mufla (AOAC 942.05) respectivamente. Los sólidos solubles (°Brix) (AOAC 932.12) y la acidez titulable (AOAC 939.05).

El índice de madurez, se determinó mediante la relación entre SST (°Brix) y ATT (Acidez Titulable).

Extracción del Almidón

La figura 2 muestra el diagrama de flujo para la obtención de Almidón de Plátano (*Musa paradisiaca*)

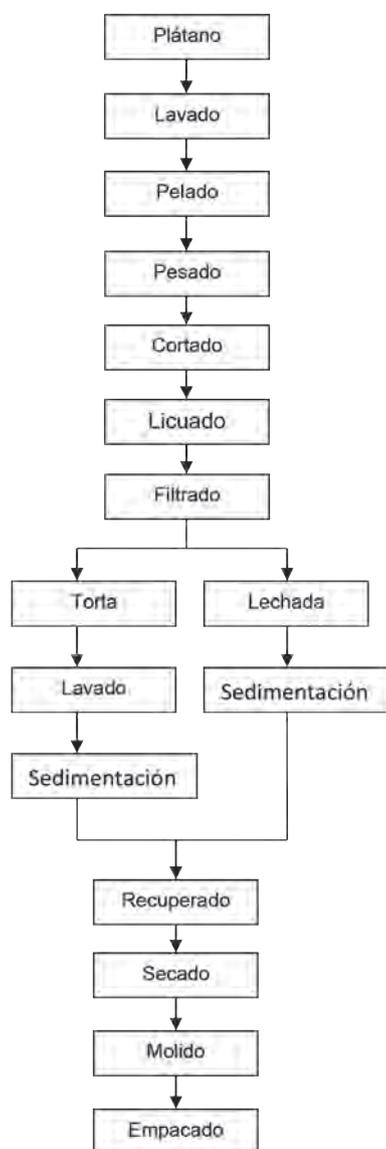


Figura 2 – Diagrama de flujo para la extracción del almidón del plátano

Se pesaron 150 g de plátano, se licuó en una solución de agua destilada con Bisulfito de Sodio al 0.5% (evita el pardeamiento), de acuerdo a la distribución de los ensayos mostrados en la tabla 3, se filtró, la torta se lavó con 300 ml de agua destilada por 7 veces, y se dejó sedimentar, el almidón recuperado fue secado a 30°C por 24 horas.

Diseño experimental

La distribución de los ensayos para el proceso de extracción está de acuerdo al diseño factorial 32 con 2 repeticiones en el punto central (Tabla 3). Las variables independientes fueron: tiempo de licuado, relación pulpa/solvente (p/v), se codificaron los niveles de las variables (Tabla 1). Los análisis estadísticos fueron realizados con el software STATISTICA 7.1.

Tabla 1
Niveles codificados para cada factor

Factores	Niveles		
	-1	2	1
Tiempo de Licuado (min)	2	4	6
Relación pulpa/solución (p/v)	1:2	1:3	1:4

Rendimiento

Se determinó el rendimiento de extracción, mediante el peso del almidón seco en relación al peso del plátano sin cáscara (Ecuación 1).

$$\%R = \frac{PA}{PP} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

%R= Porcentaje de rendimiento de la extracción

PP= Peso del almidón seco (g)

PI= Peso del plátano (g)

Resultados y Discusión

La tabla 2 muestra las características fisicoquímicas de la materia prima utilizada.

Según Hernández (2004) la composición química del plátano, en estado inmaduro (verde) está conformada de 70-74 % de humedad, y 1% de cenizas, sin embargo en los resultados obtenidos mostrados en la tabla 2 la humedad fue de 40%, esto por el índice de madurez del plátano ya que el autor no menciona específicamente el estado de la fruta solo dice verde,

además Arrieta et al. (2006) agregan que intervienen las condiciones ambientales del cultivo, por el contrario el porcentaje de cenizas es 0.84% que no se encuentra lejos del valor indicado por el autor.

Beltrán et al. (2010) reportan un pH de 5.78 y 0.5% de ácido málico del plátano en estado inmaduro, con respecto al primer punto el pH obtenido fue de 5.93 cercano al reportado por el autor, no obstante el porcentaje de acidez fue de 0.268%, si bien es cierto se encuentra alejado del valor indicado por el autor, es una evidencia del estado inmaduro del fruto ya que durante la maduración se genera ácido málico, ocasionando un aumento del porcentaje de acidez y disminución del pH.

