

Calidad de una composta con base en los indicadores de Ph y conductividad eléctrica

Quality of a compost with base in the indicators of PH and electrical conductivity

Jesús Arcadio Muñoz-Villalobos^{1*}, José Alberto Urrieta Velazquez², Erika Nava-Reyna², Vicenta Constante-García²

¹Campo Experimental Delicias; Centro Regional Norte Centro; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas Pecuarias (CIRNOC-INIFAP).

²CENID-RASPA, INIFAP. Km. 6.5 Margen Derecha Canal de Sacramento S/N, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango. CP. 35140.

*Autor para correspondencia: villalobos.arcadio@inifap.gob.mx

RESUMEN

La alternativa de elaborar abonos orgánicos como las compostas, surgió de la necesidad de reciclar materiales que se desechaban por no conocer la utilidad que estos ofrecen, cuando se les da un tratamiento adecuado. Actualmente se hacen trabajos de investigación con el objetivo de conocer el mejor uso en la agricultura, además de definir su mayor potencial de aplicación en una dosis adecuada para la producción de cultivos. El objetivo general que se planteó con este trabajo fue medir la dinámica del pH y la conductividad eléctrica en compostas elaboradas con base en residuos orgánicos como estiércol de bovino y residuos de cosecha del maíz. Los tratamientos que se evaluaron se mezclaron en cuatro proporciones de los materiales mencionados, para lo cual se hicieron combinaciones de estiércol (E) y el rastrojo de maíz (R), en diferentes porcentajes 80-20, 60-40, 40-60, 20-80 y un tratamiento del 100% de estiércol. Las compostas resultantes de las mezclas con el estiércol y rastrojo de maíz, mostraron diferencias estadísticas en relación al pH y a la conductividad eléctrica en cada tratamiento. Los análisis muestran que existen diferencias significativas entre tratamientos y que la dinámica del pH y la conductividad eléctrica en el proceso del composteo muestran que estas dos variables son afectadas por las concentraciones de estiércol y rastrojo en formas diferentes como en el caso del pH, donde se observa una correlación inversa con el porcentaje del rastrojo (R), o sea, a mayor concentración de rastrojo se tiene un valor menor de pH. Y se observó que existe una correlación directa entre la CE y la concentración de rastrojo, y muestra una correlación directa, porque cuando se mezcla un mayor porcentaje de rastrojo en la composta el valor de la CE será mayor. Los resultados obtenidos a partir de las diferentes mezclas de materiales orgánicos, reflejan una buena calidad agronómica, ya que éste no presentó concentraciones de pH y conductividad eléctrica en niveles tóxicos que afecten a los cultivos y por lo tanto puede utilizarse como abono orgánico y sustrato para cultivos.

Palabras clave: abonos orgánicos, descomposición, residuos orgánicos.

ABSTRACT

The alternative to elaborate abonos organic like the compost, arose of the need to recycle material that refused by not knowing the utility that these offer, when it gives them a suitable treatment. At present they do works of investigation with the aim to know the best use in the agriculture, in addition to defining his potential elder of application in a suitable dose for the production of crops. The general aim that posed with this work was to measure the dynamics of the pH and the electrical conductivity in compostas elaborated with base in organic waste like muck of bovine and waste of harvest of the corn. The treatments that evaluated mixed in four proportions of the materials mentioned, for which did combinations of muck (And) and the stubble of corn (R), in different percentages 80-20, 60-40, 40-60, 20-80 and a treatment of 100% of muck. The compostas resultant of the mixes with the muck and stubble of corn, showed statistical differences in relation to the pH and to the electrical conductivity in each treatment. The analyses show that they exist significant differences among treatments and that the dynamics of the pH and the electrical conductivity in the process of the



composteo show that these two variables are affected by the concentrations of muck and stubble in different forms as in the case of the pH, where observes a reverse correlation with the percentage of the stubble (R), or was, to main concentration of stubble has a minor value of pH. And it observed that it exists a direct correlation among the CE and the concentration of stubble, and shows a direct correlation, because when it mixes a main percentage of stubble in the composta the value of the CE will be main. The results obtained from the different mixes of organic materials, reflect a good quality agronómica, since this did not present concentrations of pH and electrical conductivity in levels totóxicos that affect to the crops and therefore it can use as I credit organic and sustrato for crops.

