

# Nuevo tratamiento limpio de residuos de semillas de aguacate con larvas de insectos

M.J. San José<sup>1</sup>, M. Saloña<sup>2</sup>, S. Alvarez<sup>1</sup>, R. López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química. Universidad del País Vasco UPV/EHU

<sup>2</sup>Departamento de Zoología y Biología Celular Animal, Universidad del País Vasco UPV/EHU  
Apdo. 644. 48080 Bilbao. Spain.

Tel. 34-94-6015362. Fax. 34-94-6013500. e-mail: mariajose.sanjose@ehu.es



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE

## Resumen

- El consumo global de aguacate (más de 6 millones de toneladas en 2018) está en continuo aumento debido a sus propiedades nutricionales y al bajo contenido en grasas saturadas [1]. El sur de España y las islas Canarias cubren la demanda de los países de la Unión Europea, con una producción cercana a 90 mil toneladas en 2018 [1], siendo la variedad Hass la más cultivada, por la excelente calidad de su pulpa.
- El sector del procesado de aguacate genera gran cantidad de residuos, principalmente la piel y la semilla o hueso, ya que el principal producto es el aguacate que sólo emplea la pulpa. La semilla contiene alto valor energético apropiado para valorización energética, alto contenido en carbono y oxígeno y bajo contenido en hidrógeno y nitrógeno [2].
- Hoy en día se empiezan a probar nuevos tratamientos limpios para la eliminación de los residuos. Se ha estudiado y analizado el comportamiento de larvas de dípteros sacrófagos en cadáveres [3-4].
- En este trabajo se llevó a cabo la remediación de residuos de semilla de aguacate mediante larvas de escarabajo de la harina *Tenebrio molitor* y posterior tratamiento térmico del residuo de las pupas mediante la tecnología de spouted bed en geometría cónica, como se ha aplicado con otros residuos de biomasa [5-12].

## Experimental

### Residuos de semillas de aguacate

Variedad Hass  
Densidad,  $\rho_s = 1143 \text{ kg/m}^3$   
Diámetro medio de partícula,  $d_p = 27.8 \text{ mm}$   
Humedad 25-30% (b.s.) (higrómetro Mettler Toledo HB43-S Halogen  
Relación C/N 27  
Semillas residuales de aguacate (molino Fritsch Pulverizette)  
Diámetro,  $d_p = 0.8-2 \text{ mm}$  ( $d_s = 1.14 \text{ mm}$ )



Residuos de aguacate Hass: huesos enteros y partículas trituradas

### Larvas de escarabajo de la harina

*Tenebrio molitor* L., 1758 (Coleoptera, Tenebrionidae)



Cultivo de *Tenebrio Molitor* Linnaeus, 1758

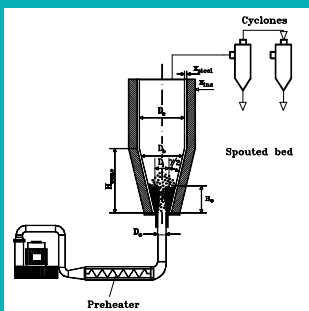
### Recipiente experimental



Recipiente experimental conteniendo semillas de aguacate y larvas

### Factores geométricos del combustor de AISI-316S

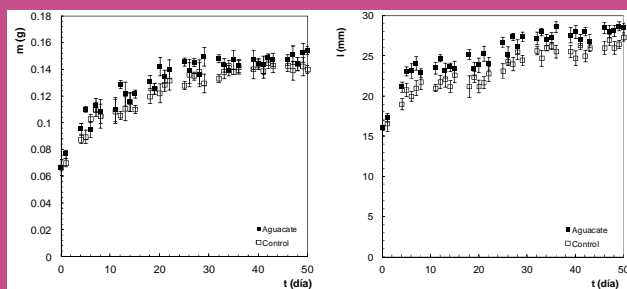
- Angulo del contactor,  $\gamma, 36^\circ$
- Diámetro de la columna,  $D_c, 0.23 \text{ m}$
- Diámetro de la base,  $D_b, 0.03 \text{ m}$
- Diámetro de entrada del gas  $D_o, 0.03 \text{ m}$
- Altura de la sección cónica  $H_{con}, 0.30 \text{ m}$
- Altura de la sección cilíndrica,  $H_{cil}, 0.20 \text{ m}$