Barrera et al. (2010) afirman que después de cosechado el plátano y hasta alcanzar su estado de maduración, se reduce la concentración de almidón y aumenta el contenido de sólidos solubles (°Brix).

Los valores pueden variar, dependiendo de las variables utilizadas.

Tabla 2

Características fisicoquímicas del plátano

Características	Resultados
Humedad (%) base húmeda	40
Cenizas (%) base húmeda	0.84
Acidez (%) ácido málico	0.268
Sólidos solubles (°Brix)	9
pH	5.93
Índice de Madurez	33.3

Los resultados del rendimiento, de la extracción calculados con la ecuación 1, se muestran en la tabla 3.

El mayor rendimiento obtenido fue de 23.54%. Otros investigadores como Nuñez (2003) reporta 19 -20% de rendimiento de almidón, Hernández (2004) señala que obtuvo un rendimiento de 11.17%; Mazzeo et al. (2008) 56.76% en base seca, donde tuvo influencia la metodología de extracción, el tipo de materia prima y el estado fisiológico. Los autores mencionados utilizaron para el proceso de separación una centrífuga; se menciona que aplican 3 lavados a la torta, a diferencia de los 7 lavados realizados en la presente investigación.

En el estado verde del plátano, el almidón constituye la mayor fracción de los hidratos de carbono, los

azúcares presentes en la fruta verde son pequeñas cantidades, promediando alrededor del 1-2 % de la pulpa tierna, aumentando a 15- 20 % en la madurez (Hernández, citado por Hernández 2004, p. 3).

Tabla 3

Rendimiento del almidón extraído a partir del plátano

Ensayos	Relación pulpa/solución (p/v)	Tiempo de licuado (min)	Rendimiento (%)
1	-1	-1	18.8
2	-1	0	19.46
3	-1	1	19.01
4	0	-1	21.79
5	0	0	22.77
6	0	1	22.15
7	1	-1	22.81
8	1	0	23.54
9	1	1	23.53
10	0	0	22.12
11	0	0	22.14

En la relación pulpa/solución (p/v), el tiempo de licuado tienen un efecto significativo en el rendimiento, como se muestra en la Tabla 4

Tabla 4

Análisis de varianza de los factores para el rendimiento

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Tiempo (min) L+Q	0.72479	2	0.36240	6.0669	0.036223
(2)Concentración (p/v) L+Q	28.50986	2	14.25493	238.6451	0.000002
Error	0.35840	6	0.05973		
Total SS	30.32522	10			

Existe un mayor rendimiento a una relación pulpa/solvente (p/v) 1:4 (peso de plátano/solvente agua destilada). Esto quiere decir que tiene una influencia positiva, a mayor contenido de solvente mayor será el rendimiento (Figura 7).

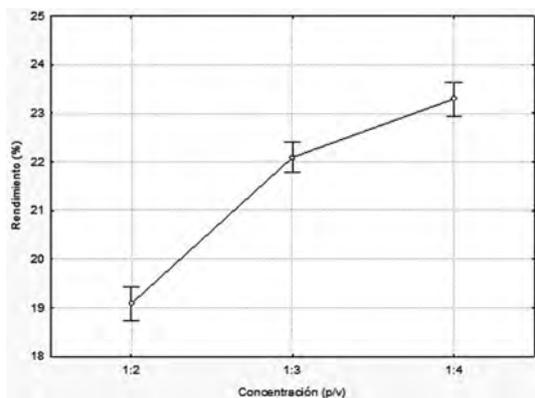


Figura 7 –Influencia de la relación pulpa/solución (p/v) en el rendimiento de almidón

En la extracción del almidón, es de vital importancia la solución, porque al aplicar el licuado éste va desintegrando la estructura de la fruta, entonces es necesario un medio donde se disperse la nueva condición física. En la etapa del filtrado, el almidón forma una suspensión temporal en la solución, permitiendo su separación de los demás componentes de la fruta, y por su elevado peso molecular éstos se sedimentan. Cuanto mayor sea el volumen de la solución, mayor será la cantidad de almidón suspendido y recuperado.

