

VALIDACIÓN DE VARIOS SENSORES DE HUMEDAD DURANTE EL PROCESO DE COMPOSTAJE

José Luis Crespo Pérez

Ingeniero Técnico Agrícola
Universidad de La Laguna-Jun. 2005

Codirectores: C.M. Regalado Regalado
A. Ritter Rodríguez
E. Corominas Roig

RESUMEN

El compostaje es un proceso biooxidativo que tiene como resultado un producto orgánico altamente estable, el compost, el cual puede contribuir directamente al acondicionamiento y la fertilidad del suelo. La humedad presente en el compost es un elemento importante durante el proceso de compostaje, que permite la correcta descomposición aeróbica de la materia orgánica por parte de los microorganismos.



Fig. 1. Pila de compost compuesta de material vegetal.

Se escogieron tres sensores de humedad comerciales, el sistema TDR TRASE, sondas de TDR IMKO y sondas de capacitancia ECH₂O, con el fin de analizar su comportamiento en compost e intentar evaluar cual de ellos resulta más apropiado para determinar variaciones de humedad durante el proceso de compostaje.



Fig. 2. Sonda y equipo TDR TRASE



Fig. 3. Sonda TDR IMKO con lector



Fig. 4. Sonda ECH₂O con lector

Se estudió la respuesta de los sensores bajo diferentes condiciones de salinidad, compactación y temperatura, similares a los que se pueden encontrar en el proceso de compostaje, para determinar como afectaban esos parámetros a la lectura de los sensores elegidos.

Los resultados obtenidos muestran que las lecturas de las sondas del equipo TRASE se ven afectadas levemente, pero en mayor medida por temperaturas superiores a 60°C y sobre todo por conductividades eléctricas mayores que 16,4 mS/cm, que llegan a producir fallos en las mediciones, aunque este efecto puede ser subsanado. El efecto producido en el TDR TRASE por la compactación es mínimo.

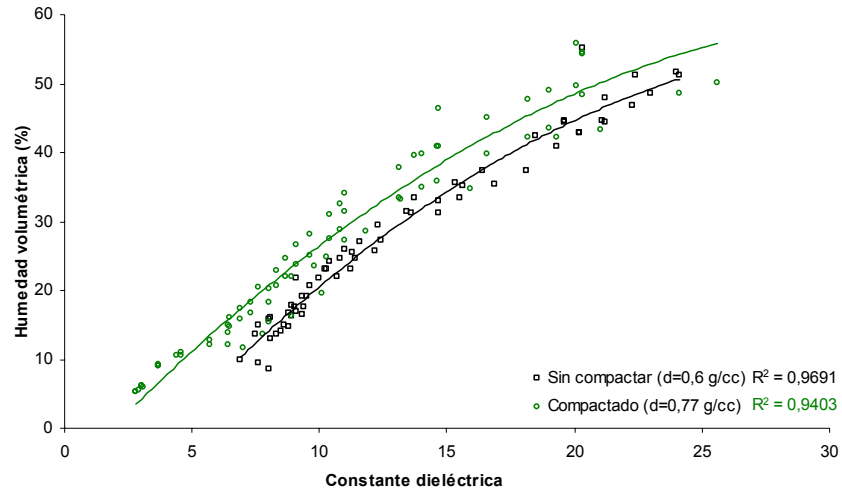


Fig. 5. Efecto de la compactación en la lectura de humedad con el equipo TDR TRASE.

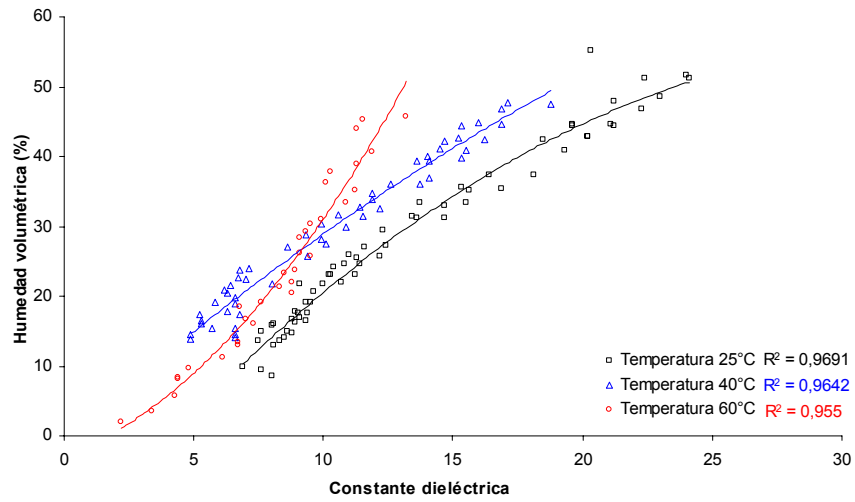


Fig. 6. Efecto de la temperatura en las lecturas con el equipo TDR TRASE.

