

TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES DE LA INDUSTRIA DEL ACEITE DE OLIVA MEDIANTE EL USO DE LA LOMBRICULTURA

Rearte, E. H. ¹; M. F. Fillippini ¹; M. Cony ², L. Dupertuis ¹

¹.- Facultad Ciencias Agrarias – UNCuyo
Almirante Brown 500 – Chacras de Coria – Mendoza erearte@fca.uncu.edu.ar

².- IADIZA – CRICYT Mendoza

RESUMEN

El proceso de extracción del aceite de oliva virgen se realiza por métodos mecánicos sin la intervención de productos químicos. Los efluentes que de ésta derivan producen una contaminación biológica, pero tienen en su composición elementos que son utilizables por los cultivos, o la lombricultura.

Se puede estimar que en la elaboración de aceite de oliva, el 50% del peso total de la aceituna molida es alpechín, (agua de vegetación de la aceituna). Por lo tanto, en una zona árida como la nuestra es importante poder reutilizar este recurso. Además, de este proceso se obtienen 40 a 45 kg de orujo por cada 100 kg de aceitunas molidas, una potencial fuente de materia orgánica, tan necesaria en nuestros suelos.

Utilizar alpechines y orujos en la obtención de vermicompuesto, sería una forma de contribuir a la preservación del medio ambiente, y agregaría valor a estos subproductos.

El humus de lombriz además de mejorar la estructura del suelo, favoreciendo las condiciones de permeabilidad, drenaje y aireación, aumenta la capacidad de retención de humedad. Además, es una fuente permanente de nitrógeno que se libera por mineralización y nitrificación. También aumenta la capacidad de intercambio catiónico y por ende, la fertilidad actual del suelo.

Con el objeto de probar si los efluentes de la industria del aceite de oliva pueden ser transformados por las lombrices en abono orgánico, se llevó a cabo un experimento durante nueve meses, con diferentes sustratos como: guano, lex, orujo y diversas combinaciones de los mismos y dos fuentes de riego: agua de turno y agua de turno con un 50% de alpechín. Se eligió para vermicompostar la lombriz *Eisenia foetida*.

Del análisis de los resultados se desprende que:

Las lombrices pueden ser utilizadas para el tratamiento de los efluentes de la industria del aceite de oliva ya que se multiplican en estos sustratos y el producto obtenido puede ser utilizado como abono orgánico en una agricultura sustentable.

Palabras claves: Orujo, alpechín, efluente, vermicompuesto.

1. INTRODUCCIÓN

La generación de grandes cantidades de residuos y/o subproductos constituye uno de los mayores problemas medioambientales, económicos y sociales en el sector agroalimentario. Sin embargo éstos tienen una naturaleza orgánica, por lo que pueden ser utilizados como enmiendas de suelo, tanto en la agricultura convencional como en la ecológica.

El presente trabajo, de investigación aplicada, sobre el reuso del recurso hídrico, llevado a cabo en una fábrica de Maipú, Mendoza, utiliza como herramienta la lombricultura (vermicompostaje), para dar una respuesta al tratamiento de los efluentes de la industria del aceite de oliva, a fin de evitar la contaminación medioambiental, obteniendo como resultado un abono orgánico.

El vermicompostaje es una tecnología apropiada para la transformación de los efluentes olivícolas en un producto con valor agregado, siendo una buena fuente para la nutrición de las plantas en la agricultura (Payal Grag et al., 2006).

Los sustratos sólidos utilizados fueron: orujo de aceituna (obtenido después del proceso de extracción mecánica del aceite de oliva), lex (orujo anteriormente citado al que se le ha extraído el aceite residual por solventes), guano de caballo (utilizado habitualmente para la obtención de vermicompuesto) y diferentes combinaciones de guano con orujo y lex.

Para el riego se utilizó agua de turno y una mezcla de agua de turno con alpechín (efluente líquido proveniente de la elaboración del aceite de oliva).

La contaminación que produce el hombre al procesar productos agrícolas, vertiendo los efluentes sin previa estabilización, pone en riesgo el medio ambiente.

Al conocimiento y manejo del agua, se ha agregado la necesidad de enfrentar seriamente el deterioro del recurso por la persistente acción contaminante de las actividades humanas. La utilización de efluentes con propósitos productivos tiene importancia tanto económica como medioambiental.

El vermicompostaje es una importante metodología para transformar efluentes en riqueza (Jain et al 2003). Este consiste en un proceso de biooxidación y estabilización de la materia orgánica mediada por la acción combinada de lombrices y microorganismos, obteniéndose un producto denominado vermicompuesto.

