



Editorial de la
Universidad Tecnológica Nacional

**La Universidad Tecnológica Nacional - U.T.N. -
en el Nordeste Argentino – N.E.A.
*Investigación y Desarrollo en la Facultad Regional Resistencia***

Compiladoras:

**Carola Sosa
Nidia Dalfaro**



ALIMENTOS

Estudio de la Evolución del Color y Carga Microbiana de un Aderezo Vegetal, durante el Almacenamiento Refrigerado.

Autores: Vergara, Sosa, Tomassone, Llugdar y Sgroppo.



Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

© [Copyright] La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir el conocimiento generado por autores universitarios, pero que los mismos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL COLOR Y CARGA MICROBIANA DE UN ADEREZO VEGETAL, DURANTE EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO

VERGARA*, L. E.; SOSA, C. A.; TOMASSONE, M. A.; LLUGDAR OJEDA, M. C.; SGROPPO, S. C.

Grupo de Investigación en Biotecnología y Alimentos- BIOTEC. Facultad Regional Resistencia. Universidad Tecnológica Nacional. French 414. CP 3500. Resistencia. Chaco.

Contacto: levergara@hotmail.com. Tel 432928. Int.131

Resumen

En el presente trabajo se estudiaron las variaciones de los parámetros de color, contenido de pigmentos carotenoides y carga microbiana de un aderezo vegetal, durante el almacenamiento refrigerado a $4 \pm 1^\circ\text{C}$. El aderezo fue elaborado con zapallo brasilero tipo kabutia (*Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata*), pimiento rojo (*Capsicum annuum* L.) y batata variedad Colorada Correntina (*Ipomoea batatas* Lam.), vegetales de alta producción en el Nordeste Argentino. Para ello, los frutos se lavaron, pelaron y desemillaron. Una vez cortados en láminas de tamaño uniforme, se sanitizaron y expusieron a una corriente de vapor de agua para lograr las modificaciones texturales deseadas. Finalmente, se redujo el tamaño de las partículas utilizando una tritadora doméstica hasta obtener un puré homogéneo. El aderezo se preparó en base a la mezcla de los purés (56% de zapallo, 23% de batata y 21% de pimiento), se dispuso en envases de PSET de 200 cm^3 , los cuales se almacenaron a temperaturas de refrigeración durante 14 días. Las determinaciones fisicoquímicas se llevaron a cabo a los 0, 3, 7 y 14 días de almacenamiento. Los parámetros de color se determinaron utilizando el análisis de imágenes obtenidas con una cámara fotográfica digital, y procesados con el software Adobe® Photoshop® versión 8.0.1. Se registraron los valores de L^* , a^* y b^* y correlacionaron con los parámetros de color superficial obtenidos con un colorímetro Minolta. El contenido de carotenoides totales se determinó por espectrofotometría visible a 450nm usando un espectrofotómetro Metrolab 1700, UV-visible. El control microbiológico se realizó a través del recuento total de microorganismos aerobios mesófilos y de hongos y levaduras. Los resultados indicaron que el color anaranjado – rojizo del aderezo tuvo una tendencia a disminuir durante el período ensayado, y las mayores variaciones ocurrieron durante los primeros 7 días. Sin embargo, los pigmentos carotenoides permanecieron invariables, mientras que los recuentos microbiológicos mostraron un incremento durante la primera semana de almacenamiento, estabilizándose al finalizar el ensayo.

Palabras claves: aderezo funcional; salsa; color superficial, carotenoides, almacenamiento refrigerado.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha notado una tendencia creciente a consumir alimentos cada vez más sanos y nutritivos, debido en parte al mayor conocimiento que tienen los consumidores respecto de los requerimientos del organismo para mantener una dieta saludable (OMS, 2006). Este hecho conlleva un cambio en el concepto de alimento y en el modo de alimentarse.

