

Comparación del perfil vitamínico en jugos ultrapasteurizados de manzana y su impacto térmico de degradación

Vitamin profile comparison of ultra pasteurized Apple juices and their thermal impact of degradation

Juan Guillermo Ayala Soto

Universidad Autónoma de Chihuahua

jayala@uach.mx

León Raúl Hernández Ochoa

Universidad Autónoma de Chihuahua

lhernandez@uach.mx

Néstor Gutiérrez Méndez

Universidad Autónoma de Chihuahua

ngutierre@uach.mx

David Chávez Flores

Universidad Autónoma de Chihuahua

dchavez@uach.mx

Resumen

La manzana contiene azúcares provenientes principalmente de la fructosa y, en menor grado, de la glucosa y la sacarosa. Además, tiene ácido málico y ácido ascórbico, este último agente nutrimental que por lo general se cuantifica. Aproximadamente hay 10 mg de ácido ascórbico en cada 100 g de manzana, aunque eso depende de la calidad y la clase de esta fruta.

El ácido ascórbico es un nutrimento esencial que se puede hallar en frutas y verduras; sin embargo, el hombre no puede almacenarlo en su organismo porque es hidrosoluble. Otra de sus funciones está en la fijación de oxígeno —cuando los alimentos se embotellan o se enlatan, el oxígeno es eliminado o fijado si se agrega ácido ascórbico.

Durante la elaboración de jugos concentrados se utilizan tratamientos que originan cambios sustanciales en su sabor y olor, y que disminuyen la calidad nutrimental.

Palabras clave: Ultrapasteurización, degradación, ácido ascórbico.

Abstract

Apple mainly contains sugars from fructose and, to a lesser extent, glucose and sucrose. Also has Malic acid and Ascorbic acid, this last nutritional agent is usually quantified. There are approximately 10 mg of Ascorbic acid per 100 g of Apple in, although that depends on its quality and class. Ascorbic acid is an essential nutrient that can be found in fruits and vegetables; however, man cannot store it in his body because it is water-soluble. Another of its functions is in the fixation of oxygen when foods are bottled or is packed, oxygen is removed or fixed adding Ascorbic acid. During the development of juice concentrates, these are used causing substantial changes in its taste and odor, and decrease their nutrient quality.

Keywords: Ultrapasteurization, degradation, ascorbic acid.

Fecha recepción: Octubre 2014

Fecha aceptación: Diciembre 2014

Introducción

El principal objetivo del presente análisis mediante un equipo HPLC, es determinar el contenido de ácido ascórbico de diferentes jugos comerciales y de un jugo procesado en la Facultad de Ciencias Químicas. Los tratamientos que por lo general utiliza la industria de jugos, como la pasteurización y la clarificación, hacen que el producto pierda valor nutrimental, motivo por el que se determinó la cantidad de ácido ascórbico que contenía el jugo de una manzana de la región sin cáscara y sin tratamiento. De esa manera se pudo comparar su perfil vitamínico (vitamina C) con el de los jugos que habían sido ultrapasteurizados, y determinar tanto la pérdida como la adición, si esta se llevó a cabo, de ácido ascórbico en los jugos ultrapasteurizados. Para tal efecto se analizaron los procedimientos que se utilizan para elaborar jugos clarificados pasteurizados y jugos néctares pasteurizados, en muestras de diversas marcas tales como: Jumex, Del Valle, Confrutta, Sonrisa y JUACH.

Los análisis cromatográficos de los jugos clarificados demostraron que el único que presentó una cantidad equitativa a las de las tablas nutrimentales fue el jugo Del Valle, con un promedio de 9.99mg/100g. Asimismo, en los jugos néctares la marca Del Valle mostró mayor contenido de ácido ascórbico junto con el JUACH, superando los valores de la tabla nutrimental.

El resultado del contenido de ácido ascórbico en el jugo de manzana sin cáscara y sin tratamiento de la región fue de 14mg/100g. La norma NMX-F-045-1982 señala que el máximo valor de ácido ascórbico que puede adicionarse a los jugos de manzana es de 15mg/100g, por lo que, de acuerdo a los valores obtenidos, ningún jugo sobrepasó dicha cantidad, encontrándose sobre el límite únicamente el jugo Del Valle con 12.2 mg/100g de ácido ascórbico.

El manzano es probablemente el árbol frutal de más amplia distribución mundial. Las variedades de manzana cultivadas comercialmente hoy en día se derivan principalmente de la *Malus pumila*. Entre las variedades de mayor producción mundial de este importante fruto se pueden mencionar las siguientes: Golden Delicious, Red Delicious, Rome Beauty, Starking y Starkinson. (González, 2006)

Uno de los productos característicos de la región del estado de Chihuahua es la manzana, cuyas variedades son Golden Delicious, Red Delicious, Golden Supreme y Royal Gala, principalmente en el municipio de Cuauhtémoc.

La calidad de la manzana se mide de acuerdo a una combinación de atributos que provocan la satisfacción del consumidor, entre los que se encuentran su apariencia y frescura. Los consumidores han comenzado a ver los alimentos no solo como fuente de energía y nutrientes, sino también como fuente de compuestos minoritarios que benefician al organismo previniendo o aliviando los efectos de algunas enfermedades crónicas. (Silveira, 2007)

Las propiedades de la manzana la hacen un buen remedio natural contra múltiples problemas de salud y enfermedades, por ejemplo: trastornos nerviosos, enfermedades del hígado, mala digestión, diarrea, insomnio, etcétera. Gracias a sus efectos antioxidantes y a su aporte de sustancias fitoquímicas, es ideal para combatir el envejecimiento, purificar la sangre y reconstituir el cerebro, sobre todo en el caso de estudiantes y personas con intensa actividad mental. (Rossi, 2011)

El ácido ascórbico es un nutrimento esencial para los humanos, por lo que su ingesta insuficiente ocasiona una enfermedad llamada escorbuto. Este ácido está presente de forma natural en muchas frutas y verduras, alimentos también ricos en vitaminas, antioxidantes, compuestos fenólicos y carotenos. (John, 2002)