Existe un mayor rendimiento a un tiempo de licuado de 4 minutos, la diferencia significativa se observa entre el tiempo de 2 y 4 elevando el rendimiento, sin embargo al aumentar el tiempo en 6 minutos, este disminuye (Figura 8).

El incremento del tiempo de licuado, desintegra otros compuestos del plátano como fibra pectina, etc, al mismo tamaño de la partícula del almidón, haciendo más difícil el proceso de separación o recuperación, porque al intentar eliminar estas partículas, también se elimina parte del almidón disminuyendo la eficiencia de la extracción.

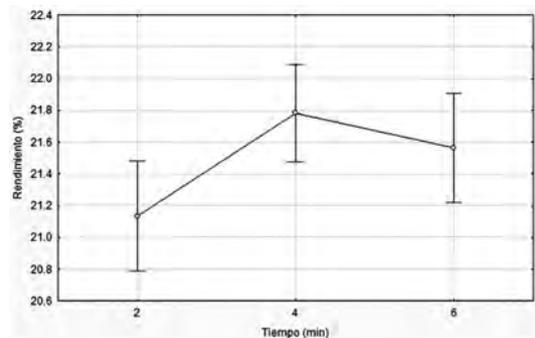


Figura 8 – Influencia del tiempo (min) de licuado en el rendimiento de almidón

En la Figura 9 se observa que la zona de color rojo vino es la de mayor rendimiento, y ésta es la de mayor relación harina/solvente (p/v) 1:4, y el tiempo de licuado de 4 minutos.

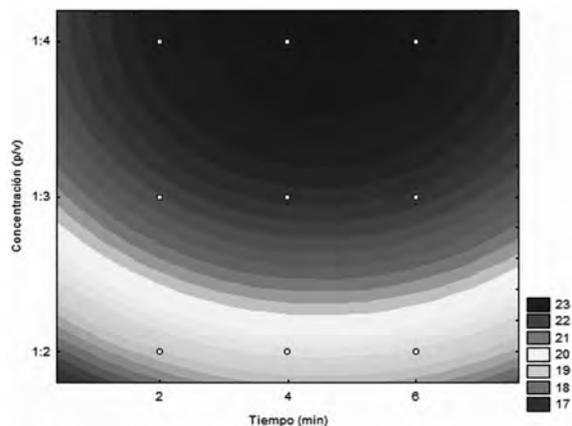


Figura 9 – Superficie de respuesta de rendimiento de la extracción de almidón en función del tiempo de licuado y la relación pulpa/solución (p/v)

Conclusiones

El tiempo de licuado y la relación pulpa/solución, influyen significativamente en el proceso de extracción de almidón de plátano bellaco (*Musa Paradisiaca*).

El mayor rendimiento de almidón (23.54%), fue obtenido a las condiciones de concentración pulpa/solución (1:4) y 4 minutos de licuado.

Referencias

- Antezana C. 2007. Proceso de Extracción de Almidón de Yuca por vía Seca. [Artículo científico en línea]. Revista Científica Boliviana de Química. Vol 24: 77-83 pp. [Consultado en 24 de Setiembre de 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v24n1/v24n1a14.pdf>>
- Arrieta A, Baquero U, Barrera J. 2006. Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano “Papocho” (*Musa ABB Simmonds*). [Artículo científico en línea]. Revista Agronomía Colombiana. Vol 24: 48-53 pp. [Consultado en 15 de Agosto de 2013]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v24n1/v24n1a06.pdf>>
- Badui S. 2006. Química de los Alimentos. México: Pearson Educación de Mexico, S.A.
- Baltes W. 2007. Química de los Alimentos. España-Zaragoza: Editorial Acribia S.A

