



## Compostation of onion disposal bulbs (*Allium cepa* L) in the Lower Valley - Viedma

## Compostaje de bulbos de descarte de cebolla (*Allium cepa* L) en el Valle Inferior – Viedma

Pellejero, G. <sup>1</sup>, Aschkar, G. <sup>1</sup>, Chorolque, A. <sup>1</sup> y Palacios, J. <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro Regional Zona Atlántica (CURZA). Universidad Nacional del Comahue (UNCo). Viedma. Monseñor Esandi y Ayacucho, CP 8500.

\*Mail de contacto: julieta.palacios@curza.uncoma.edu.ar

Recibido: 02/07/2020

Aceptado: 24/10/2020

### ABSTRACT

Pellejero, G., Aschkar, G., Chorolque, A. y Palacios, J. 2020. Compostation of onion disposal bulbs (*Allium cepa* L) in the Lower Valley – Viedma. Horticultura Argentina 39 (100): 272-284.

Waste management is a relevant topic when talking about quality and traceability in agricultural production, therefore it is vital to consider recycling and recovery of waste generated by each company in the Lower Valley of the Río Negro in the value chain of products. Onion cultivation has a production area of 2,000 ha. Conditioning for commercialization in the packaging sheds generates enormous volumes of waste that must be managed according to the standards required in Good Manufacturing Practices. The highest percentage of waste consists of waste bulbs affected by pathogens of fungal origin. These must be subjected to an adequate transformation process so as

not to contaminate the environment. The objective was to study the composting process through the determination of monitoring physicochemical parameters. Three piles were assembled in the field where onion residues (discard bulbs) were mixed with bovine manure. The process reached all stages of degradation, with thermophilic temperatures exceeding 60° C, which ensured that the composting was sanitized and, with its gradual decrease after 100 days, reached the stage of maturity. The pH ranged between 7.9 and 8.2 and the Electrical Conductivity between 0.35 and 0.5 dS.m<sup>-1</sup>, being adequate values for this process. The results showed a C: N ratio with values less than 10, indicating a stable and mature final product.

**Additional Keywords:** degradation, management, compost, quality, bulbs.

## RESUMEN

Pellejero, G., Aschkar, G., Chorolque, A. y Palacios, J. 2020. Compostaje de bulbos de descarte de cebolla (*Allium cepa* L) en el Valle Inferior – Viedma. Horticultura Argentina 39 (100): 272-284.

La gestión de residuos es un tema relevante al hablar de calidad y trazabilidad en la producción agropecuaria, por ello es vital considerar en la cadena de valor de los productos el reciclado y valorización de los desechos que genera cada empresa en el Valle Inferior del Río Negro. El cultivo de cebolla cuenta con una superficie en producción de 2.000 ha. El acondicionamiento para la comercialización en los galpones de empaque genera enormes volúmenes de residuos que deben manejarse según normas exigidas en las Buenas Prácticas de Manufactura. El mayor porcentaje de residuos consisten en bulbos de descarte afectados por patógenos de origen fúngico. Estos deben ser sometidos a un proceso

adecuado de transformación para no contaminar el medio ambiente. El objetivo fue estudiar el proceso de compostaje a través de la determinación de parámetros fisicoquímicos de seguimiento. Se armaron tres pilas a campo donde se mezclaron residuos de cebolla (bulbos de descarte) con estiércol bovino. El proceso alcanzó todas las etapas de degradación, con temperaturas termófilas que superaron los 60°C, lo que aseguró la higienización del compostaje y con la disminución gradual de la misma a los 100 días llegó a la etapa de madurez. El pH osciló entre 7,9 y 8,2 y la Conductividad Eléctrica entre 0,35 y 0,5 dS.m<sup>-1</sup>, siendo valores adecuados para este proceso. Los resultados mostraron una relación C: N con valores inferiores a 10, indicando un producto final estable y maduro.

**Palabras claves adicionales:** degradación, gestión, compost, calidad.

## 1. Introducción

El constante incremento en la generación de residuos sólidos derivados de la producción agrícola, hace necesaria una correcta gestión de los mismos. El reciclado es una acción muy importante para minimizar el impacto ambiental ocasionado por los residuos y su destino final. En los últimos tiempos la mirada sobre la gestión de residuos está cambiando y existe una tendencia a un nuevo modelo de economía circular, que propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos, que en el caso de los residuos es el reciclado (Cerda y Khalilova, 2016; Carnicer *et al.*, 2018).

Asimismo, la generación constante de residuos derivados de la producción agrícola, requieren de una urgente gestión para ser reutilizados y reciclados, para recuperarlos e incluirlos nuevamente en la cadena productiva (Porras *et al.*, 2016).

Además, los mercados cada vez más exigentes en calidad del producto, obligan a los productores a aplicar técnicas que reduzcan el impacto de su actividad y han llevado a desarrollar biotecnologías de producción limpias, que cumplen con normas que protegen el medioambiente, haciendo un uso eficiente de los recursos naturales.

Una de las producciones hortícolas más importantes y destacadas a nivel nacional y regional es el cultivo de cebolla. La Región Protegida Patagónica, zona sur, representa el 56% de la superficie cultivada en el país, con 14.000 ha sembradas y un volumen producido de 400.000 t. Los principales valles de producción de cebolla en esta región son el VBRC (Valle Bonaerense del Río Colorado (Provincia de Buenos Aires) y el Valle Inferior del Río Negro (Provincia de Río Negro), donde se producen anualmente 2.000 ha de cebolla (Fig. 1).

