

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE GANDIA
Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
ECOLÓGICAS
A LA FERTILIZACIÓN INORGÁNICA
DE LOS CÍTRICOS.”**

ANEXO I: PRODUCTOS ECOLÓGICOS ALTERNATIVOS

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Paloma Jiménez Ribelles

Tutor:

Hugo Basilio Merle Farinós

GANDÍA, 2021

ÍNDICE

1. PRODUCTOS ECOLÓGICOS ALTERNATIVOS.....	1
1.1. ESTIÉRCOL Y PURINES	1
1.2. GUANO.....	4
1.3. HUMUS DE LOMBRIZ	4
1.4. COMPOST.....	7
1.5. LODOS DE DEPURADORA.....	9
2. DISPONIBILIDAD DE LOS PRODUCTOS ALTERNATIVOS Y PRECIOS	10
3. BIBLIOGRAFIA.....	12

1. PRODUCTOS ECOLÓGICOS ALTERNATIVOS

1.1. ESTIÉRCOL Y PURINES

El estiércol es el nombre que reciben las heces de animales el cual se puede almacenar en forma sólida, esta materia orgánica normalmente se mezcla con la cama del ganado, como paja y serrín, además de productos químicos, productos de limpieza y/o restos de alimentos.

Por su parte, los purines, son un producto almacenado en forma líquida debido a que se compone de los orines de los animales, algunas veces, este orín puede mezclarse con el agua de los bebederos.

(Martinez 1995)

La recogida de estas excreciones se hace con el fin de aplicarlas en el suelo de los cultivos, de este modo, se aporta materia orgánica a los suelos, este factor es importante en zonas donde esta sea escasa, condición que se da en varias zonas del territorio español, como en regiones de Levante y la meseta central, Andalucía, Extremadura, la Meseta Norte, Aragón y Cataluña. El nivel mínimo de materia orgánica en el suelo para el correcto desarrollo de un cultivo es del 2%.

Por otra parte, el estiércol se aplica al suelo de cultivo como fuente de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) ya que es rico en estos elementos.

El porcentaje de cada elemento en el estiércol varía tanto en cómo se produce y las condiciones como en la especie animal que lo produzca.

En el caso de la producción y las condiciones ambientales, hay que tener en cuenta:

- En qué grado se compacta la materia o si se hace.
- Cantidad de desperdicios que contiene la materia orgánica.
- Cantidad de agua perteneciente a bebederos o a agua de lluvia que contenga la materia.
- Tiempo y condiciones de almacenado de la materia orgánica, factor esencial en las posibles pérdidas de nutrientes. El tiempo que transcurre entre que el estiércol es producido hasta que se aplica al suelo de cultivo puede sufrir una

serie de pérdidas gaseosas en las que se pierde nitrógeno, pérdidas por lavado en las que se pierden nitrógeno, fósforo y potasio y pérdidas por filtración donde se pierden líquidos.

En el caso del tipo de ganado:

- La cantidad de nutrientes varía según la especie que lo produzca.
- Dentro de la misma especie también se pueden producir variaciones en las cantidades de nutrientes.
- La alimentación es diferente para cada tipo de animal y depende del destino y la edad del animal.

(Martinez 1995)

Se pueden encontrar diferentes tipos de estiércol y purines según la especie animal, entre los cuales se encuentran:

Caballo

Vacas lecheras

Terneros de menos de 6 meses

Ganados bovinos

Cerdas de cría

Cerdos

Ovejas

Cabras

Gallinas ponedoras

Pollos

Gansos

Patos

Pavos



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

El estiércol de forma general aporta una serie de beneficios en su aplicación, entre estos se destaca, una mejora en la porosidad del suelo beneficiando la aireación e infiltración y por tanto facilitando de este modo el drenaje, se asimila mejor el agua y los nutrientes, además, contribuye a correcto desarrollo de órganos subterráneos como raíces o tubérculos.

(Cedeño y Añez 2001)

A pesar de todos estos beneficios hay que tener en cuenta que la aplicación del estiércol se debe realizar en grandes cantidades para ser una buena fuente de nutrientes.

(Seguel S., García de Cortázar G. de C. y Casanova P. 2003)

Un ejemplo de los beneficios del estiércol ha sido el estudio realizado por la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción de la Escuela Superior Politécnica del Litoral de Guayaquil, Ecuador.