El jugo concentrado de manzana es el producto que más se fabrica debido a la amplia demanda que tiene por utilizarse como saborizante en otros diversos productos. Sin embargo, durante el proceso se presentan cambios sustanciales en su sabor original, pérdida de olor y disminución de diversos factores nutrimentales. (Lorenzen, et al. 2011; Jung W, 2009)

Actualmente hay una gran demanda de productos naturales o de aquellos mínimamente procesados, lo que podría ejercer un impacto positivo en el desarrollo económico de la región. En el mercado de este producto hay un sector que exige recibir el sabor, el aroma y los beneficios nutricionales naturales de esta fruta en estado fresco. (Lorenzen, et al. 2011; Jun-Wu, et al. 2009) En la producción a escala familiar no se acostumbra la pasteurización del jugo objetando el cambio de sabor, sin embargo, la Administración de Alimentos y Drogas (FDA por sus siglas en inglés) de Estados Unidos ha protestado por la contaminación de *Escherichia coli* O157:H7 (*E. coli*), transmitida por jugo de manzana sin pasteurizar (FDA, 2011). Para evitar que surjan nuevos brotes teniendo como medio de transmisión el jugo de manzana, se hizo obligatoria la pasteurización mediante la norma federal 21-CFR-120 Y 66-FR-6137 de Estados Unidos. (Franklin, 1969)

Independientemente del método de conservación de alimentos que se emplee, la finalidad es obtener un alimento seguro con la estabilidad suficiente para poder ser almacenado por largos periodos. Así que a pequeña escala se ha estado empleando para el jugo de manzana la pasteurización a bajas temperaturas por largos periodos de tiempo. Sin embargo, para grandes producciones de jugo de manzana se recomienda la pasteurización a altas temperaturas durante cortos tiempos (UHT). (Franklin, 1969)

Los jugos concentrados tiene una alta demanda al ser considerados fuente de altas cantidades de nutrientes; sin embargo, durante su elaboración y proceso de pasteurización pierden sabor, aroma y aporte nutrimental, principalmente de vitaminas. Dicha situación hace que los jugos que se comercializan en supermercados presenten una variación considerable en su contenido vitamínico, principalmente de vitamina C (ácido ascórbico). Esa es la razón por la que este trabajo de investigación pretende determinar el ácido ascórbico que hay en jugos de manzana que se elaboran con tratamiento térmico de ultra pasteurizados (UHT), en marcas comerciales y en jugos procesados en la Facultad de Ciencias Químicas mediante el sistema HPLC (sistema de cromatografía líquida de alta resolución).

Se pretende demostrar con ayuda de un jugo sin procesar de una manzana, es decir, sin pasteurizar y sin clarificar, que hay una pérdida de calidad en el contenido de ácido ascórbico de los productos comerciales, así como en los jugos preparados en la Facultad. Al determinar si fue o no adicionado ácido ascórbico a los jugos comerciales tras ser sometidos a tratamientos térmicos, se corroborará si los productos que se están vendiendo cumplen con los estándares que dicen las etiquetas.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

La metodología utilizada aparece en la Figura No.1.

Materia prima

La materia prima utilizada en los jugos fue la manzana Golden Delicious, proveniente del municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua.

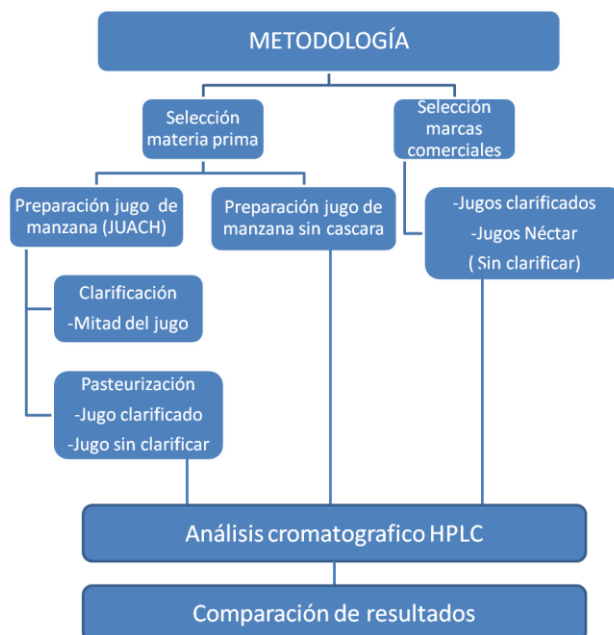


Figura 1. Metodología para la elaboración de jugo de manzana y análisis cromatográfico.

Producción del jugo de manzana

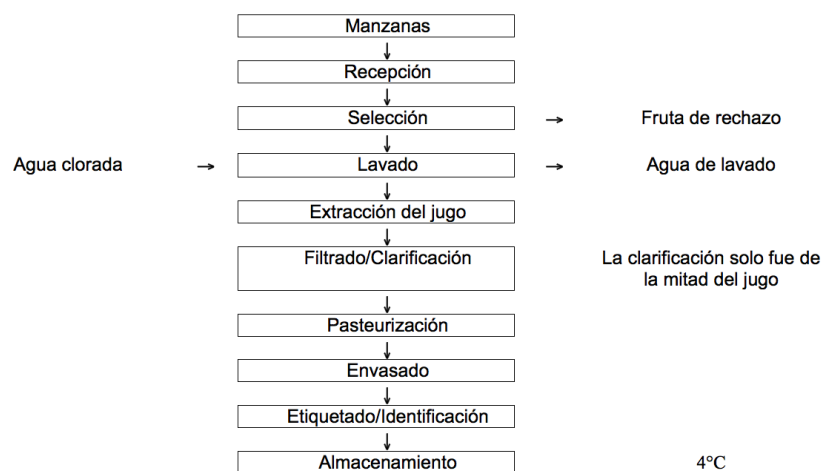


Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología para la elaboración del JUACH.

Metodología

La metodología que se siguió para la elaboración del jugo de manzana de la región aparece en la Figura No.2.