Los alimentos funcionales, además de aportar nutrientes, contienen compuestos que son fisiológicamente activos que cumplen una función de beneficio, contribuyendo a reducir la incidencia de ciertas enfermedades crónicas y/o degenerativas. En general, los vegetales aportan algunos de los nutrientes básicos y contienen además sustancias activas tales como carotenoides, polifenoles, fitoesteroles, ácidos grasos polinsaturados, fibras, etc., a los cuales se les ha reconocido potenciales efectos benéficos para la salud (Kaliora y col., 2005; Boivin y col., 2009).

En razón de esto, la elaboración de productos vegetales derivados se presenta como una alternativa válida para aumentar el consumo de frutas y hortalizas y simultáneamente podría incentivar la producción frutihortícola de la región microoriental chaqueña.

El consumo de salsas se ha incrementado significativamente durante los últimos años, debido a los nuevos hábitos nutricionales de los consumidores (Mandala, 2004). En Argentina, la mayonesa, la mostaza y el ketchup son los aderezos más consumidos (Sosa y col., 2005). Desde el punto de vista industrial estos productos poseen un alto valor agregado, son de sencilla elaboración y retienen el color y aromas característicos de la materia prima original (Ahmed y col., 2005).

El color es uno de los atributos sensoriales que determina la aceptabilidad de un producto, ya que es la primera propiedad observada y evaluada por el consumidor, al momento de la compra. Varios factores son responsables de las modificaciones del color durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos, tales como el fenómeno del pardeamiento, reacciones de oxidación y enzimáticas, material de envase, duración y temperatura de almacenamiento, y actividad microbiana (Ahmed y Shivhare, 2002).

La determinación instrumental del color se lleva a cabo con colorímetros triestímulos, que registran los parámetros de color en coordenadas rectangulares L^* (luminosidad), a^* (componente rojo-verde) y b^* (componente azul-amarillo), a partir de las cuales se calculan los índices Chroma (saturación) y ángulo Hue (tono) (Francis y Clydesdale, 1975).

Una técnica alternativa para medir el color superficial se basa en el análisis de imágenes obtenidas con una cámara digital. Para ello se toman fotografías digitales de las muestras dentro de un recinto cerrado, iluminado con lámparas fluorescentes luz /día, con temperatura de color próxima a 6000 °K (Sgrosso y col., 2007) y se analizan utilizando el software Adobe® Photoshop® versión 8.0.1 (Yam y Papadakis, 2004), obteniendo de esa manera los parámetros antes indicados.

Por su parte, la caracterización visual del color de un alimento está relacionada con el contenido de pigmentos. Entre ellos se encuentran los carotenoides, compuestos responsables del color de frutas y vegetales que se encuentran en abundancia en zapallos y pimientos (Chuah y col., 2008; De Escalada Pla y col., 2007). Factores como la temperatura, luz, presencia de oxígeno, etc., pueden alterar la estabilidad de los mismos, resultando en una decoloración y pérdida de valor nutricional (Rodríguez Amaya, 1999).

La calidad microbiológica de los alimentos determina no solamente la calidad higiénica que incide en la salud del consumidor, sino también el período de comercialización o vida útil de los mismos (Zampa y Ludemann, 2005).

Los parámetros utilizados habitualmente en la industria de los alimentos para indicar la calidad sanitaria son el recuento de bacterias aerobias mesófilas, consideradas organismos indicadores de contaminación, y el recuento de hongos y levaduras, contaminantes ambientales que producen alteraciones en las características organolépticas, y por consiguiente son determinantes de la vida útil del alimento (ICMSF, 1982).

El propósito del presente trabajo fue estudiar las variaciones de color, carotenoides totales y carga microbiana de una salsa elaborada con vegetales de amplia difusión en la región, como zapallo brasilero tipo kabutia (*Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata*), pimiento rojo (*Capsicum annuum* L.) y batata variedad Colorada Correntina (*Ipomoea batatas* Lam.), durante el almacenamiento refrigerado a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

Se eligieron como materia prima estos vegetales por su contenido en compuestos bioactivos, y por sus características organolépticas, ya que el zapallo kabutia y los pimientos rojos aportan color, aroma y sabor a las salsas, en tanto que la batata modifica su textura.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materias Primas

Las materias primas utilizadas para la preparación del aderezo fueron zapallo brasilero tipo kabutia (*Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata*), pimiento rojo (*Capsicum annuum* L.) y batata variedad Colorada Correntina (*Ipomoea batatas* Lam.), de piel colorada y pulpa amarilla (Figura N° 1).

