Repositorio del Centro de Investigación,
Transferencia Tecnológica y Emprendimiento (CITTE)
Artículo Investigación Código: (CI-01-2011-

"Utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol)"

Verónica Paola Gordón Pozo
Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA)
Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)
Nuevo Campus, Av. Universitaria y Antisana
Tulcán-Ecuador
verogordonpozo@yahoo.es

Resumen

Con el propósito de minimizar la contaminación ambiental del subproducto de las industrias lácteas y queseras artesanales así como el uso indiscriminado de agroquímicos se elaboró abono orgánico (biol) utilizando suero de leche para contribuir con el medio ambiente y darle mayor aprovechamiento a este subproducto de la manufactura quesera.

La investigación se realizó con 120 litros de suero de leche procedente de la Industria Lechera Carchi S.A. el cual se dividió en cinco proporciones de acuerdo al porcentaje como factor A y factor B dos tipos de inóculos microbianos, fueron colocados a fermentación anaerobia en biodigestores tipo batch durante 50 días tiempo que duró en la obtención del biol; dando como resultado el T9 (50 % suero de leche, 0% agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) como el mejor de los tratamientos con un valor alto de elementos nutricionales como el fósforo, potasio, azufre, calcio, zinc, hierro y manganeso.

Abstract

In order to minimize the environmental pollution of the by-product of artisanal cheese and dairy industries as well as the indiscriminate use of agrochemicals was developed organic fertilizer (biol) using buttermilk to contribute with the environment and give greater advantage to this byproduct of cheese-making manufacture.

Research was conducted with 120 liters of whey coming from the Industria Lechera Carchi S.A., which is divided into five proportions according to the percentage as A factor and B factor two types of microbial inoculants, they were placed to anaerobic fermentation in biodigesters type batch during 50 days, time in obtaining biol; resulting in the T9 (50% whey, 0% water, 38% manure, 2.38% molasses, 4.78% alfalfa, 2.38% ash, 2.38% humus, 0.08% lactofermento) as the best of the treatments with a high value of nutritional elements such as phosphorus, potassium, sulfur, calcium, zinc, iron and manganese.

1. Introducción

Algunos efluentes de la Industria Lechera forman parte de los agentes más contaminantes y severos que existen, tal es el caso del suero de leche, un subproducto de la manufactura de quesos, caseína, caseinatos y mantequilla, que representa del 80 al 90 por ciento del volumen del lácteo transformado por la industria lechera y que para su tratamiento biológico demanda una elevada cantidad de oxígeno (Carrillo, 2006).

La importancia que tiene la conservación de los recursos naturales ha despertado en la sociedad la búsqueda de soluciones para cuidarlos y recuperarlos con el fin de que sean aprovechados por los seres vivos. El agua es un recurso de vital importancia en la vida del hombre por lo que su conservación debe ser uno de los principales objetivos (Valencia & Ramírez, 2009).

En la Provincia del Carchi, Cantón Tulcán, se desarrollaron encuestas a los agricultores, queseras artesanales y a la Industria Lechera Carchi S.A. para obtener información detallada de la problemática que se suscita día a día por los residuos del proceso industrial de la leche.

El 80 % de los agricultores encuestados dependen excesivamente de agroquímicos para sus cultivos, lo que es un mal necesario para muchos de ellos, por este motivo se pretende dar una alternativa a mejorar la calidad del agro elaborando un abono orgánico a base de suero de leche y de la misma manera darle un valor agregado al subproducto de la manufactura quesera.

