

Efecto de la concentración en el comportamiento reológico de un alimento fluido

Apellidos, nombre	Talens Oliag, Pau (pautalens@tal.upv.es)
Departamento	Tecnología de Alimentos
Centro	Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

Las medidas reológicas han sido consideradas como una herramienta analítica que aporta información de la organización estructural de los alimentos. Varios factores afectan el comportamiento reológico de los alimentos entre los que destacan la temperatura ^[1-2], la presión de trabajo, la velocidad de cizalla, el tiempo de aplicación de la misma, la concentración de solutos ^[3] y el tamaño de partícula ^[4].

Este artículo docente se centra en evaluar y estudiar la influencia que tiene la concentración de solutos en el comportamiento reológico de un fluido.

2 Introducción

Existen muchos factores que influyen en el comportamiento reológico de los alimentos, pero son, quizás, la temperatura de tratamiento y la concentración de solutos en el alimento los factores más importantes y los que más se han estudiado. El efecto que la concentración ejerce sobre un alimento es aumentar la viscosidad o índice de consistencia del producto. Normalmente se cumple una relación de tipo exponencial (ecuación 1) o de tipo potencial (ecuación 2), con una concentración crítica a partir de la cual el valor de viscosidad aumenta a gran velocidad al aumentar esta concentración (Figura 1). La concentración crítica depende del tamaño de partícula.

$$Y = a \exp(Bc) \quad (\text{ecuación 1})$$

$$Y = a \cdot C^b \quad (\text{ecuación 2})$$

Donde las Y puede ser la viscosidad o el índice de consistencia y C es la concentración de alguno de los componentes de la muestra.

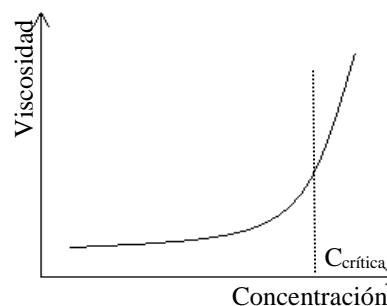


Figura 1. Variación de la viscosidad con la concentración.

La mayor parte de información que hay en relación al efecto de la concentración sobre la viscosidad de alimentos se refiere a productos derivados de frutas, por lo que se estudia el efecto de los sólidos solubles, contenido de pectinas y sólidos totales. Las ecuaciones tipo potencial dan buen resultado en purés de frutas mientras que la

ecuación tipo exponencial se aplica mejor en zumos, concentrado de frutas y pastas [2].

Además de afectar a la viscosidad e índice de consistencia, la concentración también puede afectar el umbral de fluencia, haciendo que aumente su valor al incrementarse la concentración. Al disminuir la concentración puede incluso desaparecer el umbral de fluencia, pasando el comportamiento del fluido de plástico a pseudoplástico.

En relación al índice de comportamiento al flujo, hay trabajos en los que la concentración no le afecta, mientras en otros se observa que un aumento de la concentración disminuye su valor [5].

3 Objetivo

Con la redacción de este artículo docente se persigue que los alumnos adquieran la capacidad de identificar y evaluar cómo afecta la concentración al comportamiento reológico de un fluido.

4 Desarrollo

En el punto 4.1 vamos a describir cómo podemos evaluar el efecto de la concentración en el comportamiento reológico del fluido.

En el punto 4.2 veremos un ejemplo real de cálculo.

4.1 Efecto de la concentración

Para evaluar el efecto que tiene la concentración en las propiedades reológicas de un fluido, debemos seguir los siguientes pasos:

1. Obtener los reogramas (relación esfuerzo – gradiente de velocidad) del alimento para las distintas concentraciones de trabajo fijando para todas las medidas la misma temperatura de trabajo.
2. Obtener los valores de viscosidad, viscosidad aparente o de índice de consistencia para el alimento a diferentes concentraciones.
3. Representar experimental los valores de viscosidad, viscosidad aparente o índice de consistencia frente a las distintas concentraciones.
4. Analizar qué tipo de relación existe, si es una relación de tipo potencial o si es una relación de tipo exponencial. Lo recomendable es ajustar ambas relaciones y analizar ambas.
5. Seleccionar de los dos ajustes realizados, cuál de ellas es más precisa a nuestros datos experimentales. Esto dependerá del tipo de producto que tengamos.