Los efectos de las lombrices sobre los orujos de oliva son favorables ya que promueven las actividades microbianas e hidrolíticas no detectándose en el vermicompuesto efectos tóxicos (Benitez et al., 2004).

Esta práctica de biotransformación emplea varias de las ventajas derivadas de la actividad de ciertas especies de lombrices, las cuales aceleran la descomposición y humidificación de la materia orgánica, ya sea de un modo directo (alimentación detritívora y desplazamiento a través de galerías) o indirecto (estímulo de la actividad microbiana).

Con la aplicación de la Ley de Desarrollo Económico, la que involucra el diferimiento de IVA en Argentina, se ha producido un aumento de la superficie implantada con olivos. Según datos suministrados por el Instituto de Desarrollo Rural de Mendoza (IDR), en el 2010 ésta se habrá triplicado con relación a la implantada en la década del 90.

La obtención de aceite de oliva, que se estima alcanzará en el 2010 una producción total de 50.000 toneladas, implicará una producción de 150.000 m³ de alpechines y unas 135.000 toneladas de orujo de aceituna.

Es muy importante dar recomendaciones para realizar un manejo sustentable de estos efluentes, tanto para Mendoza, con una tradición de más de 100 años de olivicultura como para otras zonas de nuestro país donde la superficie con nuevos olivares es mayor. Por otra parte, nuestra provincia cuenta con una Ley de aguas promulgada en 1884 que controla y regula los efluentes de la agroindustria para evitar la contaminación, mientras que las otras carecen de infraestructura regulatoria.

Actualmente, en la mayoría de los diferimientos, los alpechines son acumulados en piletas para distribuirlos en los interfilares de los olivares, mientras que los orujos y alperujos (mezcla de alpechín y orujo) son incorporados en las plantaciones como aporte de materia orgánica.

El problema medioambiental es la generación de un efluente con alto contenido orgánico (6500 mg/L), salino (9310 μ S/cm) y bajo pH (5.5), características que impiden su vuelco en cauces de agua superficiales o redes cloacales por no cumplir con los requisitos indicados en la normativa vigente en Mendoza (Navarro et al., 2006).

Dar una respuesta local al tratamiento de estos efluentes permitirá devolver al suelo cultivado los nutrientes extraídos por las cosechas, por medio de un abono orgánico, asegurando la sustentabilidad del modelo productivo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la utilización de la lombricultura como método de tratamiento de efluentes de la industria olivícola en Mendoza, Argentina

2.2. Objetivos específicos

- Determinar si los efluentes y subproductos de la industria del aceite de oliva son aptos para la multiplicación de lombrices.
- Estudiar si el vermicompuesto obtenido es apto para el abonado de los suelos en una agricultura sustentable.

2.3. Hipótesis

La utilización de camas de lombrices para el tratamiento de los efluentes líquidos y los subproductos de la industria del aceite de oliva, es una metodología adecuada para su transformación en abonos orgánicos, favoreciendo el reuso y evitando la contaminación ambiental.

3. MATERIAL Y METODOS

3.1. Localización y caracterización de la experiencia

El ensayo se efectuó en la planta de elaboración de aceite de oliva de LAUR DIVISIÓN ACEITE S.A. ubicada en el distrito Cruz de Piedra, departamento Maipú, provincia de Mendoza, Argentina; Latitud 33°01'58" S, Longitud, 68°46'10" O, Altura 804 m.s.n.m.

La experiencia se dispuso en un espacio cercano a la sala de elaboración para facilitar el acceso al agua y alpechín. Este lugar se encontraba aislado de la circulación de vehículos y personas.

El trabajo de campo se llevó a cabo en el otoño de 2004 durante un lapso de 9 meses. (Benitez et al, Bioresource Technology,2004).

Dado que los sustratos se dispusieron en cajones cosecheros, las labores de removido y riego se hicieron manualmente. Las fuentes de agua para riego fueron: agua de turno sola y agua de turno con alpechín en una proporción del 50 % de cada una, almacenadas en dos tanques.

Las lombrices (*Eisenia foetida*) empleadas fueron donadas por la empresa El Lombricultor.

