

Consistencia de algunas pastas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) del mercado de PiuraConsistency of some tomato paste (*Lycopersicum esculentum* Miller) from the Piura marketSÁNCHEZ CHERO, Manuel Jesús¹; SÁNCHEZ CHERO, José Antonio²;
MIRANDA ZAMORA, William³

Universidad Nacional de Frontera

RESUMEN

La demanda del consumidor de productos elaborados de alta calidad con características frescas ha desarrollado aritméticamente. Las preferencias cambian hacia lo fresco, saludable, rico en aroma y buen sabor, a los alimentos listos para comer con una mayor vida útil. El tomate es uno de los frutos más importantes, se comercializa principalmente como productos procesados, es decir, pastas, concentrados, ketchup, salsa de tomate y así sucesivamente. Esta investigación tuvo como objetivos: calcular la consistencia de cuatro pastas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) del mercado de Piura y determinar la correlación entre las valoraciones realizadas con el consistómetro Bostwick y las valoraciones sensoriales. El Bostwick se utilizó para determinar el valor Bostwick de la pasta de tomate mediante la determinación de la medida de los flujos de ésta, recorriendo con su propio peso a lo largo de una superficie plana en escala de centímetros, por 30 s, por cada muestra analizada en orden decreciente, Tottus: 12,4; Walibí: 8,4; “B y D”: 5,1 y Molitalia: 4,6. La correlación fue de manera inversa entre los valores del consistómetro Bostwick y las calificaciones sensoriales de consistencia de pasta de tomate, con un coeficiente de determinación de 80,85%.

Palabras clave: Reología, consistencia, consistómetro Bostwick, pasta, tomate.

ABSTRACT

The consumer demand for quality food fresh features has arithmetically developed. The preferences change to fresh, healthy, rich in aroma and good taste, to ready-to-eat foods with a longer shelf life. The tomato is one of the most important fruit. It is marketed primarily as processed products, i.e., pastes, concentrates, ketchup, tomato sauce and so on. The objective of this research was to calculate the consistency of four tomato pastas (*Lycopersicum esculentum* Miller) market of Piura and to determine the correlation between the assessments made with Bostwick consistometer and sensory evaluations. The Bostwick consistometer is used to determine the consistency of the tomato paste by determining the extent flows tomato paste down with its own weight along a flat surface centimeters scale, in 30 s per sample in descending order, Tottus: 12.4, Walibi: 8.4, “B and D”: 5.1 and Molitalia: 4.6. The correlation was inversely between the values of consistometer Bostwick and sensory scores consistency of tomato paste, with a determination coefficient of 80.85%.

Key words: Rheology, consistency, Bostwick consistometer, paste, tomato.

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista UCV HACER Campus Chiclayo. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución - No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

Recibido: 16 de abril de 2019

Aceptado: 30 de mayo de 2019

Publicado: 01 de julio de 2019

¹Ingeniero de Sistemas, Doctor en ciencias de la Educación, msanchez@unfs.edu.pe



<https://orcid.org/0000-0003-1646-3037>, Perú.

²Ingeniero Industrial, Magister en Gestión Pública, jchero23@hotmail.com



<https://orcid.org/0000-0002-3157-8935>, Perú.

³Ingeniero agroindustrial e industrias alimentarias, Doctor en Ingeniería Industrial, wmiranda@unfs.edu.pe



<https://orcid.org/0000-0002-0829-2568>, Perú

INTRODUCCIÓN

Los términos de textura, reología, consistencia y viscosidad se utilizan a menudo intercambiables, a pesar del hecho de que describen propiedades que son algo diferentes. En la práctica, el término textura, se utiliza principalmente con referencia a los alimentos sólidos o semisólidos, y para lo líquidos se prefiere el de viscosidad.

La textura de los productos alimentarios es una de las principales cualidades que conforman la calidad percibida por los sentidos de los alimentos (Duran et al., 2001). La reología, es la ciencia de la deformación y flujo de la materia (Alvarado, 1996) a condiciones específicas o controladas. La consistencia es una medida empírica de la textura de los productos alimentarios. Con frecuencia la reología es utilizada para ver el comportamiento de productos semisólidos como salsas de tomate, ketchups y otros productos derivados de frutas y hortalizas (Alvarado y Aguilera, 2001).

En los alimentos con comportamiento newtoniano, el esfuerzo de corte o de cizalla es directamente distribuido a la velocidad de cizalla o corte, y el valor fijo de proporcionalidad es la viscosidad (Alvarado, 1996) o viscosidad dinámica.

