

ELABORACIÓN DE GUÍA DE APLICACIÓN AL SUELO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG)

INFORME N° 1

SUSTENTO TÉCNICO

“GUÍA DE APLICACIÓN DE RESIDUOS AL SUELO.”

ANEXO D ESTUDIOS DE APLICACIÓN DE RESIDUOS AL SUELO

RESUMEN DE ALGUNOS ESTUDIOS REALIZADOS EN RELACIÓN A LA APLICACIÓN DE RESIDUOS AL SUELO.

Se realizó una revisión bibliográfica del estado del arte tanto a nivel nacional como internacional, con el fin de establecer los parámetros mínimos para normar la disposición de los residuos, ya sea pre-tratados o no, en suelos.

Estudios Realizados en Chile

Se revisó una serie de estudios y proyectos piloto realizados a nivel nacional, entre otros los siguientes:

Aplicación de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas en diferentes concentraciones y cultivos, Proyecto SAG-Aguas Andina;

Resumen:

Al tratar las aguas servidas en plantas de tratamientos se pueden obtener lodos los cuales pueden ser eliminados a vertederos o utilizarlos en cultivos para lo cual se debe tener en consideración algunos parámetros en relación a los elementos nocivos o patógenos que este contenga.

El objetivo del compostaje es reducir la carga de microorganismos patógenos y de sustancias fitotóxicas (ác. acético, propiónico, etílico). Sin embargo, el compost sin un manejo adecuado puede generar impactos negativos en el ambiente, como olores, proliferación de insectos, microorganismos y emisión de metano, efectos en suelo como encostramiento, anaerobiosis, presencia de metales pesados y crecimiento de malezas, entre otros, los cuales deben ser medidos antes de poder determinar si los lodos pueden ser utilizados.

El gobierno de Chile ha establecido como meta el tratamiento de la totalidad de las aguas servidas urbanas del país, al año 2010. Como subproducto del tratamiento se espera la generación de 220.000 Ton/año de lodo. Según el origen, el lodo puede contener patógenos, metales pesados y una variedad de contaminantes orgánicos. La CONAMA cuenta con un anteproyecto de norma que establece requisitos de calidad sanitaria, contenido de metales pesados y tasas específicas de aplicación.

En las conclusiones del estudio se destaca el aporte de N, P y materia orgánica, producto de la aplicación de lodo en suelos, por lo que se considera posee valor como fertilizante. Al respecto, se señala que hay traslocación de la carga metálica, a los órganos vegetales aéreos, lo que puede deberse a que el aporte es insoluble o a mecanismos fisiológicos. Hubo incremento de la carga metálica basal de los suelos, especialmente de Zn y Cu y no se registró incremento de coliformes fecales, salmonela ni huevos de helmintos, tanto en los suelos, como de la población.

Desarrollo de prácticas sustentables de reciclaje de biosólidos en plantaciones forestales”, Consorcio Deptos Química de Suelos, y Manejo de Recursos Forestales, Universidad de Chile.

Resumen:

Uno de los principales objetivos del proyecto es la necesidad de buscar usos sustentables para los lodos sanitarios de las plantas de tratamientos de aguas servidas para poblaciones mayores a 40.000 habitantes, las cuales en la actualidad tienen que disponerlos en vertederos especialmente acondicionados para minimizar los riesgos de la salud de la población y la contaminación de las aguas subterráneas (Monofill). El negocio tecnológico pasa por la elaboración de modelos de gestión de lodos sanitarios sanitizados y lodos sanitarios no sanitizados compostados para ser aplicados en plantaciones forestales, con los beneficios que los lodos son un aporte de nutrientes a las plantaciones forestales y estas se verán reflejadas en los correspondientes incrementos volumétricos.

Estudios sobre la respuesta biológica y concentración de metales pesados del trébol subterráneo de suelos del secano de la cordillera de la costa (VI Región) tratados con Lodos (Carrasco et al., 2005);

Resumen:

La baja fertilidad de los suelos de la VI Región se puede mejorar con la siembra de trébol subterráneo en la pradera y el uso de fertilizantes, lo cual podría ser complementado con la aplicación de lodos (biosólidos) provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas. Sin embargo, esto implicaría también el aporte de metales pesados (MP).

