



**AGUA EN LA
AGRICULTURA:**
Sostenibilidad y tendencias



DINAMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL PARA MATERIALES NO LINEALES EN MEDIOS CONFINADOS

Abraham Rojano¹; Abraham Arzeta; Teodoro Espinosa; Jorge Flores²

¹Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230

²Coordinación de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac Núm. 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos. C.P. 62550.

Correo electrónico: abrojano@hotmail.com – Teléfono: 01 595 95 21500 ext. 1686

II Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEII 2016
08 al 10 de septiembre del 2016
Chapingo, México

ÍNDICE



- Antecedentes
- Introducción
- Materiales y métodos
 - Modelos
- Resultados
- Conclusiones



ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

- La Dinámica de fluidos computacional (CFD) es un método numérico y herramienta aceptada y utilizada para evaluar y optimizar los diseños de diferentes procesos sin la necesidad de incurrir en gasto del desarrollo de prototipos ([Bridgeman, 2012](#)).
- Diferentes estudios se han realizado en mejorar configuraciones hidrodinámicas mediante CFD ([Vesvikar & Al-Dahhan, 2005](#); [Meroney & Colorado, 2009](#); [Terashima et al., 2009](#); [Yu et al., 2011](#); [Bridgeman, 2012](#); [Wu, 2012](#); [Wu & Chen, 2011](#))
- Sin embargo los modelos realizados solo han contemplado la producción de biogás sin tomar en cuenta los patrones del flujo dentro de los biodigestores tipo flujo pistón, que son el tipo más ampliamente usado en México debido a la baja inversión y sencilla operación. En el presente trabajo se realizó la simulación en CFD de un biodigestor anaeróbico tipo flujo pistón en cinco diferentes configuraciones.



