

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DEL OLIVAR PARA OBTENER COMPOST Y LA VIABILIDAD DE SU APLICACIÓN<sup>1</sup>

Recibido: 13/02/2014 • Aceptado: 04/09/2014

Filippin, Ana\*  
Pozzi, María\*\*  
Luna, Nadia\*\*\*

### Resumen

Los residuos de poda del olivar y de la extracción del aceite de oliva se han incrementado en las provincias de Catamarca y La Rioja durante los últimos años surgiendo la necesidad de gestionarlos empleando tecnologías amigables con el ambiente.

La biodegradación de sustancias contenidas en el alperujo y hojas del olivo conjuntamente con estiércoles de ganado caprino y caballar propició la obtención de enmiendas orgánicas de calidad aceptable para su utilización como mejoradores de las propiedades de los suelos de uso agrícola.

Los resultados expuestos en el presente artículo completo fueron logrados a través de ensayos experimentales llevados a cabo en una empresa oleícola del medio y predio de la UNCA y financiados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina.

**Palabras Claves:** compost, gestión de residuos, alperujo, olivar, aceite de oliva

1 Artículo de Investigación. Proyecto Tratamiento extractivo de compuestos provenientes de residuos oleícolas utilizando energía solar en vía de su aprovechamiento para aplicaciones cosmetológicas y producción de biofertilizantes. MINCyT.

\* Profesora y Licenciada en Química, Magister en Gestión y Conservación Ambiental. Profesora Asociada Exclusiva Universidad Nacional de Catamarca, Argentina. Teléfono:+54-0383-4430047. Correo electrónico institucional anafilippin@unca.edu.ar

\*\* Cátedra de Quimiometría. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. Especialista en Gestión y Conservación Ambiental

\*\*\* Cátedra de Química Ambiental. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. Magister en Gestión y Conservación Ambiental. Licenciada en Química

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## Tecnologia bagaço de oliva para compostagem ea viabilidade de sua aplicação

### Resumo

Os resíduos de poda do olivar e da extração do azeite de oliva incrementaram-se nas províncias de Catamarca e a Rioja durante os últimos anos surgindo a necessidade de geri-los empregando tecnologias amigáveis com o ambiente.

A biodegradação de substâncias contidas no bagaço e folhas da oliveira conjuntamente com esterco de cabras e cavalos propiciou a obtenção de emendas orgânicas de qualidade aceitável para sua utilização como melhoradores das propriedades dos solos de uso agrícola.

Os resultados expostos no presente artigo completo foram conseguidos através de ensaios experimentais finalizados numa empresa de azeite do predio da UNCA e financiados pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação Produtiva de Argentina.

**Palavras-chave:** compostagem, gestão de resíduos, bagaço, azeitonas, azeite de oliva

## About the Technology to treat olive waste for compost and the feasibility of its application

### Abstract

In recent years, the olive tree pruning waste and extraction of olive oil have been increasing in the argentinian provinces of Catamarca and La Rioja, creating a necessity of using environmental friendly technologies.

The biodegradation of substances contained in the residue of olive leaves together with goats and horses manure, led an acceptable quality of organic amendments to use as way of improving the soil properties for agricultural use. The results presented in this article were made through experimental tests conducted on a medium olive oil company and the UNCA campus. It was fund by the Ministry of Science, Technology and Productive Innovation of Argentina.

**Keywords:** compost, waste management, two-phase olive mill waste, olive, olive oil.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## INTRODUCCIÓN

La olivicultura en Argentina experimentó un franco crecimiento a partir de la implementación de la Ley de Diferimiento Impositivo (Ley Nacional N° 22.021) promulgada en la década de los ochenta y cuando las producciones olivícolas entraron en régimen productivo vieron reducidas su estructura de costos incrementando sus ingresos a partir de una tendencia creciente en el precio del producto.

Cabe resaltar que Argentina es el décimo productor mundial de aceites de oliva, ocupando el primer lugar en el continente americano. La superficie implantada ronda las 70.000 hectáreas y las principales provincias productoras son, en este orden: Catamarca, La Rioja, Mendoza, San Juan, Córdoba y Buenos Aires.

Los grandes aumentos de precios de fertilizantes, plaguicidas y mano de obra ocurridos en estos últimos años, especialmente desde el año 2007, llevaron al sector a rentabilidad negativa. La situación se complicó mucho más debido a la gran acumulación de aceite de oliva y aceitunas elaborados, y al escaso nivel de consumo interno del aceite a pesar de su estatus de alimento nacional (Ley Nacional N° 26.839, Noviembre de 2012).