El objetivo del estudio es la comparación, en parámetros agronómicos de las plantas, de los efectos del biofertilizante, en este caso, estiércol de origen vacuno y caprino en cultivos de algarrobo. El área de estudio elegida se ubica en Sinchal-Barcelona del cantón de Santa Elena.

(Wong y Jimenez 2009)

Para este estudio, se utilizaron bioles o bioabonos, estos son sustancias líquidas obtenidas mediante la fermentación del estiércol, plantas y demás materia orgánica en medio líquido.

Los bioabonos se aplicaron en 8 tratamientos y 3 réplicas, en dosis de 10, 30 y 70% de concentración, controlando la composición química a base de urea.

Los resultados del estudio advirtieron una diferencia significativa favorables en cuanto al número de hojas de la planta, altura de la misma y mortalidad en fase de vivero. Aportando los mejores resultados el bioabono de origen caprino en concentraciones del 30% y el bovino al 10%.(Wong y Jimenez 2009)



1.2. GUANO

El guano es la acumulación de heces de animales como los murciélagos, aves marinas y focas, aunque también pueden contener plumas, restos de aves muertas, huevos, cascara etc. estos excrementos se descomponen tiene como resultado un fertilizante orgánico compuesto por nitrato de amonio, en altas concentraciones, ácido úrico, ácido fosfórico, oxálico y carbónico, sales minerales e impurezas. Por su composición se utiliza como un fertilizante orgánico efectivo. En la actualidad el guano de murciélago es uno de los más utilizados en los suelos de cultivo.

(Sosa Rodríguez 2019)

Según un estudio realizado por la Universidad de Baja California del Sur, México, donde se pretendía caracterizar algunos abonos orgánicos y conocer su potencial en el uso para cultivos según su composición y concentración química.

En el se concluyó que el guano de murciélago, pato y gallinaza son fuentes de nutrientes validas y efectivas para los cultivos, no obstante, debido a la concentración de estos, el guano debería ser diluido.

(Beltrán-Morales et al. 2019)

1.3. HUMUS DE LOMBRIZ

El humus se define como el último estado de descomposición de la materia donde se sintetizan nuevos compuestos por biocenosis edáfica. En cuanto al humus de lombriz, es un término que nombra el producto final de la actividad de las lombrices, las cuales transforman química y/o bioquímicamente la materia al pasar por sus intestinos. (Tomati et al., 1987)

El humus es una alternativa ecológica a los fertilizantes químicos por sus múltiples beneficios como que facilita la absorción de agua por las raíces, facilitando también el drenaje y la absorción de nutrientes y en consecuencia un buen crecimiento de la planta, también el humus, sirve de sostén a la planta y permite una correcta aireación. (Sosa et al. 2004)



Un factor a tener en cuenta en la aplicación del humus de lombriz es que, a pesar de sus ventajas, se deben comprobar algunos requisitos de calidad ya que si no se cumplen ciertas condiciones pueden generar efectos adversos en el suelo e incluso en las plantas.

Esto ocurre cuando el compost aplicado al suelo es inmaduro, pudiendo causar:

-La disminución de la concentración del oxígeno, lo que derivaría en una atmosfera reductora en la rizosfera.

-Inmovilización del nitrógeno.

-Inhabilitación de la germinación de semillas por liberación de sustancias fitotóxicas.

(Melgarejo, G y L 1997)

Según un estudio publicado en la revista colombiana de química, se compararon algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales entre el humus de lombriz y el compost.

Para el estudio se tomaron las siguientes muestras:

H1: Humus de lombriz de pulpa de café.

H2: Humus de lombriz de basuras biodegradables.

H3: Humus de lombriz de desechos de cocina y huerta.

H4: Humus de lombriz de residuos de rosas.

C1: Compost de Residuos de Rosas

C2: Compost de residuos de clavel.

Las muestras de humus de lombriz han sido producidas mediante lombrices rojas californianas, estas son las más utilizadas en la producción de este tipo de abono orgánico.

