

INFLUENCIA DE MICROORGANISMOS SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS SUELOS DE CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), EN TINGO MARÍA

Sandro Ruiz¹

Recepcionado: 07 de noviembre de 2012.

Aceptado: 04 de noviembre de 2013.

Resumen

El trabajo se realizó en el Caserío Los Milagros, al noreste de la ciudad de Tingo María, distrito de José Crespo y Castillo, Tingo María-Perú, con el objetivo de determinar la influencia de microorganismos del bokashi en las características de los suelos de cultivo de cacao, determinar las propiedades físicoquímicas del bokashi en el suelo de cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), para cuantificar el número de microorganismos se usó la técnica enumeración UF de microorganismos aerobios, actinomicetos, mohos y levaduras y análisis físicoquímico de suelos. Las unidades experimentales fueron dispuestas en un diseño de Bloques Completo al Azar con muestreo, testigo, tres tratamientos, tres repeticiones. La NMAV registró mayor densidad a 20 cm de profundidad 5.8×10^4 , actinomicetos NACT a 10 cm 4.8×10^4 , mohos y levaduras NML a 60 cm 4.3×10^4 . El factor principal del crecimiento poblacional de los microorganismos es la materia orgánica y el pH del suelo, respectivamente.

Palabras claves: Microorganismos aerobios, actinomicetos, hongos, suelos, cacao, *Theobroma cacao* L.

Abstract

The study was conducted in the village of Los Milagros, northeast of Tingo María city, Jose Crespo y Castillo district, Tingo María-Perú, with the objective determining the influence of microorganisms on the characteristic of bokashi soils cocoa, determine the physicochemical properties of bokashi on the floor of cocoa (*Theobroma cacao* L.) to quantify the number of microorganisms technique was used UF enumeration of aerobic microorganisms, actinomycetes, molds and yeasts and analysis physicochemical soil. The experimental units were arranged in a complete block desing with random sampling, witness, three treatments, three replicates. The highest recorded NMAV density 5.8×10^4 20 cm deep, 10 cm actinomycetes NACT 4.8×10^4 , molds and yeasts 4.3×10^4 , NML to 60 cm. The main factor of population growth of microorganisms is organic matter and soil pH, respectively.

Key words: Microorganisms aerobic, actinomycetes, mildews, mushrooms, *Theobroma cacao* L., soils.

¹ Docente de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). Apartado Postal 156. Tingo María, Perú. E-mail: sjrc27@hotmail.com

Introducción

Uno de los problemas ambientales más graves en la actualidad es la contaminación del recurso suelo, agua y aire debido a la acción del hombre con prácticas inapropiadas en las labores agrícolas (fertilizantes químicos), también está relacionado con cambios demográficos y la agricultura migratoria en las últimas décadas, a medida que las poblaciones humanas crecen utilizan más áreas de terrenos donde puedan llevar a cabo sus actividades cotidianas y productivas, originando cambios físicos, químicos y biológicos en los suelos.

Los microbios, han sido reportados como una alternativa para el tratamiento de los suelos contaminados, incrementando la densidad microbiana. Sin embargo existe la posibilidad de mejorar el rendimiento de los suelos con adecuado suministro de abono bokashi, la mayoría de residuos provenientes de las labores agrícolas, aumentan la actividad microbiana del suelo, es una alternativa que beneficiaría directamente al agricultor en la producción, comercialización, salud y preservación del medio ambiente, y además por el bajo costo que representa la aplicación de esta tecnología limpia, evitará que se tenga una agricultura convencional contaminada con tóxicos quienes alteran los ecosistemas.

El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar la influencia de los microorganismos en suelo de cultivo de cacao *Theobroma cacao* L., el cual será un beneficio para el agricultor, para el suelo, producción y economía.

Materiales y métodos

Ubicación del campo experimental

El presente trabajo se realizó en un fundo agrícola, ubicado en la localidad de Los Milagros en Tingo María; con plantaciones de cacao sistema 1 m x 1.5 m consiguiéndose una densidad de 3,333 plantas por Ha.