Recepción

Las rejas de manzana fueron pesadas en balanzas limpias y calibradas para obtener la cantidad de kilogramos con la que se produjo el jugo. (Lama, et al. 1997; Paltrinieri, et al. 1993; FAO, 2006)

Selección

Se eligió fruta madura, desechándose la fruta verde, excesivamente madura o que presentaba golpes o podredumbres. (Lama, et al.; Paltrinieri, et al. FAO)

Lavado

Con una solución de 50 ppm de cloro en agua se desinfectó la fruta, para así eliminar bacterias superficiales, residuos de insecticidas y suciedad adherida a la fruta. (Lama, et al. 1997; Paltrinieri, et al. 1993; FAO, 2006)

Extracción de jugo de manzana

La extracción del jugo de manzana se realizó por medio de una trituradora/cubicadora de vegetales, Dúplex (Ver Figura No. 3), con la cual se obtuvo una pasta formada por jugo y bagazo. A continuación se coló el jugo con una manta para separar pequeñas cantidades de sólidos. La

manta se enjuagó varias veces para mantenerla en buenas condiciones durante el filtrado. Al término de dicho proceso, el jugo fue almacenado en el refrigerador a 4°C. (Lama, et al. 1997; Paltrinieri, et al. 1993; FAO, 2006)



Figura 3. Trituradora/cubicadora de vegetales, Dúplex.

Filtración

Primero se limpió con agua destilada el filtro prensa INPASA (Ver Figura No 4) de 9 placas, 9 mantas cuadradas de 18 cm de longitud y 1.3 cm de espesor, revisando cada placa y cada manta, y colocándolas de manera que cada una coincidiera con sus respectivos orificios. Una vez colocadas de esta forma, se procedió a mantenerlas unidas aplicando la presión necesaria para asegurarse de que no guardaran residuos de cualquier otra sustancia y se afectara la pureza del jugo. (Lama, et al. 1997; Paltrinieri, et al. 1993; FAO, 2006)

Una vez limpio el filtro, se filtró la mitad del jugo bombeándolo a velocidad constante a través de una manguera en la que fluía constantemente, recirculándolo durante una hora para asegurarse de que no quedara ningún sólido y se pudiera seguir el siguiente paso. (Lama, et al.; Paltrinieri, et al.; FAO)



Figura 4. Filtro Prensa INPASA



Figura 5. Unidad de Ultrafiltración/Ósmosis inversa RO/UF FT18 Armfield

Clarificación

Posteriormente se utilizó el sistema de filtración por membranas Unidad de Ultrafiltración/Ósmosis inversa RO/UF FT18 Armfield (Ver Figura No. 6). Con una membrana de 100 Kilodaltones, aproximadamente durante 6 horas a velocidad alta con una presión de 10 bares, y por 4 horas a velocidad baja a una presión de 19 bares, en ambos casos a una temperatura menor de 40°C. (Lama, et al.; Paltrinieri, et al.; FAO)

Pasteurización UHT

Primero se ajustó el equipo de UHT-HTST LAB-25-DH MicroThermics (Ver Figura No.6) para asegurar que el equipo funcionara adecuadamente con agua destilada. Una vez hecho esto se procedió a introducir el jugo de manzana no clarificado obtenido, con una velocidad de flujo de 0.8 y 3 L/min. Se tomó en cuenta que el equipo debe operar a una presión de entre 80 a 100 psi con una temperatura de entrada entre 100° y 115°C y una temperatura de salida del jugo de entre 80 y 95°C, pasando el jugo por el pasteurizador aproximadamente durante 5 segundos. Al terminar de pasteurizar el jugo no clarificado se introdujo después el jugo clarificado para que pasara por el mismo proceso de pasteurización. Por último, se volvió a limpiar el equipo con agua destilada. (Lama, et al. 1997; Paltrinieri, et al. 1993; FAO, 2006)



Figura 6. UHT-HTST LAB-25-DH MicroThermics.

Envasado

Una vez que el jugo comenzó a salir del pasteurizador, este fue introducido en bolsas de plástico dejando un espacio vacío en la bolsa y sellándola inmediatamente con una selladora a 110°C. Esto se realizó con los tipos de jugos clarificado y no clarificado. En la Figura No.7 se muestra el jugo no clarificado ya envasado en la bolsa de plástico. (Lama, et al. 1997; Paltrinieri, et al. 1993; FAO, 2006)



Figura 7. Jugo de manzana no clarificado pasteurizado



Figura 8. Jugo clarificado de manzana pasteurizado

1

2

Etiquetado/Identificación

Posteriormente se procedió a identificar cada bolsa de los jugos con nombre y fecha de elaboración. Esto se realizó con ambos tipos de jugos, clarificado y no clarificado. (Ver la Figura No.8) (Lama, et al. 1997; Paltrinieri, et al. 1993; FAO, 2006)

Almacenamiento

Por último, se guardaron las bolsas de los dos tipos de jugos, clarificado y no clarificado, en el refrigerador a una temperatura de 4°C. (Lama, et al. 1997; Paltrinieri, et al. 1993; FAO, 2006)

Análisis cromatográfico

A continuación se muestra en la Figura No.9 la metodología que se siguió en el proceso del análisis cromatográfico HPLC.

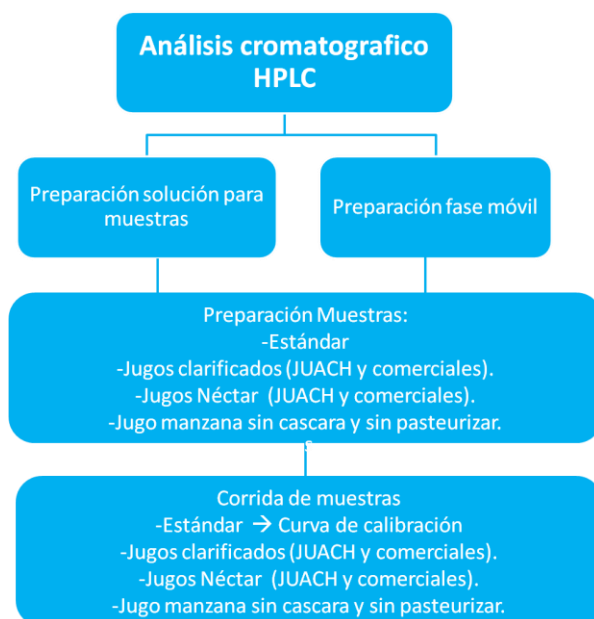


Figura 10. Metodología análisis cromatográfico HPLC.