En los últimos doce años, la elaboración de aceite de oliva se incrementó un 23,9% y la producción de aceitunas de mesa un 89,7%. En la campaña 2011, el sector alcanzó un volumen cercano a las 20.000 toneladas de aceite de oliva y 110.000 toneladas de aceitunas de mesa, según datos de la Dirección de Competitividad e Inclusión de Pequeños Productores del Ministerio de Agricultura de la Nación (Matías et al., 2012)

Por la diversidad genética, plasticidad de la especie y por las diferentes condiciones agroclimáticas, Argentina posee todo el potencial para convertirse en un importante productor de aceite de oliva y aceitunas de mesa. En el 2011, ambos productos generaron exportaciones por más de 30 millones de dólares (Matías et al., 2012).

Lo anteriormente expuesto profundiza aún más la necesidad de tratar los residuos y/o subproductos obtenidos en el proceso extractivo de industrialización de la aceituna para aceite de oliva.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

Respecto de la contaminación generada por el alperujo (residuo del proceso extractivo de dos fases) está basada en sus constituyentes tales como ácidos grasos y polifenoles hidrosolubles. Estos producen un efecto fitotóxico tales como senescencia en hojas y frutos y retardo en la germinación de semillas.

Por otro lado la materia orgánica presente está conformada por un elevado porcentaje en materiales lignocelulósicos que dificulta su biodegradación (Cegarra et al., 2004)

Entre las posibles vías de aprovechamiento del alperujo, el compostaje es el considerado con mayor frecuencia por los buenos resultados logrados en experimentaciones y sus aplicaciones como enmendantes en suelos de uso agrícola (Calvet et al., 1985; Paredes et al., 2002; Tomatti et al., 1995 y 1996).

La gestión ambiental olivícola y oleícola (ISO 14.000, Drault, 2007) fue el objetivo de este trabajo que posee un doble propósito, eliminar la contaminación de los residuos (de poda y alperujo) y elaborar un producto con valor añadido como el compost con factibilidad de ser incorporado a la cadena productiva del olivo.

La producción olivícola empleando compost, logrado a partir de los residuos de su cadena productiva, como mejoradores de suelo es de alta relevancia debido a la creciente demanda de productos derivados del olivo -principalmente el aceite-, registrada en los últimos años y a la gran importancia que tiene priorizar el valor añadido mediante el uso herramientas de diferenciación tales como la certificación orgánica.

En Argentina existe MAPO (Movimiento Argentino para la Producción Orgánica) una asociación que agrupa a todos aquéllos vinculados con este tipo de producción con una estructura legal de fiscalización, cuya normativa para la producción de alimentos orgánicos enfatiza el empleo de técnicas relacionadas con el reciclaje de materiales orgánicos para mejorar la fertilidad del suelo y el control biológico de plagas y enfermedades y el uso de semillas provenientes de sistemas de producción orgánica.

La fertilización con las enmiendas orgánicas disminuye los costos de producción, evita la degradación de los suelos al no utilizar productos de síntesis química y aumenta el valor del producto en el mercado por su calificación de orgánico.



## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## 1 MATERIALES Y METODOS

El diseño experimental de los ensayos de compostaje se realizó del siguiente modo:

Un testigo, en base a alperujo sólo (Tratamiento 1, T1), y tres tratamientos en base a mezclas de diferentes materias primas y el alperujo, 75% orujo y 25% cama de cabra (Tratamiento 2, T2), 75% alperujo y 25% cama de caballo (Tratamiento 3, T3), 50% alperujo y 50% cama de cabra (Tratamiento 4, T4). El compostaje de cada uno de los tratamientos se llevó a cabo en recipientes de plásticos con suficiente aereación para favorecer la biodegradación aerobia y evitar el exceso de humedad en las mezclas a compostar. Se voltearon y regaron periódicamente según las necesidades basadas en el control de parámetros de pH, humedad y temperatura para la evolución normal del proceso de compostaje.

La selección de la metodología para el compostaje se basó en la naturaleza de la materia prima (alperujo) de alto grado de compactación influyendo negativamente en el proceso de aireación, por lo que no resulta conveniente aplicar el método de pilas estáticas con ventilación forzada (Rutgers), (Cegarra et al., 2004). Por tal motivo se realizaron las mezclas con cama de cabra y de caballo que le proporcionaron mayor contenido en nitrógeno y favoreciendo también la oxigenación por la estructura característica del estiércol.

Se tomaron muestras de cada pila luego de su armado, 5 veces con un intervalo de tiempo de 30 días en los cuatro primeros meses y 60 días en el último período de compostaje.

Cada muestra se tomó por triplicado (aproximadamente 1Kg), de acuerdo a la metodología siguiente: Se extrajeron tres muestras al azar de diferentes zonas de cada pila (3 por tratamiento) que fueron homogeneizadas en una sola muestra (1 por tratamiento); luego se dejaron secar al aire, y se tamizaron con malla 2 mm. Los análisis de cada muestra se realizaron por triplicado.

Las determinaciones realizadas en laboratorio respecto de la calidad agronómica, en muestras tomadas de las materias primas empleadas, durante y al final del proceso de biodegradación en las mezclas, fueron humedad (método gravimétrico), pH (en extracto acuoso por método potenciométrico), Carbono Orgánico Total (COT) mediante método de Walkley-Black (oxidación dicromato de potasio / ácido sulfúrico), relación C/N, para el cual el nitrógeno se analizó por método semi-microkjeldahl (Herrera, 1990).

