

Instrumento de canal de flujo siguiendo el modelo del consistómetro Bostwick

Flow channel instrument following the model of the Bostwick consistometer

MIRANDA ZAMORA, William Rolando¹ ; SÁNCHEZ CHERO, Manuel Jesús²;
SÁNCHEZ CHERO, José Antonio³¹Universidad Nacional de Frontera²Universidad Señor de Sipán³Universidad César Vallejo

RESUMEN

En la tecnología de los alimentos se registra la medida de la consistencia de muchos productos espesos o pastosos como las salsas o pastas de frutas o vegetales. El problema ingenieril radica en el diseño y la construcción de un dispositivo de flujo que permita evaluar la consistencia de los alimentos pastosos o espesos, para lo cual en realidad se ha reformulado como un dispositivo empírico de canal de flujo siguiendo el modelo de consistómetro Bostwick mediante la “consistencia Bostwick”, que es ampliamente usada por los investigadores para definir términos técnicos, como por ejemplo la salsa de tomate. El objetivo ha sido diseñar y construir un instrumento, en donde se libera el alimento espeso o pastoso en un canal especialmente fabricado y se mide la distancia que el alimento se ha deslizado después de un intervalo de tiempo determinado, normalmente 30 segundos; esto le da la “consistencia Bostwick” al alimento espeso o pastoso, por ejemplo, un puré de tomate, B30 (Bostwick 30 segundos) sólo puede ser considerado como salsa de tomate siempre que tenga una medida Bostwick de menos de 30 cm a 20°C, de acuerdo con organismos gubernamentales. Un instrumento siguiendo el modelo del Bostwick se ha diseñado y construido de acero inoxidable.

Palabras clave: Instrumento de canal de flujo, consistencia Bostwick, prueba Bostwick.

ABSTRACT

In food technology, the consistency measurement of many thick or pasty products such as sauces or fruit or vegetable pastes is recorded. The problem in engineering lies in the design and construction of a flow device that allows evaluating the consistency of pasty or thick foods, for which it has actually been reformulated as an empirical flow channel device following the model of the “Bostwick consistometer” through the “Bostwick consistency”, which is used by researchers to define technical terms, such as tomato sauce. The objective has been to design and build an instrument, where the thick or pasty food is released into a specially made channel and the distance that the food has slipped after a certain time interval is measured, usually 30 seconds; this gives the thick or pasty food “Bostwick consistency”, for example a tomato puree, B30 (Bostwick 30 seconds) can only be considered as tomato sauce as long as it has a Bostwick measurement of less than 30 cm at 20 ° C, according to government agencies. An instrument following the model of the Bostwick has been designed and built of stainless steel.

Keywords: Flow channel instrument, Bostwick consistency, Bostwick test.

© 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: 27 de febrero de 2020

Aceptado: 31 de marzo de 2020

Publicado: 02 de abril de 2020

¹Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Maestro en Agricultura Sostenible para Exportación, Doctor en Ingeniería Industrial, email: wmiranda@unf.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0002-0829-2568>.

²Ingeniero de Sistemas, Magister en Docencia Universitaria, Doctor en Educación, email: manuelsanchezchero@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0003-1646-3037>.

³Ingeniero Industrial, Magister en Gestión Pública, email: jchero23@hotmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-3157-8935>

INTRODUCCIÓN

El Bostwick es un invento y patente del químico farmacéutico E.P. Bostwick trabajador del USDA (Oficina Central de Illinois-Chicago). Bostwick quien era especialista en Marketing se desempeñó en el área de clasificación de enlatados de frutas y hortalizas. E.P. Bostwick natural de Oak Park, Illinois, solicita su patente el 12 de diciembre de 1941 y se le otorga la misma el 15 de setiembre de 1942 (con el número 422706) para libre uso en los Estados Unidos. La patente otorgada por la Oficina de Patentes a Elmer P. Bostwick aplica en virtud de la Ley del 3 de marzo de 1883, modificada por la Ley del 30 de abril de 1928, y la invención descrita y reclamada, patentada, puede ser fabricada y utilizada por o para los Estados Unidos con fines gubernamentales sin el pago de los derechos respectivos. Esta invención se refiere a un dispositivo (consistómetro) para determinar la consistencia de materiales y para hacer determinaciones rápidas de consistencia, de los diversos materiales semisólidos de frutas y verduras procesadas, y productos similares. Lo concreto de esta invención se describe detalladamente en Bostwick (1942).

