



Elaboración de Fertilizante Orgánico a Partir de Vísceras de Trucha (*Oncorhynchus mikyss*) y Jurel (*Trachurus murphyi*), Cuantificación y Evaluación del Efecto de los Nutrientes Minerales

Elaboration of Organic Fertilizer from the Viscera of Trout (*Oncorhynchus mikyss*) and Jack Mackerel (*Trachurus murphyi*), Quantification and Evaluation of the Nutrient Minerals

Eddy Jesus Delgado Tamayo¹; Gustavo Eduardo Benavente Velásquez^{2*}; Gary Vladimir Cáceres Abarca¹

¹ Bachiller en Ingeniería Pesquera, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. E-mail: edelgadot@unsa.edu.pe; gary.caceres.abarca@gmail.com

² Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Lima. Email: gbenaventev@unsa.edu.pe

Recepción: 25/06/2018; Aceptación: 05/06/2019

Resumen

La presente investigación se realizó con la finalidad de elaborar un fertilizante a partir de vísceras de pescado, se evaluó la proporción entre las vísceras y el agua, además del tipo de organismo (trucha o jurel), la cantidad de levadura, la temperatura y pH, para el proceso más eficiente, en razón del mayor contenido de minerales: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). En las unidades experimentales se dosificaron proporciones vísceras-agua de 75-25; 65-35 y 50-50, cada una con porcentajes de levadura de 0,6; 0,7 y 0,8% además de azúcar y estiércol en razón de 3% y 3,5% del peso total de la mezcla para todos los biodigestores a escala. Luego de la fermentación anaeróbica de 90 días, se cuantificaron los nutrientes minerales. Se obtuvo para la proporción vísceras - agua 75-25: N: 0,340%, P: 1075,400 ppm y K: 0,0175% con levadura a 0,7%; 0,8% y 0,6 - 0,8% respectivamente; proporción vísceras - agua 65-35: N: 0,340 %; P: 1165,775 ppm y K: 0,0460 % con levadura a 0,7 % para los tres minerales y para la proporción vísceras - agua de 50-50: N: 0,280%; P: 526,310 ppm y K: 0,0300% con levadura a 0,8%; 0,8% y 0,6% respectivamente. Se determinó que la proporción 75-25 vísceras - agua de jurel, generan un fertilizante con las mayores cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio; siendo el 0,7% de levadura, 20-25 °C y un pH de 7,0 los factores que permiten el proceso de fermentación más eficiente.

Palabras clave: fertilizante; vísceras de pescado; jurel; trucha; minerales.

Forma de citar el artículo: Delgado *et al.* 2019. Elaboration of Organic Fertilizer from the Viscera of Trout (*Oncorhynchus mikyss*) and Jack Mackerel (*Trachurus murphyi*), Quantification and Evaluation of the Nutrient Minerals. Anales Científicos 80 (2):452-461 (2019).

DOI: DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i2.1471>

Autor de correspondencia (*): Gustavo Eduardo Benavente Velásquez. Email: gbenaventev@unsa.edu.pe
© Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Summary

The present research was carried out with the objective of elaborating a fertilizer from the internal organs from fish, evaluating proportions of the aforementioned and water, also the fish type (trout or jack mackerel), the amount of yeast, the temperature and pH levels for the most efficient process, looking towards obtaining the greatest mineral content: nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). In the experimental units, the dosages of viscera to water used were 75-25, 65-35 and 50-50, and each one including 0,6; 0,7 and 0,8 percent of yeast respectively. These also included sugar and manure, being 3% and 3,5% respectively of the total weight of the mixture, for all the bio-digesters by scale. After an anaerobic fermentation of 90 days, the mineral nutrients were quantified. Results were obtained for the following proportions of viscera to water: 75-25: N at 0,34%, P at 1075,4 ppm and K at 0,0175%, with yeast at levels of 0,7%, 0,8% and between 0,6-0,8% respectively; 65-35: N at 0,34%, P at 1165,775 ppm and K at 0,046% with yeast levels of 0,7% for the three minerals; 50 - 50: N at 0,28%, P at 526,31 ppm and K at 0,03% with yeast levels of 0,8%, 0,8% and 0,6% respectively. It was determined that the proportion 75 - 25 of viscera to water of the jack mackerel generates a fertilizer with greater quantities of nitrogen, phosphorus and potassium, including 0,7% of yeast, at between 20-25 °C and at a pH level of 7,0. These conditions allowed the most efficient level of fermentation.