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

Las determinaciones realizadas para ver la evolución de los parámetros químicos y evaluación de fitotoxicidad durante el proceso de biodegradación fueron:

### Polifenoles Hidrosolubles (PhH):

Se determinaron mediante una modificación del método de Folin (Maestro Duran, et al., 1991). La extracción se realizó con etanol 1:1 (m/v) dejando reposar cada muestra durante 24 horas; luego el sobrenadante se separó y se recogió en botellas color caramelo. La recta patrón se realizó en matraces con diferentes disoluciones de ácido cafeico (60 ppm) más 2,5 ml de reactivo Folin-Ciocalteu, se agita, se dejó reposar 3 minutos, se añadió 5 ml de solución de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 7 % y se enrasó con agua des-ionizada. A 0,5 ml del extracto de cada muestra, se adiciona 2,5 ml de

Folin- Ciocalteu y 5 ml de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7% y se lleva a enrase. Estas disoluciones y las correspondientes a la recta patrón se dejaron en reposo 1 hora, luego se midió la absorbancia en un espectrofotómetro UV-Metrolab M 1700 a 725 nm, calculándose la concentración de polifenoles respecto a la recta patrón.

### Índice de Germinación:

Se determinó el Índice de Germinación creado por Zucconi *et. al.* (1985) para evaluar el grado de estabilización de los composts. La prueba mide el efecto del extracto acuoso sobre la germinación del rábano (*Raphanus sativus*). Se seleccionó esta especie debido a que germina rápidamente y es particularmente sensible a las fitotoxinas generadas por la materia orgánica en descomposición.

El diseño experimental para el aplicar el método de Zucconi fue completamente aleatorizado, con tres tratamientos y un testigo (agua destilada) con cuatro repeticiones.

### Lignina Klason:

Se consideró como lignina Klason el residuo insoluble que queda después de un ataque ácido de la muestra, y se determinó según la norma ANSI/ASTM (American National Standard Institute, 1977a).

### Holocelulosa:

Se consideró como holocelulosa al producto obtenido después de la deslignificación de la muestra y se determinó según la técnica descrita por Browning (1967).

### Celulosa:

Se determinó según la norma ANSI/ASTM (American National Standards Institute, 1977b).

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

Análisis estadístico: los valores se presentan como valores medios de los replicados para cada caso y el análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza y test de comparación de medias para  $\alpha = 0,05$  (Test de Tukey).

## 2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los diferentes tratamientos en la etapa inicial exhibieron valores de pH entre 5,1 y 6,3, y durante la evolución del proceso de biodegradación en las diferentes mezclas se acercaron o superaron la neutralidad. Las mezclas con valores extremos de pH según la figura 1 fueron el Tratamiento 1 con 8,2 y el Tratamiento 4 con 8,7 similares a los encontrados en otros ensayos experimentales (Albuquerque Méndez et al., 2002).

En la fase termofílica se produce una liberación de amoníaco debido a la degradación de aminos procedentes de proteínas y bases nitrogenadas y a su vez una liberación de bases de la materia orgánica, elevándose el pH con actuación de las bacterias (Fase de alcalinización). Por el aumento del pH se libera nitrógeno por el mecanismo anteriormente citado, el cual es aprovechado por los microorganismos para su crecimiento, dando paso a la siguiente fase de maduración.

Finalmente se llega a una fase estable de pH próximo a la neutralidad en la que se estabiliza la materia orgánica con reacciones lentas de policondensación y poliinsaturación que originan las sustancias húmicas (Martinez García, 2004) tal como sucede en T1 y T2.