En este trabajo se evalúa la aplicación de lodo en trébol subterráneo inoculado mediante un ensayo de invernadero, con un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 4x3, con los factores suelo (dos de la Serie Lo Vásquez y dos de la Serie Marchihue) y acondicionamiento: sin fertilizar (T), fertilización química (FQ) [100 mg de N, 100 mg de P, 150 mg de K, 51 mg de S y 2,8 mg de B por maceta; y aplicación de 30 Mg/ha de lodo (L)].

Se evaluó la materia seca aérea (MSA) y radical (MSR), número de nódulos, y concentración de MP en parte aérea y radical. Mediante ANDEVA, con $\alpha=0,05$, se encontraron diferencias entre acondicionamientos para MSA, MSR y nódulos; y además, entre series de suelo para MSA (mayor en la Serie Marchihue).

En los tratamientos con lodo la MSA fue menor que en FQ pero mayor que en T, los nódulos fueron blancos y su número fue menor que en los tratamientos con FQ. Según estas características la fijación simbiótica sería inefectiva por el alto y continuo aporte de nitrógeno del lodo.

La aplicación de lodo a los suelos incrementó significativamente las concentraciones de N, Mg, Zn y Cu en la MSA. El Mn, Zn, Cu y Cd tienden a traslocarse a la parte aérea, Fe y Ti se concentran en la raíz y Cr y Pb quedan en la raíz.

El trébol subterráneo responde positivamente a la aplicación de lodo y no se vería afectado por los MP. Sin embargo, aplicaciones sucesivas de lodo podrían incrementar las concentraciones de Mn, Zn, Cu y Cd en el tejido vegetal a niveles no deseables en un sistema sustentable.

Estudios sobre los efectos de los residuos post-faenas silvícolas sobre la actividad microbiana y enzimática en plantaciones de pino (Alvear et al, 2005);

Resumen:

El suelo debe considerarse como un medio vivo donde se establece una dinámica particular entre la materia orgánica aportada de los residuos vegetales provenientes de faenas silvícolas y una serie de organismos que habitan el suelo provocando cambios químicos, físicos y bioquímicos, por lo que el estudio de la actividad biológica del suelo resulta de gran importancia en la evaluación de su fertilidad y capacidad productiva.

En el trabajo se plantean los siguientes objetivos:

- 1) Cuantificar los efectos de los residuos vegetales, provenientes de faenas silvícolas (raleo y poda), sobre la biomasa microbiana y algunas enzimas del suelo;
- 2) Detectar los posibles cambios estacionales en la actividad microbiana y enzimática del suelo.

Para ello se tomaron muestras de suelo (0-15 cm) para un rodal de 8 y uno de 10 años, en una plantación de *Pinus radiata* en el invierno y en la primavera del año 2004. Los parámetros evaluados fueron: pH y porcentaje de humedad del suelo, hidrólisis de la fluoresceína diacetato, carbono y nitrógeno biomásico y la actividad de la β -glucosidasa, carboximetilcelulasa y fosfatasa ácida.

Los valores promedios obtenidos para los parámetros bioquímicos denotan una clara variación estacional, siendo mayor la actividad microbiana y enzimática en invierno que en primavera. Estos resultados se deberían, entre otros factores, a la mayor acumulación de residuos vegetales provenientes de faenas silvícolas, tanto en el rodal de 8 años como en el de 10 años, lo cual favorece una mayor tasa de liberación de sustratos para los microorganismos los cuales utilizan como fuentes de energía; la generación de microclimas producto de la deposición del material vegetal de desecho, lo cual es capaz de mantener un nivel constante de humedad favorable para la actividad microbiana, este nivel de humedad en la estación primaveral desciende significativamente y la condición de pH del suelo se aleja del rango óptimo para la actividad de las distintas enzimas ensayadas.