La industria alimentaria utiliza muchos instrumentos empíricos (Tabla 1) para medir el comportamiento del flujo de productos alimenticios. Estos dispositivos se utilizan para medir características reológicas empíricas, pero las respuestas encontradas tienen diferentes usos como monitorear la calidad, correlacionar características sensoriales, o incluso servir como patrones oficiales para identificar materiales (Steffe, 1996).

Tabla 1. Instrumentos de pruebas empíricas típicas y las aplicaciones en productos alimenticios.

Instrumento	Aplicación común
Consistómetro Adams	Consistencia de los purés de alimentos
Tenderómetro Armour	Suavidad de la carne
Compresímetro de panadería	Envejecimiento del pan
Medidor de presión Ballauf	Pruebas de punción de frutas y vegetales
Medidor de textura de galletas	Dureza de galletas dulces y saladas
Gelómetro Bloom	Pruebas de punción de gelatinas y
Consistómetro de Bostwick	flujo de alimentos infantiles y purés
Medidor de presión Chatillon	Pruebas de punción de frutas y verduras
Medidor de presión Effi-Gi	Pruebas de punción de frutas y vegetales
Extensígrafo	Comportamiento de masa de trigo
Farinógrafo	Calidad de cocción de la harina de trigo
Tenderómetro de guisante FMC	Calidad y madurez de los guisantes verdes
Sistema de prueba de textura	Accesorios para muchos alimentos
Texturómetro GF	Accesorios para muchos alimentos
Medidor Haugh	Calidad del huevo
Plomada Hilker-Guthrie	Firmeza de crema cultivada
Máquina de prueba universal	Accesorios para muchos alimentos
Prensa de cizalla Kramer	Ternura de guisantes y otros alimentos de
Medidor de presión Magness-	Pruebas de punción de frutas y verduras
Medidor de gel de coloides	Pruebas de punción de extractos de geles
Mixógrafo	Calidad de cocción de la harina de trigo
Tenderómetro de guisante	Calidad y madurez de los guisantes verdes
Sistema de medida de textura	Accesorios para muchos alimentos
Medidor de textura Pabst	Firmeza de alimentos particulados
Penetrómetro	Firmeza de la mantequilla y la margarina
Torsiómetro de cuajada de queso	Ajuste de cuajada de queso
Resistógrafo	Calidad de cocción de la harina de trigo
Ridgelimiter	Rigidez de pectina y jaleas de frutas
Medidor de respuesta de	Accesorios para muchos alimentos
Suculómetro	Madurez y calidad de maíz dulce fresco
Medidor de dureza SURDD	Dureza de las grasas y ceras
Homogenizador Torry Brown	Dureza del pescado
Consistómetro USDA	Consistencia de los purés de alimentos
Medidor de presión Van Dorrán	Pruebas de punción de mantequilla
Cizallador Warner-Bratzler	Dureza de la carne

Fuente: Adaptado de Perona (2005), Bourne (2002, 1982) y Steffe (1996).

Sólo los dispositivos de pruebas empíricas, capaces de medir el comportamiento de material compuesto, proporcionan un medio adecuado para la caracterización de estos alimentos. Los instrumentos empíricos son una parte valiosa en la industria alimentaria. En ciertas situaciones no se puede cuantificar propiedades de flujo de materiales, debido a muchas condiciones. Por ejemplo papa o nueces no son homogéneos, son materiales no isotrópicos y con diversas formas. En la Tabla 2 se comparan algunos instrumentos para medir las características reológicas.

Tabla 2. Comparación de los diferentes instrumentos para medir características reológicas.

	Consistómetro Ejemplo: Bostwick CSC Scientific o Endecotts	Viscómetro o viscosímetro Ejemplo: Brookfield	Reómetro Ejemplo: Bohlin
Precio aproximado (\$ US)	500	1 000 – 2 500	30 000 – 150 000
Utilización	Fácil de usar en una industria por varios empleados, con poco entrenamiento	Se utiliza para medir el estándar de los alimentos por la industria (personal capacitado)	Se utiliza para medir el estándar de los alimentos por la industria (personal capacitado)
Calibración	No	Si	Si
Formación	Fácil de entrenar al personal.	Personal con formación específica y calificación requerida	Personal con formación específica y calificación requerida