La Figura 1 resume las principales etapas del procesamiento de jugo de tomate y procesamiento de pasta (concentrado). Los tomates se cultivan en todo el mundo para el mercado fresco, el de transformación y cada vez más el mercado de IV Gama (frutos frescos cortados sin tratamiento térmico). Este último se suele incluir en las estadísticas de tomate fresco.

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es el segundo cultivo vegetal más importante en el mundo, seguido de las papas (FAO, 2010). La pasta de tomate se origina a partir de jugo de tomate (5-6% de sólidos) en el que se elimina el agua por evaporación hasta llegar a 35-37% de sólidos (Singh y Heldman, 2014). La viscosidad o consistencia de jugo o pasta de tomate es uno de los principales factores de calidad de estos productos. Así para medir la viscosidad es común separar el suero de la pulpa y medir la viscosidad del suero del tomate con un viscosímetro o viscosímetro capilar y para medir la consistencia de la pasta de tomate el método más común es el Bostwick.

Numerosos estudios se han realizado sobre los concentrados de tomate utilizando instrumentos de control de calidad, como el consistómetro Bostwick.

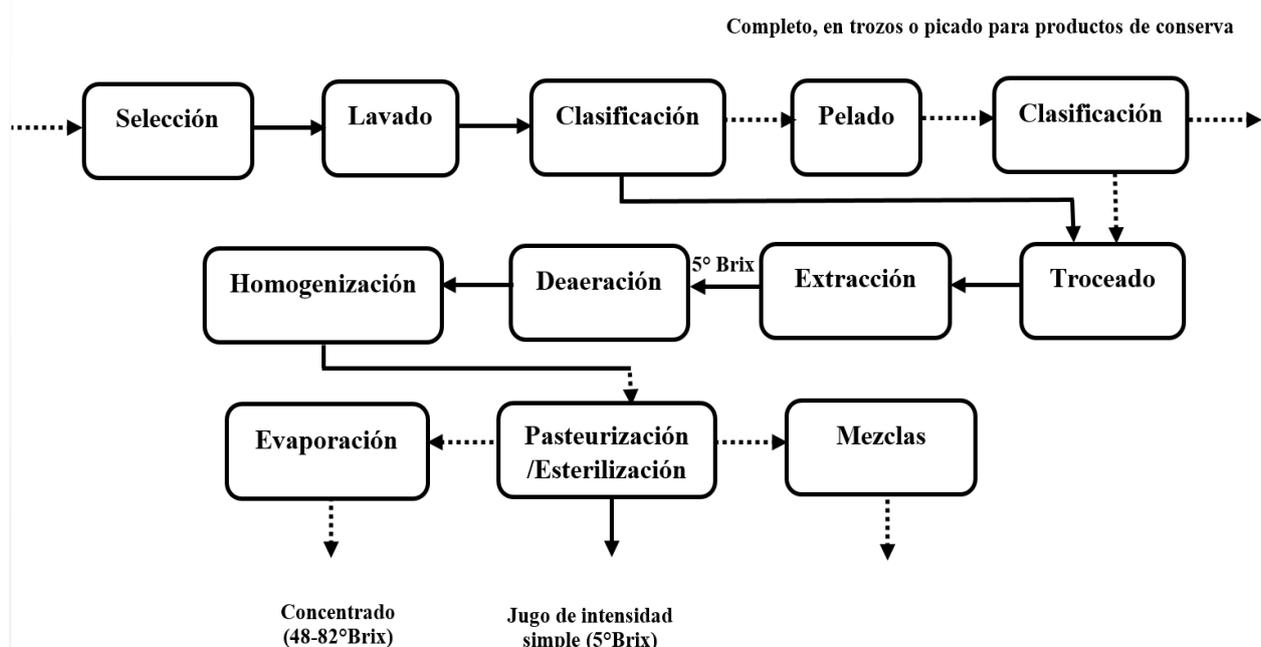


Figura 1. Diagrama de manufactura de la producción de tomate.

Desafortunadamente, para un conjunto específico de muestras de ensayo, los valores de consistencia Bostwick disminuyen con el aumento de

concentración de sólidos, por lo que es imposible la obtención de datos a altas concentraciones de sólidos.

La pasta de tomate se concentra hasta un contenido de sólidos finales de al menos 24% de sólidos solubles naturales de tomate (SSNT) para cumplir con la definición de pasta del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) (Clark et al., 2014).

El Bostwick es un equipo que calcula el valor Bostwick de un alimento midiendo la longitud a la cual una muestra alimenticia fluye por efecto de su cantidad. El Bostwick es muy usado en la industria de alimentos por fabricantes de aditivos, mermeladas, productos de elevada viscosidad como salsas y almidones.