Key words: Fertilizer, fish viscera, jack mackerel, trout, minerals.

1. Introducción

En los últimos cincuenta años la utilización de fertilizantes en el mundo se multiplicó casi diez veces para poder responder a una demanda creciente por alimento y piensos al mismo tiempo que aumentó la producción de cultivos altamente demandados por la sociedad como lo son las hortalizas y las frutas (Corfo, 2011).

La utilización continúa de fertilizantes químicos como la urea y biocidas han ido degradando las tierras, reduciendo la humedad de los suelos, cada vez es necesario usar mayor cantidad de fertilizantes químicos para obtener iguales rendimientos. Los terrenos cultivados sufren la pérdida de gran cantidad de nutrientes, por esta razón se debe proceder permanentemente a restituir los nutrimentos perdidos con abonos orgánicos como el estiércol (Fonag, 2010).

El uso de abonos orgánicos ayuda a recuperar las tierras de cultivo, devuelven minerales esenciales como magnesio, fósforo, nitrógeno y restablecen la humedad.

Diferentes investigaciones señalan que el abono orgánico elaborado a partir de desechos orgánicos e industriales es una buena alternativa para solucionar el problema de la degradación de tierras de cultivo causadas por el uso de fertilizantes químicos (Ramos & Terry, 2014).

El fertilizante elaborado a partir de vísceras de pescado es una gran alternativa, ya que la parte comestible del pescado es aproximadamente el 60%, esto quiere decir que alrededor del 40% (vísceras, cabeza, colas, aletas) son desechados al medio ambiente sin ningún tratamiento, generando contaminación en la zona. Las vísceras de pescado presentan alrededor de 4,45% de cenizas, carbono 14,24%, nitrógeno 3,9%, materia orgánica total 31,83% y magnesio 0,5%. La materia prima a utilizar no es costosa, el costo de producción del abono orgánico elaborado a partir de vísceras de pescado no es muy alto y no implica el uso de tecnología sofisticada en su elaboración (Iliquín, 2014). En relación a investigaciones

internacionales orientadas a la preparación de fertilizante, se comprobó que los productos agrícolas tenían una duración post-cosecha mayor, comparado con los resultantes de una fertilización convencional, así mismo, sobre los beneficios en las propiedades físicas del suelo. En ambos tipos de fertilizantes hidrobiológicos se obtienen cultivos con mayor resistencia a plagas y enfermedades, aumento de producción y mayores utilidades (Produce, 2014).

Este proyecto tuvo como objetivo la elaboración y evaluación de fertilizante orgánico a partir de vísceras de trucha y jurel, generando una solución a dos grandes problemas que se presentan en la región Arequipa y el Perú: la contaminación ambiental por la generación de residuos sólidos de las actividades de la pesca así como la acuicultura y la poca productividad de las tierras de cultivo, devolviendo así los minerales necesarios y restableciendo la humedad de la tierras.

2. Materiales y métodos

Área de estudio, materia prima y duración

El experimento se realizó en el Laboratorio de Tecnología y Productos Curados de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA) en Arequipa, Perú, a 2335 m.s.n.m. Las vísceras de trucha arcoíris fueron adquiridas en el Departamento de Puno, Provincia de Lampa, Distrito de Lagunillas, Sector Leque – Leque, y las vísceras de jurel obtenidas del Departamento de Arequipa, Provincia de Arequipa, Distrito del Cercado, en el mercado “El palomar”, el experimento se llevó a cabo entre los meses de agosto a noviembre del 2017.