En los últimos 10 años, la Región Protegida Patagónica, se ha definido como la mayor productora y exportadora de cebolla del país, ya que contribuye con el 85% de las exportaciones, contando con 70 galpones de empaque habilitados por SENASA (Servicio Nacional de Calidad Agroalimentaria).

La comercialización en esta zona es diferida y exige que los bulbos queden almacenados en “pilas” a la intemperie, lo que provoca un incremento de las enfermedades de poscosecha, especialmente de origen fúngico y bacteriano (Pozzo Ardizzi *et al.*, 2012), generando grandes volúmenes de bulbos de descarte. La certificación obliga a los productores a cumplir con normas exigidas por la mayoría de los mercados para demostrar que se siguen las buenas prácticas en el sector agroalimentario. La intervención del SENASA a lo largo de toda la cadena de producción y empaque de cebolla, afianza los procesos de buenas prácticas, inocuidad, sanidad, trazabilidad y certificación, y permite acercar a los consumidores internos y externos, cebollas argentinas de calidad e inocuas (SENASA, 2017).



**Figure 1.** onion producing area of the Lower Valley of the Río Negro. Argentina, 2016

**Figura 1.** zona productora de cebolla del Valle Inferior del Río Negro. Argentina, 2016

Fuente foto A: Valle del río Negro. Fuente: Pérez, 2016.

Foto B: <https://www.agritotal.com/nota/33437-los-valles-irrigados-de-rio-negro-tienen-50-000-hectareas-de-chacras-fuera-de-produccion/>

Actualmente una de las problemáticas que debe afrontar el productor de cebolla certificada, es durante la clasificación en el galpón de empaque. Allí se realiza la tarea de acondicionamiento de las cebollas, descartando catáfilas sueltas externas, restos de raíces y especialmente bulbos de descarte, que se han incrementado en las últimas temporadas por un aumento de ataque de patógenos de origen fúngico y bacteriano, representando el 90 % del total de residuos generados (Fig. 2). Durante la temporada 2017-2018 un galpón de empaque del Valle Inferior registró una pérdida de un 20 % de bulbos manufacturados, representando un total de 800 t de residuo, provenientes de la manufactura de 140 ha de cebolla. En la mayoría de los galpones, estas grandes cantidades de residuos orgánicos son arrojados al ambiente, se depositan en lotes aledaños, se disponen en basureros municipales, caminos vecinales o en algunos casos se queman. De esta forma se dispersan por todo el ambiente, contaminando el aire, el agua y el suelo, diseminando patógenos que pueden afectar la salud humana. Además, afecta la inocuidad y calidad del bulbo a comercializar y especialmente, la sanidad de los futuros cultivos a producir.



**Figure 2.** Disposal of waste in the vicinity of the packing houses. Viedma, Argentina, 2017.  
Fuente: Pellejero, G. 2017

**Figura 2.** Disposición de los residuos en las proximidades de los galpones de empaque. .  
Viedma, Argentina, 2017

Para evitar el impacto sobre el medioambiente de estos residuos orgánicos, el reciclado mediante biotecnologías limpias como el compostaje, sería una alternativa sostenible, respetuosa con el medioambiente que permitirá la obtención de un fertilizante que facilitará la recuperación de nutrientes y de materia orgánica en los sistemas productivos (Vargas Machuca *et al.*, 2015). El compostaje es uno de los métodos más antiguos y simples de estabilización de residuos orgánicos (Sarkar *et al.*, 2016), es la descomposición biológica mejorada de los materiales orgánicos en un ambiente principalmente aeróbico y está mediado por microorganismos que transforman diferentes materiales orgánicos en compuestos más estables (Sánchez *et al.*, 2017; Mahmud *et al.*, 2015). El compostaje es un proceso que se está extendiendo por todo el mundo para reducir la disposición de residuos en vertederos (Muscolo *et al.*, 2018). Características como el bajo costo y la simplicidad del proceso han definido a este proceso como una de las biotecnologías de mayor aplicación en países en desarrollo (Li *et al.*, 2013; Sundberg & Navia, 2014). Este proceso microbiológico aerobio combina fases mesófilas y termófilas, para conseguir la transformación de un residuo heterogéneo, en materia orgánica estabilizada, llamada compost, siendo este producto final adecuado como fertilizantes y como, sustratos para plantines (Sarkar *et al.*, 2016). Se han realizado experiencias de degradación de estiércol de feedlot que permitieron alcanzar los requerimientos de temperatura y la reducción de patógenos establecidos en normas internacionales, alcanzando valores de estabilidad y madurez recomendados (Hang *et al.*, 2015). Asimismo, Varma & Kalamdhad (2014) ensayaron el compostaje en pilas con volteo a campo para degradar desechos orgánicos vegetales con resultados exitosos. Pellejero *et al.* (2015) compostaron catáfilas de cebolla con estiércol vacuno, transformando estos residuos en un fertilizante orgánico de calidad agronómica. El uso de compost como enmienda se ha incrementado en los últimos años para mejorar la productividad y calidad de los suelos (De Bertoldi, 2010; Claassen & Carey, 2004). Según Abad (2002), se obtiene del compostaje un producto libre de patógenos, de plagas, de semillas de malas hierbas y de gran valor agronómico.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento de las variables de seguimiento en el compostaje en pilas a campo de los residuos de cebolla generados en los galpones de empaque, en mezcla con estiércol vacuno para la obtención de compost.