METODOLOGÍA

Muestras, materiales, instrumentos y equipos: Cuatro muestras de marcas comerciales de pasta de tomate del mercado [Walibí (200 g), Molitalia (120 g), Tottus (160 g) y “B y D” (120 g)] de diferentes grados de concentración expresados en grados Brix. De cada una de ellas se utilizó tres unidades. Los materiales usados fueron cuatro vasos de precipitado, cuatro probetas y cuatro espátulas. Los instrumentos usados fueron, un termómetro, un cronómetro y un refractómetro y el equipo utilizado es un consistómetro Bostwick.

Preparación de las muestras: para la preparación de las muestras de pasta de tomate fue usada agua destilada para realizar diluciones con el objetivo de reducir los grados Brix de las pastas hasta obtener los 14 grados Brix en cada una con el fin de normalizarlas.

Procedimiento de medida de la consistencia instrumental: Para las mediciones correspondientes se usó un Bostwick de aleación de acero (Figura 2). La compuerta es operada manualmente, permitiendo que el producto alimentario fluya en el más corto tiempo. La pista esta graduada cada 0,5 cm lo que permite medir de manera precisa el flujo del producto alimentario. El Bostwick se diseñó para alinearse al suelo. El procedimiento usado fue el siguiente: cerrar la compuerta y llenar con la muestra, el recipiente. Abrir la compuerta y dejar correr el

producto alimentario por el suelo dimensionado por 30 segundos anotando la distancia en centímetros. Anotar este valor como la consistencia de la muestra alimentaria. Por último, se limpia el Bostwick con agua y jabón caliente y se seca totalmente el Bostwick antes de utilizarlo por segunda vez. El ensayo se realizó por duplicado para las cuatro réplicas.



Figura 2. Consistómetro Bostwick diseñado.

Procedimiento de medida de la consistencia sensorial: Al producto alimentario se le evaluó la consistencia instrumentalmente y de manera sensorial por un grupo de 24 jueces no entrenados, usando una escala de 7 puntos (7: excesiva; 5: normal; 3: fluida y 1: excesivamente fluida).

RESULTADOS

La medición de los grados Brix iniciales de las marcas de pasta de tomate comerciales oscilaron entre 14 grados Brix que era el mínimo para trabajar la medición de la consistencia (Tottus) y un máximo de 21 grados Brix (Molitalia). Después cada una de las marcas comerciales de pasta de tomate se estandarizaron a 14 grados Brix se procedió a agregarlo al depósito del consistómetro bostwick, mostrándose las lecturas en la Tabla 1.

Tabla 1. Consistencia Bostwick de muestras de pasta de tomate de distinta concentración.

Muestra Comercial	Concentración inicial [°Brix]	Consistencia Bostwick [cm]
B y D	16,5	5,1
Tottus	14	12,4
Molitalia	21	4,6
Walibí	18	8,4

En la Tabla 2 se muestra la calificación sensorial de la consistencia de la pasta de tomate comercial.

Juez N°	Pasta de Tomate			
	"B y D"	Tottus	Molitalia	Walibí
1	5	3	7	5
2	5	3	7	3
3	5	3	7	5
4	5	1	7	5
5	5	3	7	5
6	5	3	7	7
7	5	3	7	5
8	5	3	7	7
9	4	3	7	5
10	5	3	7	5
11	5	3	7	7
12	5	3	7	7
13	4	3	7	5
14	5	3	7	7
15	7	1	5	3
16	5	1	5	3
17	3	1	7	5
18	5	3	7	5
19	5	3	7	5
20	5	3	7	5
21	5	1	7	5
22	5	1	7	3
23	5	1	7	3
24	5	3	7	5
Pro-medio	5,1	2,4	6,8	5,0

Tabla 2. Calificaciones sensoriales de consistencia de pasta de tomate.

Existe una correlación negativa, es decir existe una relación inversa ya que a medida que aumenta el valor dado por los jueces disminuye el valor medido (cm) por el consistómetro Bostwick (Figura 3). El Experimento realizado es bueno, debido a que el coeficiente de determinación es mayor al 75% ($R^2 > 0,75$).