En la siguiente figura se puede observar la disposición del ensayo

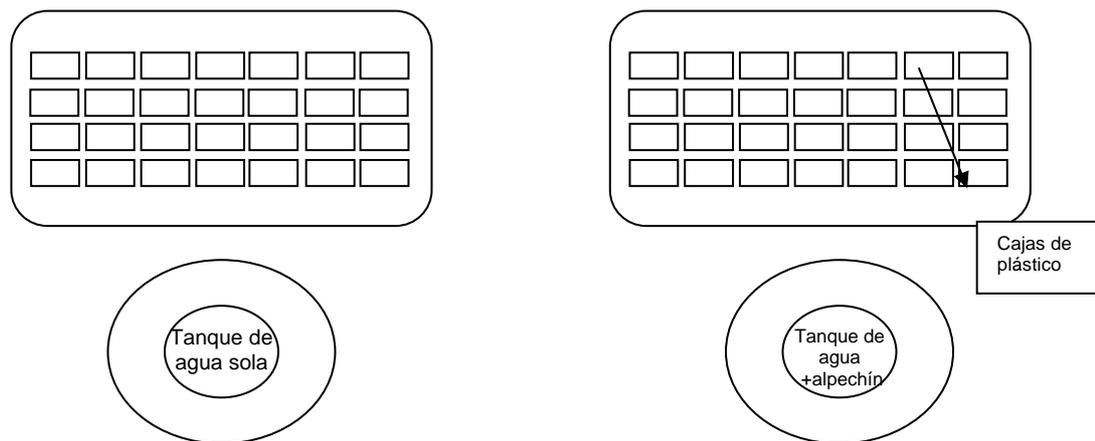


Figura 1: Esquema del ensayo

3.2. Vermicompostaje

a) Preparación de los diversos niveles de sustrato sólido a ensayar:

El guano de caballo (G), orujo de aceitunas (O) y lex (L) fueron adquiridos en la zona de influencia de la fábrica. Además se prepararon las siguientes combinaciones: 2 partes de orujo y 1 de guano (2 O:1G), 8 partes de orujo y 1 de guano (8O:1G), 2 partes de lex y 1 de guano (2L: 1G) y 8 partes de lex y 1 de guano (8L: 1G) Los distintos sustratos se mezclaron y homogeneizaron, en forma manual, mediante una pala. Posteriormente, se colocaron en cajones plásticos dispuestos para tal fin.

b) Compostaje

Para transformar los sustratos sólidos en alimento para las lombrices, se regó con los tipos de fuente de aguas elegidas, según correspondía, durante 1 mes, manteniendo una humedad del 75% y se logró una buena aireación mediante la remoción manual de los mismos, con una frecuencia semanal; hasta obtener un producto en estado de semi-descomposición y con una consistencia pastosa.

3.3. Siembra de lombrices

Para determinar si los sustratos estaban compostados se realizó una prueba sembrando 50 lombrices en cada unidad experimental controlando periódicamente el estado de crecimiento de las poblaciones.

A los 15 días se sembraron 450 lombrices más hasta completar 500 individuos por tratamiento.

3.4. Riego y removido

Durante todo el ensayo se mantuvo la humedad en un 85 – 90%. Se consideró un consumo de agua 2 litros/m² / día, devolviendo 1,5 litros cada 3 días.

Semanalmente se removía la superficie con escardillo o con la mano para mantener una adecuada aireación.

3.5. Tratamientos

Éstos surgieron de la combinación de los siete niveles de sustrato sólido con los dos niveles de fuente de riego:

- ↻ T₁: Guano (G) y agua sola.
- ↻ T₂: Orujo (O) y agua sola.
- ↻ T₃: Lex (L) y agua sola.
- ↻ T₄: Orujo y guano en proporción 2:1 (2O:1G) y agua sola.
- ↻ T₅: Orujo y guano en proporción 8:1 (8O:1G) y agua sola.
- ↻ T₆: Lex y guano en proporción 2:1 (2L:1G) y agua sola.
- ↻ T₇: Lex y guano en proporción 8:1 (8L:1G) y agua sola.
- ↻ T₈: Guano (G) y agua más alpechín.
- ↻ T₉: Orujo (O) y agua más alpechín.
- ↻ T₁₀: Lex (L) y agua más alpechín.
- ↻ T₁₁: Orujo y guano en proporción 2:1 (2O:1G) y agua más alpechín.
- ↻ T₁₂: Orujo y guano en proporción 8:1 (8O:1G) y agua más alpechín.
- ↻ T₁₃: Lex y guano en proporción 2:1 (2L:1G) y agua más alpechín.
- ↻ T₁₄: Lex y guano en proporción 8:1 (8L:1G) y agua más alpechín.

3.6. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño de parcelas completamente al azar con arreglo factorial y cuatro repeticiones.

La unidad experimental estuvo constituida por una caja de plástico cuyas medidas exteriores eran: 540 x 420 x 225 mm. Debido a las características del ensayo, no fue necesario dejar borduras por lo cual la unidad experimental y observacional fueron coincidentes.

En la Figura 2 puede observarse la disposición de las unidades experimentales de acuerdo al diseño estadístico aplicado.