Las mismas fueron adquiridas en la Cooperativa de Productores y Distribuidores Frutihortícolas Nordeste Ltda., ubicada en la ciudad de Resistencia.



Figura N° 1. Zapallo brasilero tipo kabutia, pimiento rojo y batata variedad Colorada Correntina

2. Preparación del aderezo

El zapallo se desmolló y se le retiraron los tejidos no comestibles. Posteriormente se sanitizó con una solución de hipoclorito de sodio de 60 ppm/3 min y se enjuagó con abundante agua de red. Para la cocción se lo expuso a una corriente de vapor durante 10 min, después se separó la pulpa de la cáscara y se trituroó con una trituroadora de tejidos.

Los pimientos y las batatas se sanitizaron con una solución de hipoclorito de sodio de 60 ppm/3 min y se enjuagaron con abundante agua de red. Luego se escurrieron sobre papel absorbente. Seguidamente se envolvieron con papel de aluminio y se colocaron en horno a 180°C durante 1 hora. Posteriormente se les retiró la cáscara y trituraron.

El aderezo se preparó en base a una mezcla de puré de zapallo, batata y pimiento en las siguientes proporciones: 56, 23 y 21%, respectivamente. Posteriormente, se envasó en potes de poliestireno (PS) de 200 cc de capacidad, con tapa del mismo material.

3. Almacenamiento

Se utilizó un refrigerador convencional a temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$, por un periodo de 14 días. Se retiraron tres muestras a los 0, 3, 7 y 14 días de ensayo para las determinaciones correspondientes.

4. Determinación del color superficial

Se realizó a través del análisis digital de imágenes obtenidas con una cámara digital Fujifilm, Modelo Fine Pix S 3100, 4,0 Mega píxeles, 6x Optical Zoom. Se tomaron digitales de las muestras colocadas a una distancia de 30 cm dentro de un recinto cerrado, iluminado con 2 lámparas fluorescentes luz /día de 20 W, de 30 cm de largo, con temperatura de color próxima a 6000° K. Las imágenes fueron analizadas por medio del software Adobe® Photoshop® versión 8.0.1 (Yam y Papadakis, 2004).

Para correlacionar los parámetros obtenidos a través del análisis digital de imágenes, en primer lugar se efectuaron las lecturas de L, a y b de las fotografías digitales de platos de color estándar y se registraron los valores de L*, a* y b* con el colorímetro. Se obtuvieron los gráficos correspondientes que se muestran en la Figura N° 2.

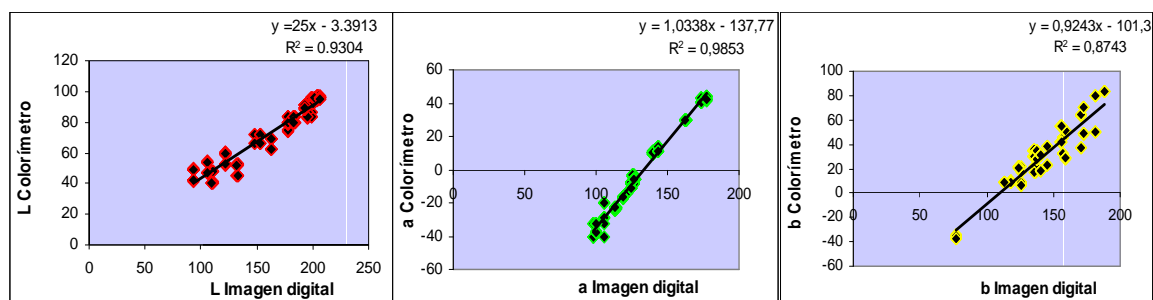


Figura N° 2. Gráficos de correlación para los parámetros L*, a* y b*, respectivamente.