Estudios e investigaciones sobre la aplicación de lodos de la industria de celulosa en suelos degradados (Barrenechea et al., 2005);

Resumen:

En las últimas décadas, la industria chilena de celulosa, principalmente basada en el proceso Kraft se ha desarrollado aceleradamente. El proceso de fabricación de celulosa genera grandes cantidades de residuos, uno de ellos son los lodos, los cuales son depositados dentro de la industria, lo que constituye una preocupación económica y ambiental, hasta el momento sin solución.

Por esta razón el estudio pretende dar una respuesta al problema que tienen estas industrias, investigando cómo se pueden utilizar estos residuos en prácticas medioambientales.

La aplicación de este residuo (lodo), como aditivo, utilizando distintas dosis, en suelos que tienen diferentes niveles de degradación, es una buena alternativa para conocer el aporte que contienen los lodos al ser aplicados a los suelos para una posterior producción vegetal, debido a que su uso facilita el transporte de nutrientes, aumenta la capacidad de retención de agua y sirve como reemplazante parcial de fertilizantes químicos de mayor costo.

El objetivo del estudio fue evaluar los efectos sobre las propiedades químicas y biológicas de suelos degradados (Serie Gorbea y Collipulli), aplicando 0, 10, 20, 30 y 50 ton ha⁻¹ de lodo, suelo Temuco (referencial), y la producción vegetal de *Lolium perenne*.

Cada control y tratamiento se mantuvo a 22°C por un periodo total de 90 días en cámara de crecimiento. La caracterización del suelo después de la incubación indicó un incremento en el nitrógeno y fósforo de la Serie Gorbea y Collipulli, además de mejorar el porcentaje de materia orgánica, microelementos y bases, las cuales ayudaron a disminuir el contenido de aluminio.

En la producción vegetal se obtuvo en el día 30 para el suelo Serie Gorbea (sin adición de lodo) en relación al suelo referencial, valores de 30% para el parámetro materia seca, llegando a obtener un valor de 150% para la dosis 50 ton/ha en el mismo día, superando en la dosis 10 ton/ha los valores obtenidos en este parámetro para el suelo Serie Temuco (referencial).

Caracterización de los purines de cerdos y su uso como fertilizante nitrogenado en maíz, Proyecto SAG – ASPROCER;

Resumen:

El purín de cerdo caracterizado en el marco del proyecto tiene los siguientes valores:

Parámetros	Valores obtenidos	Unidad
pH	6,5	
Conductividad eléctrica	11.050	mmhos/cm
N-NO ₃	60	mg/l
N-NH ₃	1,446	mg/l
Coliformes fecales	1,6x10 ⁸	
DBO	13.000	mg/l

Según lo expuesto por el especialista, el balance nutricional del purín muestra que el maíz representa el 60% de la dieta de los cerdos y que las hojas, tallos, coronta y granos capturan 400 kilos de N/ha.

Por lo tanto, para una demanda de 600 kg N/ha (límite máximo de absorción del maíz), la aplicación de N en purines (Kg/ha), según el % de volatilización del N, sería:

Demanda de N (kg N/ha)	Porcentaje de volatilización del N (%)					
	20		40		60	
600	N (Kg/ha)	N° cerdos	N (Kg/ha)	N° cerdos	N (Kg/ha)	N° cerdos
	750	158	1.000	210	1.500	300

Se determinó que la aplicación de estas tasas de nitrógeno al suelo, vía purín, generan un alto impacto debido al aumento de la lixiviación del nitrógeno de alrededor de 40%.

Dinámica del compostaje de residuos vitivinícolas con y sin la incorporación de guano broiler (Pino et al., 2004)

Resumen:

Considerando que en los últimos años ha incrementado la superficie plantada de vid para vinos y pisco, que durante el proceso de fermentación del mosto se producen residuos sólidos orgánicos (hollejo, escobajo y pepa [HEP]) y que, en general, los suelos presentan bajo contenido de materia orgánica; el compostaje es una alternativa idónea para el manejo de estos residuos, ya que el compost resultante es un acondicionador y mejorador de las propiedades físicas, químicas, biológicas y fisicoquímicas del suelo.