## 2. Metodología

El estudio se realizó en una parcela del Valle Inferior del Río Negro (40° 49' S; 63° 05' O),

ubicada a 30 km de la ciudad de Viedma. El compostaje se inicio el 20/12/2017 y se dio por finalizado el 30/04/202018. Se armaron tres pilas de 15 m de largo x 1,60 m de alto x 3 m de base, para iniciar el proceso de compostaje a campo con volteo. Se determinó el error estándar de las variables de seguimiento (Microsoft Office Excel versión 2016). Los materiales recolectados y acopiados para compostar fueron los residuos de cebolla (C) y estiércol de bovino lechero (E); proveniente de la empresa tampera, ubicada a 15 km de la zona de estudio. Los residuos de cebolla estaban conformados por un 80 % bulbos de descarte enfermos y golpeados, los cuáles previamente se trituraron con un tractor induciendo la pérdida de agua y la exposición de los tejidos para una rápida degradación y un 20 % de catáfilas sueltas, provenientes del galpón de empaque de una productora y exportadora de cebolla certificada. En la Tabla 1 se observan los valores de carbono y nitrógeno de cada material, determinados en el laboratorio LACAR (Laboratorio de Análisis de Calidad Ambiental Regional) del CURZA (Centro Universitario Regional Zona Atlántica). Los contenidos de Carbono (C, g kg<sup>-1</sup>) se analizaron mediante combustión seca (1.500 °C) y Nitrógeno (N, g kg<sup>-1</sup>) se determinó mediante el método Kjeldahl (Bremner, 1996).

**Table 1.** Carbon and Nitrogen Analysis.

**Tabla 1.** Análisis de Carbono y Nitrógeno.

Materiales iniciales	C (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C:N
Residuos de cebolla	298	6	50
Estiércol vacuno	169	11	15

C, Carbono Total (g.kg<sup>-1</sup>); N, Nitrógeno total (g kg<sup>-1</sup>); C:N, relación Carbono:Nitrógeno.

Para calcular las proporciones de cada material se utilizó la metodología propuesta por Rynk *et al.* (1992), se tuvo en cuenta las relaciones C:N de cada residuo y se determinó iniciar el proceso de compostaje con una relación C:N igual a 30. Las proporciones de cada material para armar las pilas e iniciar el proceso de compostaje fueron: 1,3 kg de bulbos de descarte por cada kilo de estiércol vacuno. Cada pila aproximadamente contuvo 80 t de residuos.

Se armaron las pilas a campo con volteo en un lote destinado al tratamiento de residuos de cebolla ubicado a una distancia de más de 200 m del galpón de empaque (Fig. 3).

Se mezclaron los residuos en forma de capas para lograr una buena mezcla de los materiales, luego se realizó la mezcla de los residuos formando las pilas definitivas. Estas se regaron hasta alcanzar aproximadamente un 70 % de humedad. Se voltearon las pilas cada 15 días. Se midió la temperatura diariamente con un termómetro digital a una profundidad aproximada de 60 cm, en tres puntos de la pila, coincidiendo con los puntos del muestreo.

Se realizaron muestreos desde el inicio del proceso, para evaluar las etapas mesófilas, termófila y de maduración y estabilización, se extrajeron submuestras del centro y de los laterales de cada pila a una profundidad de 0.5 m formando una muestra compuesta. Todos los parámetros de seguimiento medidos fueron analizados por triplicado. En las muestras obtenidas se midió: humedad (%) por método gravimétrico (Sadzawka *et al.*, 2005); pH en extracto acuoso (1:10), Conductividad Eléctrica (C.E.), dSm<sup>-1</sup>, Nitrógeno total (N), g kg<sup>-1</sup> el método Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982) y Carbono Total (C), g kg<sup>-1</sup> mediante combustión seca (LECO).



**Figure 3.** Composting piles. Viedma, Argentina, 2017.

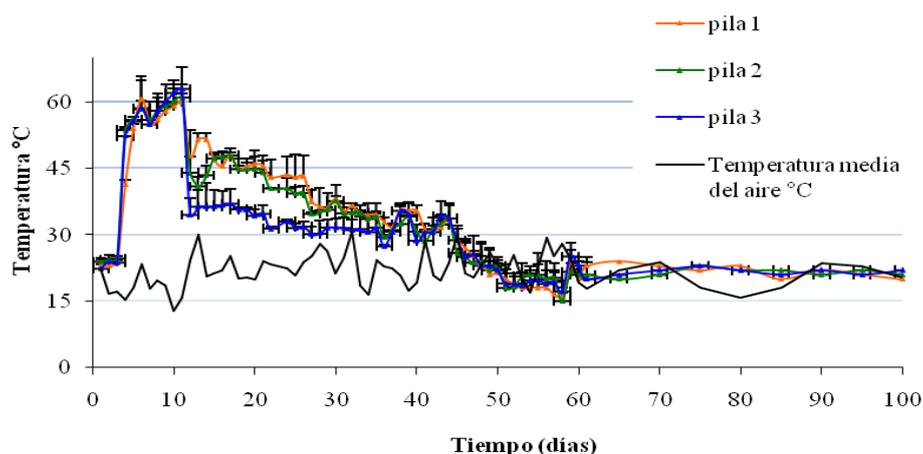
**Figura 3.** Pilas de compostaje Viedma, Argentina, 2017.