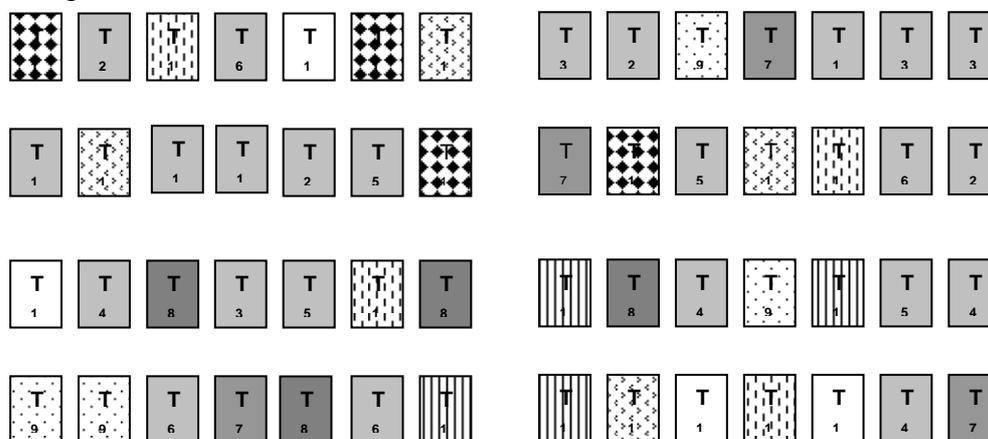


Figura 2: Disposición del ensayo a campo.

3.7. Variables respuesta

3.7.1. Recuento de lombrices

Para cada tratamiento se contaron las lombrices en sus diferentes estadios: cocones, juveniles y adultas. Para el recuento de juveniles y adultas, en cada combinación de los factores en estudio, se aplicó la metodología que se describe a continuación:

- Vuelco del contenido de la caja sobre un tamiz de 0,50m x 1,0 m, con orificios de 0,05 cm.
- Separación de juveniles y adultas.
- Disposición de cada estadio en un colador de acero inoxidable.
- Lavado bajo chorro de agua.
- Escurrido y posterior secado con toalla de papel.
- Recuento y pesaje de 100 lombrices.
- Pesado del total de lombrices juveniles y adultas por cajón.
- Cálculo y registro de la cantidad de individuos, en función del peso obtenido con las 100 lombrices iniciales.

En tanto que, para determinar el número de cocones se realizó la siguiente operación:

- Esparcido del vermicompuesto sobre superficie lisa.
- Separación de los individuos del resto del material orgánico.
- Conteo y registro del número de cocones.

3.7.2. Análisis nutricional del vermicompuesto

Con tal fin en cada sustrato se analizó:

- cenizas
- materia orgánica
- nitrógeno
- potasio
- fósforo
- relación C/N.

3.8. Análisis estadístico

A los datos provenientes del conteo de las lombrices se les aplicó análisis de la varianza previa transformación raíz cuadrada y prueba de comparaciones LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Los datos de cenizas y la relación C/N fueron transformados a su logaritmo decimal y los de nitrógeno, fósforo y materia orgánica a su raíz cuadrada, mientras que los de potasio a su arco seno para el análisis de la varianza. Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Newman-Keuls (prueba de hipótesis parciales; $p \leq 0.05$). (Hicks, Charles R.- 1993).

Se utilizó el software estadístico InfoStat (versión 2003; grupo InfoStat 2003).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis del número de lombrices en sus distintos estadios

Se encontraron diferencias significativas entre las medias del número de lombrices adultas y de cocones, mientras que para el caso de las juveniles, las diferencias de medias no fueron significativas.

Esto confirma lo indicado por Sainz, et al. en el año 2000 que los orujos secos y extractados procedentes de la extracción del aceite de oliva pueden ser utilizados, solos o acondicionados con otros residuos orgánicos, como sustratos en procesos de vermicompostaje.

4.1.1. Lombrices adultas

El análisis del número de lombrices adultas mostró que el crecimiento de éstas está influenciado por el tipo de sustrato en el que se desarrolló y el tipo de fuente de agua, siendo estos factores independientes (Figura 3).