Corrida de muestras

Condiciones del equipo HPLC

Se ajustó el equipo HPLC (ver Figura No.11) a las siguientes condiciones:

Equipo: modelo UltiMate™ 3000, Thermo Scientific. Longitud de onda: 255nm. (Gutiérrez, et al. 2007)

Columna: Acclaim™ 5µm 120Å, C-18, 4.6x150mm.

Fase móvil: NaH₂PO₄, 1%, pH 2.9.

Temperatura: 15°C.

Velocidad de flujo: 5µL.

Presión: 3500psi.



Figura 11. HPLC UltiMate™ 3000, ThermoScientific

Estándares

Al tener las 7 diferentes concentraciones de los estándares de ácido ascórbico, se corrieron las muestras en el equipo HPLC para obtener una curva de calibración. Cada muestra se corrió por duplicado y se analizó por un tiempo de 15 minutos. (Gutiérrez, et al. 2007)

Jugos clarificados, jugos néctar y jugo de manzana sin clarificar y sin pasteurizar

Una vez preparadas las muestras en los viales, se corrieron las muestras de jugos clarificados, jugos sin clarificar y jugo de manzana sin cáscara y sin pasteurizar. En total fueron 11 muestras, y cada una fue analizada por duplicado durante 12 minutos. (Gutiérrez et al, 2007).

Análisis estadístico

Para la interpretación de datos se utilizó el análisis de varianza ANOVA (por sus siglas en inglés) sencillo con 2 repeticiones (n=2). Y se usó el método Tukey para el análisis de medias. Todo esto por medio del sistema estadístico Minitab 16 Statistical Software.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resultados de análisis cromatográfico

Curva de calibración

Los resultados de las áreas de absorción, partes por millón y miligramos de los estándares de ácido ascórbico obtenidos a partir del análisis cromatográfico se muestran en Tabla No.1.

Tabla 1. Resultados de análisis cromatográfico de las muestras de estándar de ácido ascórbico.

Estándar	PPM	Área	Promedio	mg/100g
1	0.78125	0.1399	0.13645	7.8125
1	0.78125	0.1333		
2	1.5625	0.2942	0.28755	15.625
2	1.5625	0.2809		
3	3.125	0.5908	0.5805	31.25
3	3.125	0.5702		
4	6.25	1.1747	1.1595	62.5
4	6.25	1.1443		
5	12.5	2.4249	2.38265	125
5	12.5	2.3404		
6	25	4.7156	4.6843	250
6	25	4.6580		
7	50	9.4239	9.28185	500
7	50	9.1398		

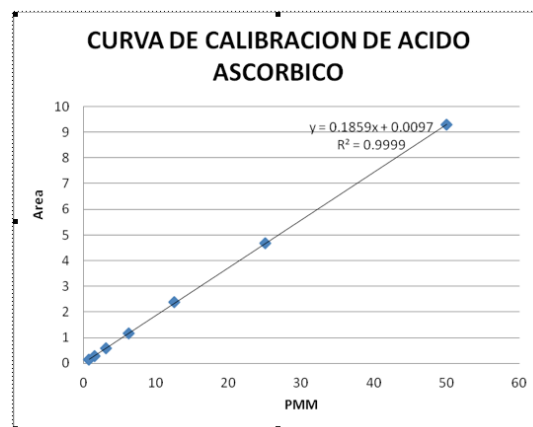


Figura 13. Gráfica de curva de calibración de ácido ascórbico.

En los cromatogramas se observó que el ácido ascórbico tenía un tiempo de retención de 2.7 minutos, permitiendo la realización de la curva de calibración de ácido ascórbico.

Cabe mencionar que las muestras fueron preparadas e inmediatamente analizadas por el equipo HPLC para el menor porcentaje de degradación del ácido ascórbico debido al tiempo.

La Figura 13 muestra la curva de calibración obtenida. Como se puede observar en la gráfica, la ecuación de la recta (R^2) resultó muy favorable con un valor de 0.9999, lo cual indica que el margen de error de la curva a utilizar será muy bajo ya que el estándar del ácido ascórbico fue de 99% de pureza, permitiendo realizar comparaciones posteriores con total confianza.

Muestras de jugos clarificados

Para las muestras de los jugos clarificados los resultados obtenidos en el análisis cromatográfico se presentan en la Tabla No. 2. Las cantidades encontradas de ácido ascórbico en las muestras de jugo Jumex y JUACH fueron muy similares, hallándose dentro del mismo rango de mg/100g; sin embargo, presentaron una cantidad muy baja de ácido ascórbico, encontrándose por debajo de la concentración más pequeña de la curva de calibración (0.78125 ppm). Por otro lado, demostraron tener vitamina C, mientras que las muestras de los jugos Sonrisa y Confrutta no arrojaron ninguna cantidad de vitamina C, demostrando así que no cumplen con el 100% de la calidad nutrimental que deben tener.

No obstante, solo una de las muestras analizadas —jugo Del Valle— presentó una cantidad muy elevada con respecto a las otras cuatro muestras, mostrando una gran diferencia.

Los jugos de las marcas Sonrisa y Confrutta no demostraron tener ácido ascórbico, el jugo JUACH fue el de menor contenido en vitamina C, y Del Valle, por mucho, fue el jugo con mayor contenido de ácido ascórbico.

Tabla 2. Resultados de análisis cromatográfico en jugos clarificados.

Muestra	PPM	PPM	Área	Área	mg/100g	mg /100g
Jumex	0.0619	0.0505	0.0212	0.0191	0.6186	0.50565
	0.0393		0.017		0.3927	
Sonrisa	0	0	0.0008	0.00065	0	0
	0		0.0005		0	
Confrutta	0	0	0.002	0.0019	0	0
	0		0.0018		0.4250	
Del Valle	1.0538	0.9992	0.2056	0.19545	10.5379	9.9919
	0.9446		0.1853		9.4459	
JUACH	0.0414	0.03765	0.0174	0.0167	0.4142	0.37655
	0.0339		0.016		0.3389	

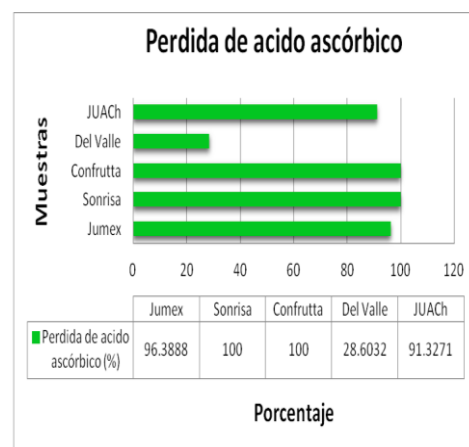


Figura 14. Pérdida de ácido ascórbico en diferentes muestras de jugos clarificados.