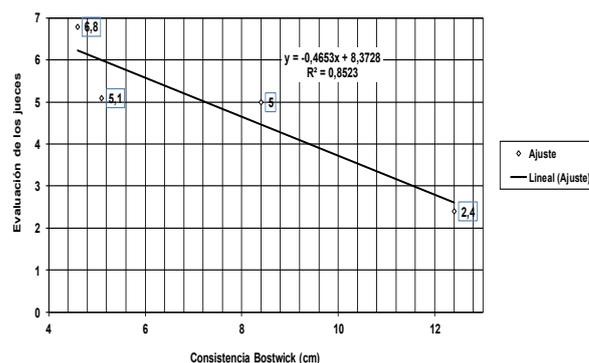


Figura 3. Relación entre los valores obtenidos con el consistómetro Bostwick y las calificaciones sensoriales de consistencia de pasta de tomate.

DISCUSIÓN

Se necesitó normalizar las medidas, pues como lo señalan Constenla et al. (1989) y Vitali y Rao (1984) los grados Brix se relacionan de manera directa con la viscosidad y al diluirse hay menos restricción de movimiento, por lo tanto la viscosidad disminuiría pudiéndose así realizar una mejor medición, lo mismo sucede con la consistencia.

De forma experimental se usa comúnmente los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), por ser de fácil determinación analíticamente en el laboratorio con un refractómetro. Los $^{\circ}$ Brix son los que más influyen sobre el rendimiento de la elaboración de alimentos concentrados hasta lo indicado por la norma (Ciruelos et al., 2007). En el caso experimental ciertamente resultó sencilla la medición. Al inicio las muestras Tottus, "B y D", Walibí y Molitalia presentaron 14, 16,5, 18 y 21 $^{\circ}$ Brix respectivamente, estos resultados dependieron directamente de la cantidad de sólidos solubles de cada pasta y del tiempo que han sido sometido a la operación unitaria de transferencia de calor. Posteriormente se diluyeron para normalizar las medidas, dado que los grados Brix se relacionan de manera directa con la viscosidad, de la cual depende la consistencia. Sin embargo pese a las diluciones se observó que al momento de hacer las lecturas el orden de consistencia que tuvieron las muestras fue el mismo que el de los grados Brix iniciales, con lo que se demuestra que también tienen una relación directa.

La pasta comercial está disponible en una gama de contenidos de sólidos, acabados y consistencias Bostwick. Cuanto mayor sea el tamaño del tamiz utilizado para la extracción, las partículas son más gruesas y mayor es el acabado. Las mediciones de Bostwick varían en el intervalo de 2,5 a 8 cm (ensayados a 12% SSNT) (Clark et al., 2014), en este caso se ensayaron a 14% de SSNT. Teniendo en consideración lo que especifica la norma mexicana (NMX-F-346-S, 1980), la cual se considera apropiada ya que fue aprobada gracias a la participación de varios organismos y la que además coincide con especificaciones de varios autores; se obtuvo un nivel aceptable en las muestras, “B y D”, Molitalia y Walibí con una consistencia de 5,1; 4,6 y 8,4 respectivamente, en cambio la muestra Tottus no cumplió con el estándar establecido alcanzado un promedio de 12,4 por lo que su aspecto no es el apropiado y es rechazado ya que la norma considera un máximo de 12 cm de consistencia Bostwick.

La cuantificación de la consistencia se realiza para valorar el comportamiento de los productos alimentarios en solución a su manejo, procedimiento y acopio, además para predecir las características sensoriales enlazadas con la consistencia y el grado de aceptabilidad del producto (Nava, 2003).

Para un consistómetro Bostwick (Figura 2), que es un instrumento que se utiliza ampliamente en las industrias relacionadas con los alimentos, en particular con los productos derivados del tomate como salsa y ketchup (Wang et al., 2018), se han realizado evaluaciones de las implicancias físicas de sus mediciones (Rao y Bourne, 1977; Marsh et al., 1980; Takada y Nelson, 1983; Vercruyse y Steffe, 1989; McCarthy y Seymour, 1993; McCarthy y Seymour, 1994; Barringer et al., 1998; Piau y Debiane, 2005; Milczarek y McCarthy, 2006; Tehrani y Ghandi, 2007; Balmforth et al., 2007). En estos trabajos, los flujos del consistómetro Bostwick se han analizado plenamente desde ambos puntos de vista el teórico y el experimental, demostrándose el potencial de este instrumento en la predicción de las propiedades reológicas de alimentos no newtonianos.

La cuantificación de la consistencia suele ser complicada y las ponderaciones hechas de manera instrumental deben correlacionarse con las

ponderaciones sensoriales (Nava, 2003), lo cual se muestra en la Figura 3.

CONCLUSIONES

Se determinó la consistencia de las cuatro pastas de tomate del mercado de Piura, obteniendo el recorrido promedio (cm) por cada muestra analizada (de menor a mayor consistencia): Tottus: 12,4; Walibí: 8,4; “B y D”: 5,1 y Molitalia: 4,6.