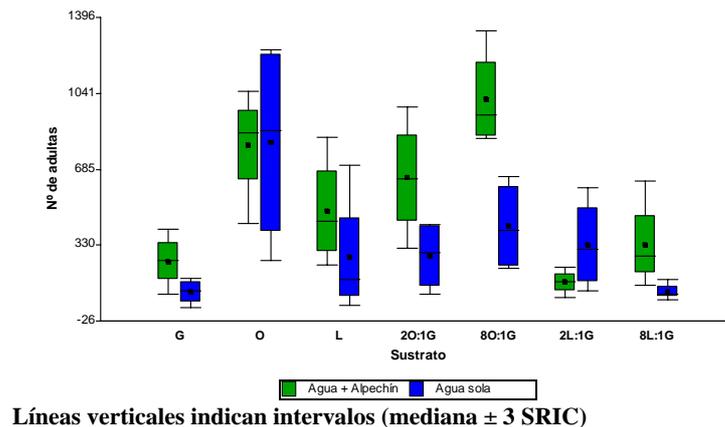


Figura 3: Número de lombrices adultas por tratamiento

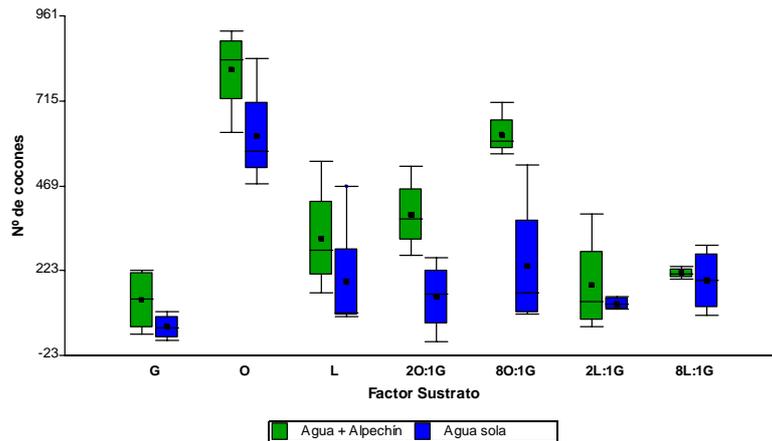
Los sustratos elaborados con orujo y con orujo y guano en proporción 8:1 fueron los que permitieron el desarrollo de un mayor número de lombrices de este estadio, ambos regados con agua más alpechín.

4.1.2. Juveniles

El estadio juvenil de las lombrices no se ve favorecido significativamente por ninguno de los sustratos, ni las distintas fuentes de agua.

4.1.3. Cocones

Los resultados obtenidos del análisis del conteo de cocones indican que los órganos de multiplicación de las lombrices responden en forma diferencial a los distintos sustratos y fuentes de agua, lo que se pone en evidencia en la figura 4.



Líneas verticales indican intervalos (mediana \pm 3 SRIC)

Figura 4: Número de cocones por tratamiento

El que produjo mayor número de cocones fue el sustrato orujo, regado con el efluente diluido con 50% de agua de turno.

4.2. Análisis nutricional de vermicomposteo

El ANOVA aplicado (SC Tipo III) indicó que el ajuste del modelo fue altamente significativo, al igual que los factores estudiados y su interacción ($p < 0,0001$). La interacción significativa indica que la diferencia en la respuesta media entre dos niveles de un factor no es la misma para los distintos niveles del otro factor. Por ello, para extraer conclusiones acerca del efecto principal de un factor, se deben examinar los niveles de dicho factor manteniendo fijos los niveles del otro.

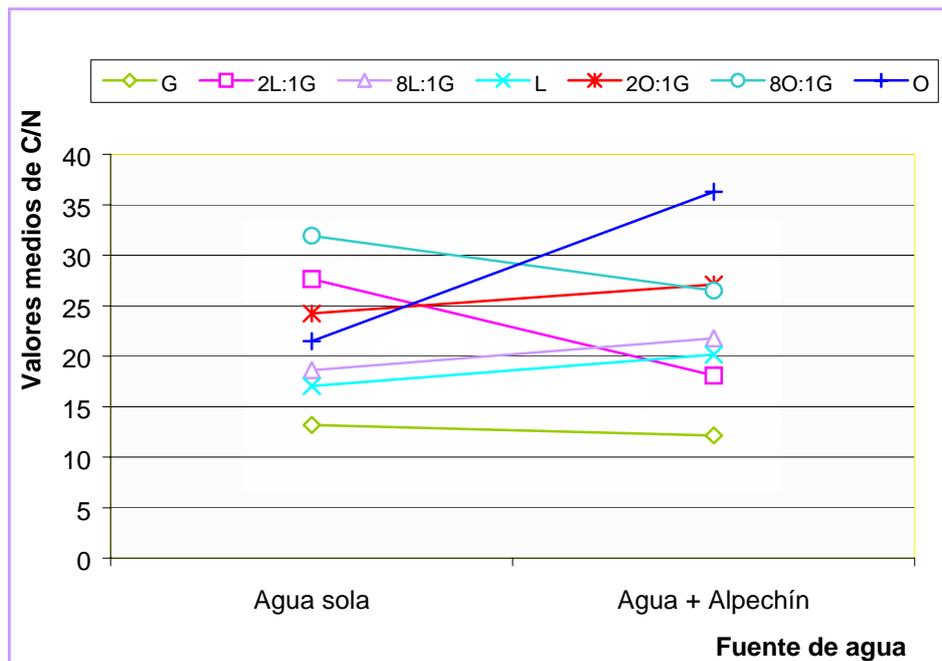
Por lo tanto, se analizaron los niveles del factor agua dentro de cada nivel del factor sustrato y luego los niveles del factor sustrato dentro de cada nivel del factor agua.