Planta piloto experimental y esquema del movimiento de las partículas en el combustor spouted bed cónico

## Resultados

- Se introdujo un cierto número de larvas de escarabajo de la harina (Coleoptera, Tenebrionidae) junto con residuos de semillas de aguacate como sustrato en un recipiente cubierto con una malla para evitar escapes
- Se monitorizó con el tiempo el desarrollo de las larvas durante un período de 50 días hasta que alcanzaron la edad adulta y se comparó con un control
- Cada día se extraía una muestra de larvas de cada recipiente y se medía el tamaño y el peso.



Evolución con el tiempo de la masa y la longitud de las larvas de escarabajo *Tenebrio Molitor*

- Aumento del peso y del tamaño de las larvas más acusado en las primeras semanas y con una tendencia asintótica a partir de un mes.
- Valores similares tanto en el recipiente con residuos de semillas de aguacate como en el control, si bien las larvas alimentadas con aguacate presentan valores de masa y longitud ligeramente superiores a las del control.
- Al cabo de un mes alrededor del 12% de las larvas alimentadas con residuos de semillas de aguacate se han convertido en adultos, al igual que en el recipiente de control.
- 2-5% mueren o abandonan el recipiente por lo que se eliminan.
- La masa de residuos de semillas de aguacate disminuye un 30% y las pupas de quitina residuales obtenidas son inferiores al 1%.

## Combustión

- Combustión de las pupas residuales en un combustor spouted bed cónico a  $500^\circ\text{C}$  en el régimen de spouted bed, caracterizado por una desviación estándar de las fluctuaciones de la pérdida de carga inferior a  $10 \text{ Pa}$  [13].
- Eficacia de combustión,  $\eta$ , de las pupas residuales, calculada a partir de la concentración de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  (% volumen) en la corriente de salida monitorizada con el analizador de gases Testo 350 [6-9, 11], superior al 80%

$$\eta = \frac{\text{CO}_2}{\text{CO} + \text{CO}_2}$$

## Bibliografía

- FAOSTAT. Agriculture Data; 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#search/Avocados>, acceso octubre 2020.
- Domínguez, M.P., Arous, K., Bonert, P., Sánchez, F., San Miguel, G., Toledo, M., In: Environment, Energy and Climate Change II. 34. Springer, 2014 199.
- Williams, M. The animal and poultry waste management center 17 2005.
- Martínez-Sánchez, A., Magaña, C., Saloña, M., Rojo, S. Forensic Sci. Int. 206, (2011) e76.
- San José, M.J., Alvarez, S., Ortiz de Salazar, A., Morales A., Bilbao, J. Chem. Eng. Trans. 21 (2010) 145.
- San José, M.J., Alvarez, S., Peñas, F.J., García, I. Chem. Eng. Sci. 100 (2013) 413.
- San José, M.J., Alvarez, S., García, I., Peñas, F.J., Fuel 110(1) (2013) 178.
- San José, M.J., Alvarez, S., Peñas, F.J., García, I. Chem. Eng. J. 238(15) (2014) 227.
- San José, M.J., Alvarez, S., García, I., Peñas, F.J., Chem. Eng. Res. Des. 92 (2014) 672.
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. Computer Aided Chem. Eng. (2017), 40, 517.
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. Catal. Today. (2018), 305, 13.
- San José, M.J., Alvarez S., López, R. Drying Technol. 37(1) (2019) 118.
- San José, M.J.; Alvarez, S. Chem. Eng. Technol., 38(4) (2015) 709.