En promedio, la pérdida de ácido ascórbico en las muestras analizadas fue de 96.9289 %. Por su parte, la marca Del Valle difirió bastante de las demás muestras, por lo que se puede afirmar que sí es adicionada con vitamina C, tal y como lo indica en su página Web oficial, aunque no lo especifica en la etiqueta. Cabe mencionar que se tomó como base la cantidad de ácido ascórbico encontrada en un jugo de manzana sin ningún tratamiento (Ver Tabla No.2).

Los porcentajes de cada marca se muestran en la Figura No. 14.

Muestras de jugos néctares

En la Tabla No.3 se pueden observar los resultados obtenidos a partir del análisis cromatográfico. Las cantidades de ácido ascórbico en las 5 diferentes muestras, en comparación con los jugos clarificados, no tienden a estar dentro de un solo rango o patrón pues los resultados fueron muy variados, colocándose en diversos puntos de la curva de calibración, a diferencia de los jugos clarificados de los cuales solo uno se colocó dentro de la curva.

Los jugos Jumex y Sonrisa fueron los únicos que arrojaron datos muy similares, mientras que el jugo Confrutta demostró tener una mínima cantidad de vitamina C. Por otra parte, los jugos Del Valle y JUACH tienen una cantidad bastante considerable de dicha vitamina, pudiéndose observar que el jugo Del Valle es muy parecido a la presentación clarificada.

El único jugo que siguió presentado casi nula cantidad de vitamina C fue el de la marca Confrutta, donde ninguno de los tipos de jugos analizados presentó más de 1 mg/100g. Por lo contrario, los jugos de las marcas Jumex, Sonrisa y Del Valle presentaron una elevación a su contenido de vitamina C en sus presentaciones de néctar, con una tendencia de aumento de entre 4 y 5 mg/100g.

Por último, la mayor diferencia se pudo ver en el jugo JUACH, cuya cantidad encontrada fue muy elevada en comparación con la del jugo clarificado. El aumento de contenido de ácido ascórbico fue 27 veces más con respecto a su valor original (10.379mg/100g).

Tabla 3. Resultados de análisis cromatográfico en jugos con néctar.

Muestra	PPM	P PPM	Área	P Área	mg/100g	mg /100g
Jumex	0.4804	0.464	0.0990	0.0848	4.804	4.0398
	0.3276		0.0706		3.276	
Sonrisa	0.5858	0.5624	0.1186	0.1142	5.858	5.6239
	0.5390		0.1099		5.390	
Confrutta	0.0909	0.0865	0.0266	0.0257	0.909	0.8633
	0.0818		0.0249		0.818	
Del Valle	1.4707	1.4355	0.2831	0.2773	14.707	14.3948
	1.4083		0.2715		14.083	
JUACH	1.0861	1.0756	0.2116	0.2096	10.861	10.7530
	1.0646		0.2076		10.646	

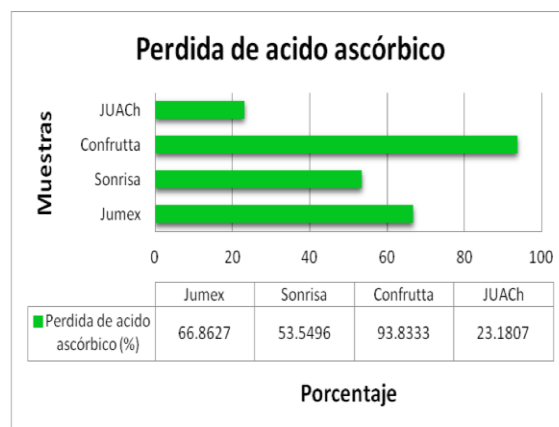


Figura 15. Pérdida de ácido ascórbico en diferentes muestras de jugos néctares.

Al igual que en los jugos clarificados, el promedio de la pérdida de ácido ascórbico en las muestras analizadas fue de 59.3565 %, despreciando el valor de la marca Del Valle, ya que su contenido resultó mayor que el valor de referencia tomado, por lo cual se afirma que sí fue adicionado con vitamina C, tal y como lo indica su página Web oficial, aunque esto no es especificado en la etiqueta del jugo. Para ello se tomó como referencia la cantidad de ácido ascórbico encontrada en un jugo de manzana sin ningún tratamiento (Ver la Tabla No.3).

Los porcentajes de cada muestra se enseñan en la Figura No.15.

Análisis estadístico

Los resultados arrojados por el análisis estadístico donde se analizaron globalmente las muestras clarificadas y los néctares fueron los siguientes: se obtuvo una P de 0.000, la cual indica que hay una diferencia significativa entre los jugos clarificados y los jugos néctares. Los resultados arrojados de las medias de todas las muestras de los ambos tipos de jugos indicaron que los jugos Sonrisa y Jumex no presentan entre ellos ninguna diferencia estadística, por lo que contienen la misma concentración de ácido ascórbico, mientras que los jugos Del Valle, JUACH y Confrutta sí presentan una diferencia estadística (Ver Figura No. 16).

Como se muestra en la Figura No.16, los jugos JUACH, Del Valle y Confrutta (de ambos tipos de jugos) no presentaron la misma media, lo que significa que no comparten el mismo rango de concentración de ácido ascórbico.

El jugo Del Valle resultó ser el jugo con la media más grande en promedio entre los dos tipos de jugo, clarificado y néctar, lo cual quiere decir que contiene la mayor cantidad de ácido ascórbico de entre todas las muestras.

El jugo que presentó el menor contenido de ácido ascórbico fue Confrutta con 0.4 mg/100gr, mientras que Del Valle demostró contener una cantidad de ácido con 12.2mg/100g.