INTRODUCCIÓN

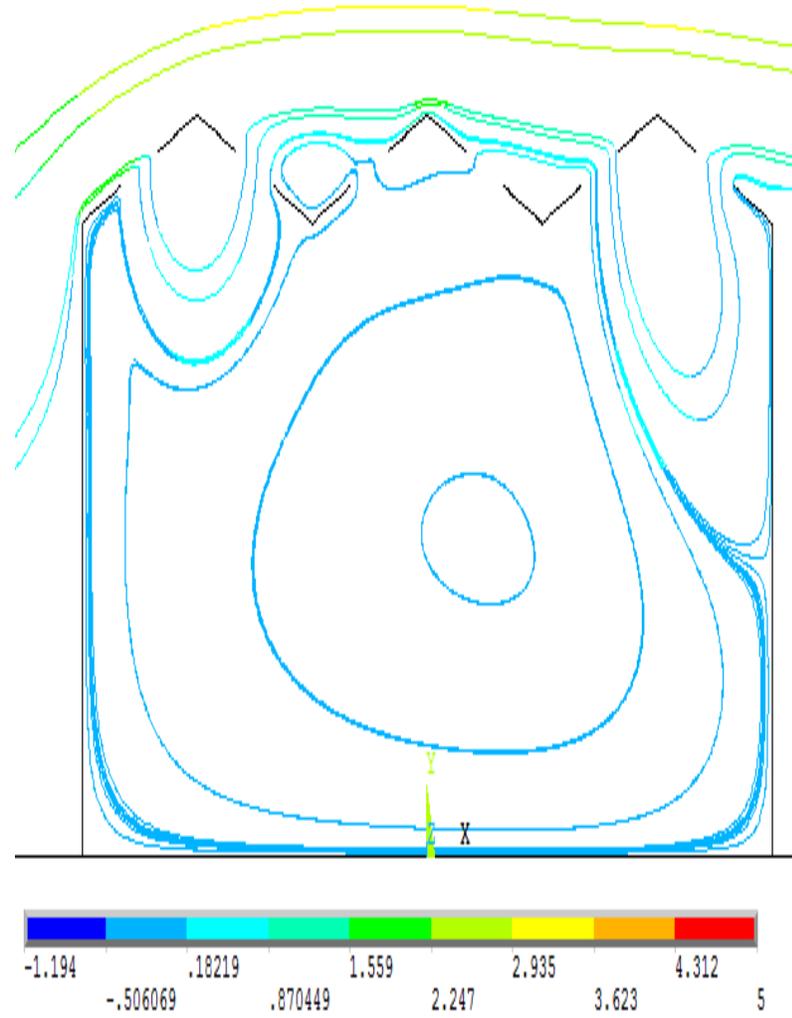
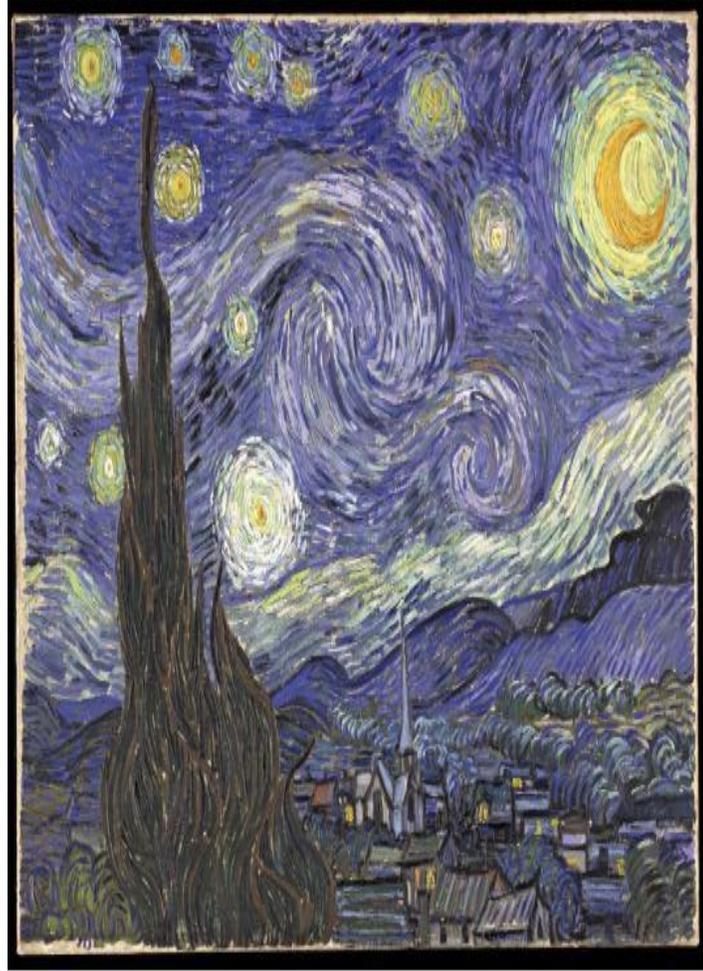
- El proceso de digestión anaeróbica (DA) es una serie de procesos combinados y complejos en los que diferentes residuos son transformados principalmente en una mezcla compuesta de CH_4 e H_2 que recibe el nombre de biogás ([Valle-Guadarrama et al., 2011](#)).
- La DA está afectada por su tiempo de retención en el reactor y el grado de contacto entre el sustrato de entrada y una población bacteriana viable, parámetros en función del régimen hidrodinámico o mezclado en los reactores ([Espinosa-Solares et al., 2008](#)).
- Los patrones de flujo (PF) al interior del digestor determinan la eficiencia del biorreactor y, por lo tanto, marcan el tipo de diseño que logre las mejores condiciones para su objetivo final, que es la producción de biogás ([Vesvikar & Al-Dahhan, 2005](#)).