### 3. Resultados y discusión

Las tres pilas de compostaje iniciaron con la etapa mesófila y a los cuatro días del inicio de la degradación alcanzaron las temperaturas termófilas (superiores a 60°C) (Fig. 4). Estos valores indicaron una correcta higienización de los materiales, con la consecuente reducción de posibles patógenos (Pordomingo, 2003; Sundberg *et al.*, 2004; Tremier *et al.* 2005).

Las temperaturas registradas en este trabajo coinciden con las publicadas por Awasthi *et al.* (2015) que midieron temperaturas que oscilaron entre 50 y 60° C durante dos días consecutivos en el compostaje, eliminando patógenos e higienizando el compost. Otros investigadores han registrado temperaturas termófilas en pilas a campo con valores de 58 °C (Dayanand Sharma *et al.*, 2017).

En este estudio la etapa termófila se mantuvo durante cinco días con temperaturas que alcanzaron valores de hasta 62 °C (Fig. 4). Investigadores como Sinhg *et al.* (2015) registraron los mismos días de temperaturas termófilas en un compostaje de residuos sólidos municipales. La Temperatura media del aire, influyó en la degradación de los residuos ya que las temperaturas registradas durante todo el tiempo de compostaje superaron los 15 °C (Fig. 4).

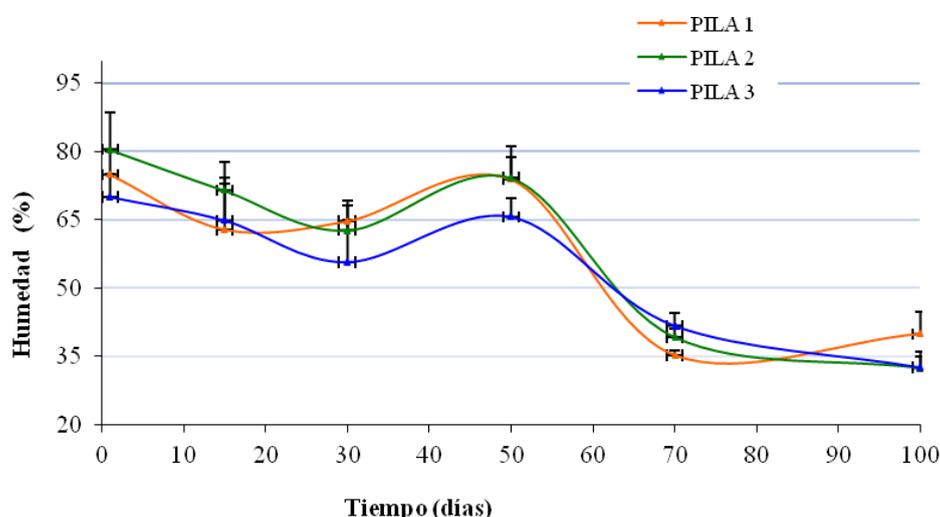


**Figure 4.** Evolution of temperature (° C) in composting. The vertical lines represent the standard error.

**Figura 4.** Evolución de la temperatura (°C) en el compostaje. Las líneas verticales representan el error estándar.

Luego de la etapa termofila, la temperatura disminuyó gradualmente. A los quince días se realizó el primer volteo lo que favoreció la porosidad y la oxigenación de las mezclas; favoreciendo la actividad microbiana y aumentando levemente la temperatura hasta los 45 °C. Investigadores como Varma & Kalamdhad (2014) informaron que los volteos sucesivos en un compostaje de residuos orgánicos, proporcionaron oxígeno adecuado a las pilas, lo que redujo la adherencia y aumentó la temperatura, reactivando la actividad microbiana y favoreciendo así la degradación de los residuos. Todas las mezclas a los 50 días, adquirieron temperaturas cercanas a la temperatura ambiente, coincidiendo con el final de la fase de enfriamiento y el inicio de la fase de maduración.

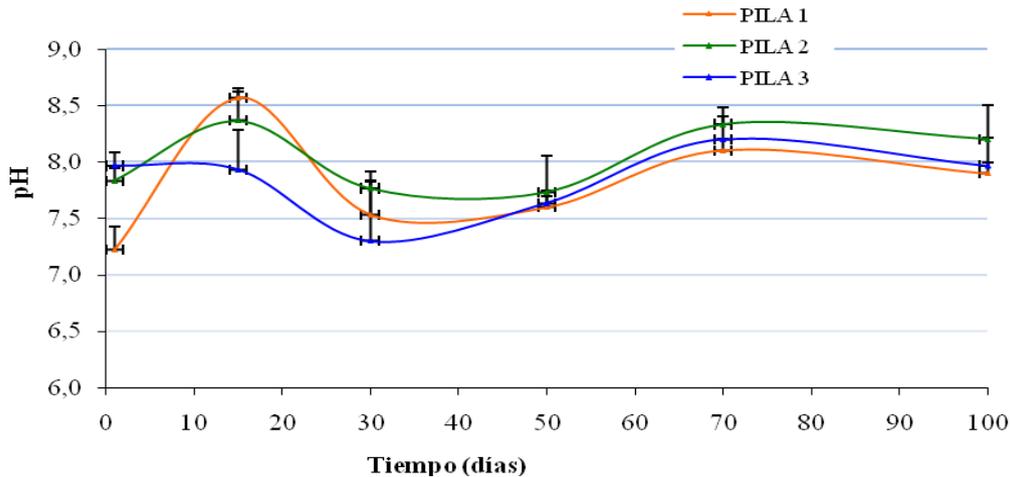
Durante el proceso de compostaje también se ha evaluado la humedad (Fig. 5) se mantuvo entre 50 y 80 % lo que permitió la correcta aireación y degradación de la masa de residuos. Estos valores coinciden con los sugeridos como óptimos en un rango de 50 a 70 % de humedad, ya que con valores inferiores la actividad microbiana decrece y con valores superiores producen desplazamiento del aire por el agua, provocando zonas de anaerobiosis (Marquez et al., 2011).