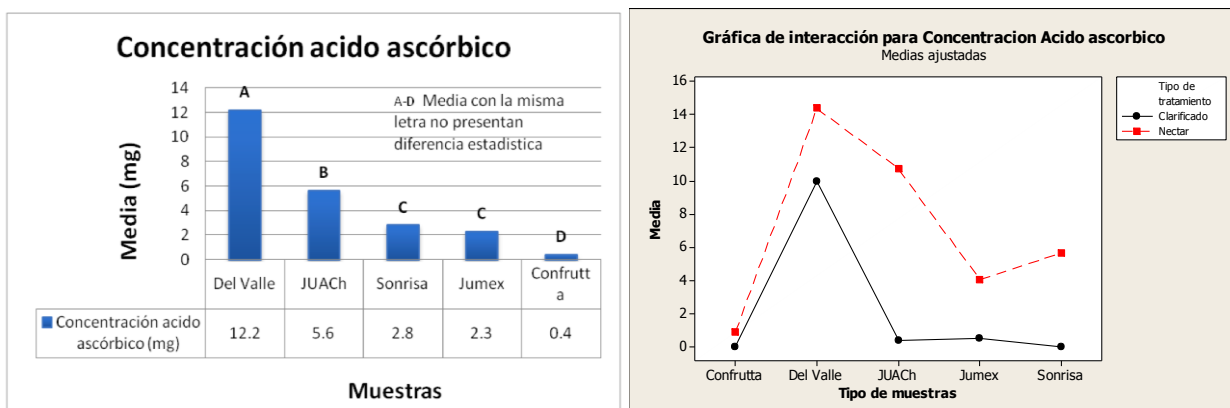


Figura 16. Gráfica de análisis general ANOVA/Tukey de concentración de ácido ascórbico de todas las muestras en ambos tipos de jugos.

Figura 17. Gráfica de interacción para concentración de ácido ascórbico en muestras de jugos clarificados y néctares (ANOVA/Tukey).

A diferencia de los resultados mencionados, a continuación se muestran en la Figura No.17 los resultados de un análisis más desglosado, diferenciando los tipos de jugo, clarificados y néctares.

-El jugo néctar Del Valle contiene la mayor concentración de ácido ascórbico.

-Los jugos JUACH néctar y Del Valle clarificado comparten la misma media, por lo cual, se consideró que su concentración de ácido ascórbico es la misma.

-Los jugos néctares Sonrisa y Jumex resultaron con la misma media, señalando que la cantidad de ácido ascórbico que contienen es significativamente igual.

-Ambos tipos de jugos de Confrutta y los jugos clarificados Jumex, Sonrisa y JUACH presentaron misma media, indicando que todos estos contienen significativamente la misma concentración de ácido ascórbico.

En la Figura No.18 se muestran las interacciones de la concentración de ácido ascórbico en los 2 diferentes tipos de tratamiento a los que fueron sometidos los jugos analizados, donde, como ya se mencionó anteriormente, se observa la diferencia entre los jugos clarificado y néctar Del Valle con respecto a las demás muestras. Se puede interpretar que estas parten de un mismo punto en el tratamiento de clarificación y toman diferentes valores en el tratamiento sin clarificación.

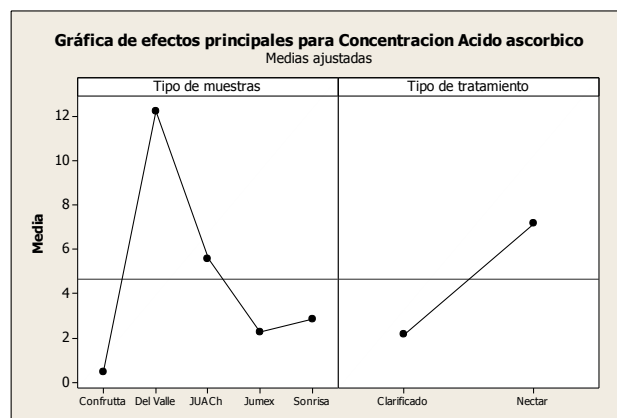
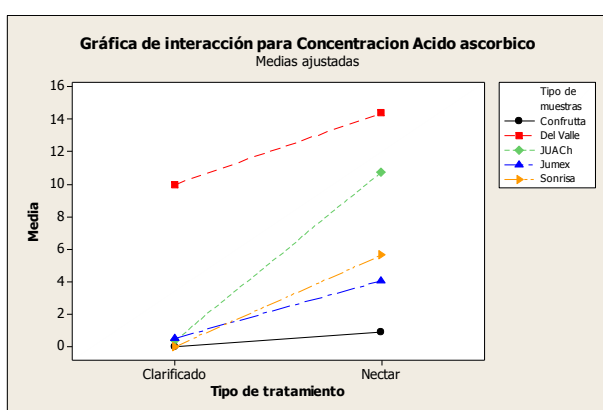


Figura 18. Gráfica de interacción para concentración de ácido ascórbico en tipo de tratamiento; clarificados y néctares de las marcas que se analizaron (ANOVA/Tukey).

Figura 19. Gráfica comparativa de las muestras de jugo clarificado y jugo néctar.

Englobando en una sola gráfica (Figura No.19) la cantidad encontrada de ácido ascórbico de los jugos clarificados y néctares, se determinó que la diferencia entre los jugos néctares y clarificados es de más del triple (3.22 veces), ya que según los datos obtenidos se debería de añadir 2.22 veces más de ácido ascórbico (4.9mg) a los jugos clarificados para obtener la misma cantidad de vitamina C que en los néctares. Esto demostró que no solo el tratamiento térmico de pasteurización al que son sometidos los jugos afecta la cantidad de ácido ascórbico, sino también los tratamientos previos como el de clarificación por medio de membranas. El tamaño de las moléculas de las vitaminas es muy pequeño, por lo que durante los procesos de clarificación por ultrafiltración y/o microfiltración se quedan atrapadas en las membranas, dando como resultado que el ácido ascórbico y las vitaminas se eliminen en un gran porcentaje.