AGUA EN LA
AGRICULTURA:
Sostenibilidad y rentabilidad



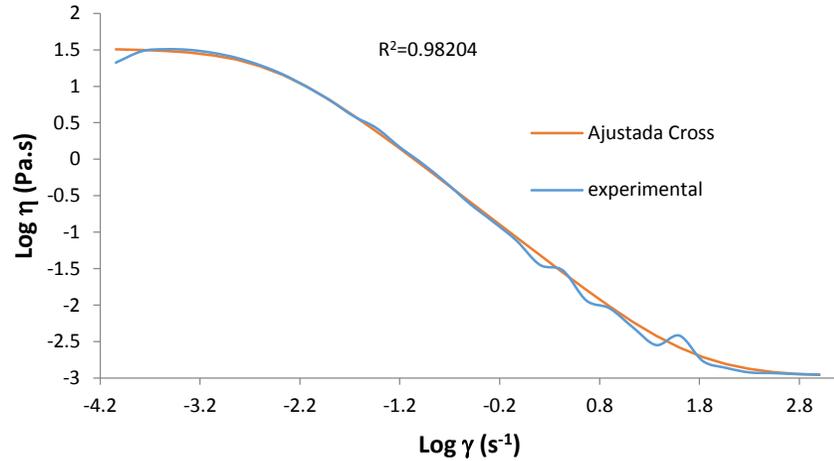
MATERIALES Y MÉTODOS



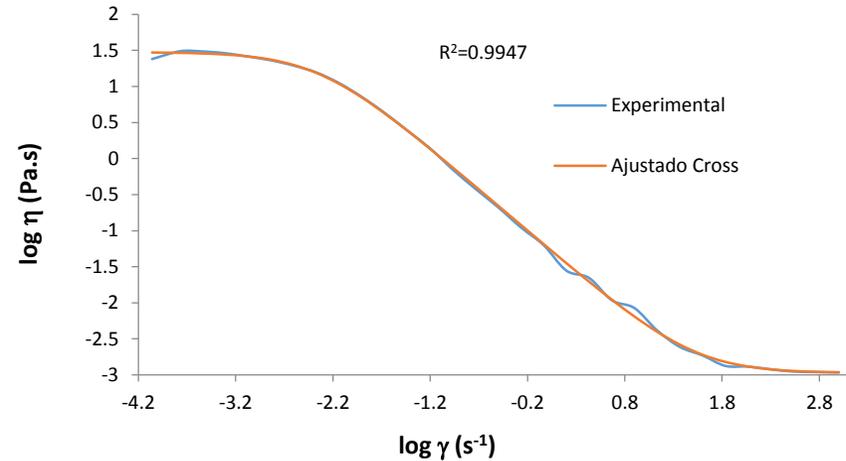
CURVAS REOLÓGICAS



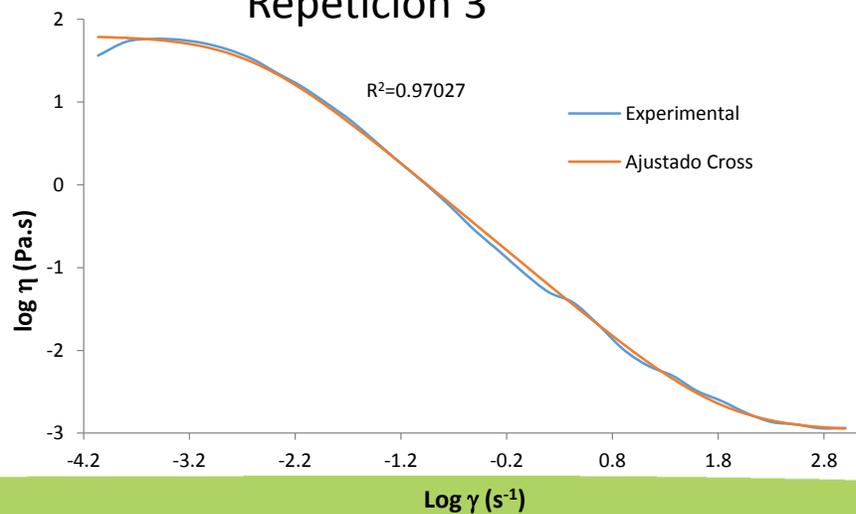
Repetición 1



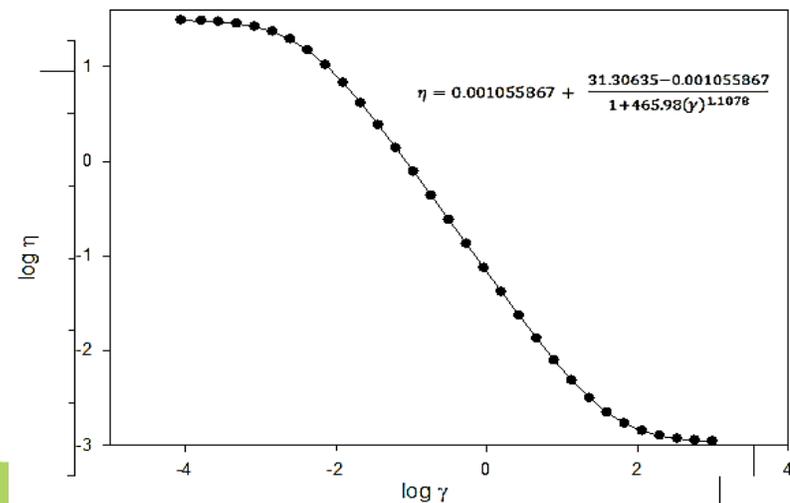
Repetición 2