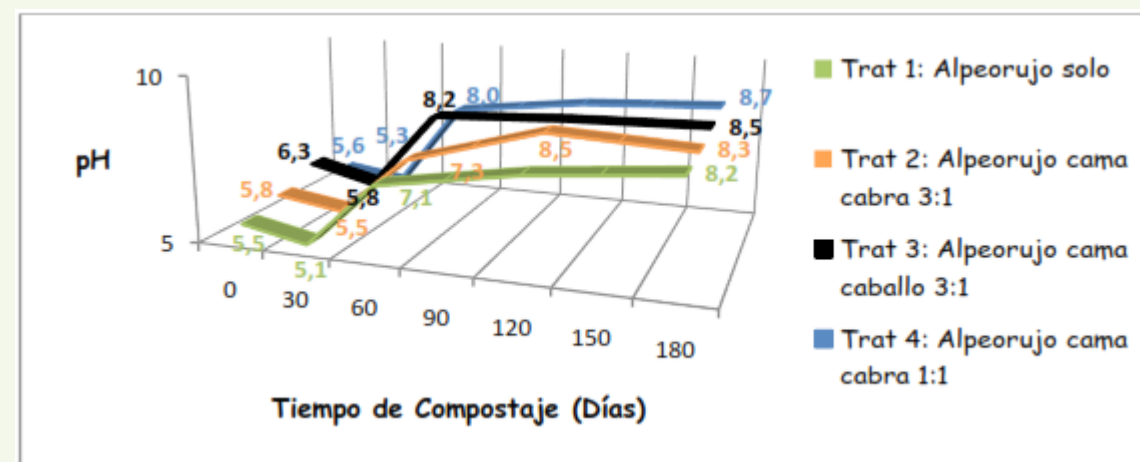


Figura 1- Variaciones del pH durante el compostaje

Fuente: elaboración propia

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

En el inicio del proceso de compostaje, los valores relación C/N oscilaron entre 48 para el T 1 y 23 para el T3. En la última fase del compostaje, a los 180 días, se lograron relaciones C/N dentro de un intervalo de 23 (T1 y T4) y 16 en el caso del T3 (cama de caballo y alperujo) como se observa en la figura 2.

Los tratamientos registraron una baja en la relación C/N muy marcada en la fase termofílica debido a la existencia de una mayor actividad microbiana lo cual implica una mayor degradación de compuestos de carbono resistentes (Filippin et al, 2012; Martínez García, 2004) tales como la celulosa y hemicelulosa.

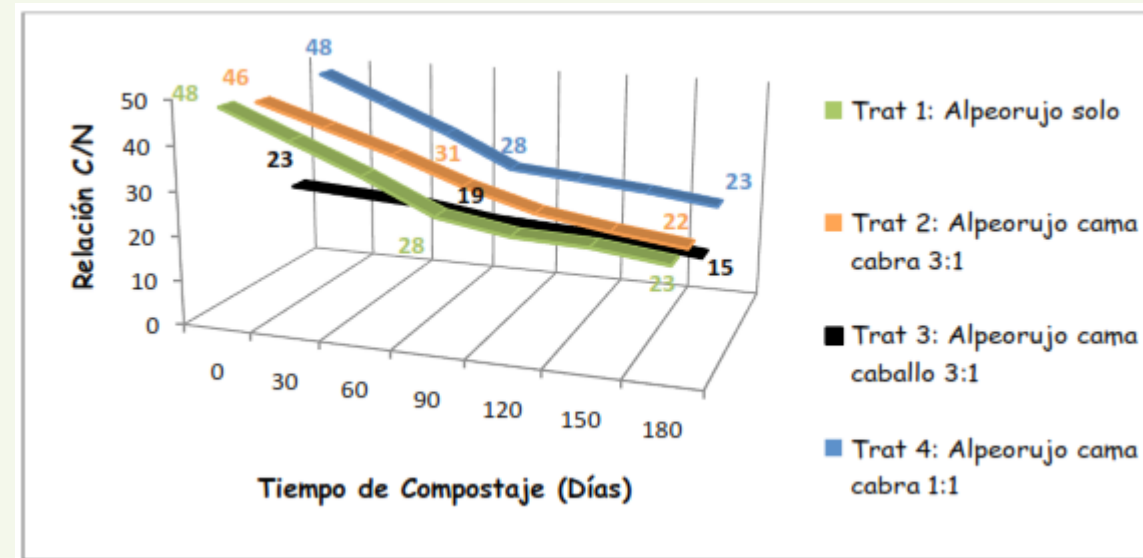


Figura 2- Variaciones de la relación C/N durante el compostaje

Fuente: elaboración propia

El contenido de polifenoles disminuye a lo largo del proceso de compostaje según se observa en la figura 3 y se manifiesta en todos los tratamientos incluso en el T1 (testigo). Los alperujos presentan una actividad enzimática debido a enzimas del tipo oxidoreductasa capaces de oxidar los compuestos fenólicos formando radicales libres muy reactivos que polimerizan dando especies menos solubles y tóxicas (Dec & Bolag, 1994; Greco G et al., 1999; Pérez, et al., 1992). Además, los compuestos fenólicos libres sufren una degradación por la acción de especies microbianas específicas (Maestro - Durán et al., 1991; Martínez Nieto et al., 1992; Robles et al., 2000); por lo que estos procesos degradativos y de polimerización de las sustancias fenólicas llevan a una disminución de las fracciones polifenólicas hi-



## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

drosolubles (Saviozzi, et al., 1987) con lo cual se justifica la disminución de la toxicidad del compost en su estado de madurez.