Fuente: Elaboración propia

El consistómetro Bostwick es un dispositivo simple que se usa para medir el flujo de materiales como puré que incluyen el de manzana, salsas como la de tomate, y numerosos productos alimentarios para bebé. Estas unidades son generalmente fabricadas de acero inoxidable (Figura 1a) o de resina acrílica transparente (Figura 1b) y se componen de espacios contiguos unidos con el mismo suelo, y a su vez separados por una compuerta con resorte. El primer compartimento o espacio es 5 x 5 x 3,8 cm cuando se baja la puerta. Esta sección se carga con el fluido al comienzo de la prueba que se inicia pulsando un disparador que libera la puerta (Figura 2a). El fluido baja por porque la gravedad lo permite (Figura 2b). El otro espacio que está

inclinado de 5 cm x 24 cm x 2,5 cm de ancho, de largo y de alto respectivamente. El piso de la cubeta se gradúa cada 1/2 cm y el movimiento hacia abajo del canal refleja las propiedades del fluido. Las medidas se toman después de un tiempo determinado (normalmente de 5 a 30 s) y reportados como centímetros de recorrido desde la puerta de salida. Si el recorrido del material logra una superficie no parabólica (Figura 2c), se informa de la distancia de desplazamiento del borde delantero.

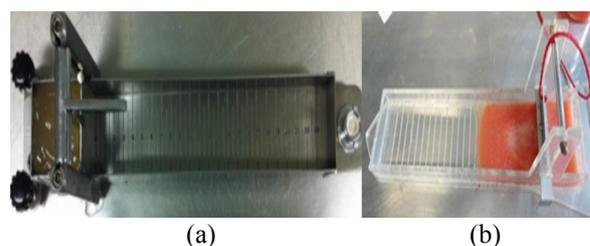


Figura 1. Consistómetro Bostwick: (a) de acero inoxidable, lleno de almidón y (b) de resina acrílica transparente, con 75 cm³ de pasta de tomate.

Fuente: Adaptado de Sacama (2012).

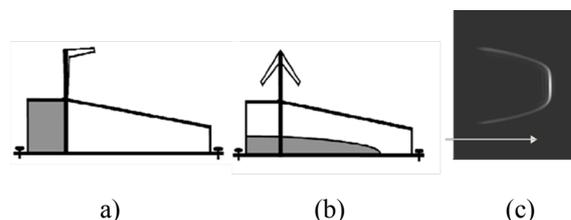


Figura 2. Esquema de consistómetro Bostwick: (a) antes de abrir la compuerta y (b) después de abrir la compuerta e (c) imagen del perfil de velocidad de una muestra de concentrado de tomate.

Fuente: Adaptado de McCarthy y Seymour (1994).

Cómo se deben expresar los resultados de lectura del consistómetro Bostwick:

Para el USDA (1971) en el caso de productos concentrados de tomate los resultados se deben mostrar por ejemplo de la siguiente manera:

Consistencia (método del consistómetro Bostwick) a 12% de Sólidos Solubles Naturales del Tomate (SSNT):

Rango -----6,1 cm a 7,3 cm

Promedio-----6,7 cm

Consistencia (método del consistómetro Bostwick) a 10,2% de Sólidos Solubles Naturales del Tomate:

Rango -----9,4 cm a 11,1 cm

Promedio-----10,2 cm

En la Figura 3 se muestra una gráfica de dilución para el caso de concentrados de tomate la cantidad de agua en gramos a ser añadida a 100 g de producto para obtener 12% de SSNT para la determinación de la consistencia Bostwick.

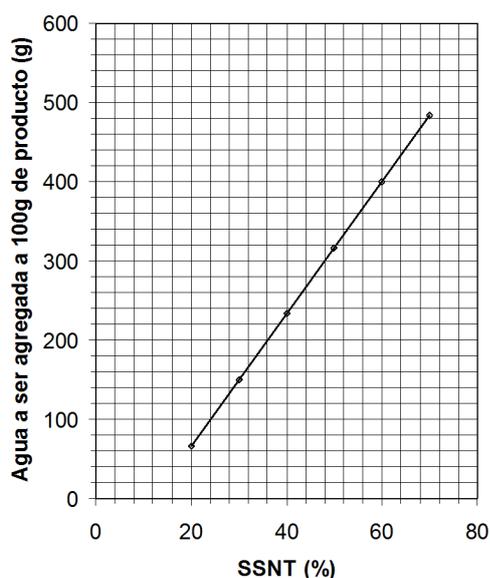


Figura 3. Gráfica de dilución para el caso de concentrados de tomate la cantidad de agua en gramos a ser añadida a 100 g de producto para obtener 12% de SSNT (Sólidos solubles naturales del tomate).