Se tomaron tres fotografías de cada muestra (de tres potes cada una), para cada tiempo y se determinaron los parámetros de cromaticidad (C^*), tonalidad (H^*) (ecuaciones N°1 y N°2) y luminosidad (L):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{Ecuación N°1}$$

$$H^* = \arctan b^*/a^* \quad \text{Ecuación N°2}$$

La degradación total del color durante el almacenamiento fue evaluada con el valor numérico de ΔE , a través la ecuación N°3:

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_0 - L^*)^2 + (a^*_0 - a^*)^2 + (b^*_0 - b^*)^2} \quad \text{Ecuación N°3}$$

Donde L^*_0 , a^*_0 y b^*_0 representan el valor obtenido al tiempo 0 y L^* , a^* y b^* representan los valores a cada tiempo del almacenamiento.

5. Determinación de carotenoides totales

Se pesaron 10 g de muestra y molturaron con acetona, pre-enfriada, durante 10 min usando baño de hielo para mantener la temperatura. Luego de 15 min de reposo se filtró al vacío, lavando la torta con acetona fría hasta decoloración total. Se midió el volumen del extracto acetónico y se hizo una extracción con éter de petróleo en ampolla de decantación. Se separaron las fases y se midió el volumen del extracto etéreo. Se leyó la absorbancia a 450nm y 472nm, con un blanco de éter utilizando un espectrofotómetro Metrolab 1700, UV- visible.

6. Recuentos microbiológicos

El control microbiológico de los productos se efectuó a través de recuentos totales de la flora aerobia mesófila y de hongos y levaduras. Estas determinaciones se realizaron al tiempo inicial y a los 3, 7 y 14 días de almacenamiento (tiempo final). Para ello se suspendieron 5 g de la muestra en 50 mL de solución de peptona al 0,1%. Una vez homogeneizada, se realizaron diluciones seriadas, tomando 1 mL de la dilución y 9 mL de agua de peptona. Luego se realizaron las siguientes determinaciones, todas ellas por duplicado:

- Recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales: utilizando Plate Count Agar (PCA), a una temperatura de incubación de 37°C durante 48 hs (ICMSF, 1982).
- Recuento de hongos y levaduras: con Agar papa glucosado, a una temperatura de incubación de 37°C, durante 5 días (ICMSF, 1982).

7. Análisis estadístico

Las determinaciones fueron realizadas por duplicado y el ensayo fue repetido 2 veces. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa Meet Minitab 15, aplicando un ANAVA para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$. La comparación entre medias se realizó por medio del test de la mínima diferencia significativa, (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Variación de los parámetros de color superficial

Como se muestra en la Tabla 1, la luminosidad del aderezo, indicada por el parámetro L^* , permaneció constante hasta el 3° día de almacenamiento, aumentando significativamente hasta un valor de $44,82 \pm 0,99$ hacia el final del mismo ($p=0,003$). Los parámetros a^* , b^* y C^* mostraron una tendencia decreciente a medida que transcurrió el periodo ensayado. Sin embargo, no se encontraron variaciones significativas en el parámetro H^* , indicando que la tonalidad de los aderezos se mantuvo invariable durante los 14 días de almacenamiento ($p=0,17$).

Días L*	a*	b*	C*	H*	
0	42,29±0,65 ^a	26,20±0,41 ^{ab}	42,37±0,40 ^b	49,82±0,55 ^b	58,27±0,18 ^a
3	42,12±0,58 ^a	25,79±0,35 ^{ab}	41,27±0,12 ^a	48,67±0,29 ^{ab}	58,00±0,28 ^a
7	44,40±0,58 ^b	27,18±0,90 ^b	44,43±0,37 ^c	52,09±0,40 ^c	58,54±0,98 ^a
14	44,82±0,99 ^b	24,61±0,54 ^a	41,06±0,48 ^a	47,87±0,69 ^a	59,06±0,27 ^a

Tabla N° 1. Variación de los parámetros de color superficial del aderezo durante el almacenamiento a 4°C. En una misma columna, letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

La variación total del color ΔE fue creciendo paulatinamente durante el almacenamiento del aderezo, y se registró el mayor valor al día 7, luego del cual se mantuvo constante hasta finalizar el mismo (Figura N° 3). Los valores obtenidos para este parámetro fueron mayores a 2 unidades. Francis y Clydesdale (1975) establecieron que un ΔE de 2 unidades determinado instrumentalmente coincidiría con el cambio de color percibido visualmente. Ahmed y col., (2002) informaron importantes cambios de color en pastas de pimientos picantes, durante el almacenamiento a 5°C.