**Figure 5.** Evolution of humidity (%) in composting. The vertical lines represent the standard error

**Figura 5.** Evolución de la humedad (%) en el compostaje. Las líneas verticales representan el error estándar.

Las tres pilas mostraron fluctuaciones en valores de pH durante todo el proceso de compostaje. En la Fig. 6 La pila 1 inició la degradación con un pH de 7,5 alcanzando a los 15 días aproximadamente valores alcalinos de 9 como máximo registro de pH en todo el compostaje. Las pilas 2 y 3 mostraron un comportamiento menor fluctuante iniciando la degradación con valores de cercanos a 8 y registrando los mayores valores cercanos a 9 en la pila 2 y pH de 8 en la pila 3 (Fig. 6). En general este aumento de pH en las pilas ha coincidido con la etapa termófila, lo que podría explicarse por el aumento del contenido de amoníaco (NH<sub>3</sub>), producido por la descomposición de las proteínas, como se sugiere por Said-Pullicino *et al.* (2007) Villanueva, D. (2015). El proceso de compostaje se completó a los 100 días, con pH finales en las tres pilas próximos a 8, observando en la pila 3 el mayor valor de 8,5.



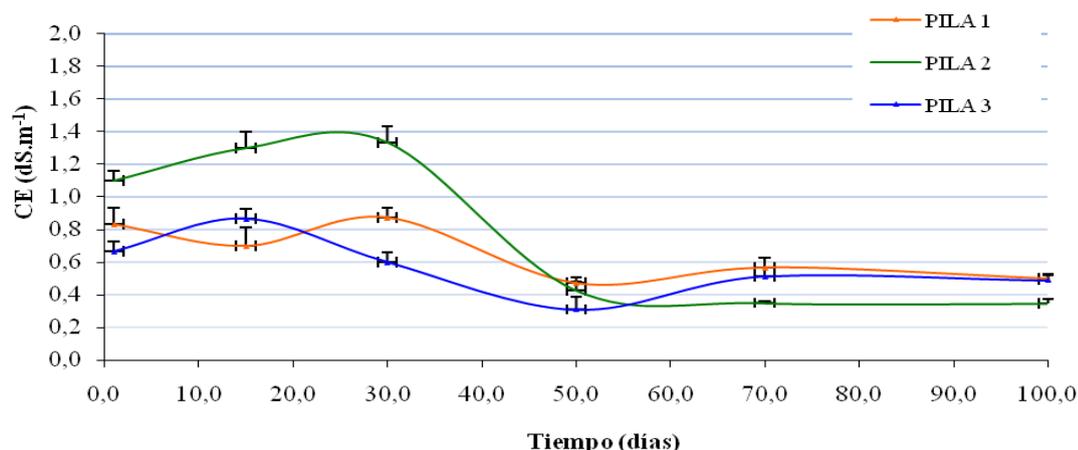
**Figure 6.** Evolution of pH in composting. The vertical lines represent the standard error.

**Figura 6.** Evolución del pH en el compostaje. Las líneas verticales representan el error estándar.

Estos resultados son similares a los obtenidos por el grupo de investigación que ensayó un compostaje de residuos sólidos orgánicos de un mercado mayorista (Hanníbal *et al.*, 2016). Asimismo, García-Ramos C. (2019) publicó valores similares de pH alcalinos en el compost final de residuos provenientes de mercados agropecuarios. Valores de pH cercanos a 8 indican que el compost ha alcanzado la madurez (Varma & Kalamdhad, 2014). Otros investigadores han reportado valores finales con pH cercanos a 8 en compostaje de estiércol de gallinaza con inoculación de microorganismos benéficos (Alvarez-Vera *et al.*, 2019).

En la figura 7 se observa la variación de la Conductividad Eléctrica (CE) en las pilas que mostraron valores entre 0,6 a 1,1  $\text{dSm}^{-2}$ . Estos contenidos de sales fueron incrementando hasta alcanzar registros cercanos a 1,4 en el caso de la pila 2, en tanto las pilas 1 y 3 aumentaron hasta 0,9 la CE. Estos valores fueron fluctuando en un período de 30 días con aumentos que se registraron hasta los 40 días, alcanzando 1,4  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-2}$  en la pila 2, en la pila 1 a los 30 días presentó el valor más alto de 0,9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y la pila 3 a los 18 días alcanzó un valor máximo de 0,9. Estos datos coincidieron con la etapa termófila de mayor actividad de degradación del compostaje. Este aumento coincide con observaciones similares publicadas en compostaje de cáscara de café (Shemekite *et al.*, 2014).