4.2.1. Relación C/N

El guano fue el sustrato que presentó menor relación C/N, habiendo finalizado su vermicompostaje. (Figura 5)

El orujo regado con agua más alpechín fue el sustrato que presentó los valores más altos de relación C/N siendo significativamente diferente a la obtenida con agua sola, fue el tratamiento con menor índice de compostado. Esto indica que los derivados de la industria del aceite de oliva necesitan mayor tiempo para su transformación en abono orgánico.

Así lo destacan Benitez et al.(2004), en un trabajo donde se extrajeron sustancias húmicas y enzimas hidrolíticas durante el vermicompostaje. Se comprobó que el orujo de oliva mezclado con residuo municipal incrementó la actividad microbiana y el tiempo de extracción de sustancias húmicas por pirofosfato fue tres veces menor comparado con orujo solo.



Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 5: Interacción entre los factores en estudio, manteniendo fijo el nivel del factor sustrato, para la variable relación C/N.

4.2.2. Nitrógeno

Los sustratos lex y el preparado en una proporción 8:1 de lex-guano presentaron las cantidades medias de nitrógeno más altas, ambos regados con agua sola.

Payal Garg et al (2006) afirman que la eficiencia del proceso de vermicompostaje usando *E. foetida* para la obtención de nutrientes básicos como N y P a partir de efluentes domiciliarios, industriales y agrícolas, fue máxima

El guano solo presentó valores significativamente más altos cuando fue regado con agua más alpechín.

La proporción de nitrógeno más baja se presentó en los sustratos orujo y sus variaciones con guano regados con agua más alpechín. Esto demuestra la necesidad de un mayor tiempo para finalizar su vermicompostaje. (Tabla 1)

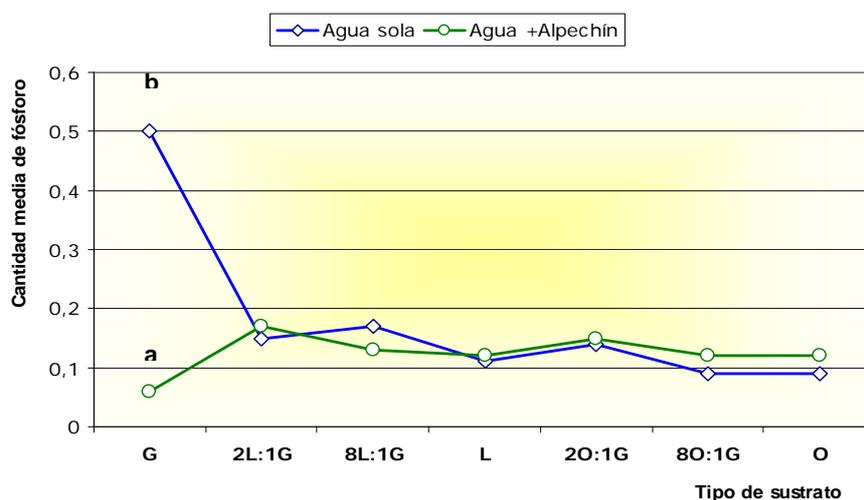
Tabla 1: Cantidad media de nitrógeno (variable sin transformar)

Sustrato	Fuente agua	
	Agua sola	Agua + Alpechín
G	1,32 a	1,54 b
2L:1G	1,23 a	1,47 b
8L:1G	1,88 a	1,40 a
L	1,86 a	1,49 b
2O:1G	1,19 a	1,08 a
8O:1G	1,00 a	1,08 a
O	1,60 a	0,90 b

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$)

4.2.3. Fósforo

El mayor contenido de fósforo se encontró en el sustrato guano regado con agua de turno, siendo los demás significativamente más bajos, indicando que el uso del efluente produce una disminución en el contenido de fósforo.



. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$)

Figura 6: Interacción entre los factores en estudio, manteniendo fijo el nivel fuente de riego, para la variable fósforo

4.2.4. Potasio

Las cantidades medias de potasio para las distintas combinaciones de los factores se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2: Cantidad media de Potasio (variable sin transformar)

Sustrato	Fuente agua	
	Agua sola	Agua + Alpechín
G	0,30 a	0,34 a
2L:1G	0,15 a	0,19 b
8L:1G	0,14 a	0,27 b
L	0,27 a	0,2 b
20:1G	0,26 a	0,19 b
80:1G	0,16 a	0,17 a
O	0,23 a	0,27 a

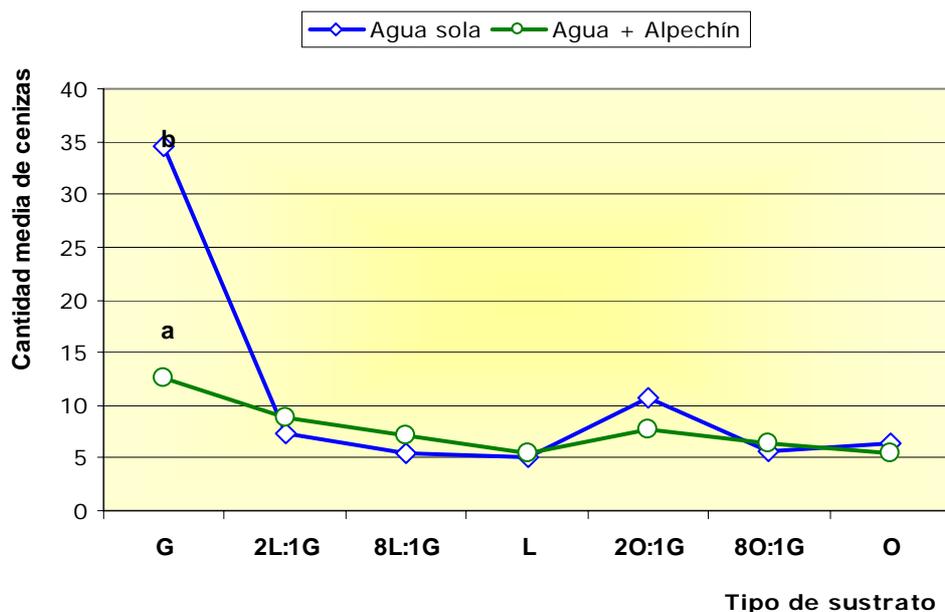
Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$)

Como puede observarse el mayor valor de potasio lo alcanzó el sustrato guano regado con agua más alpechín, sin embargo no presenta diferencia con el alcanzado por el mismo sustrato regado con agua sola.

4.2.5. Cenizas

La mayor cantidad de cenizas fue producida por el sustrato guano regado con agua sola, demostrando que es el peor sustrato para la obtención de vermicompuesto.

Es significativa la disminución del valor de cenizas cuando el mismo sustrato es regado con agua más alpechín. (Figura 7)



Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,0$)

Figura 7: Interacción entre los factores, manteniendo fijo el nivel de fuente de agua, para la variable cantidad de cenizas. 5)

4.2.6. Materia orgánica

Contrariamente a lo encontrado para la variable cenizas, el menor valor de materia orgánica se halló en el sustrato guano regado con agua sola. Pero debemos tener en cuenta que los demás tratamientos no han terminado su compostaje.

En la siguiente tabla se resumen las medias obtenidas:

Tabla 3: Cantidad media de materia orgánica (variable sin transformar)

Sustrato	Fuente de riego	
	Agua sola	Agua + alpechín
G	29,86 a	32,13 a
2L:1G	58,59 a	45,33 b
8L:1G	51,64 a	51,28 a
L	53,85 a	51,65 a
20:1G	49,17 a	48,73 a
80:1G	53,68 a	49,20 a
O	58,41 a	55,94 a

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

5. CONCLUSIONES

5.1. Análisis del número de lombrices en sus distintos estadios

5.1.1. Adultas

- a) Los derivados de la industria del aceite de oliva han producido mayor número de adultas que el guano.
- b) El orujo y las mezclas de orujo y guano son los mejores sustratos donde se desarrollaron los adultos.
- c) El guano es el sustrato con menores condiciones para el desarrollo de los adultos.
- d) El lex es mejor que el guano pero se ubica por debajo del orujo.
- e) Analizando las fuentes de agua se observa que el alpechín produce un incremento en la cantidad de adultos. Esto indicaría la conveniencia de utilizarlos.

5.1.2. Juveniles

El desarrollo de las lombrices juveniles es igual en cualquiera de los sustratos regados con ambas fuentes de agua.

5.1.3. Cocones

Analizando los resultados concluimos que el mejor sustrato para la multiplicación de las lombrices es el orujo..

El lex le sigue en orden de importancia y en último lugar el guano.

Es interesante observar como las mezclas con guano producen menor cantidad de cocones poniendo en evidencia su inferior condición.