Tratamiento

Los biodigestores fueron forrados con bolsas negras y codificadas para su identificación, en la tapa se le acondicionó una trampa de

aire que consta en colocar una manguera que lleva el gas liberado a una botella llena de agua, de esta manera se evitó que ingrese oxígeno al biodigestor e interrumpa el proceso de fermentación (Figura 1).

Las vísceras de pescado fueron conservadas en un túnel de congelación para evitar su descomposición hasta ser utilizadas, fueron descongeladas a temperatura ambiente y cortadas en tamaños muy pequeños para facilitar la fermentación anaeróbica. Luego se procedió a pesar los componentes (vísceras, agua, levadura, azúcar y estiércol de bovino) (Tabla 1), una vez pesados, fueron depositados en el biodigestor y sellados herméticamente, puestas en un lugar libre de humedad y cambios extremos de temperatura hasta que termine el proceso fermentación, el cual tuvo una duración de 90 días.



Figura 1. Foto de biodigestor con trampa de aire, tomada el mismo día que se selló

Durante este periodo de tiempo se liberó gas producto de la fermentación anaeróbica y se tomó registro de temperatura y pH cada 15 días (Tabla 2), para ello se preparó muestras en envases de plásticos más pequeños (Figura 2), siguiendo el mismo procedimiento que se realizó en los biodigestores, estas muestras fueron abiertas, se les tomó registro de temperatura y pH y luego desechadas, de esta manera se evitó también manipular las unidades de estudio (biodigestor).



Figura 2. Foto de las muestras con trampa de aire, tomada el mismo día que se sellaron

Tabla 1. Combinación de vísceras – agua (%), levadura (%), azúcar (%) y estiércol (%) para vísceras de jurel y trucha

Unidad de estudio (Biodigestor)	Relación vísceras - agua (%)	Levadura (%)	Azúcar (%)	Estiércol (%)
T1	75 - 25	0,6%	3%	3,5%
T2	75 - 25	0,7%	3%	3,5%
T3	75 - 25	0,8%	3%	3,5%
T4	65 - 35	0,6%	3%	3,5%
T5	65 - 35	0,7%	3%	3,5%
T6	65 - 35	0,8%	3%	3,5%
T7	50 - 50	0,6%	3%	3,5%
T8	50 - 50	0,7%	3%	3,5%
T9	50 - 50	0,8%	3%	3,5%

*Esta combinación es la misma para vísceras de jurel como de trucha.



Figura 3. Fotos de los biodigestores tomada el mismo día que se sellaron y comenzó la fermentación anaeróbica

Tabla 2. Registro de temperatura y pH

Registro	pH	Temperatura °C
0 días	6,95	14,8
15 días	7,13	22,1
30 días	7,19	21,3
45 días	7,64	22,6
60 días	7,42	25,2
75 días	6,30	25,5
90 días	7,06	22,6

La temperatura que se registró en el biodigestor se mantuvo en rango de (14 - 23 °C) y el pH (6,95 - 7,06).

3. Resultados y discusión

La fermentación anaeróbica es un proceso natural que ocurre en forma espontánea en la naturaleza y forma parte del ciclo biológico. De esta forma podemos encontrar el denominado “gas de los pantanos” que brota en aguas estancadas, el gas natural (metano) de los yacimientos petrolíferos así como el gas producido en el tracto digestivo de los rumiantes como los bovinos. En todos estos procesos intervienen las denominadas bacterias metanogénicas (Hilbert, 2011).

Una forma inmediata de aprovechar la materia prima (residuos), es a partir de la fermentación anaeróbica, proceso denominado digestión anaeróbica, en el cual se convierte la compleja materia orgánica en metano (CH₄) y otros gases, y cuya producción depende de la cantidad y del tipo de materia adicionada al sistema, así como las condiciones psicométricas del aire en el interior del sistema; se ha podido establecer que usando materia altamente biodegradable se obtiene 0.5 m³ de gas kg⁻¹ de masa, con un 70% de Metano (Guzmán, 2008).