A partir de los 20 días se registró una marcada disminución hasta valores de 0,8  $\text{dS m}^{-1}$ ; esto puede atribuirse a que los sucesivos aportes de agua provocaron la lixiviación de sales. Kassegn *et al.* (2015) sugieren que también el decrecimiento de los valores de CE se debe a la volatilización de amonio y a la precipitación de sales minerales. Coincidiendo con estos resultados Dadi *et al.* (2019) reportaron el mismo comportamiento durante el compostaje de residuos de la producción de café en mezcla con residuos municipales, donde el contenido de sales fue disminuyendo a lo largo del proceso de degradación. Los valores se estabilizaron en un rango que oscilaba entre 0,4 y 0,6  $\text{dS m}^{-1}$ , hasta el final del proceso.



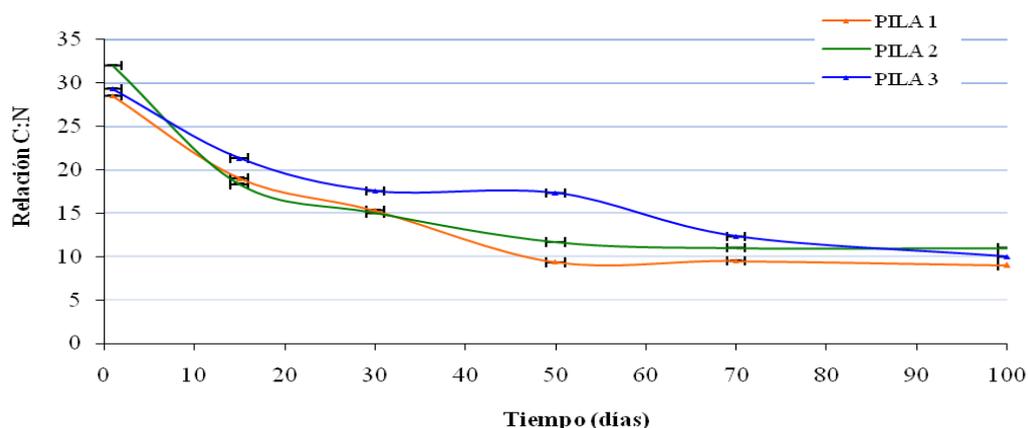
**Figure 7.** Evolution of Electrical Conductivity C.E. (dS m<sup>-1</sup>) in composting. The vertical lines represent the standard error.

**Figura 7.** Evolución de la Conductividad Eléctrica C.E. (dS m<sup>-1</sup>) en el compostaje. Las líneas verticales representan el error estándar.

La figura 8 muestra que la mezcla de bulbos de descarte de cebolla y estiércol vacuno registró una relación C:N inicial de 28 en la pila 1, de 32 en la pila 2 y de 29 en la pila 3. La degradación fue gradual observándose una disminución constante de la relación C:N durante todo el proceso de degradación. Esta relación C:N es fundamental en el proceso de compostaje de residuos orgánicos, debido a que los microorganismos utilizan el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para la formación de la biomasa microbiana (Khan *et al.*, 2014).

A los 30 días se observaron valores inferiores a 20 en las tres pilas. En este período coincidente con la etapa termófila, existe gran actividad de los microorganismos responsables de la degradación de los compuestos carbonados más solubles de los bulbos de descarte, también se produce la volatilización del N amoniacal y la lixiviación de los compuestos nitrogenados solubles provenientes de los residuos de estiércol. Esta reducción ha sido publicada por otros autores (Nogales *et al.*, 1995; Kaushik & Garg, 2004).

A los 60 días todas las mezclas mostraron valores entre 10 y 15, y a los 100 días considerado como el final del proceso de compostaje se obtuvo una relación C:N de 9 en la pila 1, de 11 en la pila 2 y 10 en la pila 3. Estos valores finales indicarían que el compost alcanzó la madurez, coincidiendo con Iglesias Jiménez *et al.* (2008) que indicaron que un compost maduro es aquel que presenta valores en la relación C:N inferiores a 12.



**Figure 8.** Evolution of the C: N ratio of the CE mixture during composting. The vertical lines represent the standard error.

**Figura 8.** Evolución de la relación C:N de la mezcla CE durante el compostaje. Las líneas verticales representan el error estándar.

Estos resultados son coincidentes con los publicados por Delgado Arroyo, M. *et al.* (2019) en la evaluación del compostaje de residuos avícolas en diferentes mezclas de sustrato. Una relación C:N inferior a 20 sería la adecuada para la estabilización del compostaje (Bernal *et al.*, 2007).

#### 4. Conclusiones

El compostaje en pilas a campo de bulbos de descarte de cebolla, en mezcla con estiércol vacuno, alcanzó todas las etapas de degradación, tanto la etapa mesófila y termófilas, logrando una adecuada degradación.

El agua aplicada al compostaje durante todo el proceso fue la adecuada, permitiendo una correcta aireación de la masa de residuos. Los pH alcanzados durante y al final del proceso registraron valores esperables en un compostaje. La conductividad eléctrica disminuyó a lo largo del proceso, alcanzando registros finales aceptables para el final de la degradación.

La relación C:N registró valores adecuados para el proceso de degradación, indicativos de la estabilización del proceso.