Keywords: fertilizer organic, decomposition, organic waste.

INTRODUCCIÓN

Como una consecuencia benéfica por el uso de abonos limpios, se contribuye con la mitigación de los problemas que afectan al medio ambiente y se promueve la agricultura sostenible como una alternativa viable (Nieto-Garibay *et. al.*, 2002). Los principales países consumidores de abonos orgánicos son China y USA con un consumo anual de 55.69 y 19.9 millones de toneladas respectivamente, mientras que México se coloca en el quinceavo lugar, ya que apenas consume 1.8 millones de toneladas (FAO, 1999). A nivel mundial, cerca de 15.8 millones de hectáreas son manejadas de manera orgánica y es factible pensar que todas realizan aplicaciones de abonos orgánicos como la composta. Latinoamérica ocupa el tercer lugar a nivel mundial en superficie de producción orgánica después de Oceanía y Europa (Willer y Yussefi, 2001; SAGARPA, 2010).

La calidad de una enmienda orgánica depende sus características físicas, químicas y biológicas. Cuando el material orgánico que se quiere reciclar es de buena calidad, se puede usar como fertilizante orgánico, como sustrato para producción hidropónica y como mejorador de las propiedades físicas del suelo, así como mejorador de la microbiología del mismo. Existen variables que se pueden medir en un sustrato, como es el caso de las compostas que se fabrican a partir de residuos orgánicos. Estas variables son indicadores de la calidad de una composta como son el contenido de macro y micro elementos (N, P, K, etc.) y sus características químicas como el pH y la conductividad eléctrica (CE), los cuales definen si es seguro usar el sustrato sin ningún riesgo (Soto M.G., 2003; Riera *et. al.*, 2014).

El pH es un dato que nos ayuda a definir cuál es la condición de un suelo o sustrato en lo que se refiere al acidez o alcalinidad, y una composta puede reportar valores desde 6.5 hasta 8.5. La conductividad, es una medida de las sales solubles presentes en la composta y puede variar entre 500-4,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La mezcla de composteo puede presentar valores de pH ácidos al inicio del proceso debido a la formación de ácidos orgánicos cuando comienza durante el proceso de degradación de las fracciones de materia orgánica más fáciles de descomponer. En las siguientes etapas del proceso de descomposición, el pH aumentará debido a la reducción de compuestos ácidos, y a la aparición de algunos componentes o sustancias con presencia de nitrógenos en sus estructuras, como son el de amoníaco, lo cual influye en el aumento del pH.

Los muestreos de las compostas para analizar en el laboratorio se hicieron en cuatro tiempos; al inicio del composteo o tiempo cero (T0) y a los 90 días de composteo (T4). Los tratamientos con estiércol de ganado lechero, muestran que el composteo favorece el incremento del pH y la CE, y una reducción en la concentración de otros compuestos como la materia seca (MS) y carbón orgánico (CO), lo cual se puede observar comparando los valores reportados para cada uno de los elementos en el inicio del composteo T0 y al final del composteo T4 (Asquer, *et. al.*, 2019).

Cabe señalar que altas temperaturas y los valores de pH básicos favorecen la pérdida de amoníaco en forma gaseosa, repercutiendo estas pérdidas en el valor fertilizante final de la composta. Además, este amoníaco libre puede resultar tóxico para los microorganismos y para las plantas siendo, además, muy reactivo con un gran número de compuestos orgánicos (Peneque y Calaña. 2004).

Dependiendo de la edad de las plantas o el tipo de vegetales, una composta puede estabilizarse o tener materia orgánica estabilizada, por la relación carbono-nitrógeno que mantiene en el momento el material utilizado (Stentiford y de Bertoldi, 2010) y puede influir también en la rapidez de la humificación (Insam y de Bertoldi, 2007). Una composta muestra propiedades fisicoquímicas que determinan sus características y la capacidad de uso, entre las que se encuentran el porcentaje de carbono orgánico (CO), nitrógeno total (NT), pH, conductividad eléctrica (CE), Sullivan y Miller (2001) y Hargreaves et al. (2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

El método del composteo aeróbico es un proceso biológico en presencia de oxígeno, mediante el cual los microorganismos actúan rápidamente sobre la materia biodegradable (residuos de cosecha, estiércol de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener una "composta" o abono con características de fertilizante y mejorador de suelos para la agricultura. Para lograr que el proceso de composteo funcione en forma óptima es necesario que los materiales tengan una buena relación carbono (C) y nitrógeno (N), además que la mezcla tuviera una aireación adecuada y una humedad equilibrada con la proporción de porosidad en la pila durante las primeras fases del proceso.