Para evaluar y comparar el proceso de compostaje, se utilizaron dos materias primas, HEP y guano broiler, con las cuales se confeccionaron dos pilas con volteo: HEP (testigo) y HEP + guano broiler (HEPGB). Al final de la etapa termofílica ambos tratamientos fueron subdivididos para inocularlos. Se midió periódicamente las temperaturas internas de cada pila de compost y se realizaron los análisis de pH, conductividad eléctrica (CE), contenido de humedad, carbono orgánico y nitrógeno total.

Para determinar el término de la etapa de maduración, se realizaron los análisis de relación C/N, respirometría (parámetro del Grupo 1) y porcentaje de germinación de rabanito (parámetro del Grupo 2), según la Norma Chilena de Compost, NCh 2880 (INN, 2004).

El compostaje de HEP duró 47 semanas y, de ellas, 22 semanas correspondieron a la fase termofílica y 25 a la etapa mesofílica de maduración. En el caso de HEPGB, el proceso duró 30 semanas, de las cuales 9 semanas fueron de temperaturas termofílica y 21 de temperaturas mesofílica de maduración.

Por tanto, la incorporación de guano broiler a los residuos vitivinícolas, aceleraría el proceso de compostaje. La inoculación del testigo se realizó en la semana 40 y la de HEPGB en la semana 17.

Ningún tratamiento presentó diferencias significativas entre las subdivisiones inoculadas versus las no inoculadas en las temperaturas mesofílicas de maduración. Los compost obtenidos en cada tratamiento, cumplieron con el Índice de Madurez exigido por la NCh 2880.

El testigo calificó como compost Clase A, porque presentó conductividad eléctrica menor a 3 dS/m, relación C/N inferior a 25/1 y pH neutro. En cambio, el compost de HEPGB resultó Clase B, porque su conductividad eléctrica fue de 4 dS/m, a pesar de tener una relación C/N menor a 25/1 y pH ligeramente alcalino.

Estudios sobre el Manejo de Purines de la Lechería (X Región), INIA- Remehue, 2004;

Resumen:

Este estudio trata sobre buenas prácticas de manejo de plantales lecheros, y se señala que en estudios en lecherías en la X Región se indica que se realizan aplicaciones de purines durante todo el año, situación que en la época invernal acentúa el fenómeno de lixiviación de nitrógeno, lo que conlleva a un problema de contaminación de aguas subterráneas.

De los estudios de casos realizados se analizó la contribución de distintos efluente, el que está compuesto de un 46% de aguas lluvias, un 25% de fecas y orinas y un 29% de agua de limpieza (equipo de ordeña, lavado de pisos, otros).

Considerando estos porcentajes de contribución al efluente, las prácticas de manejo que deberían ser incorporadas en predios lecheros al menos son:

- Canalización de las aguas lluvias a bebederos;
- Uso de trampas o rejillas para piedras y arenas en canales que conducen los purines a los pozos purineros;
- Raspadores con ruedas en los patios de alimentación;
- Cultivadores manuales adaptados con palas con goma (para facilitar la labor de limpieza y disminuir la cantidad de agua).

Nureña Alva, Carlos Omar "Utilización de residuos de cervecería en alimentación de cerdos en la fase de acabado". 1980.

Resumen:

Evalúa la utilización de los residuos de cervecería en un nivel óptimo para la alimentación de cerdos en la fase de acabado. Utilizando 20 gorrinos, distribuidos en 5 lotes con 4 animales cada uno, con 5 tratamientos: T1: 0 por ciento de cervecería, T2: 5 por ciento, T3: 10 por ciento, T4: 15 por ciento y T5: con 20 por ciento de residuos de cervecería. Al realizar el balance de raciones trata de mantener un nivel isocalórico, sin conseguir un nivel isoprotéico, al sustituir maíz por residuos de cervecería y mantener constante los demás ingredientes, las raciones con mayor porcentaje de residuos de cervecería resultan con mayor contenido proteico, atribuyendo la mayor ganancia de peso a la eficiencia alimenticia de los residuos de cervecería. El consumo de alimento tiene diferencia significativa entre tratamientos y entre semanas, siendo el mayor en el T4. La conversión alimenticia en el T5 es más eficiente, mientras que en el T3 es elevado. En el rendimiento de carcasa no encuentra diferencia significativa. En cuanto al beneficio económico el T5 rinde mejor y el T3 un beneficio económico bajo.