De acuerdo a los parámetros de seguimiento evaluados el compostaje en pilas a campo de bulbos de descarte de cebolla en mezcla con estiércol vacuno, es una alternativa adecuada y de viabilidad ecológica aceptada para la degradación de residuos. Asimismo el compostaje le permitirá al productor certificador de Buenas Prácticas de manufactura (BPM) cumplir con las normativas que exigen la gestión de residuos, para la comercialización en el valle Inferior del Río Negro.

#### 5. Bibliografía

Abad, M., & Puchades, R. 2002. Compostaje de residuos orgánicos generados en la hoya de Buñol

(Valencia) con fines hortícolas. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de

- Buñol. Valencia, España. p. 100.
- Alvarez-Vera, M., Largo, A., Sergio Iglesias, S. & Abad, J. 2019. Quality of compost obtained from hen manure, with application of beneficial microorganisms. *Scientia Agropecuaria*. Vol. 10:3.
- Bernal, P. & Gondar, D. 2007. Producción y Gestión de los Residuos Orgánicos. Situación actual a nivel mundial, comunitario y estatal. *Bioresource Technology*. 64: 203-209. En: Moreno Casco, J. & Moral Herrero, R. *Compostaje*. Ed. Mundi Prensa. Madrid. España. p. 9-41.
- Bremner, J. M. & Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen-Total. En: Page, A.L., Miller, R. H. & Keeney, D. R. *Methods of soil analysis*. Agronomy Monograph. p. 595-624.
- Bremner, S. M. 1996. Nitrogen Total. En: Sparks, D. L. *Methods of Soil Analysis*. Part 3. Chemical Methods. ASA-SSSA. Madison. WI, p. 1085-1121.
- Carnicer, S., Leconte, M. C., Iglesias, M. C. y Porta, M. 2018. Proceso de compostaje para valorizar residuos orgánicos en la Agricultura familiar. Instituto Aerotécnico Pedro M. Fuentes Godo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.
- Cerda, E- y Klalilova, A. 2016. Economía Circular. *Economía Industrial*. N° 401. Empresa Medio Ambiente y Competitividad,
- Claassen, V.P. & Carey, J. L. 2004. Regeneration of nitrogen fertility in disturbed sils using composts. *Compost Science & Utilization*. 12:145-152.
- Daba, G., Beyene, A., Luis, P. & Van der Bruggen, B. 2019. Composting and co-composting of coffee husk and pulp with source separated municipal solid waste: a breakthrough in valorization of coffee waste. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 8:263-277.
- Dadi, D. G., Daba, A., Beyene, P., Luis, B. & Van der Bruggen. 2019. Composting and co-composting of coffee husk and pulp with source separated municipal solid waste: a breakthrough in valorization of coffee waste. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 8:263-277.
- Dayanand Sharma, V., Sudharsan Varma, K., Yadav, A. & Kalamdhad, S. 2017. Evolution of chemical and biological characterization during agitated pile composting of flower waste. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 6:89-98.
- De Bertoldi, M. 2010. Definition of Composting and Compost. En: *Solid Waste Technology and Management*. Vol. 2, p. 1052.
- Delgado Arroyo, M. 2019. Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 35 (4) 965-977.
- García-Ramos, C. 2019. Obtención de compost mediante la biotransformación de residuos de mercados agropecuarios Cultivos Tropicales. Ministerio de Educación Superior. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba. Vol. 40.
- Guo, R., Li, G. & Jiang, T. 2012. Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. *Bioresource. Technology*. 112, 171-178.
- Hang, S., Castán, E., Negro, G., Daghero, A., Buffa, E., Ringuet, A., Satti, P. & Mazzarino, M. J. 2015. Compostaje de estiércol de feedlot con aserrín/viruta: características del proceso y del producto final. *Agriscintia*. Vol. 32 (1): 55-56.
- Hanníbal, B., Rafaela, V. & Guevara, L. 2016. Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del