En la descomposición anaeróbica podemos distinguir tres fases, en primer lugar se da la fase de hidrólisis y fermentación donde la materia orgánica es metabolizada por los microorganismos, se descomponen las cadenas largas de materia

orgánica en otras más cortas, obteniéndose productos intermedios, es decir las bacterias liberan en el medio las llamadas enzimas extracelulares quienes van a promover la hidrólisis de las moléculas solubles en agua, como proteínas y carbohidratos y las transforman en moléculas menores solubles (IFOAM, 2013). En segundo lugar se da la fase de acidogénesis donde se convierten los productos intermedios en ácido acético, hidrogeno y dióxido de carbono, esto en los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO₂, hidrogeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas. Estas dos fases las llevan a cabo un primer grupo de bacterias, las hidrolíticas acidogénicas y las acetogénicas que hidrolizan y fermentan las cadenas complejas de la materia orgánica en ácidos orgánicos simples (IFOAM, 2013). Por último se da la fase metanogénica donde el segundo grupo de bacterias convierte los ácidos orgánicos en metano y dióxido de carbono, se trata de bacterias estrictamente anaerobias. Se denominan bacterias metanogénicas y las más importantes son la que transforman los ácidos propanoico y acético, denominadas bacterias metano génicas acetoclásticas (Céspedes, 2005). El otro grupo de metanogénicas, las hidrogenófilas, consumen el hidrógeno

Tabla 3, Resultados de nitrógeno, fósforo y potasio para abono orgánico evaluando cantidad de vísceras, agua y levadura

Cantidad de Visceras:Agua	Cantidad de Levadura	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (%)
75:25	0,6	0,155	467,745	0,0175
	0,7	0,340	798,400	0,0165
	0,8	0,325	1075,210	0,0175
65:35	0,6	0,205	381,785	0,0155
	0,7	0,340	1165,775	0,0460
	0,8	0,140	293,930	0,0215
50:50	0,6	0,215	412,280	0,0300
	0,7	0,210	366,135	0,0180
	0,8	0,280	526,310	0,0255

generado en la primera parte de la reacción y, lo convierten en biogás. En estas condiciones el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férrico y mangánico debido a la ausencia de oxígeno. Estas últimas bacterias son fundamentales para el equilibrio de las condiciones ambientales de la reacción, puesto que la acumulación de hidrógeno alteraría la biodigestión de la materia orgánica (Medina, 2000).

Cantidad de nitrógeno

En la prueba de Tukey para la Cantidad de Nitrógeno evaluando la Cantidad de Visceras y Agua, para tres tratamientos analizados (65:35, 50:50, 75:25), se forman solo dos subconjuntos, lo que da a conocer que existen dos tratamientos que tienen efectos similares sobre la cantidad de nitrógeno de los abonos, siendo en este caso los tratamientos que consideran 65% y 50% de vísceras, correspondiendo a 35% y 50% de agua respectivamente. En este caso en particular el tratamiento que tiene efectos diferentes sobre la cantidad de nitrógeno es el que considera 75% de vísceras y 25% de agua, siendo este el de mayor promedio, considerándose este criterio como lo mejor para la caracterización de un abono. Por lo tanto se decidió escoger como mejor tratamientos el que considera 75% de vísceras y 25% de agua.

Para la cantidad de nitrógeno evaluando la cantidad de levadura, se puede notar la formación de tres subconjuntos para tres tratamientos (0,6%; 0,7%; 0,8%), lo que da a conocer que los efectos de las cantidades de levadura sobre la cantidad de nitrógeno son totalmente diferentes. En este caso se decidió escoger el tratamiento que alcanzó la mayor cantidad de nitrógeno, siendo el tratamiento que considera 0,7% de levadura.

Este resultado concuerda con resultados de investigación realizada por Jiménez

(2012) donde obtiene un porcentaje de 3023,52 ppm (0,3%) de nitrógeno trabajando con un 30% vísceras, 55,71% agua, y levadura.