Pineda, J. del Río, R. Chao, A. A. Pérez y Victoria Martínez "Tecnología para la Obtención de Pasta Proteica a partir de Animales Muertos, Desperdicios de Mataderos y Subproductos de la Pesca". Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, Cuba;

Resumen

- 1.- La producción de pasta proteica constituye una herramienta económica y eficaz que compete con los suplementos proteicos de origen animal tradicionalmente usados en la alimentación animal.
- 2.- Mayores escalas de producción industrial reducen los costos de producción de la pasta proteica.
- 3.- Cuba cuenta con la base de equipamiento técnico adecuada para el procesamiento de animales muertos y otros desechos de animales, dada en los destructores DTM construidos en serie en la EMPROMECTASIA, del MINAZ.
- 4.- Para un uso eficiente de la procesadora, debe recuperarse el vapor de la cocción y reintegrarse como agua de alimentación de la caldera.

Experiencias con ensilado de pescado en Venezuela. R.A. Bello (ICTA-UCV, Caracas, Venezuela).

Resumen:

Existe una tecnología sencilla, práctica, de poca inversión, que permite aprovechar una serie de recursos pesqueros sub-utilizados o no aprovechados o bien sub-productos o desechos de la actividad pesquera, en la elaboración de alimentos para animales. Por su alto contenido proteico, similar a la harina de pescado, puede ser utilizado como sustituto de la harina de pescado en la elaboración de raciones de alimentos concentrados, o directamente como un complemento en la alimentación animal.

Estos ensilados biológicos de pescado son elaborados a partir del pescado entero o de sus partes, molidos finamente y con el añadido y mezcla de melaza de caña de azúcar (15%); desechos o partes de las frutas papaya o/y piña (15%); ácido sórbico (0,25%); inóculo con la bacteria ácido-lácticas (1%); y envasado y almacenado anaeróbicamente a 35-40°C. por pocos días.

Lamentablemente, los ensilados de pescado, aún cuando se han estudiado con profundidad y existen suficiente información para industrializarlos y comercializarlos, los esfuerzos en este sentido han sido infructuosos hasta el momento. Sin embargo las condiciones económicas reinantes en el país en los actuales momentos, imposibilitan la adquisición de equipos costosos, como los requeridos para elaborar harinas de pescado. Los ensilados pasarán a ser una alternativa para el aprovechamiento de especies de pescado no utilizadas hasta el momento, como lo es la fracción de la fauna acompañante del camarón, conocida como broza, o los desechos de la industria fileteadora y conservera. Pareciera que esta tecnología tiene mayores posibilidades de aplicación en las pesquerías artesanales y en las comunidades pesqueras artesanales o de pocos volúmenes.

Ensilajes de pescado en Brasil para la alimentación animal, E. Lessi (CPTA/INPA, Manaus, Brasil).

Resumen:

El ensilado biológico de pescado aparece como la grande solución para el aprovechamiento de los residuos de la industria y posiblemente también a nivel familiar y artesanal en la Amazonia, hasta hoy el proceso no ha sido desarrollado comercialmente. Aunque en Río de Janeiro, se han realizado investigaciones con ensilado ácido, logrando alimentar con éxito gallinas ponedoras e pollos, con raciones de costo mínimo. Posteriormente en Manaus se hicieron modificaciones de esa formulación substituyendo varios ingredientes, aumentando grandemente la regionalización de la fórmula. Apoyado en esas formulaciones, en Manaus utilizó el ensilado biológico para preparar ración para alevines de tambaqui *Colossoma macropomun* y en Río de Janeiro, también utilizó ensilado biológico para alimentar post-larvas de camarón (*Macrobrachium rosenbergii*, M), ambos con mucho éxito.