El trabajo se estableció en terrenos del Centro Nacional de Investigación en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (INIFAP; CENID-RASPA). Se establecieron pilas de las mezclas antes mencionadas para desarrollar el composteo aeróbico al aire libre sobre una superficie de terreno cubierta con una película de plástico. Las pilas se taparon con cubiertas de plástico con el objetivo de proteger las compostas del agua de lluvia y evitar que se alteraran los contenidos de humedad y afectar las temperaturas alcanzadas en su momento.

Se realizaron dos experimentos de composteo; en el primero se hicieron cinco tratamientos con cuatro repeticiones, los cuales se compusieron por una serie de mezclas de estiércol de bovino de leche (E) y residuos de cosecha de maíz (R). Los tratamientos fueron uno con el 100% de estiércol; el tratamiento dos una mezcla de 80% de estiércol y 20% de rastrojo de maíz (T2: 80% E+20% R); el T3: se hizo

con una mezcla de 60% E + 40% R; el T4 fue una mezcla de 40% de E y 60% de R (T4: 40% E+60% R); el T5 fue el de 20% de estiércol y 80% rastrojo (T5: 20%E + 80% R). Se usó un diseño experimental que se usó en el experimento fue un arreglo de bloques completamente al azar, con 5 repeticiones.

Cuando las compostas estuvieron terminadas se tomaron muestras de cada tratamiento para analizarlas en el laboratorio y determinar las concentraciones de pH, la conductividad eléctrica (CE), materia seca (MS) y carbón total (CT) para determinar su calidad en base a estos indicadores. Los muestreos de las compostas para analizar en el laboratorio se hicieron en cuatro tiempos; al inicio del composteo o tiempo cero (T0) y a los 90 días de composteo (T4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las mediciones y los análisis realizados en el experimento con estiércol de ganado lechero los resultados del muestran que los tratamientos de composteo influyen en la calidad de la composta a partir de las variables como el valore del pH y la conductividad eléctrica (CE), así como en las concentraciones de materia seca (MS) y el carbón orgánico (CO).

Los resultados que se muestran en el Tabla 1 indican que el valor del pH se redujo cuando se compararon los valores del análisis inicial (T0) con el resultado del análisis final (T4). Sin embargo, la CE se incrementó en todos los tratamientos, mostrando el valor más alto el tratamiento 100% de E (T1) con una diferencia de 0.130 dS cm⁻¹. También se puede observar que los valores más bajos se observaron en el tratamiento (T5) donde se mezcló un menor porcentaje de estiércol con una diferencia de 0.024 dS cm⁻¹ (Figura 1 y Tabla 1). De acuerdo con estos resultados se puede concluir que estas dos variables son afectadas por las concentraciones de estiércol y rastrojo en formas diferentes como en el caso del pH, donde se observa una correlación inversa con el porcentaje del rastrojo (R), o sea, a mayor concentración de rastrojo se tiene un valor menor de pH. En el Tabla 1 se observa que la CE se



incrementa con la concentración de estiércol en la mezcla de la composta; por ejemplo, el T1 con 100% de E muestra un valor de CE de 0.236 dS cm^{-1} , mientras que en el T5 con un 20% de estiércol la CE se reduce hasta 0.057 dS cm^{-1} lo que ofrece una

clara evidencia de que existe una correlación directa entre la CE y la concentración de estiércol, lo cual significa que a mayor porcentaje de estiércol en la composta será mayor el valor de la CE (Cordero, 2013; Asorena, et al., 2014).

Tabla 1. Concentración de datos sobre CE y pH, para las compostas generadas por diferentes mezclas de estiércol de bovino lechero (E) y rastrojo (R).