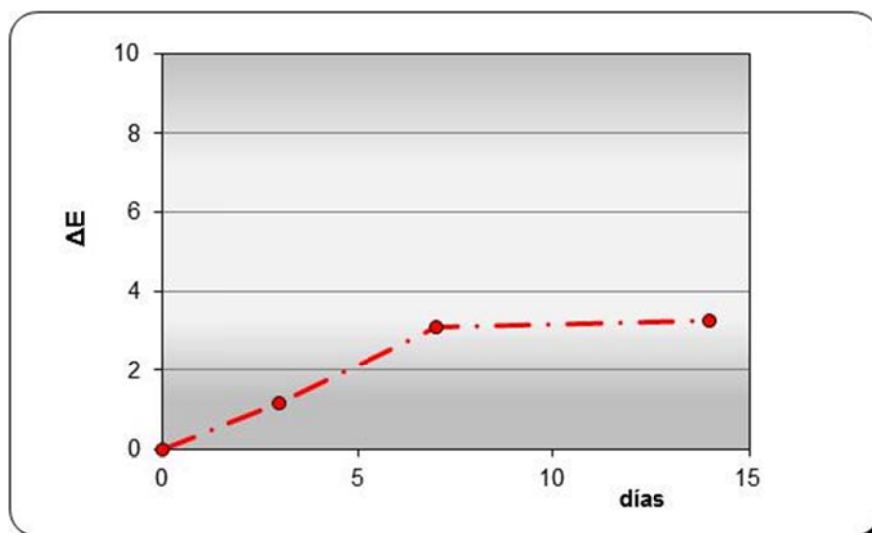


Figura N° 3. Diferencia total de color (ΔE) del aderezo durante el almacenamiento refrigerado

2. Variación del contenido de carotenoides totales

El contenido de carotenoides totales del aderezo no sufrió variaciones significativas durante el periodo de almacenamiento, manteniéndose en un valor promedio de $282,84 \pm 5,35$ (Figura N° 4). Si bien en pastas de pimientos picantes se informaron pérdidas de color por probables oxidaciones de los carotenoides (Ahmed y col., 2002), durante estos ensayos no llegaron a detectarse cambios en el contenido total.

La estabilidad de estos compuestos probablemente se deba a la inactivación de las enzimas oxidativas durante la exposición al vapor de las materias primas (González y col., 2001), como así también a la presencia de otras sustancias antioxidantes en la formulación del aderezo que actuarían como protectores. Además, las condiciones en que se llevó a cabo el envasado y almacenamiento del producto elaborado (bajas temperaturas, ausencia de luz) habrían actuado positivamente evitando la degradación de los pigmentos.