2. Materiales y Métodos

En la elaboración del ensayo experimental se utilizó lo siguiente:

2.1. Para el biodigestor

- Baldes color negro, capacidad de 20 L, con sus respectivas tapas.
- Manguera de plástico color transparente de dos centímetros de diámetro.
- Manguera de caucho color negro de un centímetro de diámetro.
- Pernos tapón color negro de una pulgada de largo y un centímetro de diámetro.
- Cinta teflón
- Botellas de dos litros.
- Cinta de embalaje para plástico grosor de 10 cm
- Silicona

2.2. Para elaboración

- Balanza digital de 300g de capacidad, 0,01g de precisión
- Balanza analógica de 25Kg de capacidad, 1g de precisión
- Baldes
- Mezclador

2.3. Para lectura de datos.

- pH metro.
- Cintas de pH.
- Termómetros de alcohol.
- Vasos plásticos de 50 mL
- Guantes
- Cubre bocas
- Cofia
- Mandil
- Botas

- Libreta de campo

2.4. Materia prima

- Estiércol de bovino
- Suero de leche
- Agua

2.5. Insumos

- Alfalfa
- Humus
- Ceniza
- Melaza
- Levadura
- Lactofermento (levadura en pasta*; lactococcus lactis subsp. lactis y lactococcus lactis subsp. cremoris*)

3. Diseño experimental.

La investigación se la realizó en la Provincia del Carchi, Cantón Tulcán, Parroquia Gonzales Suarez en una infraestructura tipo galpón con una extensión de 30 m^2 , lugar donde se realizó el proceso fermentativo del biol a temperatura ambiente promedio de 25 ^oC , con un diseño experimental de bloques completamente al azar y un arreglo factorial de A*B.

4. Factores en estudio

Factor A: es el porcentaje de suero empleado en cinco porcentajes diferentes de acuerdo a la relación materia orgánica y agua (Suquilanda, 1996)

Factor A	**Estiércol (%)**	**Agua (%)**	**Suero (%)**
a1	50	50	0
a2	50	37,2	12,5
a3	50	25	25
a4	50	12,5	37,5
a5	50	0	50

Factor B: es el tipo de inóculo microbiano a emplear en cada tratamiento

Factor B	**(%)**
b1 Lactofermento	0,08
b2 Levadura	0,08

La interacción del factor A con el factor B dan lugar a:

- **Número de tratamientos:** 10
- **Número de repeticiones:** 3
- **Unidad experimental:** 30

Los biodigestores de capacidad 20 L se los realizó tipo batch o también llamado discontinuo.
Se estableció los porcentajes que se detallan en el siguiente cuadro.

	Agua %	Suero%	Estiércol %	Melaza %	Alfalfa %	Ceniza %	Humus %	Levadura %	Lactofermento%	TOTAL %
T1	50		38	2,38	4,78	2,38	2,38		0,08	100
T2	50		38	2,38	4,78	2,38	2,38	0,08		100
T3	37,5	12,5	38	2,38	4,78	2,38	2,38		0,08	100
T4	37,5	12,5	38	2,38	4,78	2,38	2,38	0,08		100
T5	25	25	38	2,38	4,78	2,38	2,38		0,08	100
T6	25	25	38	2,38	4,78	2,38	2,38	0,08		100
T7	12,5	37,5	38	2,38	4,78	2,38	2,38		0,08	100
T8	12,5	37,5	38	2,38	4,78	2,38	2,38	0,08		100
T9		50	38	2,38	4,78	2,38	2,38		0,08	100
T10		50	38	2,38	4,78	2,38	2,38	0,08		100

Las variables que se evaluaron durante la elaboración del biol fue la temperatura interna del biodigestor, temperatura ambiente, temperatura de biogás, pH y características visuales, estos parámetros se los realizó cada 7 días.

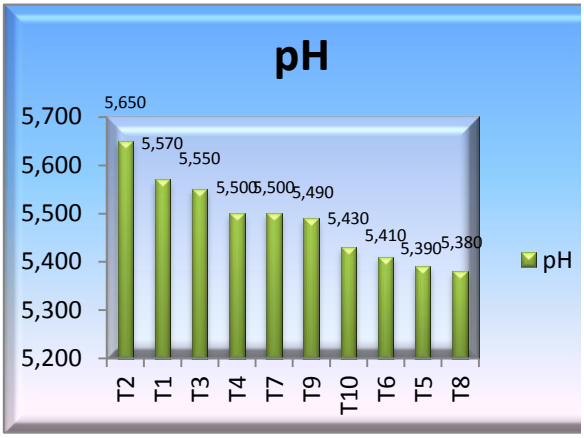
Al finalizar la fermentación se realizó análisis químico de las 30 unidades experimentales en donde se detalla el contenido en ppm y % de nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, hierro, manganeso y boro; pH final y conductividad eléctrica.