- Cantón Riobamba. European Scientific Journal. 12:76–94.
- Iglesias-Jiménez, E., Barral, M. & Marhuenda, F. 2008. Indicadores de la madurez y estabilidad del compost. En: Moreno-Casco, J. & Moral-Herrero, R. Compostaje. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. p. 243-284.
- Johnson, C. M. & Ulrich, A. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. Agricultural Experiment Station Bulletin. University of California. 766:25-78.
- Kassegn, G., Hiluf, K., Gebregziabher, G., Degefe, G. & Kumera, B. 2015. Physicochemical characterization and microbial identification of compost produced from municipal solid waste in Shewa Robit town, Ethiopia. Journal of Agriculture and Environmental Sciences. Vol. 2:25–30
- Kaushik, P. & Garg, V. 2004. Dynamics of biological and chemical parameters during vermicomposting of solid textile mill sludge mixed with cow dung and agricultural residues. Bioresource Technology. Vol. 94(2), p. 203-209.
- Khan, N., Clark, L., Sánchez, M. M., Shea, S., Meier, S. & Bolan, N. 2014. Maturity indices in co-composting of chicken manure and saw dust with biochar. Bioresource Technology. 168, 245-251.
- Li, Z., Lu, H., Ren, L. & He, L. 2013. Experimental and modeling approaches for food waste composting: A review. *Chemosphere*. Vol. 93, p. 1247-1257.
- Liu, L.; Wang, S.; Guo, X.; Zhao, T. & Zhang, B. 2018. Succession and diversity of microorganisms and their association with physicochemical properties during green waste thermophilic composting. Waste Management. 73: 101-112.
- Marquez, P.; Díaz J.; Capitán, F. 2011. Factores que afectan al proceso de compostaje. En libro: Compostaje. Ed. Mundi Prensa. Pag. 95-109.
- Mahmud, A.; Mehmood, S.; Hussain, J. & Ahmad, S. 2015. Composting of poultry dead birds and litter. World's Poultry Science Journal. 71(4): 621-629.
- Mitchell, A. 1997. Production of *Eisenia foetida* and vermicompost from feedlot cattle manure. Soil Biology Biochemistry. 29: 763-766.
- Miyatake, F. & Iwabuchi, K. 2006. Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. Bioresource Technology. 97: 961-965.
- Muscolo, A.; Papalia, T.; Settineri, G.; Mallamaci, C. & Jeske-Kaczanowska, A. 2018. Are raw materials or composting conditions and time that most influence the maturity and/or quality of composts? Comparison of obtained composts on soil properties. Journal of Cleaner Production. 195: 93-101.
- Nogales, R., Elvira, C., Benitez, E. & Gallardo-Lara, F. 1995. Uso agrícola de compost y vermicompost de basuras urbanas 1: Procesos, madurez y calidad de los productos. Residuos. 26: 53-57.
- Pellejero, G., Miglierina, A., Aschkar, G. & Jiménez Ballesta, R. 2015. Composting onion (*Allium cepa*) wastes with alfalfa (*medicago sativa* l.) and cattle manure assessment. Agricultural Sciences. 2: 445-455.
- Pordomingo, A. J. 2003. Gestión ambiental en el feedlot. Guía de buenas prácticas. Ed. INTA. La Pampa. p.100.
- Pozzo Ardizzi, C., Pellejero, G., Aschkar, G. y Jiménez-Ballesta, R. 2012. Effects of *Aspergillus niger* in onion bulbs (*Allium cepa* L.) stored in the post-harvest phase. International Journal Postharvest Technology and Innovation. Vol. 2, No. 4.
- Rynk, R., Van de Kamp, M., Willson, G. B., Singley, M. E., Richard, T. L., Kolega, J. J., Gouin, F. R., Laliberty, Jr., Kay, D., Murphy, D. W., Hointink,

- H .A. J. & Brinton, W. F. 1992. On-farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ithaca. N.Y. p. 186.
- Sadzawka, A., Carrasco, M. A., Grez, R. & Mora, G. M. 2005. Métodos de análisis de compost. Serie Actas INIA. Chile. p. 151.
- Said-Pullicino, D., Erriquens, F. G. & Gigliotti, G. 2007. Changes in the chemical characteristics of water-extractable organic matter during composting and their influence on compost stability and maturity. *Bioresource Technology*. 98: 1822-1831.
- Sánchez, Ó. J.; Ospina, D. A. & Montoya, S. 2017. Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. *Waste Management*. 69: 136-153.
- Sarkar, S.; Pal, S. & Chanda, S. 2016. Optimization of a vegetable waste composting process with a significant thermophilic phase. *Procedia Environmental Sciences*. 35: 435-440.
- SENASA, 2017. Resolución N° 323-2017-SENASA - Servicio Nacional De Sanidad Y Calidad Agroalimentaria. Ministerio de Agricultura Minería y pesca. Argentina. Resolución 323-E/2017
- Shemekite, F., Gómez-Brandón, M., Franke-Whittle, I. H., Praehauser, B., Insam, H. & Assefa, F. 2014. Coffee husk composting: an investigation of the process using molecular and non-molecular tools. *Waste Manag* 34:642-652.
- Singh, J. & Kalamdhad, A. S. 2015. Assessment of compost quality in agitated pile composting of water hyacinth collected from different sources. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 4:175-183.
- Sundberg, C. & Navia, T. 2014. Is there still a role for composting?. *Waste Management & Research*. Vol. 32 (6) p. 459-460.
- Sundberg, C., Smårs, S. & Jonsson, H. 2004. Low pH as an inhibiting factor in the transition of mesophilic to thermophilic phase in composting. *Bioresource Technology*. 95: 145-150.
- Tremier, A., de Guardia, A., Massiani, C., Paul, E. & Martel, J. L. 2005. A respirometric method for characterising the organic composition and biodegradation kinetics and the temperature influence on the biodegradation kinetics, for a mixture of sludge and bulking agent to be co-composted. *Bioresource Technology*. 96: 169-180.
- Vargas Machuca, R., Romero Taboada, E. y Fernández Gomes, M. 2015. De Residuos a Recursos El Camino hacia la Sostenibilidad. Ed. Mundi-Prensa, Cádiz, España.
- Varma, V. S. & Kalamdhad, A. 2014. Evolution of chemical and biological characterization during thermophilic composting of vegetable waste using rotary drum composter. *International Journal of Environmental Science and Technology*. p. 1-10.
- Villanueva, D. 2015. Descomposición de la biomasa de residuos orgánicos bajo un sistema de compostaje abierto y cerrado. *BioScience*. Vol. 2(1) p. 21-30.

Horticultura Argentina es licenciado bajo Licencia Creative Commons Atribución - No Comercial 2.5 Argentina.