METODOLOGÍA

Se procedió al diseño y construcción de un instrumento de canal de flujo siguiendo el modelo del consistómetro Bostwick. El instrumento como un aparato experimental está hecho de acero inoxidable; el canal es de 35 cm de largo, 5 cm x 8 cm de altura y ancho respectivamente. El funcionamiento del instrumento de canal de flujo es casi idéntico a la de la consistómetro Bostwick. La Figura 4 representa el diseño del instrumento de canal de flujo siguiendo el modelo del consistómetro Bostwick.

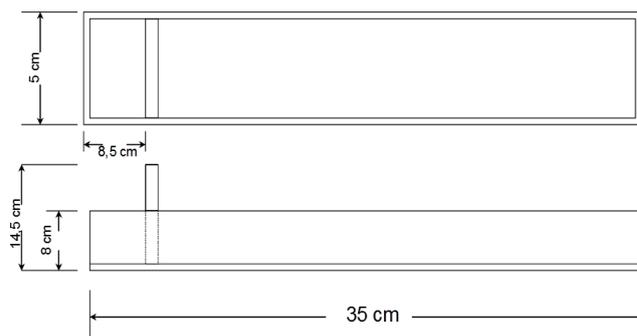


Figura 4. Esquema del instrumento de canal de flujo usado como aparato experimental (dimensiones en centímetros).

RESULTADOS

El instrumento de canal de flujo siguiendo el modelo del consistómetro Bostwick, es descrito como: un consistómetro que comprende un recipiente horizontal alargado que tiene dos secciones longitudinalmente contiguas, una puerta entre las secciones, una de las secciones están adaptadas para ser llenado con un material, la consistencia de los cuales es la que se determinará, por lo que al abrir la puerta, el material fluirá en la otra sección, y una escala delineada se extiende longitudinalmente desde la puerta en el suelo de la sección.

El instrumento de canal de flujo, como el que se muestra en la Figura 5, ha sido construido en acero inoxidable y sigue siendo utilizado de manera amplia como un instrumento que permite controlar la calidad de los diferentes productos de las diferentes industrias, como la industria alimentaria, química, etc.

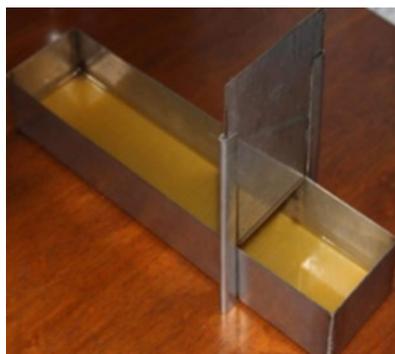


Figura 5. Instrumento de canal de flujo siguiendo el modelo del consistómetro Bostwick.

Las recomendaciones citadas a continuación tienen el propósito de evitar errores o fallas en la determinación de la consistencia de semisólidos para futuras prácticas o análisis de semisólidos. Estas recomendaciones se han podido identificar gracias a la observación, análisis e interpretación del experimento con el instrumento de canal de flujo y son:

1. Es importante partir con una correcta limpieza del instrumento de canal de flujo a utilizar, de manera que no haya materiales extraños en la zona donde se desliza el alimento y ello pueda influir de alguna manera en el aumento o reducción de su desplazamiento.
2. Limpiar y secar el instrumento de canal de flujo cada vez que sea utilizado para cada una de las pruebas con el alimento, ya que es importante que la bandeja que contenga la muestra esté seca, sin agua adherida a ésta. Esto puede traer errores o variaciones en la medida de la consistencia por el agua incluida en la muestra.
3. La limpieza del instrumento de canal de flujo debe hacerse con agua fría (no con agua atemperada), cuando el canal de flujo va a ser utilizado de manera inmediata, debido a que cambiaría la temperatura para la prueba o ensayo.
4. El reservorio del instrumento de canal de flujo debe siempre ser llenado con el alimento al ras, manteniendo la puerta cerrada y evitando que se formen burbujas de aire; para que el llenado del reservorio quede perfectamente al ras es aconsejable utilizar una espátula.
5. La puerta de la cámara del instrumento de canal de flujo debe soltarse súbitamente, a la vez que se empieza a tomar el tiempo.
6. La mesa donde ha sido colocado el

instrumento de canal de flujo debe ser estática y muy bien fijada al suelo, cuidando cualquier tipo de movimiento, ya que esto influye en el experimento.