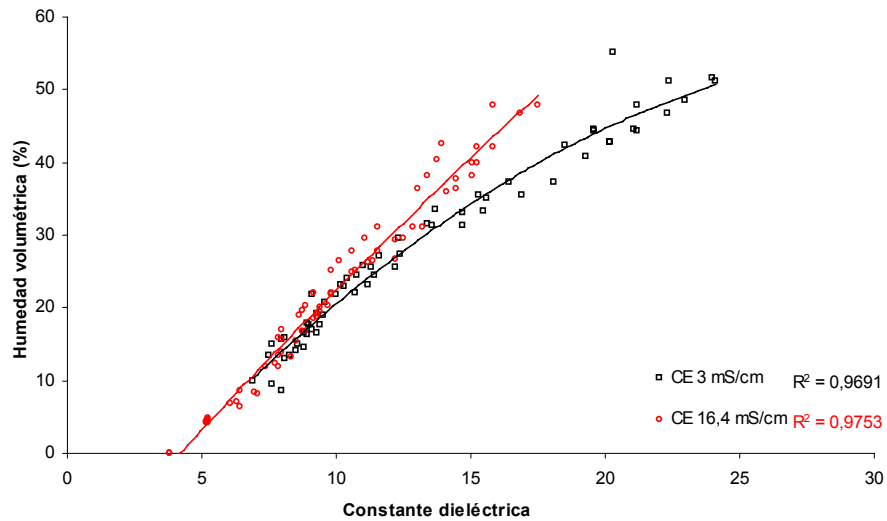


Fig. 7. Efecto de la salinidad 16,4 mS/cm en las lecturas con el equipo TDR TRASE.

Las lecturas de las sondas IMKO se ven afectadas por la compactación y la conductividad eléctrica en igual medida, teniendo las temperaturas inferiores a 60°C un efecto poco importante.

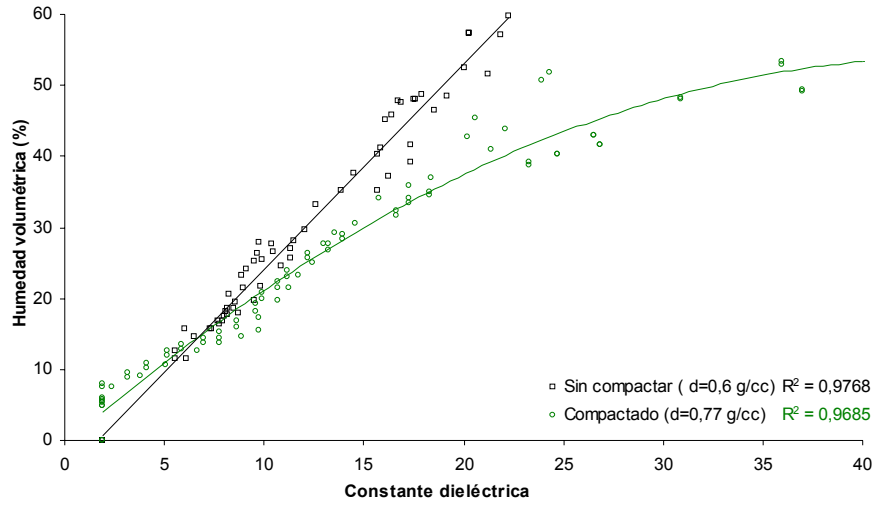


Fig. 8. Efecto de la compactación en la lectura de humedad con el equipo TDR IMKO.

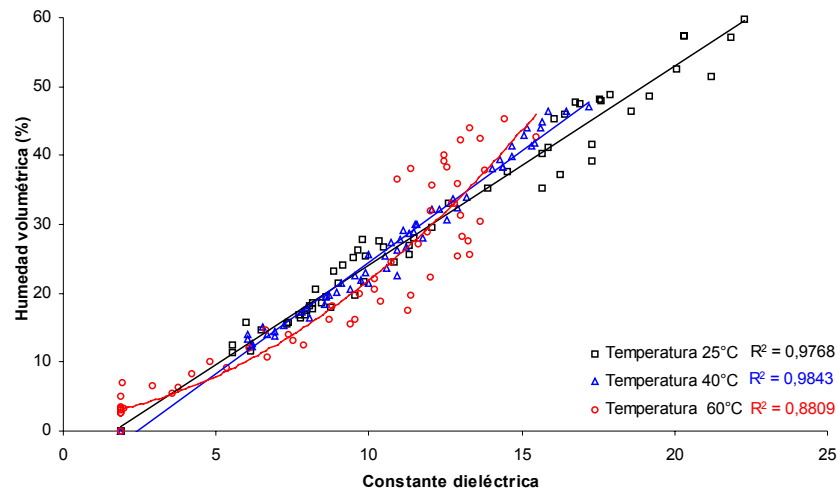


Fig. 9. Efecto de la temperatura en las lecturas con el equipo TDR IMKO.