Ahora, tomando en cuenta el jugo de manzana sin cáscara y sin pasteurizar (JUACH sin tratamiento) y comparándolo con los jugos JUACH clarificado y JUACH néctar (sin clarificar), se encontró una diferencia de 91.14 % entre el jugo JUACH clarificado y el jugo JUACH sin tratamiento, mostrando una pérdida considerable de 13.6 mg de vitamina y una diferencia de 21.42 % entre el jugo JUACH néctar y el jugo JUACH sin tratamiento con una pérdida de 3.2 mg. Lo anterior se puede observar en las Figuras 20 y 21.

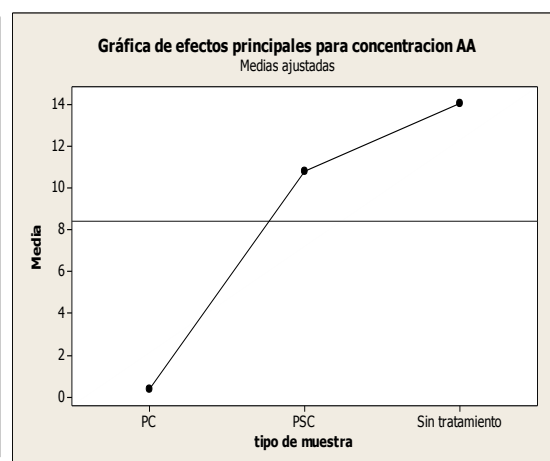
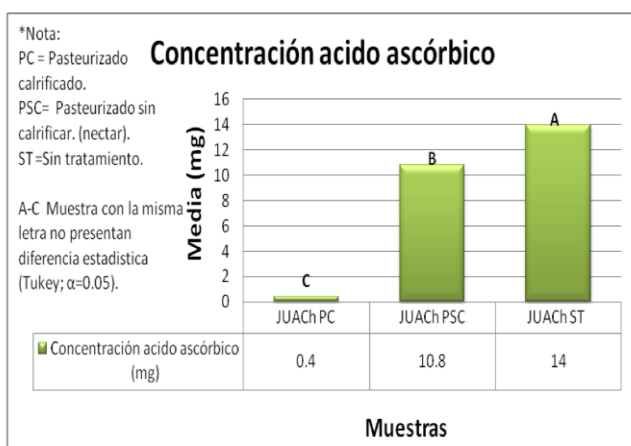


Figura 20. Gráfica comparativa de concentración de ácido ascórbico en jugos JUACH clarificado, JUACH néctar y JUACH sin tratamiento.

Figura 21. Gráfica de efectos principales del ácido ascórbico (AA) en jugos procesados en el laboratorio; JUACH clarificado, JUACH sin clarificar (néctar), y JUACH sin tratamiento (jugo de una manzana sin tratamiento).

Se calculó un promedio de la media de la pérdida de ácido ascórbico en las muestras analizadas, que fue de 66.7142 % independientemente del tratamiento al que fuera sometido el jugo. Cabe

mencionar que se tomó como base la media de la cantidad de ácido ascórbico del jugo JUACH sin tratamiento.

Comparación con Normas Oficiales Mexicanas y tablas nutrimentales

Tablas nutrimentales

Tomando como referencia las tablas nutrimentales de la manzana, la cantidad de vitamina C que esta contiene varía entre 10 y 12 mg/100g, dependiendo de sus características.

Retomando los datos del análisis cromatográfico, las concentraciones de ácido ascórbico de las 5 diferentes muestras que se analizaron muestran lo siguiente:

- **Jugos clarificados**

-Los jugos Sonrisa y Confrutta no contienen vitamina C y los jugos Jumex y JUACH tienen muy poca, no cubriendo el mínimo marcado en las tablas nutrimentales. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que los datos de las tablas nutrimentales no son válidos en los jugos porque en estos la manzana ha sufrido diversos cambios resultado de su procesamiento; aunque las cantidades de ácido ascórbico no deberían de variar significativamente, como en este caso. Debido a lo anterior, se puede afirmar que ninguna de estas marcas adiciona esta vitamina a sus jugos, con excepción del jugo Del Valle, cuya página web lo menciona. En el jugo JUACH no se pretendió adicionar ácido ascórbico precisamente para poder observar la pérdida de dicho ácido durante los tratamientos a los que se sometió.

-El jugo Del Valle fue el único en presentar una cantidad igual a la de las tablas nutrimentales.

- **Jugos Néctar**

- Los jugos Jumex, Sonrisa y Confrutta mostraron el mismo caso que en sus presentaciones clarificadas: no cumplen con los valores estipulados en las tablas nutrimentales, aunque sí tienen mayor cantidad de ácido ascórbico que sus presentaciones clarificadas, lo que indica que sus productos no son de la calidad esperada.

- Los jugos Del Valle y JUACH superaron los valores estipulados en las tablas nutrimentales, por consiguiente su calidad es bastante buena.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM y NMX)

Las normas aplicables a este estudio son:

- NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.
- NMX-F-045-1982. Alimentos. Frutas y Derivados. Jugo de Manzana.

Dichas normas no indican la cantidad específica de vitamina C que los jugos de manzana deben contener, pero sí otros parámetros que es interesante mencionar.

En el caso de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (Ver Tabla No.2), se indican los valores nutrimentales de referencia para la población mexicana, donde se estipula que la cantidad diaria recomendada a consumir de vitamina C es de 60mg/100g. Tomando esto como base, el único jugo que aportaría un porcentaje considerable en la ingesta diaria de esta vitamina es Del Valle en sus dos presentaciones y el jugo JUACH néctar.

En la NMX-F-045-1982 se encuentra indicado el valor máximo de ácido ascórbico que puede ser adicionado a los jugos de manzana, el cual es de 150mg/1kg (15mg/100g), por lo tanto, según los valores obtenidos, ningún jugo sobrepasa esta cantidad, encontrándose sobre el límite los jugos Del Valle con una media de ácido ascórbico de 12.2 mg/100g.