4.2 Ejemplo real de cálculo

Imaginar que tenemos un zumo de frutas al que queremos evaluar cómo influye la concentración de sólidos en su comportamiento reológico. Para ello lo primero que deberemos hacer es fijar una temperatura de trabajo (ya que cambios en la temperatura cambian el comportamiento reológico del producto) y obtener los reogramas (relación esfuerzo – gradiente de velocidad) del zumo a distintas concentraciones.

La tabla 1 muestra un ejemplo del comportamiento reológico del zumo de frutas a distintas concentraciones (de 30 a 70 °Brix) y a una temperatura de 25 °C.

Tabla 1. Comportamiento reológico del zumo de frutas a distintas concentraciones y a una temperatura de 25 °C

$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)	σ (Pa)							
	30° Brix	40° Brix	45° Brix	50° Brix	55° Brix	60° Brix	65° Brix	70° Brix
5.41	-	-	-	-	-	-	-	1.25
8.66	-	-	-	-	-	-	-	1.78
10.82	-	-	-	-	-	-	-	2.23
17.31	-	-	-	-	-	-	0.89	3.56
21.64	-	-	-	-	-	0.89	1.34	4.54
34.62	-	-	-	-	-	1.42	2.05	7.12
43.28	-	-	-	-	-	1.78	2.76	9.43
69.25	-	-	-	-	-	2.76	4.54	15.22
86.56	-	-	0.89	0.98	1.25	3.47	5.87	20.11
138.50	-	-	1.16	1.34	2.31	5.70	9.70	31.06
173.12	-	0.53	1.42	1.87	2.94	7.12	12.37	40.32
277.00	-	1.07	2.14	3.20	4.98	11.39	19.94	62.66
346.24	0.53	1.42	2.49	4.18	6.41	14.33	25.01	80.49
692.48	1.42	2.85	5.16	8.81	12.91	28.39	50.29	161.36
1384.96	3.38	6.41	10.50	17.71	25.90	56.96	101.46	-
2769.92	7.83	14.06	21.54	35.42	52.69	114.28	-	-

A partir de los datos proporcionados en la tabla 1, lo primero que debemos hacer es representar los reogramas para cada concentración con el fin de ver el comportamiento que tiene el zumo a cada una de las concentraciones trabajadas (Figura 2).

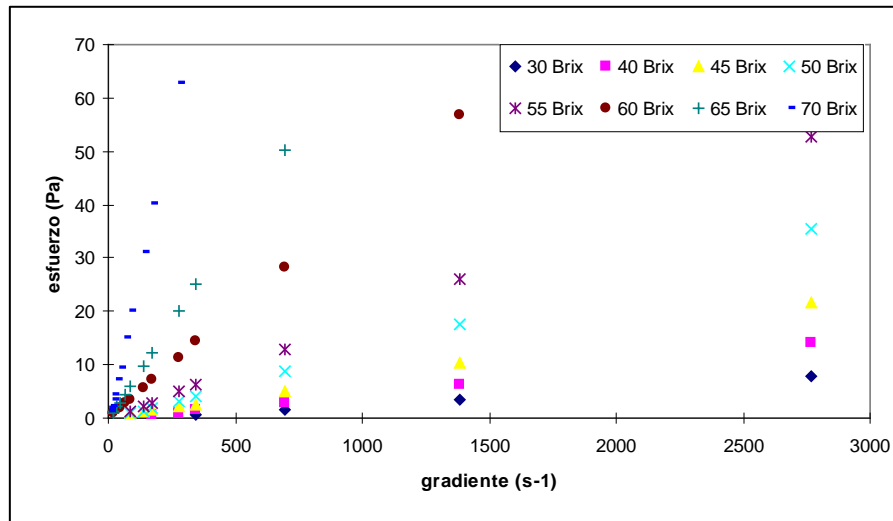


Figura 2. Reograma de zumo a cada una de las concentraciones trabajadas y una temperatura constante de 25°C.

Observando la figura 2 podemos deducir que el zumo de pera presenta a las distintas concentraciones un comportamiento newtoniano, ya que en todo momento la relación entre el esfuerzo y el gradiente de velocidad es constante. La pendiente de cada una de esas rectas nos permitirá determinar la viscosidad del zumo a las diferentes concentraciones (tabla 2).