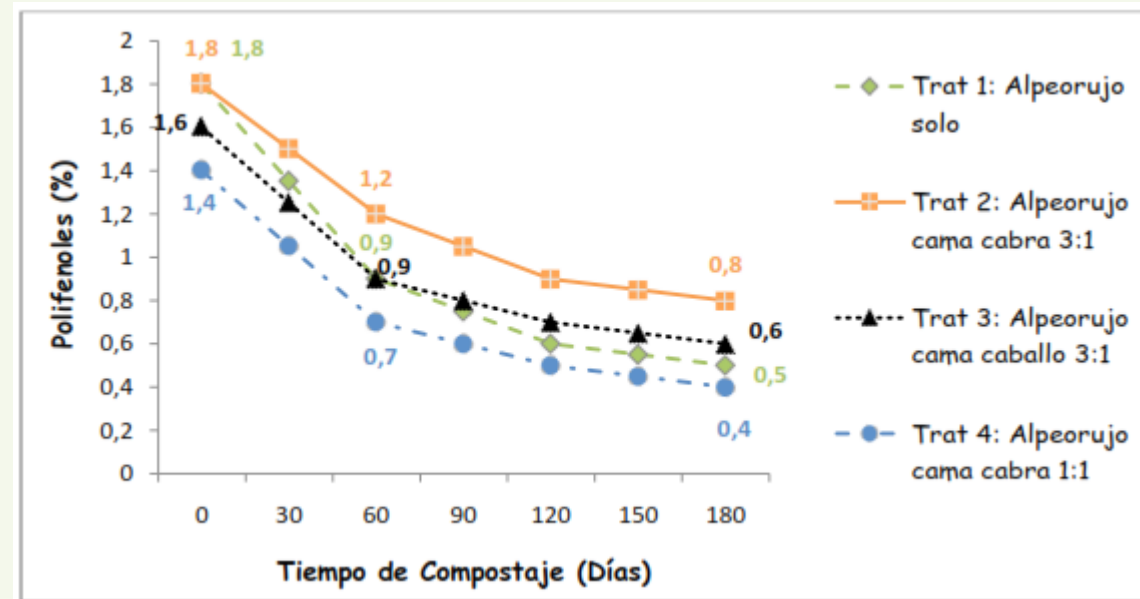


Figura 3- Evolución de los polifenoles hidrosolubles durante el proceso de compostaje con mezclas de alpeorujos. Presentaron diferencias significativas para  $\alpha: 0,05$ .

Fuente: elaboración propia

Los ensayos de fitotoxicidad (IG) se aplicaron al testigo (T1) y a las mezclas (T2, T3 y T 4) al inicio y al final del proceso de compostaje debido a que los valores de conductividad eléctrica registrados durante la evolución del proceso de compostaje fueron altos (cama de cabra) y contiene además altas concentraciones de polifenoles (entre 4.000 a 20.000 ppm) aportados por alpeorujos confiriéndoles características fitotóxicas.

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

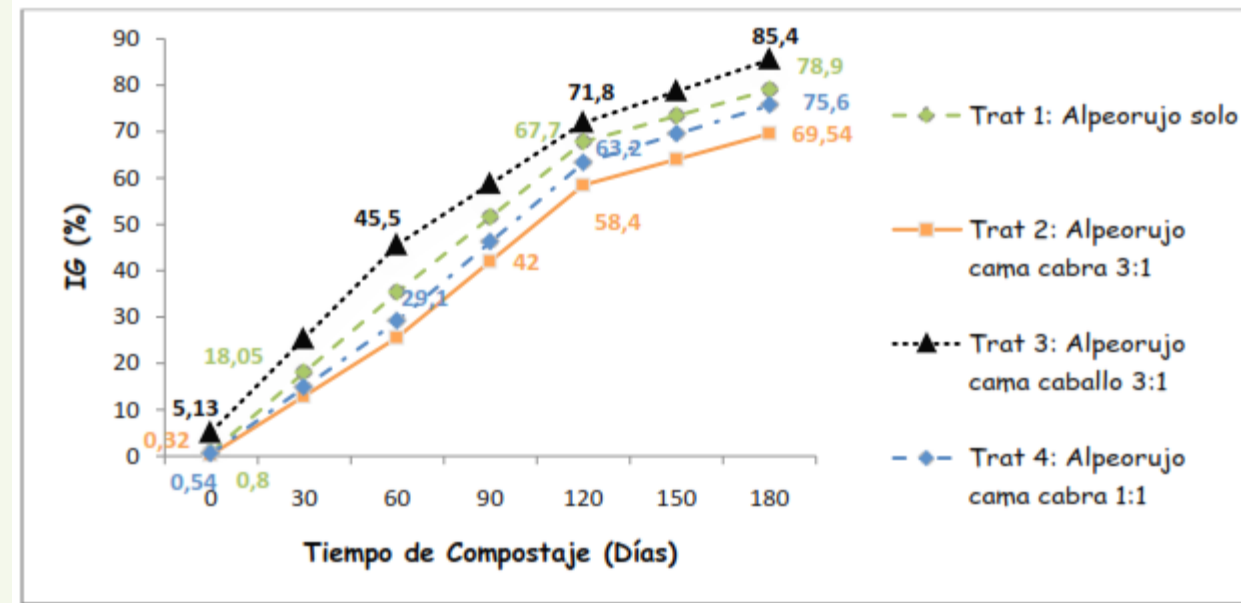


Figura 4- Índices de germinación (IG) en la fase inicial y final del proceso de compostaje  
Fuente: elaboración propia

Los valores que evidenciaron menor fitotoxicidad fueron los determinados en el Tratamiento 3 como muestra la figura 4.