(Ferruzzi, 1987; Fuentes Yagüe, 1987; Cerisoia, 1989)



A estas muestras se les ha adicionado los siguientes compuestos:

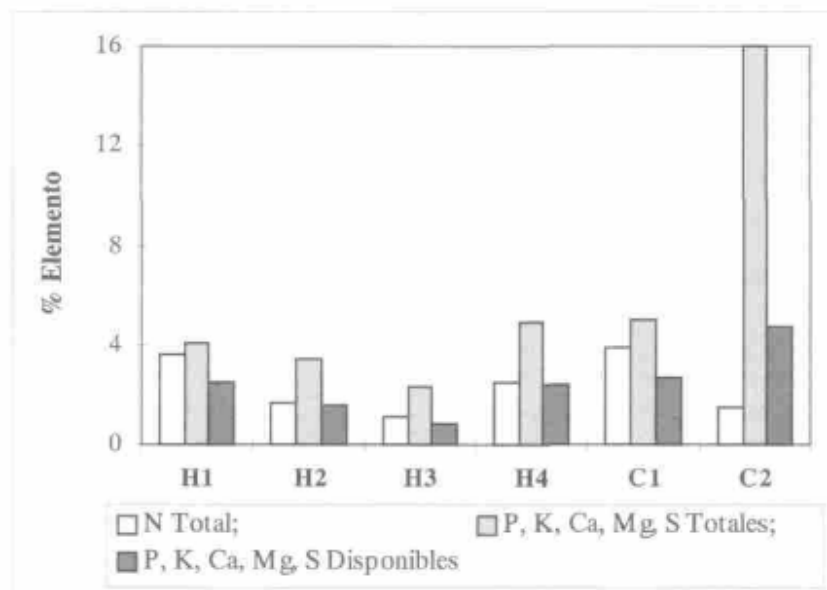
Figura 1. Productos adicionados al compost.

MATERIAL	ADICIONES	TIEMPO DE COMPOSTAJE (Semanas)
H1	Lombriz Roja Californiana.	16
H2	Lombriz Roja Californiana.	14
H3	Lombriz Roja Californiana.	20
H4	Lombriz Roja Californiana, caldo microbiano, melaza, NH_4NO_3 (20% N) y CaCO_3 .	23
C1	Caldo microbiano, NH_4NO_3 (20% N) y $\text{Ca}(\text{OH})_2$.	17
C2	Melaza, úrea y CaCO_3 .	20

Fuente: (Melgarejo, G y L 1997)

Reflejando los siguientes resultados en contenido de nitrógeno y nutrientes primarios y secundarios tanto disponibles para la planta como los totales:

Figura 2. Resultados de concentración del nitrógeno y macronutrientes.



Fuente: (Melgarejo, G y L 1997)

1.4. COMPOST

El compost es el resultado de un proceso de descomposición microbiana aeróbica de residuos orgánicos biodegradables. Este proceso consta de dos fases, la primera fase llamada compostaje y una segunda fase de estabilización.

(García-Serrano Jiménez, Espanya, y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2010)

Hay una serie de factores que condicionan la calidad final del producto:

- Naturaleza de los residuos biodegradables. Se distingue entre compost, compost vegetal y compost de estiércol.
- Naturaleza de los microorganismos.
- Temperatura del proceso de compostaje.
- pH.

Figura 3. Valores medios de los parámetros agronómicos del compost.

Conductividad	(dS/m)	700-4.000
pH		7-8,5
Humedad	%	35-40
Materia orgánica	%	35-45
Nitrógeno (N)	%	0,5-2,6
Fósforo (P ₂ O ₅)	%	0,3-2,1
Potasio (K ₂ O)	%	0,4-1,2
Calcio (CaO)	%	5,0-16,0
Magnesio (MgO)	%	0,7-2,1

Fuente: Registro de productos fertilizantes (2009)

En cuanto a los parámetros para medir la calidad del compost se divide en tres, parámetros físicos, parámetros químicos y parámetros biológicos.

-Parámetros físicos: Estos se centran en las características físicas del compost tales como el color, olor, la humedad, nivel de degradación e impurezas que contenga. Para determinar la calidad de forma precisa se deben establecer unos indicadores para cada característica.

Un ejemplo de esto es la siguiente imagen donde se muestran los diferentes parámetros físicos numerado para calcular un nivel de calidad final basado en el Test de Bonitut (Jiménez 1998).

Figura 4. Parámetros de calidad.