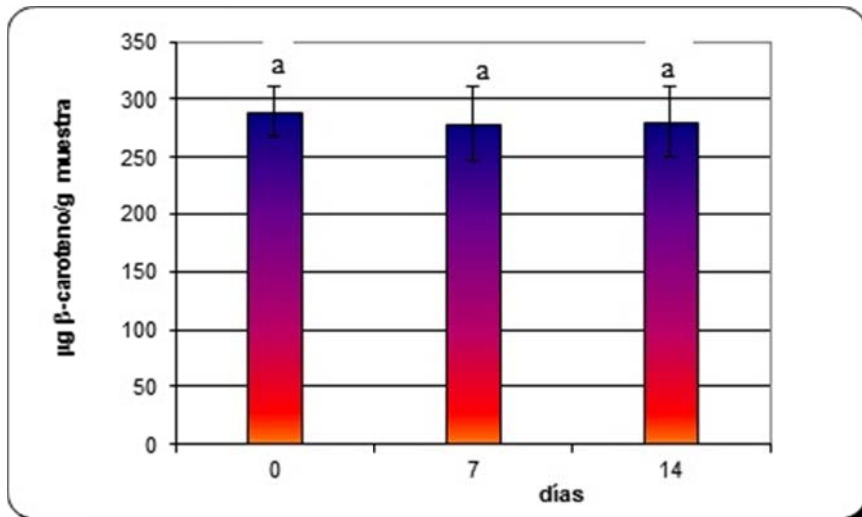


Figura N° 4. Variación del contenido de carotenoides totales durante el almacenamiento refrigerado ($p=0,86$).

3. Variación de los parámetros microbiológicos

En la Figura N° 5 se muestra la evolución de la carga microbiana del aderezo, durante el almacenamiento, expresando los valores en base logarítmica.

Los recuentos microbiológicos para bacterias aerobias mesófilas al inicio del almacenamiento fueron de $4,55 \log \text{ UFC.g}^{-1}$, detectándose un incremento de aproximadamente 1,5 ciclos log al día 14. Por otra parte, el recuento inicial de hongos y levaduras fue de $3,80 \log \text{ UFC.g}^{-1}$, y fue incrementando a medida transcurrió el almacenamiento, alcanzando una diferencia de 2 ciclos log al finalizar el ensayo.

Si bien no hay datos para este tipo de salsas, en aderezos a base de berenjena se ha informado un incremento mayor a 1,5 ciclos log en el recuento total de hongos y levaduras, luego de 8 días de almacenamiento, atribuyendo dicho comportamiento al alto contenido de agua (Simanca y col, 2007).

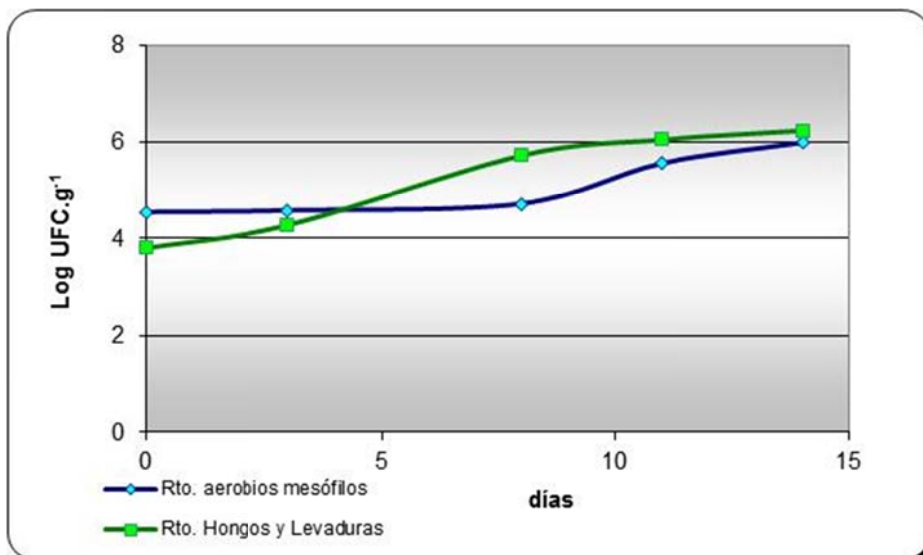


Figura N° 5 Crecimiento microbiano durante el almacenamiento a 4°C.

CONCLUSIONES

El aderezo preparado a base de la mezcla de zapallo kabutia, pimientos rojos y batatas coloradas tuvo una coloración anaranjada intensa y buena luminosidad.