Se realizó el rendimiento por ende el costo de producción por litro de biol mediante la siguiente formula:

$$rendimiento = \left(\frac{peso\ final}{peso\ inicial}\right) x\ 100$$

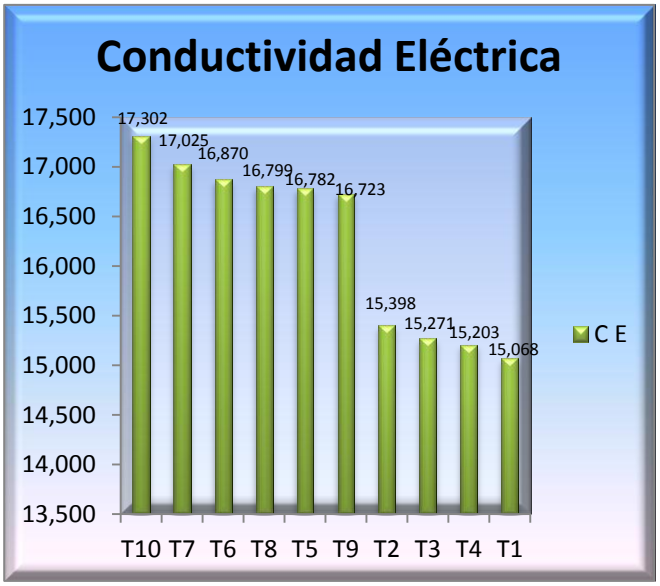
5. Resultados y discusión

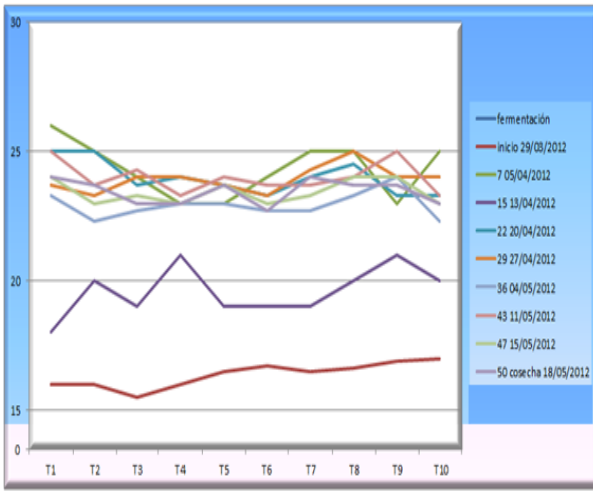
Se realizó el análisis de la varianza con la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento.



Evidentemente se observa en el gráfico que el T8 (a4 b2) (37,5 % suero de leche, 12,5 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura) presenta una característica ácida del 5,38.

En el gráfico el tratamiento diez presenta la mayor cantidad de conductividad eléctrica a diferencia de los demás, lo que significa que tiene mayor electrolitos para su capacidad de intercambio energético en la planta.





Se observa en el gráfico como la temperatura empieza en un rango bajo y luego ha aumentado conforme al paso de los días de fermentación hasta mantenerse en un rango de (20 – 25) ^{o}C el cual fue óptimo para la fermentación adecuada de la levadura en pasta y del lactofermento.