Repetición 3



Modelo final



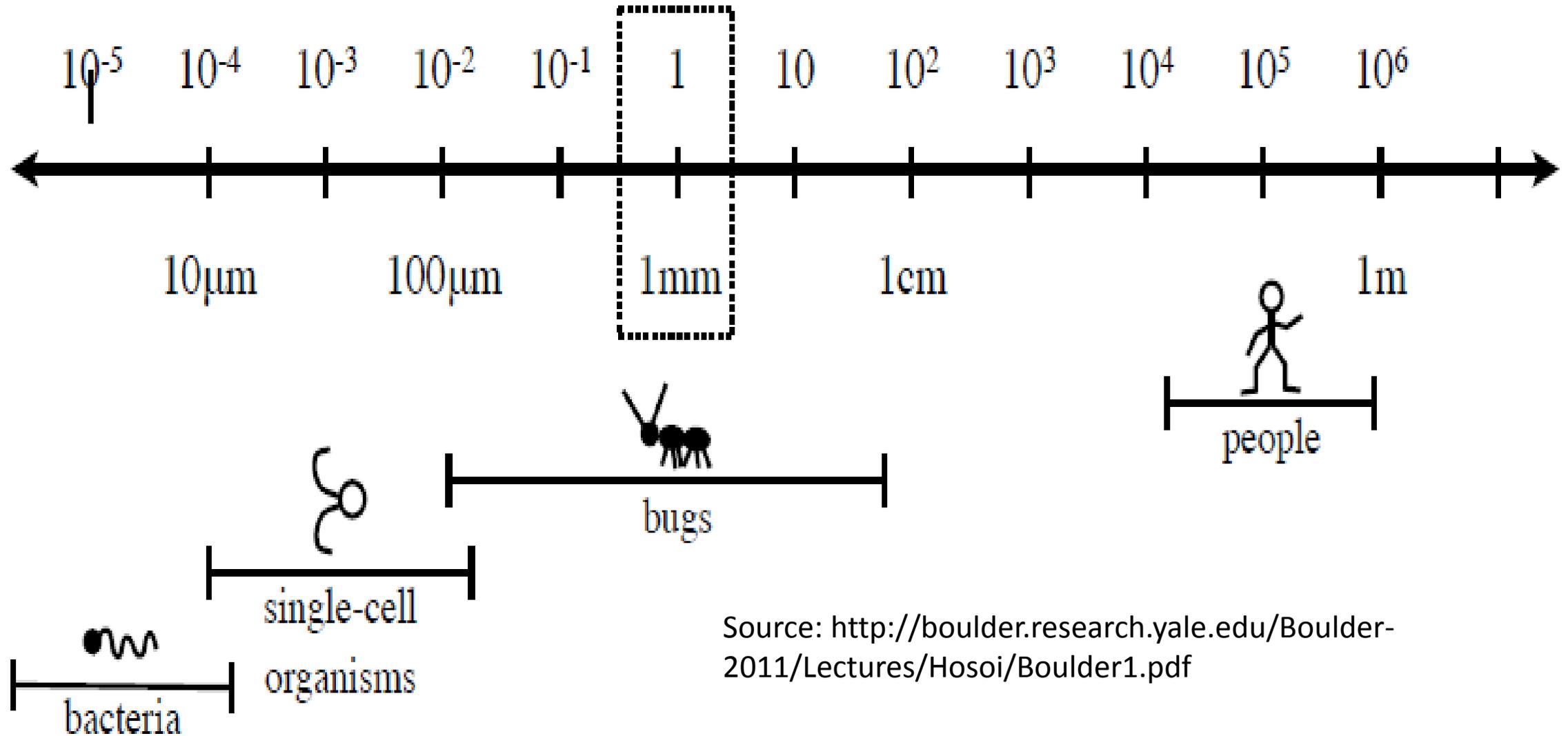


REYNOLD'S NUMBER

- ρ is density
- V is velocity
- D is characteristic length
- μ is dynamic viscosity

$$\text{Re} = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu} = \frac{Q D}{\nu A}$$

Reynolds number