No.	Mezcla (% E+R)	Frecuencia de Muestreo (días)			
		T0		T4	
		pH	CE (dS/cm)	pH	CE (dS/cm)
1	100 E + 0 R	9.5a*	0.105b	9.17a	0.236a
2	80 E + 20 R	9.2a	0.062b	9.12a	0.200a
3	60 E + 40 R	9.2a	0.046b	8.93ab	0.113b
4	40 E + 60 R	8.9 b	0.404a	8.76b	0.101b
5	20 E + 80 R	8.6 b	0.336a	8.76b	0.057b

*Los valores con la misma letra en la misma columna no son estadísticamente diferentes

Eventualmente, esta bajada inicial del pH puede ser muy pronunciada si existen condiciones anaeróbicas, pues se formarán aún más cantidad de ácidos orgánicos. En una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas (Sánchez-Monedero, 2001). Y en la tercera fase el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos que tienen propiedades tampón.

La conductividad eléctrica de un compost está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso. La CE generalmente tiende a aumentar durante el proceso de composteo debido a la mineralización de la materia orgánica lo cual promueve un incremento en la concentración de los elementos químicos descomposición (Sánchez-Monedero, 2001). Lo recomendable es que la CE sea menor de 4.0 dS/cm y en este caso todas las compostas mostraron una CE inferior a lo recomendado como valor máximo.

Los resultados que se muestran en las figuras 1 y 2, indican existe una correlación directa entre el valor del pH y el porcentaje de estiércol. Esto significa que el valor del pH se reduce cuando se reduce el porcentaje de estiércol (E) y se incrementa el porcentaje de rastrojo (R). Al comparar los valores

del análisis inicial en (T0) con el resultado del análisis final (T4) el pH baja de 9.5 a 8.7 si consideran los tratamientos T1 y el T5. Sin embargo, la CE redujo al final del composteo solo en los tratamientos T1, T2 y T3; así se observa en el tratamiento T3 que se redujo de 0.113 a 0.046 dS cm^{-1} . Pero en el caso de los tratamientos con mayor contenido de rastrojo, la CE se incrementó con el composteo en los tratamientos T4 y T5, mostrando el valor más alto el tratamiento 60% de R (T4) con un valor de diferencia de 0.300 dS cm^{-1} (BOE 2013). Los valores más bajos se observaron en el tratamiento T3 donde se mezcló un menor porcentaje de estiércol con valores de 0.113 y 0.101 dS cm^{-1} respectivamente. De acuerdo con estos resultados se puede concluir que estas dos variables son afectadas por las concentraciones de estiércol y el rastrojo en formas diferentes como en el caso del pH, donde se observa una correlación inversa con el porcentaje del rastrojo (R), o sea, a mayor concentración de rastrojo se tiene un valor menor de pH. En el Tabla 1 se observa que la CE se incrementa con la concentración de rastrojo en la mezcla de la composta; esto se observa entre los tratamientos y en el proceso del composteo. Lo que demuestra que existe una correlación directa entre la CE y la concentración de estiércol y rastrojo, y muestra una correlación directa, porque cuando se mezcla un mayor porcentaje de rastrojo en la composta el valor de la CE será mayor.

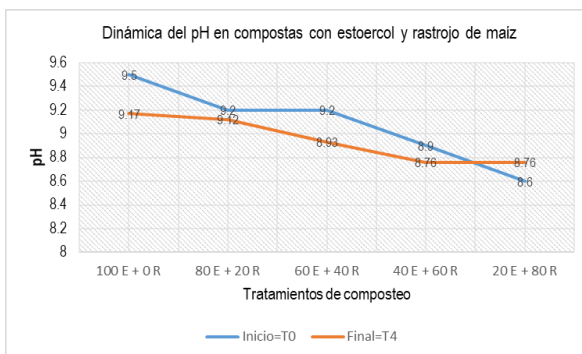


Figura 1. El pH en las diferentes compostas fabricadas con mezclas de estiércol de bovino y rastrojo de maíz al inicio y al final del composteo aeróbico.