Tabla 2. Valores de los ajustes de la recta y viscosidades para el zumo de frutas a distintas concentraciones y a una temperatura de 25 °C

Concentración	Ajuste de la recta	R ²	Viscosidad (Pa·s ⁻¹)
70	$y = 0,2332x - 0,5588$	0,9998	0.2332
65	$y = 0,0735x - 0,4389$	1	0.0735
60	$y = 0,0412x - 0,0445$	1	0.0412
55	$y = 0,0191x - 0,3502$	1	0.0191
50	$y = 0,0129x - 0,2878$	0,9999	0.0129
45	$y = 0,0077x - 0,0041$	0,9995	0.0077
40	$y = 0,0052x - 0,4941$	R ² = 0,9984	0.0052
30	$y = 0,003x - 0,6465$	R ² = 0,9983	0.003

La representación de los valores de viscosidad obtenidos en función de la concentración y el ajuste de los datos experimentales nos permitirá que relación es la que nos permite evaluar el efecto de la concentración en la viscosidad del zumo de frutas (figura 3). Podemos observar que, en este caso, el ajuste exponencial es más preciso que el ajuste potencial.

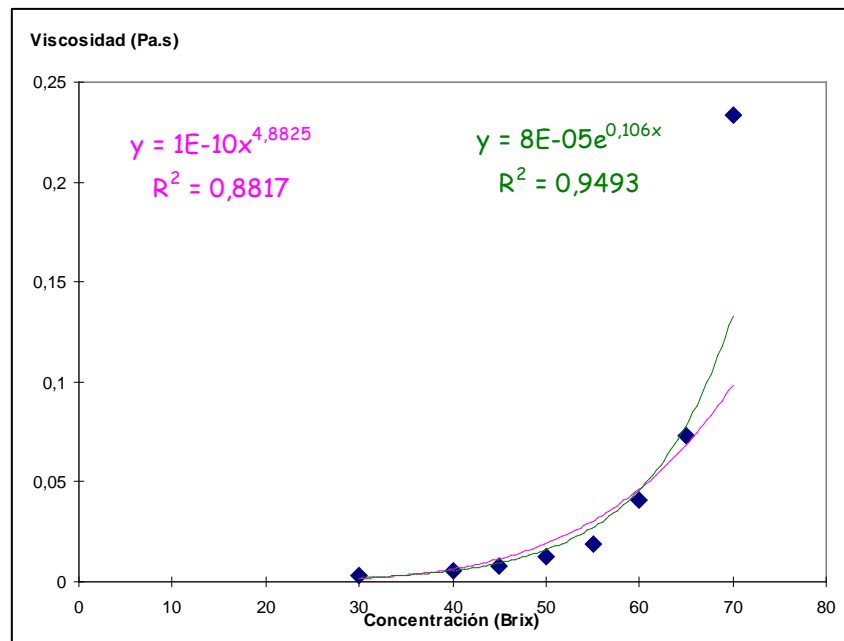


Figura 3. Representación de la viscosidad del zumo de fruta a las distintas concentraciones trabajadas y a una temperatura constante de 25°C

5 Cierre

En este objeto de aprendizaje se han descrito los pasos a seguir para evaluar y calcular la influencia que tiene la concentración en el comportamiento reológico de un fluido y se he presentado un ejemplo real para el caso de un zumo de frutas.

6 Bibliografía

- [1] Holdsworth SD. Applicability of rheological models to the interpretation of flow and processing behaviour of fluid food products. *J Texture Stud.* 1971; 2:393-418.
- [2] Vitali AA, Rao MA. Flow properties of low-pulp concentrated orange juice: Effect of temperature and concentration. *J Food Sci.*1984; 49:882-888.
- [3] Hernandez E, Chen CS, Johnson J, Carter RD. Viscosity changes in orange juice after ultrafiltration and evaporation. *J Food Eng.* 1995; 25(3):387-96.
- [4] Ahmed J, Shivhare U, Raghavan G. Rheological characteristics and kinetics of color degradation of green chilli puree. *J Food Eng.* 2000; 44(4):239-44.
- [5] Tórrales,R, R, Vendruscolo. J & Vendruscolo. (2006) Reología del pure homogenizado de pera; efecto de la temperatura y concentración-Brasil tecnología de alimentos.