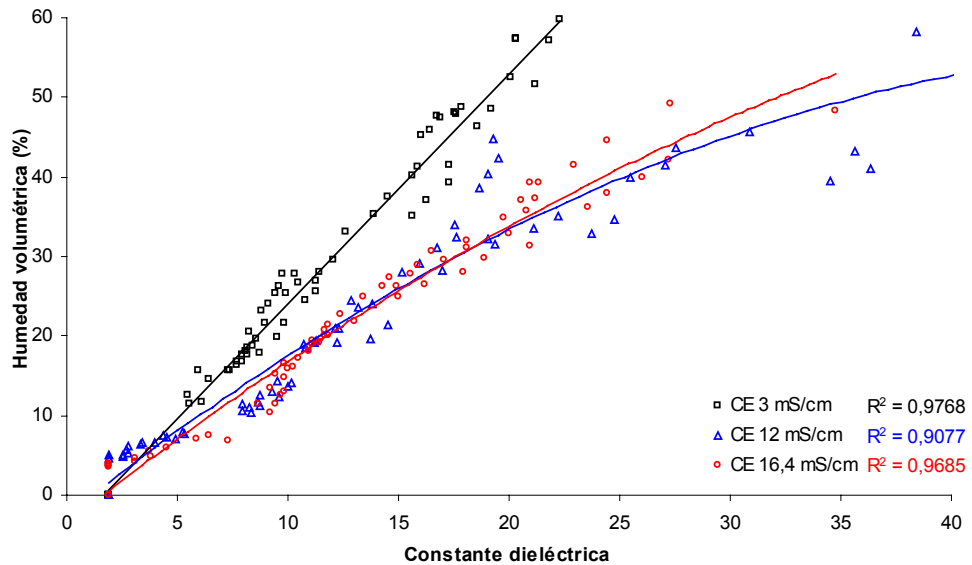


Fig. 10. Efecto de la salinidad en las lecturas con el equipo TDR IMKO.

Las lecturas de sondas de capacitancia ECH₂O, se ven influidas por todos los parámetros estudiados de una manera importante. De los tres dispositivos es la que más afectada se encuentra por la compactación. La dependencia de la salinidad es bastante elevada. El efecto que se produce en las lecturas de la sonda ECH₂O a 40°C es grande, empeorando el comportamiento al aumentar 60°C.