En todos los tratamientos se superaron los valores obtenidos por Madejón y col. (1998ab) para la semana 14, y, en el caso de T2, T3 y T4, como así también el testigo (T1), sus IG fueron mayores de 50. En el caso de T2 y T4 conformados por mezclas de alpeorujos y cama de cabra fueron los que mostraron menores valores de IG al inicio (0,54; 0,32, respectivamente) y al final del compostaje (69,5; 75,6, respectivamente).

La degradación de la lignina en los tratamientos 2, 3 y 4 se verificó principalmente durante los primeros 4 meses relacionada con las pérdidas originadas con la etapa termofílica del compostaje, aunque luego sigue el proceso de biodegradación en forma sostenida, probablemente porque las máximas temperaturas alcanzadas no superaron los 60 °C (temperaturas superiores influyen negativamente sobre los microorganismos degradadores de la lignina) según se puede observar en la Figura 5. Las temperaturas pueden llegar a ser tan altas que inhiben el crecimiento de los propios microorganismos degradadores (Albuquerque Méndez, 2002; Bueno Márquez, et al., 2008)

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

El comportamiento del testigo fue diferente debido a su degradación más efectiva durante el período comprendido entre el segundo y sexto mes, producido esto por alcanzar la etapa termofílica después. La incipiente degradación de la lignina detectada en condiciones de anaerobiosis, contrasta con la cantidad elevada de microorganismos (en particular hongos) capaces de degradarla eficazmente bajo condiciones aerobias (Albuquerque Méndez, 2002).