Variable	Indicador	Categorías
Color	Marrón oscuro	3
	Marrón claro	2
	Original	1
Olor	Tierra vegetal	3
	Neutro	2
	Desagradable	1
Humedad	Baja	3
	Media	2
	Original	1
Degradación	Descompuesto	3
	Intermedio	2
	Original	1
Impurezas	No se detectan (2<%)	3
	Pocos (2-10%)	2
	Presencia muy evidente (>10%)	1
CALIDAD Muy buena>13; Buena:13-10; Regular: 9-6; Baja < 6		

Fuente: (Azurduy, Azero y Ortuño 2016)

-Parámetros químicos: Para obtener una información precisa y exacta de la calidad química del compost se deben medir una serie de parámetros tanto al inicio del proceso de compostaje como al final de este. Los parámetros a medir son porcentaje de materia orgánica, porcentaje en nitrógeno total, porcentaje de fósforo total, porcentaje de potasio y C/N.

-parámetros biológicos: Estos parámetros se miden para evaluar la madurez del compost, además de identificar si hay presencia de compuestos fitotóxicos.

(Azurduy, Azero y Ortuño 2016)



1.5. LODOS DE DEPURADORA

Los lodos de depuradora son una alternativa orgánica a los fertilizantes químicos por su alto contenido en materia orgánica, además de reutilizar los residuos de depuradoras dándoles un valor económico. (Reyes et al. 1996)

Se presentan como un residuo acuoso con una amplia variedad de partículas y coloides, aunque también pueden presentar contaminantes orgánicos, metales pesados o sales, las cuales son contaminantes. Estos lodos son generados por los tratamientos físicos y/o químicos o primarios y los tratamientos biológicos o secundarios de las aguas residuales. (Hartman et al. 2003)

Según el Plan Nacional de Lodos 2008-2015, en España se generan 1.135.000 toneladas de lodos en las EDAR, siendo el 82% de estos con un destino final en la agricultura. (Instituto Superior del Medio Ambiente 2015)

En la utilización de lodos como alternativa a los fertilizantes inorgánicos hay que tener en cuenta que la cantidad de lodo que se produce depende según eficiencia de los tratamientos primarios y secundarios de las depuradoras y la carga inicial del agua residual. Sin embargo, los lodos de depuradora contienen una alta cantidad de nutrientes por contener materia biodegradable. (Mendoza y Prats 2010)

El Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura realizó un estudio con el objetivo de determinar la validez de los lodos de depuradora como sustitutos de los fertilizantes fosforados. Para ello se tomaron dos suelos de texturas y contenido de carbonato cálcico diferentes, donde se cultivó *Capsicum annum* y se fertilizó con un lodo aerobio. Esta aplicación generó resultados positivos.

El estudio concluyó afirmando que los lodos de depuradora son una alternativa viable y efectiva a los fertilizantes convencionales, obteniendo rendimientos mayores con la utilización de este tipo de fertilizante y mayor absorción de fósforo de la planta. Además, los lodos tienen un efecto residual en el suelo del fósforo, esto se debe a la mineralización de los compuestos fosforados orgánicos, quedando de este modo el fósforo queda en el suelo de una forma asimilable para la planta.

(M. Ayuso, T. Hernández, C. García y F. Costa 1992)



2. DISPONIBILIDAD DE LOS PRODUCTOS ALTERNATIVOS Y PRECIOS

Tabla 1. Precios y disponibilidad de los fertilizantes orgánicos.

ESTIÉRCOL Y PURINES			
Estiercol de caballo			
	Cantidad de venta (Litro)	Precio de venta	€/Litro
Estiercol de caballo Hermanos aguado	50	6.99	0.14
Estiércol de caballo 1º Calidad	50	15.87	0.32
Estiercol de oveja			
	Cantidad de venta (Kg)	Precio de venta	€/Kg
Estiercol orgánico de Oveja Biorcamp Premium Pellets	25	27.4	1.1
Estiércol Oveja agriogan molido ecologico	30	17.56	0.6
Estiercol de cabra			
	Cantidad de venta (Kg)	Precio de venta	€/Kg
Estiercol de cabra	1000	10	0.01
Estiercol mixto			
	Cantidad de venta (Kg)	Precio de venta	€/Kg
Estiércol cabra y oveja	1000	50	0.05
Estiércol Horticampo Origen animal	40	3.3	0.08
Estiércol equino y bovino	10	1.9	0.19
GUANO			
	Cantidad de venta (Kg)	Precio de venta	€/Kg
Guano de Tenebrio Inseption Farm	0.5	6	12
Guano Guanaforte	20	93.7	4.7



HUMUS DE LOMBRIZ			
	Cantidad de venta (Litros)	Precio de venta	€/Litros
Humus de lombriz sólido Horticmapo	40	7.7	0.2
Humus Lombriz Ecocelta	40	16	2.5
Humus de lombriz	10	5.5	0.55