Source: <http://boulder.research.yale.edu/Boulder-2011/Lectures/Hosoi/Boulder1.pdf>



AGUA EN LA
AGRICULTURA:
Sostenibilidad y Productividad



MODELOS



CONSERVATION DE MASA

$$\frac{D\rho u}{Dt} = 0$$

Momentum

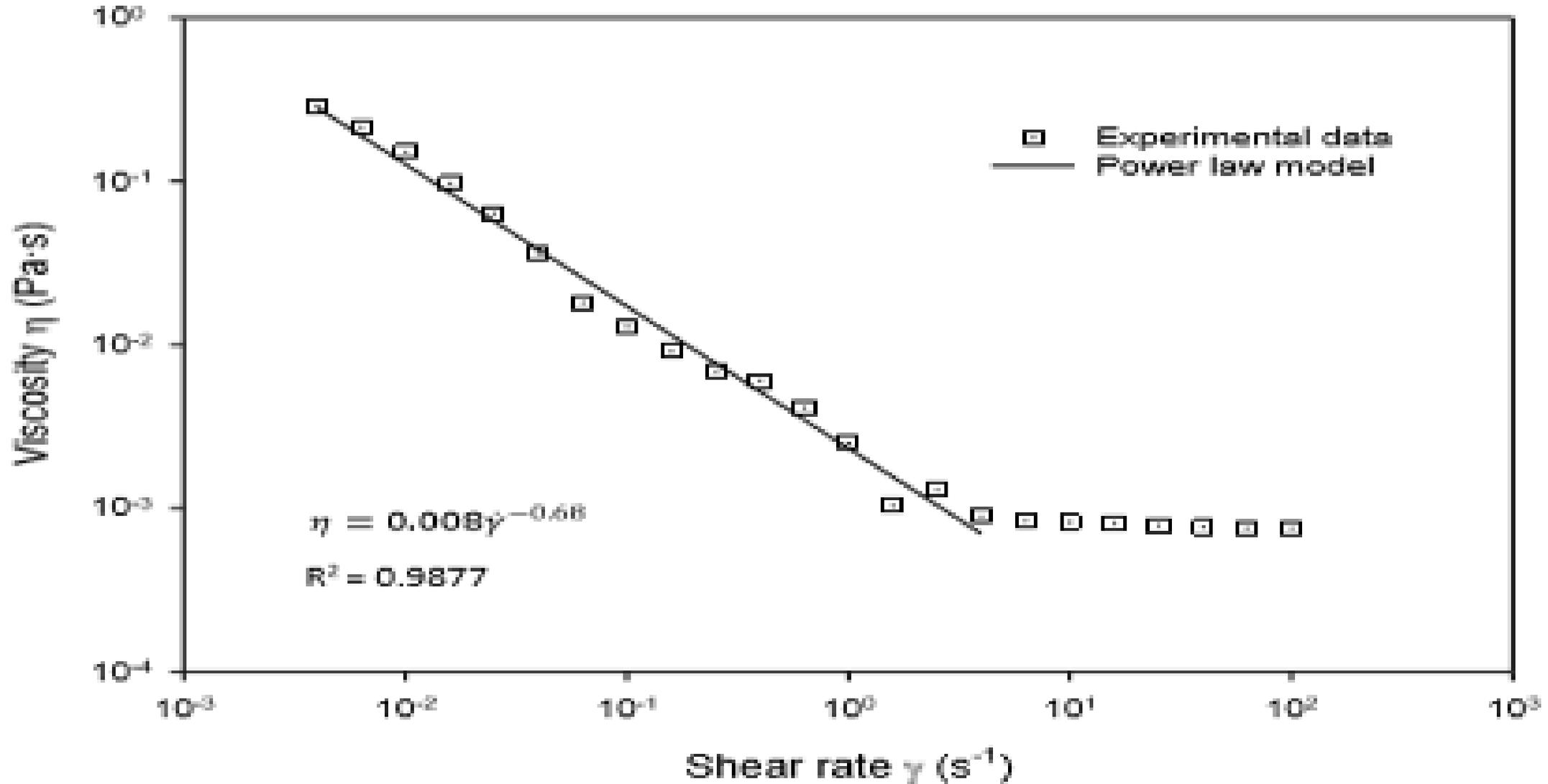
$$\rho \frac{Du}{Dt} = -\nabla p + \mu \Delta u + \rho g$$