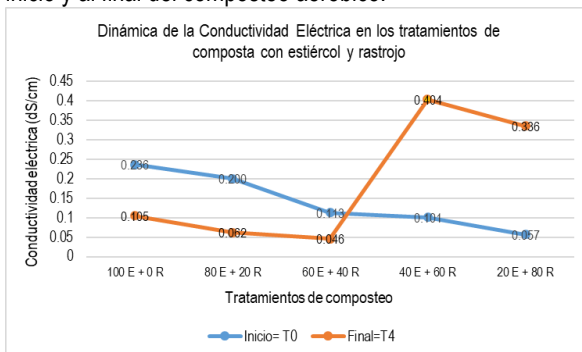


Figura 2. La conductividad eléctrica en las diferentes compostas fabricadas con mezclas de estiércol de bovino y rastrojo de maíz al inicio y al final del composteo aeróbico.

CONCLUSIONES

-De acuerdo con estos resultados se puede concluir que estas dos variables son afectadas por las concentraciones de estiércol, en los dos experimentos, y rastrojo en formas diferentes como en el caso del pH, donde se observa una correlación inversa con el porcentaje del rastrojo (R), o sea, a mayor concentración de rastrojo se tiene un valor menor de pH.

- Lo que demuestra que existe una correlación directa entre la CE y la concentración de estiércol y rastrojo, y muestra una correlación directa, porque cuando se mezcla un mayor porcentaje de rastrojo en la composta el valor de la CE será mayor.

De acuerdo con estos resultados se puede concluir que estas dos variables son afectadas por las

concentraciones de estiércol y el rastrojo en formas diferentes como en el caso del pH, donde se observa una correlación inversa con el porcentaje del rastrojo (R), o sea, a mayor concentración de rastrojo se tiene un valor menor de pH.

Se observó que el composteo favorece el incremento de las concentraciones de pH, conductividad eléctrica (CE) y materia seca (MS) se incrementaron, mientras que el carbono orgánico (CO) y la relación carbono/nitrógeno (C/N) disminuyeron.

LITERATURA CITADA

- Asorena, J., Batalla, E. y Merino, D. 2014. Propiedades fisicoquímicas del compost de residuos de alimentos y su empleo como componente de sustratos. XI Jornada de la SECH. Zuzurkil. 25-27 jun.
- Asquer, C.; Cappai, G.; Carucci, A.; De Gioannis, G.; Muntoni, A.; Piredda, M.; Spiga, D. 2019. Biomass ash characterization for reuse as additive in composting process. Biomass and Bioenergy, 123: 186-194.
- BOE 2013. Real Decreto 506/2013. Sobre productos fertilizantes. Boletín Oficial del Estado, 10 de julio [en línea]. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2013/06/28/506>
- Cordero, J. R. I. 2013. Caracterización química del estiércol y su manejo en explotaciones de lechería familiar de los altos de Jalisco. Tesis de Ingeniero en sistemas pecuarios. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de los Altos División de Ciencias Biomédicas e Ingenierías. Tepatlán de Morelos, Jalisco. Pp 68-75.
- Nieto-Garibay A., Murillo-Amador B., Troyo-Diéguez E., Larrinaga-Mayoral J. A., y J. L. García-Hernández. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (capsicum annum L.) en zonas áridas. INCI Vol. 27 No. 8. Caracas ago. Pp. 208-216
- Paneque, V. M., J. M. Calaña. 2004. Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico.



- Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y forestales. La Habana, Cuba. 54 p.
- Riera N.I. Della T.V., Rizzo P.F., Bultti M., Bressan F.M., Zarate N. y Crespo D.E. (2014). Evaluación del proceso de compostaje de dos mezclas de residuos avícolas. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 46 (1), 195-203.
- Sánchez-Monedero M.A., Roig A., Paredes C. y Bernal M. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Biores. Technol.* 78, 301-308. DOI: 10.1016/S0960-8524(01)00031-1
- SAGARPA, 2010. México sede de la 2ª Reunión Ordinaria de la Comisión Interamericana de Agricultura Orgánica (CIAO), en la que participan 18 países.
- Soto M.G. (2003). Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: *Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura.* (G. Meléndez, Ed.). EUNED, San José, Costa Rica, pp. 20-49.
- Willer H, Yussefi M. 2001 *Organic Agriculture Worldwide.* BioFach, SÖL-Sonderausgabe Stiftung Ökology & Landbau, IFOAM, Alemania, 133 pp.