Aunque el ensilado biológico, en nuestro entender, podría ser una gran alternativa para las regiones brasileras de la costa e de la Amazonia, donde no hay condiciones de producir harina de pescado, hasta el momento no ha habido oportunidad de introducir su producción sistemática. Quizás, por el hecho de la dificultad de reunir los residuos, en las industrias y mercados de pescado de la ciudad y porque la diferencia en el costo de las dietas con ensilado no parece ser atractivo. Por ese motivo, estamos realizando investigaciones con el objetivo de abaratar todavía más el costo del ensilado biológico y de las raciones de ensilado,

utilizando también otros residuos, como el suero de la fabricación del queso, abundante en Manaus.

Aspectos económicos del procesamiento y uso de ensilados de pescado, Ziska Berenz (ITPP, Callao, Perú), 1997.

Resumen:

Los resultados de Composición Química Proximal del ensilado de residuos de Sardina producido por bacterias lácticas del yogurt, indican que es una fuente proteica-energética factible de ser utilizada en formulaciones de alimentos para animales.

Bajo las condiciones en que se realizó el ensayo, el ensilado de residuos de Sardina reemplazó eficazmente como fuente proteica animal a la harina de pescado en términos de Peso - Incremento - Conversión Alimenticia y Retribución Económica, aunque en mejores condiciones en la etapa de acabado que en la etapa de inicio.

Rojas Yupanqui, Sonia Renee "Uso de diferentes niveles de cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) en raciones suplementarias para vacas Brown Swiss". 1988.

Resumen:

Evalúa el efecto de incorporación al concentrado de cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.), sobre el comportamiento con la producción de estos animales. Utilizaron 8 vacas de la raza Brown Swiss, siendo los tratamientos 0, 10, 20 y 30 por ciento de cascarilla de cacao en el concentrado; usa el diseño sobre cambio simple con 4 períodos de 15 días cada uno. La respuesta general de los animales en producción de leche, concentración de grasa de la leche, peso vivo y salud es casi similar, siendo el tratamiento con 10 por ciento de cascarilla de cacao el que alcanza la mayor productividad. Las correlaciones son: $r = -0,97$ para la producción de leche y $r = 1$ para el porcentaje de grasa.

Ríos Ríos, Riter. "Utilización de diferentes niveles de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) en raciones de acabado para cerdos". 1982.

Resumen:

Evalúa la utilización de harina de cáscara de cacao en un nivel óptimo para la alimentación de cerdos en la etapa de acabado. Emplea 20 gorrinos de la raza Yorkshire, Landrace y cruces de estas razas, distribuidos en 4 tratamientos: 0, 5, 10, 15, por ciento de harina de cáscara de cacao para los tratamientos I, II, III, y IV respectivamente, el análisis de varianza no encuentra diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo la ganancia de peso más alto en el tratamiento IV (0.782 kg por animal/día) y una conversión alimenticia de 4.65, mientras que el tratamiento II obtiene una ganancia en peso de 4.79, siendo la conversión más alta en el tratamiento I (testigo) de 4.80. En el consumo de alimentos no encuentra diferencias significativas siendo el mayor consumo en el tratamiento IV con un promedio animal por día de 3.64 kg, la conversión alimenticia es menos eficiente en el tratamiento I; deduciendo que el costo de la alimentación en el tratamiento IV es menor. Concluye que la cáscara de cacao se pudo utilizar, en la fase de acabado, en el nivel de 15 por ciento de la ración

Rengifo Ramírez, Nelly. "Utilización de soya integral (Glycine sp) como fuente de proteína en la alimentación de cuyes en la etapa de engorde". 1987.