COMPOST			
	Cantidad de venta (Kg)	Precio de venta	€/Kg
Compost COGERSA	1000	25.38	0.025
Abono orgánico peletizado, Ecocelta	500	115	0.23
Compost 100% vegetal	530	74.25	0.14



3. BIBLIOGRAFIA

- AZURDUY, S., AZERO, M. y ORTUÑO, N., 2016. Evaluación de Activadores Naturales para Acelerar el Proceso de Compostaje de Residuos Orgánicos en el Municipio de Quillacollo. *Acta Nova*, vol. 7, no. 4, pp. 369-388. ISSN 1683-0789.
- BELTRÁN-MORALES, F.A., NIETO-GARIBAY, A., MURILLO-CHOLLET, J.S.A., RUIZ-ESPINOZA, F.H., TROYO-DIEGUEZ, E., ALCALA-JAUREGUI, J.A. y MURILLO-AMADOR, B., 2019. Contenido inorgánico de nitrógeno, fósforo y potasio de abonos de origen natural para su uso en agricultura orgánica. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, vol. 37, no. 4, pp. 371-378. ISSN 2395-8030. DOI 10.28940/terra.v37i4.520.
- GARCÍA-SERRANO JIMÉNEZ, P., ESPANYA, y MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2010. *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Centro de Publicaciones. ISBN 978-84-491-0997-3.
- INSTITUTO SUPERIOR DEL MEDIO AMBIENTE, 2015. El potencial fertilizante y económico de los lodos de depuradora para los cultivos agrícolas. *ISM - Instituto Superior del Medio Ambiente* [en línea]. [Consulta: 4 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.ismedioambiente.com/el-potencial-fertilizante-y-economico-de-los-lodos-de-depuradora-para-los-cultivos-agricolas/>.
- MARTINEZ, L.I., 1995. EL ESTIERCOL Y LAS PRACTICAS AGRARIAS RESPETUOSAS CON. , pp. 24.
- MELGAREJO, M.R., G, M.I.B. y L, M.B., 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales en humus de lombriz y composts derivados de diferentes sustratos. *Revista Colombiana de Química*, vol. 26, no. 2, pp. 11-19. ISSN 2357-3791.
- MENDOZA, C. y PRATS, H., 2010. Opciones de valorización de lodos de distintas estaciones depuradoras de aguas residuales. , pp. 15.



- REYES, J., MARTÍNEZ PÉREZ, S., SASTRE MERLÍN, A., BIGERIEGO, M. y PORCEL, M.A., 1996. Resultados preliminares de la aplicación de lodos de depuradoras como fertilizante y su implicación en la migración de nitratos a través de de la zona no saturada. En: Accepted: 2016-11-29T10:51:02Z [en línea], [Consulta: 30 enero 2021]. Disponible en: <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/12915>.
- SEGUEL S., O., GARCÍA DE CORTÁZAR G. DE C., V. y CASANOVA P., M., 2003. VARIACIÓN EN EL TIEMPO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN SUELO CON ADICIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS. *Agricultura Técnica*, vol. 63, no. 3, pp. 287-297. ISSN 0365-2807. DOI 10.4067/S0365-28072003000300008.
- SOSA, B., LATIFE, J., MEDINA, L., DIGONZELLI, P. y DÍAZ, L., 2004. Aclimatacion de plantas micropropagadas de caña de azucar utilizando el humus de lombriz. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, vol. 33, pp. 115-128.
- SOSA RODRÍGUEZ, J., 2019. Historia de Isla Cristina. [en línea]. [Consulta: 27 enero 2021]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Guano>.
- WONG, M. y JIMENEZ, E., 2009. Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (*prosopis juliflora* (sw.) dc.) en fase de vivero. En: Accepted: 2009-02-19 [en línea], [Consulta: 26 enero 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/509>.
- HARTMAN M., SVOBODA K., VESELY V., TRNKA O., CHOUR J. ,2003. Sewage Sludge Thermal Processing. Chemistry [Consulta: 27 enero 2021]
- M. AYUSO, T. HERNÁNDEZ, C. GARCÍA Y F. COSTA ,1992. Utilización de un lodo aerobio como sustitutivo de fertilizantes fosforados inorgánicos. [Consulta: 30 enero 2021]