SUPUESTOS SIMULACIONES CFD

- 1. Estado estacionario, fluido incompresible no Newtoniano.
- 2. Paredes sin rugosidad.
- 3. Densidad, conductividad térmica, capacidad calorífica y otras propiedades físicas = constantes.
- 4. Sin cambios químicos producto de la actividad de los microorganismos.
- 5. Depreciación de efectos multifase: sedimentación de sólidos, formación de burbujas y flujo de biogás.

RESULTADOS



GEOMETRIA

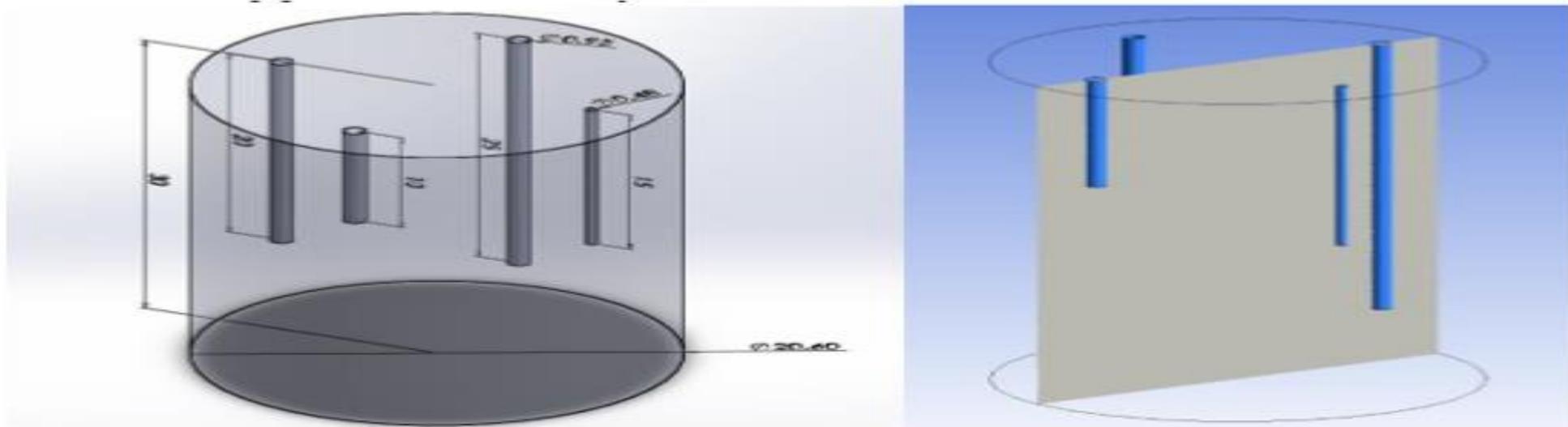


Figura 2. Diagrama esquemático de la geometría. Izquierda, cilindro de 3D; Derecha, selección de la sección observada.