Se determinó la correlación de manera inversa entre los valores obtenidos con el consistómetro Bostwick y las calificaciones sensoriales de consistencia de pasta de tomate, con un coeficiente de determinación de 85,23%.

REFERENCIAS

- Alvarado, J. de D. (1996). Principios de Ingeniería: Aplicados a Alimentos. OEAPRDCT. Quito, Ecuador. Radio Comunicaciones. División de Artes Gráficas.
- Alvarado, J. de D. y Aguilera, J.M. (2001). Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.
- Balmforth, N.J., Craster, R.V., Perona, P., Rust, A.C. y Sassi, R. (2007). Viscoplastic dam breaks and the Bostwick consistometer, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* 142, 63-78.
- Barringer, S.A., Azam, A.T.M.S., Heskitt, B. y Sastry, S. (1998). Online prediction of Bostwick consistency from pressure differential in pipe flow for ketchup and related tomato products, *J. Food Processing Preservation* 22, 211-220.
- Ciruelos, A., de la Torre, R. y González, C. (2007). II.El sector agroalimentario y las nuevas tecnologías: 9. Parámetros de calidad en el tomate para industria. En: *La Agricultura y la Ganadería Extremeñas*. Vigésimo segunda edición. Producción editorial: Edelibros, s.l.u. España.
- Clark, S., Jung, S. y Lamsal, B. (2014). *Food Processing: Principles and Applications. Second Edition.* John Wiley & Sons, Ltd. UK.

- Constenla, D.T., Lozano, J.E. y Crapiste, G.H. (1989). Thermophysical properties of clarified apple juice as a function of concentration and temperature. *J. Food Sci.* 54, 663.
- Duran, L., Fiszman S.M. y de Barber, C. (2001). Propiedades Mecánicas Empíricas. En: Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos, Juan de Dios Alvarado y José Miguel Aguilera (Ed.). Editorial Acibia, S. A. Zaragoza, España. 147-187.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2010. FAOSTAT. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/home/index.html>.
- Marsh, G.L., Buhler, J.E. y Leonard, S.J. (1980). Effect of composition upon Bostwick consistency of tomato concentrate, *J. Food Sci.* 45, 703-706.
- McCarthy, K.L. y Seymour, J.D. (1993). A fundamental approach for the relationship between the Bostwick measurement and Newtonian fluid viscosity, *J. Texture Studies* 24, 1-10.
- McCarthy, K.L. y Seymour, J.D. (1994). Gravity current analysis of the Bostwick consistometer for power law foods, *J. Texture Studies* 25, 207-220.
- Milczarek, R.R. y McCarthy, K.L. (2006). Relationship between the Bostwick measurement and fluid properties, *J. Texture Studies* 37, 640-654.
- Nava, J.A. (2003). Tecnología de frutas y hortalizas. Guía del Profesor. Coordinación General de Universidades Tecnológicas, México.
- NMX-F-346-S. (1980). Salsa de tomate catsup. Catsup (tomato sauce). Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- Piau, J.M. y Debiane, K. (2005). Consistometers rheometry of power-law viscous fluids, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* 127, 213-224.
- Rao, M.A. y Bourne, M.C. (1977). Analysis of the plastometer and correlation of Bostwick consistometer data, *J. Food Sci.* 42, 261-264.
- Singh, R.P. y Heldman, D.R. (2014). Introduction to Food Engineering. Fifth Edition. New York: Academic Press.
- Takada, N. y Nelson, P.E. (1983). A new consistency method for tomato products: The precipitate weight ratio, *J. Food Sci.* 48, 1460-1462.
- Tehrani, M.M. y Ghandi, A. (2007). Modification of Bostwick method to determine tomato concentration consistency, *J. Food Eng.* 79, 1483-1486.
- Vercruyssen, M.C.M. y Steffe, J.F. (1989). Online viscometry for pureed baby food: Correlation of Bostwick consistometer readings and apparent viscosity data, *J. Food Process Eng.* 11, 193-202.
- Vitali, A.A. y Rao, M.A. (1984). Flow properties of low-pulp concentrated orange juice: Effect of temperature and concentration. *J. Food Sci.* 49, 882.
- Wang, Y., Sun, P., Li, H., Adhikari, B.P. y Li, D. (2018). Rheological behavior of tomato fiber suspensions produced by high shear and high pressure homogenization and their application in tomato products. *International Journal of Analytical Chemistry*, 18, 1-12.