7. Al momento de levantar la puerta de metal del instrumento de canal de flujo, esto se debe hacer con sumo cuidado; ya que cualquier movimiento brusco puede hacer que se genere una variación en la determinación de la consistencia de la muestra.

8. La fuerza que se usa para poder levantar la puerta de metal debe ser la misma, sin variaciones en la velocidad y tiempo con que es retirada la puerta de metal, evitando así menores márgenes de error.

DISCUSIÓN

El instrumento de canal de flujo (Yoshida et al., 2013) siguiendo el modelo del consistómetro Bostwick es uno de los métodos propuestos para medir y clasificar productos usados para la disfagia (Hanson et al., 2019, Côté et al., 2018, Mertz et al., 2018). El instrumento de canal de flujo siguiendo el modelo del consistómetro Bostwick se recomienda su uso en diferentes industrias (Dellal y Koch, 2019). El instrumento de canal de flujo se puede utilizar para medir la consistencia Bostwick en diferentes alimentos como yogurt (Guénard-Lampron et al., 2018).

CONCLUSIONES

Se construyó un instrumento de canal de flujo siguiendo el modelo del consistómetro Bostwick para la medición de las muestras de alimentos espesos o pastosos.

REFERENCIAS

- Bostwick, E.P. (1942). Consistometer. U.S. patent 2,295,710.
- Bourne, M.C. (1982). Food texture and viscosity: concept and measurement. Academic Press, New York.
- Bourne, M.C. (2002). Food Texture and viscosity: concept and measurement. Second edition. Academic Press, New York.
- Chambers IV, E., Maughan, C., Padmanabhan, N., Alavi, S. y Adedji, A. (2019). Sensory analysis of 20% solids fortified blended porridge, *British Food Journal*, Vol. 121 (2): 633-641.
- Côté, C., Germain, I., Dufresne, T. y Gagnon, C. (2018). Comparison of two methods to categorize thickened liquids for dysphagia management in a clinical care setting context: The Bostwick consistometer and the IDDSI Flow Test. Are we talking about the same concept?. *Journal of Texture Studies*
- Dellal, N.A. y Koch, S. (2019). Contemporary educational researches: theory and practice in education. Rakuten Kobo.
- Guénard-Lampron, V., St-Gelais, D., Villeneuve, S. y Turgeon, S. L. (2018). Individual and sequential effects of stirring, smoothing, and cooling on the rheological properties of nonfat yogurts stirred with a technical scale unit. *Journal of Dairy Science*.
- Hanson, B., Jamshidi, R., Redfearn, A., Begley, R. y Steele, C. M. (2019). Experimental and computational investigation of the IDDSI flow test of liquids used in dysphagia management. *Annals of Biomedical Engineering*.
- McCarthy, K.L. y Seymour, J.D. (1994). Gravity current analysis of the bostwick consistometer for power law foods. *Journal of Texture Studies*, 25(2), 207–220.
- Mertz, J., Chambers, E. y Cook, K. (2018). Visualizing the consistency of thickened liquids with simple tools: implications for clinical practice. *Am. Journal Speech Lang Pathol.* 6;27(1):270-277.
- Perona, P. (2005). Bostwick degree and rheological properties: An up-to-date viewpoint. *Appl. Rheol.* 15, 218-229.
- Sacama, F.D. (2012). Estudio para la conservación de tomate mediante tratamiento térmico en Mozambique. Máster Universitario en Tecnología y Calidad en las Industrias Agroalimentarias. Universidad Pública de Navarra.
- Steffe, J.F. (1996). Rheological methods in food process engineering. Second edition. Freeman Press. United States of America.
- USDA. (1971). Methods of analysis for tomato products: Determination of consistency. United States Department of Agriculture, Consumer Marketing Service, Fruit and Vegetable Division, Processed Products Standardization and Inspection Branch.
- Yoshida, M., Soda, A., Togashi, A., Egawa, Y. y Sato, Y. (2013). A modified methodology to evaluate viscosity of non-newtonian liquid foods with a flow channel instrument. *Journal of Food Science and Engineering*, 3: 411-423.