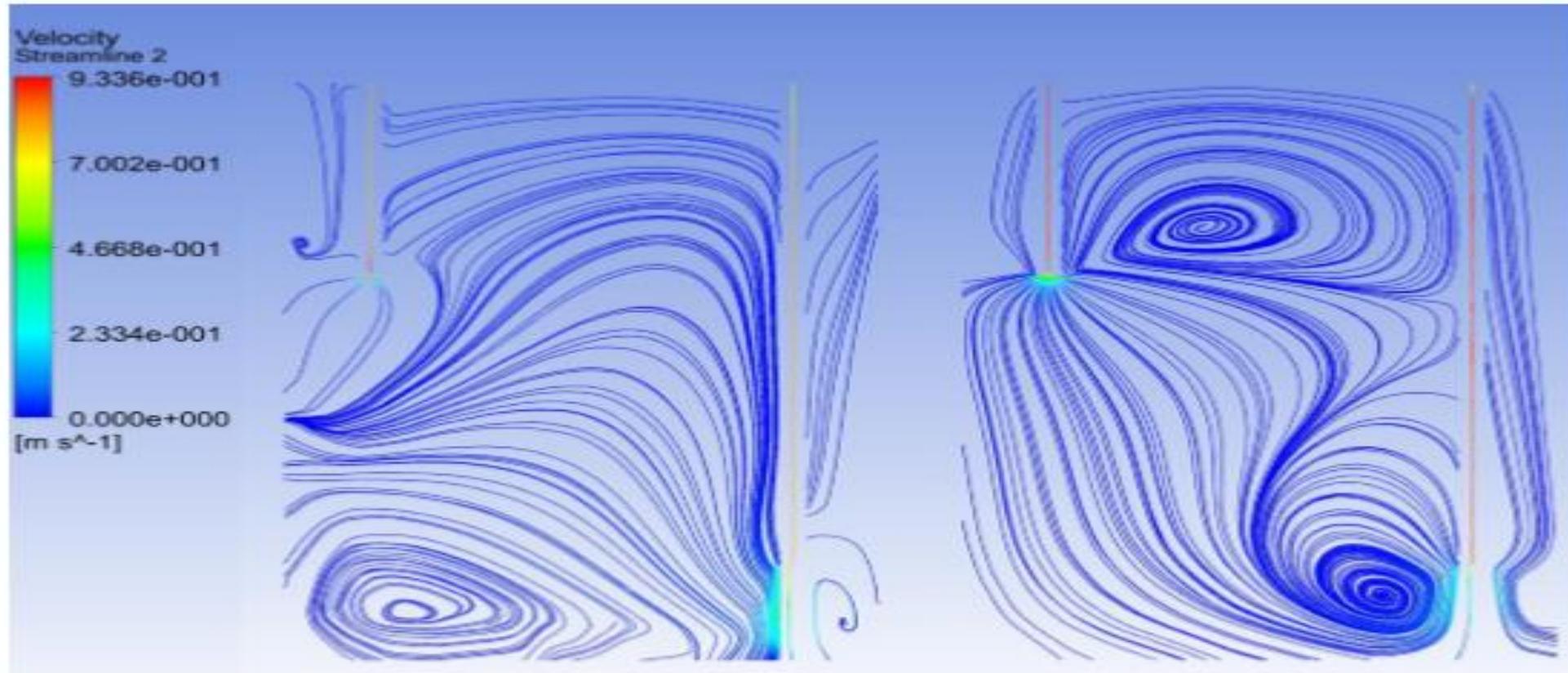


Figura 3. Comparación de dos escenarios: izquierdo, modelo lineal; derecha, no lineal.



CONCLUSIONES

- La Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) permite reducir costos experimentales en reactores a gran escala (nivel comercial o industrial), al simular las condiciones originales sin la necesidad de construir o implementar técnicas que cubran la totalidad.
- La utilización de CFD permitirá a los productores, ganaderos y empresas analizar y rediseñar sus digestores para aumentar la producción de biogás sin necesidad de incurrir en grandes costos asociados al proceso
- El estudio no lineal de la viscosidad para modelos matemáticos y computarizados mas complejos.