En todos los tratamientos regados con alpechín se observa un incremento en el número de cocones indicando su buena cualidad para la multiplicación de las lombrices.

5.2. Vermicomposteo

5.2.1. C/N

- a) El guano regado con agua de turno sola y combinada con alpechín son los tratamientos que indican un vermicompostado terminado, ya que su relación C/N es inferior a 15. En cambio a los demás les falta tiempo de compostado.
- b) El sustrato que se encuentra menos compostado es el orujo ya que presenta la mayor relación C/N. Esto indicaría que los derivados de la industria del aceite de oliva necesitan mayor tiempo de compostaje.

5.2.2. Nitrógeno

- a) El lex y el lex guano en proporción 8:1, regado con agua de turno sola, son los sustratos que dan los valores más altos de contenido de nitrógeno. Esto puede deberse a que tienen un vermicompostaje más avanzado. El no haber finalizado su compostaje estaría indicando un importante potencial .

- b) Los valores bajos del orujo pueden deberse a su compostaje inconcluso, ya que la relación C/N de estos tratamientos son las más elevadas.
- c) Bajo las condiciones ensayadas, el guano regado con agua más alpechín da valores mayores que el regado con agua sola, esto indicaría que el alpechín produciría un aumento del N.

5.2.3. Fósforo

El tratamiento que obtuvo mayor contenido de este elemento fue el guano regado con agua sola, este resultado indicaría que los demás sustratos y el riego con agua más alpechín provocarían un bloqueo de este elemento, ya que el guano regado con esta última fuente de agua también presentó una cantidad significativamente menor de fósforo, habiendo terminado su compostaje.

5.2.4. Potasio

El guano regado con agua de turno más alpechín fue el que presentó el mayor valor de este elemento, esto indicaría la conveniencia de agregar un fertilizante potásico con el fin de incrementar su cantidad en el vermicompuesto obtenido.

5.2.5. Cenizas

El guano es el sustrato que resultó en un abono orgánico de menor calidad, ya que tiene el mayor valor de cenizas y esto no es bueno para un abono.

Cuando este es regado con alpechín disminuye el contenido de cenizas indicando que el uso del efluente, en el proceso de vermicompostaje, produce un beneficio muy importante en el abono.

5.2.6. Materia orgánica

El sustrato guano regado con agua de turno sola es el que presentó menor contenido de MO, mientras que el regado con la combinación al 505 de agua de turno y alpechín produce un incremento de la misma confirmando la conveniencia del uso del efluente líquido.

6. CONCLUSIONES GENERALES

Las lombrices pueden ser utilizadas para el tratamiento de los efluentes de la industria del aceite de oliva ya que se multiplican en estos sustratos y el producto obtenido puede ser utilizado como abono orgánico en una agricultura sustentable.

Recomendamos dar mayor tiempo de vermicompostaje cuando se utilicen sustratos y efluentes de la industria del aceite de oliva para lograr la terminación del abono orgánico.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Benitez, E.; R. Melgar; R. Nogales** (2004) Estimating soil resilience to a toxic organic waste by measuring enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*. Pages 1615-1623.
- Benitez, E.; H. Sainz; R. Nogales** (2005) “*Hydrolytic enzyme activities of extracted humic substances during the vermicomposting of a lignocellulosic olive waste*”. *Bioresource Tecnology* Volume 96, Inssue 7, Pages 785-790.
- Benitez, E.; H. Sainz; R. Nogales** (2002) Vermicomposting of a lignocellulosic waste from olive oil industry: A pilot scale study. *Waste Management & Research* (2002) Vol. 20, N° 2, 134-142
- Hicks, Charles R.** (1993) "*Fundamental Concepts in the Design of Experiment*" Editorial Oxford University Press, Inc. New York. USA.509 pág. Pág 236 a 246.
- Jain, E.** (2003) Development of a modified vermireactor for efficient vermicomposting: a laboratory study*1”. *Bioresource Technology* – Vol. 90 Issue 3 Pág. 335-337.
- Navarro, A; I. Gez; L. Mercado; L. Senatra; G. González** (2006) “*Caracteres físico-químicos de efluentes de fábricas de aceite de oliva. Mendoza (Argentina)*”. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N.Cuyo* 38(1) Pág 87-97.
- Payal Garg A; A. Asha Gupta; B. Santosh Satya** (2006) “*Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida**”. *Bioresource Tecnology*97 Pág. 391-395.
- Sainz, H.** (2000) “*Biotransformación y valorización agrícola de subproductos del olivar -orujos secos y extractados- mediante vermicompostaje*”. *Edafología* 7-2 Pág. 103-111.