CONCLUSIONES

El contenido de vitaminas en los jugos comerciales de manzana es muy importante pues son una parte esencial para que el producto sea de buena calidad, tanto de inocuidad como nutrimental. Se estudiaron y analizaron las propiedades nutrimentales (ácido ascórbico) en jugos ultra pasteurizados de manzana, tanto comerciales como elaborados en la Facultad de Ciencias Químicas, determinando las cantidades de ácido ascórbico de diferentes muestras comerciales y del jugo elaborado en laboratorio en dos presentaciones —clarificados y néctares—, obteniéndose resultados poco favorables en la mayoría de las muestras analizadas. Cumpliendo con las expectativas esperadas, solo dos de las muestras, el jugo Del Valle, en sus ambas presentaciones, y el jugo JUACH (jugo elaborado en la Facultad de Ciencias Químicas) en su presentación de néctar. Se llegó a la conclusión de que no solo el proceso térmico de conservación utilizado es un factor determinante en la obtención de mayor o menor cantidad de vitamina C en los jugos, sino también el proceso de filtración/clarificación de los jugos, tanto en escala industrial como en el laboratorio.

Es importante resaltar que solo una marca (Del Valle) demostró tener la calidad esperada en todas las muestras y que su producto sí es adicionado con los nutrientes de la manzana original pero que debido a los procesos a los que es sometido durante su producción estos se van perdiendo hasta quedar una mínima cantidad o la pérdida total, como fue en el caso de las demás muestras comerciales.

Finalmente, todas las muestras demostraron cumplir con los estándares estipulados por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-051-SCFI/SSA1-2010 y NMX-F-045-1982).

Bibliografía

- Altisent, R. (2010) Regeneración aromática y de calidad en manzanas (*Malus domestica* Borkh) almacenadas en atmosfera controlada con muy bajo nivel de oxígeno. Tesis Doctoral. Universidad de Lleida, España.
- Badui, S., (2006) Química de los alimentos. Capítulo 6, pp. 327-377. Pearson Editorial. México.
- Benítez, E.I., Lozano, J.E (2002) Effect on gelatin on Apple juice turbidity. *Latin American Applied Research* 37, pp. 261-267.
- Beveridge, T., Rao, M.A (1997) Juice extraction from apples and other fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 37 (5), pp. 449-469.
- Brown, A., (2010), *Understanding food: principles and preparation*, Estados Unidos.
- Castro, A., (2007), Aplicación de la cromatografía líquida acoplada a la espectrometría de masas en tandem a la determinación de antidepresivos en plasma y fluido oral. Charles-Rodríguez A. V., 2002. Comparación de proceso térmico y uso de pulsos eléctricos en la pasteurización de jugo de manzana. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua. México.
- Cliff, M., Denver M. C., Gayton, R. (1991), Juice extraction process and Apple cultivar influences on juice properties. *Journal of Food Science*.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F, (2013) *Ingeniería química: operaciones básicas*, Tomo II, Capitulo 9 p-443, Editorial Reverté, Oxford, Inglaterra.
- FAO (2006). <http://www.fao.org/>. Consultada Julio 2013. FDA 8U.S.

Food and Drug Administration), (2000). Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies.

Fennema, O., (2000), Química de los alimentos, Capítulo 8, pp. 634-627. Acribia Editorial, Universidad de Wisconsin, EU.

Franklin, G., (1969), Advances in food research, London.

Gil, A., (2010), Tratado de Nutrición, Tomo II, Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos, Editorial Médica Panamericana, Capítulo 20, p. 535, México.

González, V. E., Holguín G. O., Caracterización fisicoquímica de 5 variedades de manzana producida en el estado de Chihuahua, Tesis de licenciatura en Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Gutiérrez, T., Hoyos, O., Páez, M., (2007). Determinación del contenido de ácido ascórbico en uchuva, por cromatografía líquida de alta resolución.

Hudes, M., Block, N. (2001). American journal of epidemiology. 154 1113-1118.

Ibarz, A., Barbosa-Cánovas, G.V. (2005). Operaciones unitarias en la ingeniería de los alimentos. Mundi-Prensa, Madrid, España.

John, Z., Yudkin, R., (2002), The lancet, 359; 1969-1974, EU.

Johnson, J. Braddock, R., (1995), Kinetics of acid ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum, EU.

Lama, J; Figueroa, V. (1997). Jugo de naranja dulce. Proyecto Comunitario de Conservación de Alimentos, Condimentos y Plantas medicinales. CDR, ANIR, FMC, MINAGRI. La Habana (Cuba), s.f. 4 p.

Paltrinieri, G; Figueroa, F. (1993). Procesamiento de Frutas y Hortalizas Mediante Métodos Artesanales y de Pequeña Escala. Manual Técnico, pp. 98-100. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago.

Potter, N., Hotchkiss, J.H. (1999). Ciencia de los alimentos. Acribia, Zaragoza, España.

Roig, M, Rivera, Z., (1998), Journal Food Science Nutrition, 44; (1998) 59-72, EU.

Sharma, S.K., Mulvaney, S.J., Riszvi, S.S.H. (2007). Ingeniería de alimentos: operaciones unitarias y prácticas de laboratorio, Limusa Willey, México, D.F.

Sillas Santos, M.H. (2004). Dieta mediterránea y alimentos funcionales: seguridad alimentaria. Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Silveira, A., (2007), Ciencia y tecnología de Alimentos, Brasil.

Vámos-Vigyazó, L., Haard, N.F. (1981) Polyphenol oxidases and peroxidases in fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 15 (1): 49-127.

Van Der Luis, A.A., Dekker, M., Skrede, G., Jongen, W. M. F. (2002). Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in Apple juice. 1. Effect of existing production methods. Journal of Agricultural Food Chemistry 50: 7211-7219.

Zermeño-González, A., et al. (2008), Escaldado del fruto en la producción orgánica de manzana: impacto sobre el paño del fruto. Tropical and Subtropical Agroecosystems.

Infoagro (2013). http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/manzana.htm, Consultada Junio del 2013.

Ozores, M., (2012). Laboratorio de Técnicas instrumentales. <http://laboratorioteccnicasinstrumentales.es/analisis-quimicos/cromatografa-de-liquidos-hplc>. Consultada Junio 2013.

Rossi, R., Otra medicina (2011), <http://www.otramedicina.com/2011/04/21/propiedades-nutritivas-de-la-manzana>, Consultada Junio 2013.

SAGARPA (2010), http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/LINEAMIENTOS%20AGRG/RE_2010_1_4.pdf. Consultada Septiembre 2013.

UNIFRUT (2009). <http://www.unifrut.com.mx/pronosticos/consulta01.php>. Consultada Julio 2013.