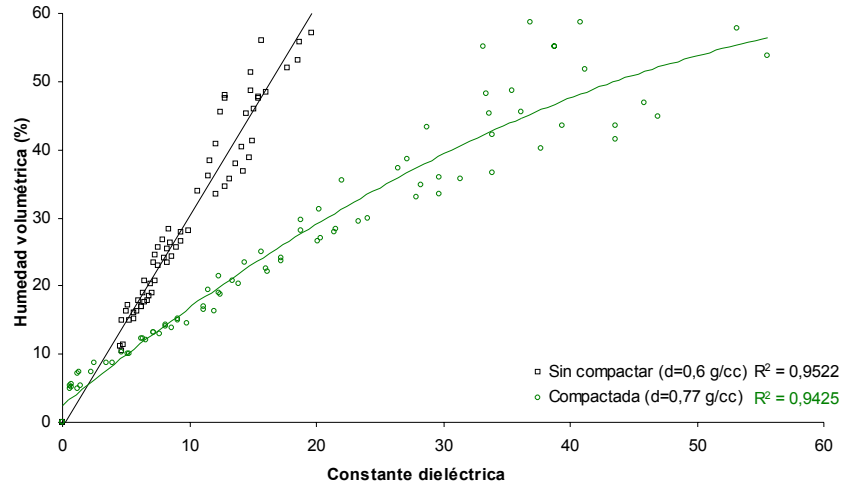


Fig. 11. Efecto de la compactación en la lectura de humedad con la sonda ECH₂O

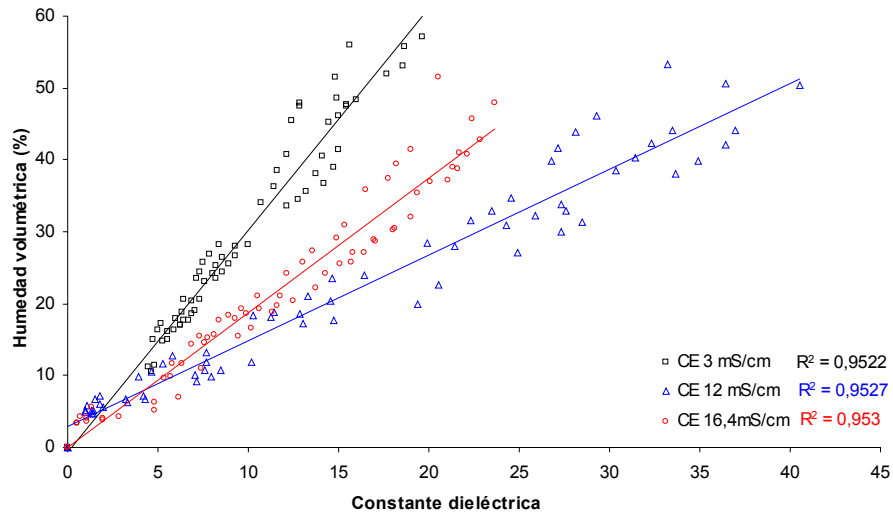


Fig. 12. Efecto de la temperatura en las lecturas con el TDR TRASE

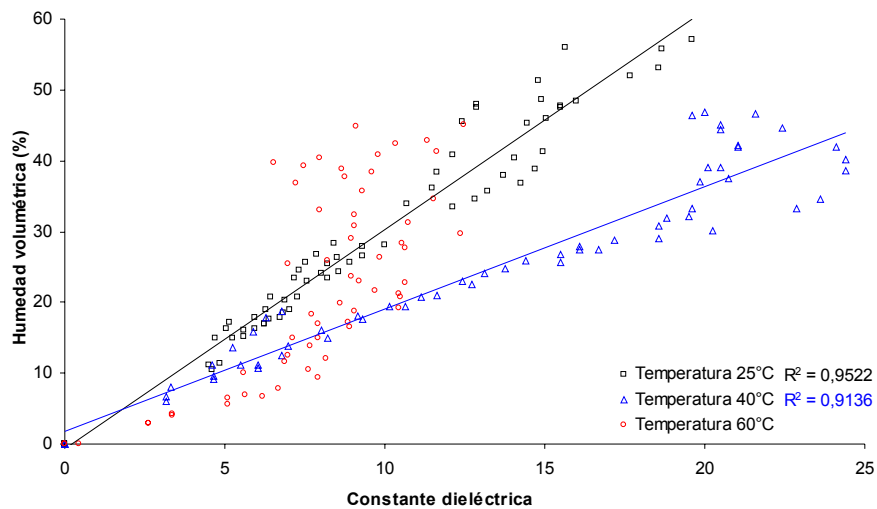


Fig. 13. Efecto de la salinidad 16,4 mS/cm en el TDR TRASE.

Se proponen curvas de calibrado para cada sensor que tienen en cuenta estos 3 efectos de salinidad, densidad y temperatura. Estas curvas vienen definidas por un polinomio de segundo grado:

$$\theta = aK^2 + bK + c$$

donde θ es el contenido de humedad del medio, K es la constante dieléctrica del medio y a, b y c son coeficientes cuyos valores se muestran en la siguiente tabla.

Coefficientes para las curvas de calibrado de las tres sondas.

ENSAYOS REALIZADOS						
SONDAS	Sin compactar 0,6 g/cm ³	Compactado 0,77 g/cm ³	Conductividad eléctrica		Temperatura	
			12 mS/cm	16,4mS/cm	40°C	60°C
TDR	a = -0,0677	a = -0,0577	a = -0,0495	a = 0	a = -0,0337	a = 0,0597
TRASE	b = 4,4436	b = 3,9353	b = 3,9074	b = 3,7206	b = 3,3008	b = 3,1238
	c = -17,111	c = -7,103	c = -11,012	c = -14,984	c = -0,7308	c = -8,8707
	R ² = 0,9691	R ² = 0,9403	R ² = 0,8796	R ² = 0,9748	R ² = 0,9642	R ² = 0,8468
TDR	a = 0	a = -0,0276	a = -0,0206	a = -0,0164	a = 0	a = 0,1542
IMKO	b = 2,8789	b = 2,4513	b = 2,2017	b = 2,1921	b = 3,2336	b = 0,4847
	c = -4,6572	c = -0,6069	c = -2,4238	c = -3,532	c = -7,8525	c = 1,6635
	R ² = 0,9768	R ² = 0,9685	R ² = 0,9077	R ² = 0,9685	R ² = 0,9843	R ² = 0,8809
ECH₂O	a = 0	a = - 0,0097	a = 0	a = 0	a = 0	a = -
	b = 3,085	b = 1,15157	b = 1,1919	b = 1,8778	b = 1,7197	b = -
	c = -0,5982	c = 2,5774	c = 3,0149	c = -0,0369	c = 1,8695	c = -
	R ² = 0,9522	R ² = 0,9448	R ² = 0,9527	R ² = 0,953	R ² = 0,9136	R ² = -

NOTA: Las constantes del ensayo sin compactar son también válidas para las condiciones de conductividad eléctrica 3 mS/cm y temperatura de 25°C.