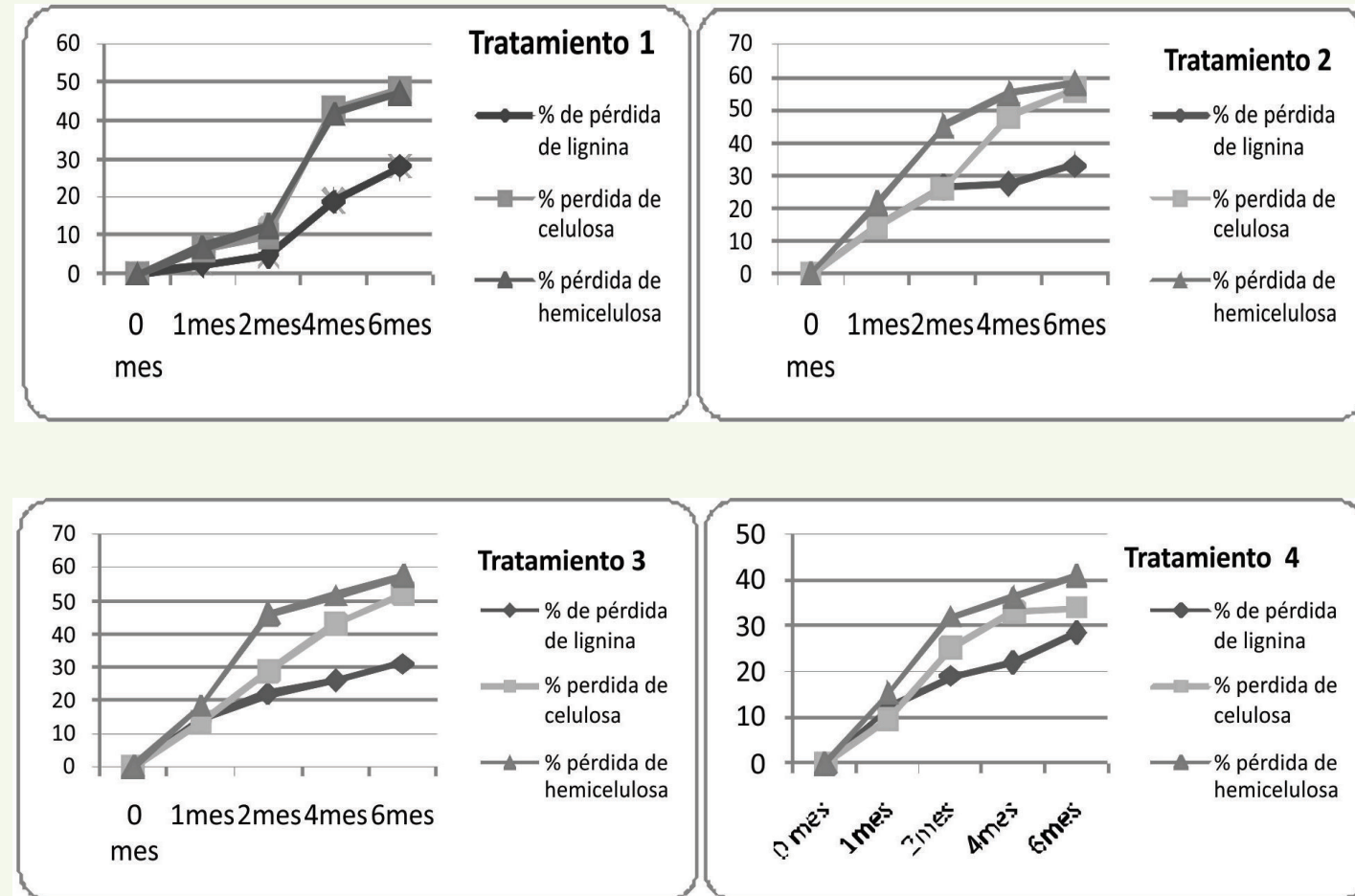


Figura 5-Evolución de las pérdidas de lignina, celulosa y hemicelulosa durante el compostaje, gráficos de tiempo de compostaje (en meses) en relación con pérdidas (% valor inicial).

Fuente: elaboración propia

Los valores mayores de pérdida de lignina durante el proceso de compostaje fue en el primer tratamiento y los menores valores le corresponde al T3: En el primer caso se debe al mantenimiento adecuado de las pilas y a la relación C/N inicial del ensayo experimental (cerca a 35). En el segundo caso, al igual que en el ensayo del T1 (testigo), se consideró que la condiciones naturales de la materias

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

primas empleadas tales como la compactación pudieron afectar la normal evolución del compostaje al igual que el testigo, alperujo, facilitaron la generación de procesos anaeróbicos no compatibles con la biodegradación y consecuente menor pérdida de lignina. Los valores de pérdida de lignina para T1 y T4 fueron cercanos a 28 (figura 5).

Se registraron valores elevados para la degradación de la celulosa y la hemicelulosa, respecto de las pérdidas consignadas para la lignina (figura 5) En todos los tratamientos y el testigo (T1), se verificó una degradación sostenida de la celulosa y hemicelulosa, detectándose un retardo en el proceso degradativo de la primera respecto de la segunda. La explicación a este comportamiento, detectado en otras investigaciones, se fundamenta en que la mayoría de los residuos lignocelulósicos poseen una fracción de celulosa frecuentemente ligada a la lignina aislándola del ataque microbiano y naturalmente los componentes de la hemicelulosa son atacados y degradados con mayor facilidad por los microorganismos (Eiland *et al.*, 2001, Albuquerque Méndez, 2002).

La degradación de la celulosa fue similares para los dos primeros tratamientos (52,2% y 56%) mientras que la menor reducción se determinó para T4 (34%). Un comportamiento similar se verifica para la hemicelulosa (T2 = 58,5 y T3= 57,7%) y el mínimo valor de pérdida para T4 (41%). Esto se explica por adición en las mezclas de residuos de actividades ganaderas como las camas de cabra y caballo que aportan nutrientes de origen mineral y las condiciones necesarias para favorecer el crecimiento de la población microbiana. En el caso del T1 la pérdida de celulosa y hemicelulosa durante la evolución del compostaje indicó una tendencia similar a la de los T2 y T3 pero con valores finales aún menores (48,2%- 47,3%), (figura 5). El mejoramiento de porosidad y aireación en los tratamientos respecto del testigo (T1) fueron corroboradas al comparar los valores obtenidos en cada uno de los parámetros analizados entre los tratamientos y el testigo.

### 3 CONCLUSIONES

El proceso de compostaje aplicado en las diferentes mezclas y el testigo originó un producto con valores aceptables para los parámetros pH y relación C/N respecto de su factibilidad de aplicación como enmiendas orgánicas.

Los IG para todos los tratamientos superaron el valor de 50% que constituye el límite de tolerancia de la fitotoxicidad y la mezcla que presentó mejor valor fue la conformada por 75% de alperujo y 25% de cama de caballo.



## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

El comportamiento de T4, menos propicio que los otros dos, se llevó a cabo por la inadecuada aireación, es decir la falta de oxigenación necesaria para promocionar las pérdidas.

En general, los procesos biodegradación propiciaron pérdidas significativas de polifenoles y de sus componentes mayoritarios lignina, celulosa y hemicelulosa en los tres tratamientos considerados, verificándose con mayor intensidad estas tendencias en los períodos termófilos de compostaje relacionados directamente con las condiciones de aireación y contenido de humedad logrados durante la ejecución de los ensayos experimentales previos. Los menores rendimientos del proceso degradativo se detectaron en T1 utilizado como testigo (alperujo).

La transformación de alperujo en abono orgánico de suelos mediante la tecnología de compostaje es factible de ser aplicada y utilizada para mejorar las características de este recurso natural y potenciar la agricultura orgánica en las provincias argentinas especialmente las que poseen este residuo o subproducto disponible.