Si bien no se determinaron variaciones en el contenido total de carotenoides durante el almacenamiento a 4°C, instrumentalmente se detectaron cambios de color; principalmente hubo aumentos en el parámetro L,* mientras a* y b* disminuyeron ligeramente. Coincidentemente, la carga microbiana de los aderezos aumentó a niveles del orden de 10⁶ al finalizar las experiencias, superando el límite permitido para productos similares.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, J.; Shivhare, U.S.; Ramaswamy, H.S. (2002). A fraction conversion kinetic model for thermal degradation of color in red chilli purée and paste. *L.W.T.*, 35:497-503.
- Ahmed, J.; Shivhare, U.S.; Sandhu, K.S. (2002). Thermal degradation kinetics of carotenoids and visual color of papaya purée. *Food Engineering and Physical Properties*, 67:2692-2695.
- Ahmed, J.; Ramaswamy, H. (2005). Viscoelastic properties of sweet potato purée infant food. *Journal of Food Engineering*, 74:376-382.
- Boivin, D.; Lamy, S.; Lord-Dufour, S.; Jackson, S.; Beaulieu, E.; Côté, M.; Moghrabi, A.; Barrette, S.; Gingras, G.; Béliveau, R. (2009). Antiproliferative and antioxidant activities of common vegetables: A comparative study. *Food Chemistry*, 112:374-380.
- Chuah, A.M.; Lee, Y.; Yamaguchi, T.; Takamura, H.; Yin, L.; Matoba, T. (2008). Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. *Food Chemistry*, 111:20-28.
- De Escalada Pla M.F.; Ponce, N.M.; Stortz, C.A.; Gerschenson, L.N.; Rojas, A.M. (2007). Composition and functional properties of enriched fiber products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret). *LWT-Food Science and Technology*, 40:1176-1185.
- Francis, F.J.; Clydesdale, F.M. (1975). *Food colorimetry: Theory and applications*.
- González, E.; Montenegro, M.; Nazareno, M.; López de Mishima, B. (2001). Carotenoid composition and vitamin A value of Argentinian squash (*Cucurbita moschata*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51:395-399.
- ICMSF (1982). *Microorganismos de los Alimentos 1. Técnicas de análisis microbiológico*. Editorial Acribia. Traducido por Moreno García, B. España. pp. 431.
- Kaliora, A.C.; Dedoussis, G.V.Z.; Schmidt, H. (2005). Dietary antioxidants in preventing atherogenesis. *Atherosclerosis xxx xxx-xxx*.
- Mandala, I.G.; Savvas, T.P.; Kostaropoulos, A.E. (2004). Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. *Journal of Food Engineering*, 64:335-342.
- Organización Mundial de la Salud. *Obesidad y Sobrepeso*. Nota descriptiva N° 311. Septiembre 2006. [en línea] [Consulta: Octubre 2008] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html>.
- Rodríguez-Amaya, D. (1999). Changes in carotenoids during processing and storage of foods. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 38-47.
- Sgroppo, S.C.; Pereyra, M.V.; Avalos Llano, K.R. 2007. Composición Nutricional y Cambios Sensoriales en Choclos Frescos Cortados. En: Aspectos nutricionales y Sensoriales en Vegetales Frescos Cortados. Eds: Gonzalez-Aguilar- Cumea Navarro. CYTED. 2007. 27-32 ISBN 968-5862-11-7.
- Simanca, M.; Arteaga, M.; De Paula, C.; Mejía M.; Montoya, M. (2007). *Selection of the best formulation of eggplant dressing (*Solanum melongena*, L.) with base in its*

physicochemical and microbiological characteristics. [En línea] [Consulta: Junio de 2009]
<http://www.unicordoba.edu-co/revistas/rta/documentos/12-2/122-5.pdf>.

- Sosa, M.; Martínez, C.; Arruiz, F.; Hough, G.; Mucci, A. (2005). Degree of appropriateness and frequency of consumption of mayonnaise, ketchup, mustard and similar sauces in Argentina. *Food Quality and Preference*, 16:667-674.
- Yam, K. L.; Papadakis, S.E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing colour of food surfaces. *Journal of Food Engineering*. 61, 137-142.
- Zampa, L.; Ludemann, G. 2005. Evaluación de la calidad microbiológica de ensaladas listas para el consumo. *La Alimentación Latinoamericana* N° 256, 65-69.