Resumen:

Estudia la factibilidad del uso de la soya integral como fuente de proteína en la alimentación de cuyes en engorde y su importancia económica. Utiliza 50 animales distribuidos en 5 tratamientos con 2 repeticiones. Los porcentajes de soya integral son 0 por ciento, 50 por ciento, 60 por ciento, 70 por ciento y 80 por ciento. Como componente de la ración de suplemento proteico que tiene como fuente de proteína la harina de pescado, también suministra aproximadamente 116 gr. de forraje verde diario por animal. Realiza controles de pesos cada siete días y del consumo del alimento diariamente. Los resultados para la ganancia de peso favorecen al T1, seguido de los 2 tratamientos 2 y 5, 4 y 3. En cuanto al consumo de alimento no detecta diferencias estadísticas. La conversión alimenticia es diferente estadísticamente. El T1 tiene mejor comportamiento seguido de los tratamientos 2, 5, 4 y 3. Los resultados anteriores analizados económicamente demuestran que el costo de producción mayor es para el T1 y menor para el T5, permitiendo sostener que la soya integral tiene relativa importancia biológica y económica en la alimentación de cuyes.

Razuri Vela, Palmer. Utilización de biosol en el engorde de cuyes (Cavia cobayo) en Tingo María. 1992.

Resumen:

Evalúa el uso del biosol como fuente proteica y su beneficio económico. El diseño experimental empleado es el completo al azar con 4 tratamientos y 8 repeticiones. Estudia niveles de biosol (0, 10, 20 y 30 por ciento correspondiente a T1, T2, T3 y T4). Evalúa ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y beneficio económico. Concluye que puede utilizarse el biosol en niveles de 10 y 20 por ciento en las raciones al haberse obtenido una ganancia de peso de 353 gr. y 283 gr. en T2 y T3. El beneficio neto del tratamiento 2 es mayor en relación a los demás tratamientos (1.38 nuevos soles) seguido por los tratamientos 3, 1 y 4 (1.08, 1.01 y 0.63).

Rivera Ibárcena, Nila Edelmira. "Heces de vacuno como fuente pigmentante en raciones para ponedoras". 1985.

Resumen:

Determina el aprovechamiento del estiércol del vacuno en dietas de postura y el nivel óptimo como fuente de xantófilas para una mejor pigmentación de la yema del huevo. Emplea 3 raciones (blanca, amarillo y comercial) con 4 tratamientos cada uno (0, 2.5, 5 y 10 por ciento de estiércol seco de vacuno por 100 Kg de ración). Los resultados establecen que se observa mejor coloración visual de la yema de los huevos con adición de 10 por ciento de estiércol seco de vacuno a la ración amarilla, alcanzando un nivel promedio de 6.5 en la escala del abanico colorimétrico, pero no afectó significativamente en el peso de huevos, rendimiento y peso de las aves. En la ración blanca con 0 por ciento de estiércol, observa valores bajos de pigmentación.

Doménech, Xavier. *Química del Suelo: El impacto de los contaminantes*. Madrid, 1995.

Resumen:

Las materias tratadas son: Contaminación-impacto ambiental; Química del suelo; Salinización; Contaminación del suelo. Esta obra trata sobre los principios que constituyen la química del suelo. El libro se divide en tres grandes bloques: uno aborda la descripción de la estructura y composición química del suelo, otro describe los procesos químicos naturales que ocurren en el medio edáfico y el último analiza el impacto de los contaminantes edáficos sobre el equilibrio natural, además de detallar los métodos más relevantes de depuración de suelos contaminados.

Fassbender, Hans. *Química de Suelos, con énfasis en suelos de América Latina*. 1987.

Resumen:

Este libro se enfoca en los fenómenos físicoquímicos que suceden en el suelo así como los que sufren los elementos necesarios para el desarrollo del suelo. Trata las siguientes materias: Componentes inorgánicos de la fase sólida del suelo, Componentes orgánicos de la fase sólida del suelo, Componentes organo-minerales del suelo, Intercambios catiónicos y aniónicos, Reacción del suelo, Condiciones de oxidación y reducción, Coagulación y peptización, Nitrogeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio y magnesio, Elementos menores.