	N	P	K	S	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
T1											
T2											
T3											
T4											
T5											
T6											
T7											
T8											
T9											
T10											

Alto
Medio
Bajo

Tratamientos	% DE VALORES					
	Elementos de contenido ALTO		Elementos de contenido MEDIO		Elementos de contenido BAJO	
T1	2	18,18%	7	63,64%	2	18,18%
T2	0	0%	5	45,45%	6	54,55%
T3	3	27,27%	6	54,55%	2	18,18%
T4	1	9,09%	7	63,64%	3	27,27%
T5	6	54,55%	5	45,45%	0	0%
T6	5	45,45%	4	36,36%	2	18,18%
T7	5	45,45%	4	36,36%	2	18,18%
T8	6	54,55%	3	27,27%	2	18,18%
T9	7	63,64%	4	36,36%	0	0%
T10	6	54,55%	5	45,45%	0	0%

Se analizó que los tratamientos T6, T7, T8 tienen valores altos en el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y calcio siendo el T8 alto en boro; mientras que los tratamientos T5 y T9 tienen alto contenido de fósforo, potasio, azufre y calcio; el tratamiento T9 tiene alto contenido zinc, hierro y manganeso; el tratamiento T10 presenta alto contenido de nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio y cobre; el tratamiento T1 en hierro y manganeso; el tratamiento T3 alto contenido en calcio, magnesio y boro; el tratamiento T4 alto en contenido de nitrógeno y por último el tratamiento T2 no presenta rango alto en ninguno de los elementos.

6. Conclusiones

El mejor tratamiento es T9 (a5 b1) (50 % de suero de leche, 0 % agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) ya que presenta un alto contenido de nitrógeno, potasio, azufre, calcio, zinc, hierro y manganeso, un contenido medio de nitrógeno, magnesio, cobre y boro; seguido de T10 (a5 b2) (50 % de suero de leche, 0 % agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura) que presenta un mayor contenido de nitrógeno, magnesio y cobre y un contenido medio de fósforo, cobre, hierro, manganeso y boro; ninguno de los dos tratamientos presenta un bajo contenido en los macro y micro nutrientes, pudiendo ser complementarios.

En la producción del biol el suero de leche es un factor fundamental para la biosíntesis de los macro y micro elementos, lo que se verifica en la composición del biol del testigo T2 (tratamientos en ausencia de suero de leche); T2 no presenta ningún elemento en contenido alto, presenta un 45,45% de elementos de contenido medio (nitrógeno fosforo, potasio, azufre y zinc), y un 54,55% de elementos de bajo contenido (calcio, magnesio, cobre, hierro y manganeso) por lo tanto la biosíntesis de macro y micro elementos no se vieron favorecidas en las condiciones de composición de dichos tratamientos.

El tipo de biofermento si influye en la biosíntesis de los macro y micro elementos, T9 (a5 b1)(50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) presenta el 8,1 % de macro y micro nutrientes de alto contenido más que T10 (a5 b2) (50 % de suero de leche, 0 % agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura).

El tiempo de elaboración del biol a base de suero de leche es de 50 días, lo que se determinó por el pH y la temperatura estable al finalizar la fermentación sin presencia de biogás.

El costo de un litro de biol de suero de leche es de $ 0,73 USD versus $3,00 USD PVP. biol comercial, denotando una diferencia y ahorro de $ 2, 27 USD definiéndose como una fuente de inversión rentable.

7. Recomendaciones

Se recomienda aplicar el mejor tratamiento T9 (a5 b1) (50 % de suero de leche, 0 % agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), biol a base de suero de leche en diferentes cultivos para comprobar sus beneficios.

Continuar la investigación sobre el uso del biosol para optimizar el aprovechamiento de los recursos generados.

Elegir el tratamiento de elaboración del biol en base a la cantidad o nivel de los requerimientos de macro y micro nutrientes de los cultivos en los que se vaya a aplicar.

Bibliografía

Suquilanda, M. (1996). *Agricultura orgánica- alternativa ecológica del futuro.* Quito.

1. Linkografía

Carrillo, L. (Noviembre de 2006). *Mundo lácteo y cárnico*. Obtenido de Tratamiento y reutilizacion del suero de leche: http://www.lactodata.com/lactodata/docs/lib/jose_luis_carrillo_tratamiento_reutilizacion_2002.pdf

Valencia, E., & Ramírez, M. (Marzo de 2009). *Ciencia y cultura, elementos*. Obtenido de La industria de la leche y la contaminacion del agua: http://www.elementos.buap.mx/num73/htm/27.htm