- Barrera L, Arrazola G, Cayón D. 2010. Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (Musa AAB Simmonds) en dos sistemas de producción. [Artículo científico en Línea]. Acta Agronómica. Vol 59: 20-29 pp. [Consultado en 15 de agosto de 2013]. Formato html. Disponibilidad libre en: <<http://redalyc.org/articulo.oa?id=169916223003>> ISSN 0120-2812
- Beltrán D, Velásquez J, Giraldo G. 2010. Caracterización Físicoquímica de la Maduración del Plátano Dominicano – Hartón (Musa AAB Simmonds). [Artículo científico en Línea]. Revista de Investigación de la Universidad de Quindío. Vol 20: 166-170pp. [Consultado en 14 de Agosto de 2013]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/d53f_RIUQ2020.pdf>
- Euán G, Naranjo M, Villanueva C, Munguía V, Pereira F, Madera T y Toledo V. 2007. Utilización de maltodextrinas de *Vigna unguiculata l. walp* y evaluación de su efecto en la elaboración de productos cárnicos bajos en grasa. [Poster científico en línea]. XII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería. [Consultado en 15 de Noviembre 2012]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/morelia07/TRABAJOS/Area_III/Carteles/CIII-20.pdf>
- García Y. 2008. Elaboración de películas de Almidón Oxidado de Plátano (*Musa paradisiaca L*) por Extrusión y su Caracterización Parcial. [Tesis en Línea]. [Tesis de Maestría en Ciencias]. Yauatepec Morelos: Programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. [Consultado en 8 de Agosto de 2013]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://tesis.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/3565/1/ELABORACIONPELICULAS.pdf>>
- Hasbú J, Esquivel P, Brenes A, Alfaro I. 2009. Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. [Artículo científico en línea]. Revista Científica Agronomía Costarricense. Vol 33: 77-89 pp. ISSN: 0377-9424. [Consultado en 15 de Noviembre de 2012]. Formato pdf. Disponibilidad libre en <<http://www.latindex.ucr.ac.cr/agrocostar-33-1/agrocostar-33-1-06.pdf>>
- Hernánadez J. 2004. Obtención de Jarabe Fructosado a Partir de Almidón de Plátano *Musa paradisiaca L*. (Var. Macho). [Tesis en línea]. [Tesis en Maestría de Ciencias]. Yauatepec. Morelos: Maestría en Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional: 89 pp. [Consultado en 15 de Octubre de 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/1196/1/JUANPABLO.PDF>>
- Mazzeo M, Alzate A y Marín M. 2008. Obtención de Almidón a partir de residuos poscosecha del Plátano Dominicano Hartón (*Musa AAB. Simmonds*). [Artículo científico en línea]. Revista Científica de la Universidad de Caldas Vector. Vol 3: 57-69 pp. [Consultado en 29 de Agosto de 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector3_6.pdf>
- Méndez A. 2010. Evaluación de la Extracción de Almidón del Banano Verde (*Musa Sapientum* Variedad Gran Enano) producto de desecho de las industrias bananeras y evaluación de su función como excipiente en la formulación de comprimidos. [Tesis en línea]. [Tesis de Química Farmacéutica] Guatemala: Facultad de Ciencias y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. [Consultado en 7 de Agosto de 2013]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202009.59.pdf>>
- Núñez F. 2003. Estracción y caracterización de banano verde y de su residuo de pulpa. (Tesis de ingeniero de agroindustria). Asesor: M.Sc. Gladys Fukuda. Honduras: Facultad de Agroindustria. Universidad De Zamorano. 56 p. Defendido en 2004-12
- Piñero J, Montañó G y Cubas L. 2007. Obtención de un Producto Líquido mediante Hidrólisis Enzimática del Almidón de Sulú (*Maranta arundinaceae L*). Revista Agrollania. Vol. 4 63-75 pp. [Consultado en 30 de Setiembre de 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://150.187.77.68/revistas/index.php/arcyt/article/viewFile/82/94>>
- Reyes P. 2007. Aislado y Caracterización físico-química del almidón de Kiwicha (*amaranthus caudatus L.*). (Tesis de Ingeniero de industrias alimentarias). Lima: Facultad de Industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Rivas M. 2006. Caracterización físicoquímica y molecular del almidón de plátano (*Musa Paradisiaca L. var. Macho*) modificado por métodos químicos. [Tesis en Línea]. [Tesis de Maestría en Ciencias]. Yauatepec Morelos: Programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. [Consultado en 8 de Agosto de 2013]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://azul.bnct.ipn.mx/tesis/repositorio/1280_2006_SEPROBI_MAESTRIA_rivas_gonzalez_mayra.pdf>
- Valclavik V. 2002. Fundamentos de Ciencia de los Alimentos. España-Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.
- Wong D. 1995. Química de los Alimentos. España-Zaragoza: Editorial Acribia, S.A