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## REFERENCIAS

- Albuquerque Méndez, J., (2002). El compostaje de orujo de oliva de dos fases. Estudio del proceso y evaluación de los productos obtenidos. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. España.
- ANSI/ASTM. (1977a). Standard test methods for lignin in wood D 1106-56. American National Standard Institute, Washington DC.
- ANSI/ASTM.(1977b). Standard test methods for alpha-cellulose in wood D 1103-60.American National Standard Institute, Washington DC.
- Bueno Márquez, P.; Díaz Blanco, M & Cabrera Capitán, F. (2008). Compostaje. Factores que afectan el proceso de compostaje. Eds. Científicas Moreno Casco, J. y Moral Herrero, R. 95-99
- Brownig; B.L. (1967). Methods of Wood chemistry, Interscience Publisher, New York, USA.5
- Calvet,C.; Pagés, M. & Esteaún, V. (1985). Composting of Olive marc. Acta Horticulturae, 172, 255-262.
- Cegarra, J.; Albuquerque, J.; González, J. & García, D. (2004). Tratamiento del orujo de oliva de dos fases mediante compostaje .Ciencia y Técnica .Madrid. España, 101, 12-17.
- Drault, N. (2007). Introducción a la serie de normas ISO 14.000. Universidad Abierta de Estudios Globales. Recuperado julio 2013 desde <http://www.sustentabilidad.usai.edu.ar/pdf/gob/UAIS-GOB-500>
- Dec, J. & Bollag, J. M. (1994). Use of plant material for de decontamination of water polluted with phenols. Biotechnology and Bioengineering (44). 1132-1139
- Eiland, F.; Leth, M.; Klamer, M.; Lind, A.M.; Jensen, H.E.K. & Iversen, J.J.L. (2001). C and N turnover and Lignocellulose degradation during composting of Miscanthus straw and liquid pigmanure. Compost Science & Utilización.9, 186-196.
- Filippin, A.; Pozzi, M.; Arce, E. & Seco, A.( 2012)Evolución de la Lignina y celulosa durante el compostaje de mezclas de alpeorujo. Argentina y Ambiente 2012, 374 - 379.
- Greco, G., Toscano, G., Cioffi, M., Gianfreda, L. & Sannino, F. (1999) Dephenolisation of olive mil waste- wáter by olive husk. Water Res. 33, 3046-3050.

- Maestro D-Durán,R.; Borja- Padilla, R.-; Martín-Martín,R.; Fiestas-Ros de Ursinos, J. & Alba-Mendoza, J.(1991). Biodegradación de los compuestos fenólicos presentes en el alpechín. Grasas y Aceites, 42, 271 - 276.
- Martinez García, G. (2004). Evolución temporal del alperujo procedente de almazara. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. España. Tesis, 82 - 90.
- Martínez Nieto, L, Ramos- Cormensana, A.; García Pareja, M.P. & Garrido Hoyos, S.E. (1992) Biodegradación de compuestos fenólicos del alpechín en su posible aprovechamiento. Grasas y Aceites, 37(4), 215 - 223.
- Matías. A.; Molina, S.; Aybar V.; Ladux, J. & Ortiz, J. (2012). Olivicultura Argentina y Regional .INTA Catamarca. [inta.gob.ar/.../olivicultura.../Olivicultura%20argentina%20y%20regional...](http://inta.gob.ar/.../olivicultura.../Olivicultura%20argentina%20y%20regional...)
- Paredes, C.; Cegarra, Bernal, M. & Roig, A. (2002). Biodegradation of olive mill wastewater sludge by its co-composting with agricultural wastes. Bioresource Technology, 85 , 1 - 8.
- Pérez, J.; De la Rabia, T.; Moreo & Martínez, J. (1992). Phenolic content and antibacterial activity of olive oil waste water. Environmental Toxicology and Chemistry, 11, 489 - 495.
- Robles, A., Lucas R., Álvarez de Cienfuegos, G. & Gálvez A.(2000). Biomasa production and detoxification of wasters from the olive oil industry by strains of Penicillium isolate from wastewater disposal ponds. Bioresource Technology, 74, 217-221.
- Saviozzi, a., Riffaldi, R. & Levi-Minzi, R. (1987) Compost maturity by water extract analysis .En: Compost: production, quality and use. Ed. M. de Bertoldi; MP Ferranti, P., L' Hermite and F. Zucconi. Elsevier Applied Science Publishers. Barking, 359 - 367.
- Tomatti, U.; Galli, E.; Pasetti, L. & Volterra, E. (1995).Bioremediation of olive mill wastewater by composting. Waste Manage. Res, 13, 509 - 518.
- Tomatti, U.; Galli, E.; Fiorelli, F. & Volterra, E. (1995). Fertilizers from composting of olive-mill wastewaters. International Biodeterioration & Biodegradation, 38, 155-162.
- Zucconi, F.; Monaco, A.; Forte, M. & de Bertoldi, M. (1985) .Phytotoxins during the estabilización of organic matter. Composting of Agricultural another wastes .Elsevier Applied Science. Publisher Barking, 73 - 85.