Cantidad de fósforo

La prueba de Tukey mostró que para la cantidad de fósforo evaluando la cantidad de vísceras y agua, donde se formó tres subconjuntos para tres tratamientos analizados (65:35, 50:50, 75:25), lo que da a conocer que la cantidad de fósforo es totalmente diferente al cambiar la cantidad de vísceras y agua. En este caso se decidió escoger el tratamiento que obtuvo una mayor cantidad de fósforo, siendo este el que considera 75% de vísceras y 25% de agua.

Para la cantidad de fósforo evaluando la cantidad de levadura se formó tres subconjuntos para tres tratamientos (0,6%; 0,7%; 0,8%), lo que da a conocer que los efectos de las cantidades de levadura sobre la cantidad de fósforo son totalmente diferentes. En este caso se decidió escoger el tratamiento que alcanzó la mayor cantidad de fósforo, siendo el tratamiento que considera 0,7% de levadura.

Jiménez (2012) en su investigación obtuvo un resultado de 200,57 ppm (0,02%) utilizando un porcentaje de 30% vísceras, 55,71% agua, y levadura, esto puede ser debido a que utilizó una cantidad menor de vísceras.

Cantidad de potasio

Al realizar la prueba de Tukey para la cantidad de potasio evaluando la cantidad de vísceras y agua para tres tratamientos analizados (65:35, 50:50, 75:25), se forman tres subconjuntos, lo que da a conocer que la cantidad de potasio es totalmente diferente al cambiar la cantidad de vísceras y agua. En este caso se decidió escoger el tratamiento que obtuvo una mayor cantidad de potasio,

siendo este el que considera 65% de vísceras y 35% de agua.

Para la cantidad de potasio evaluando la cantidad de levadura, para tres tratamientos (0,6%; 0,7%; 0,8%), se forman solo dos subconjuntos, lo que da a conocer que existen dos tratamientos que tienen efectos similares sobre la cantidad de potasio de los abonos, siendo en este caso los tratamientos que consideran 0,6% y 0,8% de levadura. En este caso en particular el tratamiento que tiene efectos diferentes sobre la cantidad de potasio es el que considera 0,7% de levadura, siendo este el mejor tratamiento.

Jiménez (2012) obtuvo un valor de 18200 ppm (1,8%), utilizando 30% vísceras, 55,71% agua y Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes, este resultado puede ser debido a que utilizó una mayor cantidad de agua y Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes.

En la investigación de “Jiménez (2012) se estudió el uso de dos tipos de microorganismos para llevar a cabo la fermentación anaeróbica (levadura y Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), utilizando lavadura comercial se obtuvo mayor porcentaje de nitrógeno y fósforo con respecto a los Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes.

Tipo de vísceras a utilizar en el Abono Orgánico

Este experimento buscó demostrar con qué tipo de vísceras se genera un abono con mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio. En esta parte de la investigación se planteó elaborar abono con vísceras de trucha y abono con vísceras de jurel. Los resultados de la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio son recogidos después de tres meses de fermentación. A continuación se presentan los resultados alcanzados para cada uno de los tipos de vísceras.

Tabla 4. Resultados de la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio para abonos elaborados de dos tipos de vísceras

Tipo de Abono	Cantidad de Nitrógeno (%)	Cantidad de Fósforo (ppm)	Cantidad de Potasio (%)
Abono de Vísceras de Trucha	0,38	719,47	0,046
Abono de Vísceras de Jurel	0,56	1732,56	0,046

En este caso por ser solo dos niveles de la variable en cuestión no se realizó la prueba de Tukey, comparándose únicamente los promedios alcanzados por cada tipo de vísceras en referencia a la cantidad de nitrógeno. Siendo en este caso las vísceras de jurel las que alcanza un valor de 0,56% de nitrógeno en el abono elaborado.

La significancia encontrada en el ANOVA para la cantidad de fósforo evaluando el tipo de vísceras es de (0,000), es menor a la significancia establecida para el experimento (0,05), lo cual da a conocer que existen diferencias significativas entre las cantidades de fósforo comparando los tipos de vísceras.

En este caso por ser solo dos niveles de la variable en cuestión no se realiza la prueba de Tukey, comparándose únicamente los promedios alcanzados por cada tipo de vísceras en referencia a la cantidad de fósforo. Siendo en este caso las vísceras de jurel las que alcanza un valor de 1732,56 ppm en el abono elaborado.

Por último se analizó la cantidad de potasio encontrado en el abono elaborado, donde la significancia encontrada en el ANOVA para la cantidad de potasio evaluando el tipo de Víscera es de (1,000) es mayor a la significancia establecida para el experimento (0,05), lo cual da a conocer que no existen diferencias significativas entre

las cantidades de potasio comparando los tipos de vísceras. En este caso en particular se puede escoger cualquiera de los dos tipos de vísceras, decidiéndose por las vísceras de jurel por ser las que ganan en el caso de la cantidad de nitrógeno y fósforo.

Producto final

Al terminar el periodo de fermentación se obtuvo dos tipos de abono, el abono elaborado a partir de vísceras de trucha que presentó un color verde esparrago y el abono elaborado a partir de vísceras de jurel presentó un color granate, esto debido al contenido estomacal, ambos abonos presentaron un olor sui generis, no desagradable, un biosol pastoso, más uniforme, sin presencia de grumos, el biosol fue un líquido denso (Tabla 3).

Tabla 5. Análisis Sensorial del Abono Orgánico de vísceras de trucha y jurel

Aspectos a evaluar	Resultado
Color	Granate (V. Jurel) - Verde esparrago (V. Trucha)
Olor	Sui generis (Leñoso – resinoso)
Biol	Consistente - denso
Biosol	Pastoso – uniforme



Eficacia de los fertilizantes

En este último experimento se comparó la eficacia de los abonos elaborados con vísceras de pescado con abonos comerciales o tradicionales. Evaluándose el abono de vísceras de jurel, el abono de vísceras de trucha, el estiércol y la urea. Dichos abonos fueron aplicados a semillas de lechuga y rabanito para observar el tiempo en el cual brotan las mismas y el tamaño que alcanzan las plantaciones.



Figura 5. Foto del cultivo de lechuga tomada a los 20 días de ser sembradas, recipiente de la izquierda es el cultivo sin abono, recipiente del centro es el cultivo con abono de jurel, recipiente de la derecha es el cultivo con abono de trucha

Como se observa en la Figura 5, el cultivo de lechuga que fue fertilizada con abono



Figura 4. Foto de los abonos obtenidos al terminar el proceso de fermentación, recipiente de la izquierda abono orgánico a base de vísceras de trucha, recipiente de la derecha abono orgánico a partir de vísceras de jurel

orgánico de jurel presentó un crecimiento más rápido y las hojas de un color verde intenso, seguida de la lechuga que fue fertilizada con abono orgánico de trucha la cual presentó un crecimiento menor, por último el cultivo de lechuga que no fue fertilizada presentó un pobre crecimiento.

Como se observa en la **Figura 6**, el cultivo de rabanito fertilizado con abono orgánico de jurel presentó un mayor crecimiento, y un color de hojas verde oscuro, en segundo lugar estuvo el cultivo de rabanito fertilizado con abono orgánico de trucha el cual presentó un crecimiento menor, en tercer lugar estuvo el cultivo de rabanito fertilizado con estiércol, el cual presentó un crecimiento menor y hojas delgadas, por último se presenta el cultivo de rabanito fertilizado con abono químico urea (20 20 20) el cual presentó un crecimiento bueno al principio, pero luego se fue desacelerando.



Figura 6. Foto del cultivo de rabanito tomada a los 20 días de ser sembradas, recipiente de la izquierda es el cultivo con abono de jurel, recipiente del centro izquierda es el cultivo con abono de Trucha, recipiente del centro derecha es el cultivo con estiércol, recipiente de la derecha es el cultivo con urea.

4. Conclusiones

Las vísceras de pescado son un desecho producto de las actividades de la pesca y acuicultura que pueden ser aprovechadas reutilizándolas como materia prima en procesos de fermentación anaeróbica para

producción de abonos orgánicos, como también en procesos de ensilaje biológico para producir alimento para animales.

De esta manera no solo se da un uso efectivo a los residuos generados en estas dos actividades humanas, evitando que se contamine el medio ambiente, sino que también se da una alternativa de solución a otro problema que aqueja desde hace mucho tiempo a la agricultura, la degradación de las tierras agrícolas por el uso desmedido de fertilizantes químicos.

La producción de abonos orgánicos permite también generar una alternativa económica a las poblaciones de pescadores y agricultores, esta actividad es rentable ya que el costo de los residuos es mínimo y el proceso como los equipos no requiere una alta inversión económica.

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo el financiamiento de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Contrato de Financiamiento N° 153 – 2016 – UNSA).

5. Literatura citada

- Cajamarca D. 2012. Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos. Tesis de grado. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias Cuenca – Ecuador.
- Céspedes C, 2005. Agricultura Orgánica Principios y Prácticas de Producción. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro regional de investigación Quilamapu. Chillán, Chile.
- CORFO [Corporación de Fomento de la Producción]. 2011. Desarrollo de Bioestimulantes para la Agricultura Orgánica y Tradicional, a Partir de Sangre de Salmónidos y Otros

- Subproductos. Santiago, Chile. Proyecto: 2011-10605- innova_ produccion2011-10605. Disponible en: <http://repositoriodigital.corfo.cl/handle/11373/5122>
- Dioses, T. 2013. Edad y crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* en el Perú. Callao, Perú. Revista Peruana de Biología. Revista Peruana de Biología. 20(1): 5-8.
- FONANG [Fondo para la Protección del Agua]. 2010. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Cooperación USAID N°518-A-00-07-00056-00. Cotopaxi, Ecuador, 5-8p.
- Guzmán, S. 2008. Apuntes sobre consumo energético de biomasa. Diplomado en Energía SNAP, Proyecto No. 003/2008, PROLEÑA Soluciones Energéticas Eficientes, La Paz, Bolivia, febrero, 19p.
- Hilbert, J. 2011. Manual para la producción de biogás. Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. Castelar, Argentina.
- IFOAM [Federación Internacional de Movimientos Agrícolas Orgánicos]. 2013. Guía de Mejores Prácticas para la Agricultura y Cadenas de Valor.
- Iliquín, R. 2014. Elaboración de compost utilizando residuos orgánicos aplicando los métodos takakura y em-compost. Trujillo, Perú. Agroindustrial Science (4).
- Jiménez, J. 2012. Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño. Tesis de grado. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcan, Ecuador.
- Medina, A. 2000. El biol y el biosol en la agricultura. Disponible en: <http://www.revistafuturos.info/download/download12/sostenAmbHuellaEco.p>
- Olaya & González. 2009. Fundamentos para el diseño de biodigestores. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.
- Perea *et al.* 2013. Aspectos reproductivos del jurel *Trachurus murphyi*. Callao, Perú. Revista Peruana de Biología. 20(1): 29-34.
- Produce [Ministerio de la Producción]. 2014. Tecnologías aplicables para el reaprovechamiento de residuos hidrobiológicos. Dirección General de Sostenibilidad Pesquera. Disponible en: <https://www.produce.gob.pe/documentos/pesca/dgsp/notasInformativas/reaprovechamiento-de-recursos.pdf>
- Ramos & Terry. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cultivos Tropicales. La Habana, Cuba. redalyc.org. 35(4):52-59.
- Ruales *et al.* 2014. Aprovechamiento de residuos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*: uso de tecnologías limpias para la extracción de aceite. Orinoquía, Colombia. 18(1): 294-299.
- Sepulveda & Castro. 2012. Abonos orgánicos para una producción sana. Dirección de Protección Fitosanitaria. Programa Nacional de Agricultura Orgánica Barreal de Heredia. Editorial del Norte. Ulloa, Costa Rica.