Componentes en estudio

- Características físicoquímico (textura, pH, m.o. N. P. K.)
- Microorganismos aerobio viables (MAV)
- Actinomicetos..... (ACT)
- Mohos y levadura..... (ML)

Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloque Completamente al azar con Unidad de Muestreo, 3 tratamientos y 3 repeticiones.

Ejecución del experimento

- Elección de la parcela.**- Se consideró suelo con plantaciones de cacao, con distanciamiento uniforme entre plantas del mismo tamaño.
- Preparación del Bokashi.**- Se mezcló en la pila una capa con 25 kg de suelo de bosque, que se extrajo del BRUNAS.
 - Residuos de cosecha.**- Se recolecto 20 kg de residuos de cosecha, entre carcasa de cacao, hojas, ramas entre otros materiales secos, que formaron una segunda capa.
 - Excremento de animales mayores.**- Se recolecto 50 kg de excremento de animales mayores fresco como tercera capa.
 - Bagazo de caña de azúcar.**- Se recolecto 5 kg de bagazo de caña de azúcar, en las fuentes generadoras de trapiche, se cortó en pequeños trozos mezclándose y formando una cuarta capa.
 - Cascarilla de arroz.**- Se obtuvo 25 kg de cascarilla de arroz y se mezcló siendo la quinta capa.
 - Carbón vegetal.**- Se mezcló 25 kg de carbón vegetal no muy molido como sexta capa.
 - Cal agrícola.**- seguidamente 5 kg de cal agrícola en una bolsa se vertió.
 - Melaza.**- Con una jarra medidora se vertió 3 litros de melaza.
 - Harina de hueso.**- Se procedió a elaborar la harina de hueso en cocina hechiza a carbón, los 10 kg de harina se vertieron y se mezcló.
 - Roca fosfórica y azufre.**- La roca fosfórica 2kg se mezcló con el azufre, 0.5 kg de azufre, luego de mezclados se vertió como una capa.
 - Levadura de pan.**- En 1 litro de agua se disolvió 0.5 kg de levadura de pan para luego verterlo, al montículo, se usó 45 litros de agua total para el preparado.

Los ingredientes se humedecieron hasta alcanzar el nivel adecuado. Luego se agarró un poco de mezcla en la mano, se apretó y salió unas gotas entre los dedos y se formó un terrón quebradizo, la humedad está en su punto ideal.

- Incorporación y evaluación del bokashi.** El abono bokashi se incorporó previo cavada alrededor en 1 m² de suelo por planta de cacao 5 kg, luego se enterró el abono como medida de protección, para el tratamiento uno (T₁) la maduración del abono tuvo 20 días, y se evaluó a 20 días de haber incorporado el abono. Para el tratamiento dos (T₂) se incorporó en 1 m² de suelo por planta 5 kg de bokashi con 40 días de maduración, la evaluación se hizo a los 20 días de incorporar al suelo. El tratamiento tres (T₃) se incorporó 5 kg de bokashi en 1 m² de suelo por planta

de cacao, la maduración del abono fue de 60 días, se evaluó a 20 días de incorporar a suelo definitivo.

- d. Análisis microbiológico.** En el laboratorio microbiología, de la sub muestra de suelo, se pesó 10 gr, se realizó diluciones decimales seriadas para posterior siembra de inóculo de cada dilución en placas, método estándar (1). Se diluyó en un matraz con 90 ml de agua peptona (AP) 0.1%, luego se filtró y de tomo 1 ml realizándose hasta la dilución 10⁻³. Luego se procedió a sembrar un inóculo de 0.25 de cada diluciones, se incubo a 35 – 37 °C por 24 a 48 horas.
- e. Análisis microbiológico.** En el laboratorio microbiología, de la sub muestra de suelo, se pesó 10 gr, se realizó diluciones decimales seriadas para posterior siembra de inóculo de cada dilución en placas, método estándar (1). Se diluyo en un matraz con 90 ml de agua peptona (AP) 0.1%, luego se filtró y de tomo 1 ml realizándose hasta la dilución 10⁻³. Luego se procedió a sembrar un inóculo de 0.25 de cada diluciones, se incubo a 35 – 37 °C por 24 a 48 horas.
- f. Parámetros evaluados.-** Se evaluaron los siguientes parámetros:
 - Características fisicoquímicos del suelo (textura, materia orgánica, pH, N, P, K).
 - Número de microorganismos Aerobios viables..... (NMAV)
 - Número de actinomicetos..... (NACT)
 - Número de mohos y levaduras..... (NML)

$$UFC \text{ g. s.s.} = (NC * 1 \text{ FD} * 1 \text{ V}) (P * FH)$$

Dónde:

UFC/g s.s.=unidades formadoras de colonia /gramo de suelo seco.
 FD = factor de dilución 10⁻³
 NC = número de colonias en una placa.
 V = alícuota o volumen inoculado en caja 0.1 ml.
 P = peso de la muestra humeda = 1 g.
 FH = factor de corrección de humedad (1-(% humedad/100)).

Resultados y discusión

Influencia fisicoquímicos en suelo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

El resumen de los análisis de varianza (Cuadro 1), muestra que el modelo de los parámetros fisicoquímicos manifiesta una alta significancia para niveles del 95 % de confianza, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna. Los factores del modelo también tiene una función explicativa de comportamientos, el factor A tiene una alta significancia así como el factor B y AxB, superando los niveles de significancia de 95%, por lo tanto existe una alta diferencia de los tratamientos en las evaluaciones a diferentes profundidades, difieren entre si los parámetros fisicoquímicos; el modelo tiene una variación estadística de 38.54% y coeficiente de determinación de 0.97 manifestando valores heterogéneos en las evaluaciones. Si bien es cierto, no se pueden controlar los efectos potenciales de factores ambientales, factores climatológicos, que influye en el coeficiente de variación (13).

Cuadro 1. Análisis de varianza de los parámetros fisicoquímicos

ANVA	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calcula	Pr > F
Modelo	31	1188600.86498750	38341.96338669	100.82	0.0001
A	3	18841.13719375	6280.37906458	16.51	0.0001
B	7	1034035.58678750	147719.36954107	388.43	0.0001
A*B	21	135724.14100625	6463.05433363	16.99	0.0001
Error	96	36508.78870000	380.29988229		
Corrected Total	127	1225109.65368750			
		R-Cuadrado	C.V.	MSE	Media
		0.970200	38.54270	19.50127899	50.59656250

Dónde: A (Tiempo: a1: 0 días, a2: 20 días, a3: 40 días y a4: 60 días) y B (Parámetros fisicoquímicos: b1: arena, b2: limo, b3: arcilla, b4: pH, b5: materia orgánica, b6: nitrógeno, b7: fosforo, y b8: potasio)

En cuanto a las evaluaciones microbianas (Cuadro 2), el análisis de varianza es altamente significativo, manifestando cambios en los periodos de evaluación, el factor A muestra una alta significancia, a medida que pasa el tiempo los resultados son diferentes entre sí, estando relacionado con el factor B, lo cual manifiesta también una alta significancia estadística teniendo

resultados diferentes de microorganismos; la relación del factor AxB muestra una alta significancia, a medida que pasa el tiempo entonces cambia el número de microorganismos en el suelo, el modelo tiene una coeficiente de variación del 4.47% lo cual es representativo para una explicación técnica, el coeficiente de determinación es 0.997, los resultados son confiables estadísticamente hasta niveles del 99%.

Cuadro 2. Análisis de varianza de las evaluaciones microbiológicas

ANVA	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calcula	Pr > F
Model	11	15699725450.97220000	1427247768.27020000	876.51	0.0001
A	3	2381962338.97222000	793987446.32407300	487.61	0.0001
B	2	10515157633.55550000	5257578816.77777000	3228.81	0.0001
A*B	6	2802605478.44444000	467100913.07407300	86.86	0.0001
Error	24	39080000.00000270	1628333.33333345		
Corrected Total	35	15738805450.97220000			

R-Cuadrado	C.V.	MSE	Media
0.997517	4.473481	1276.06164950	28525.02777778

Dónde: A (Tiempo: a₁: 0 días, a₂: 20 días, a₃: 40 días y a₄: 60 días) y B (Parámetros microbiológico: b₁: número de microorganismos aerobios viables, b₂: número de actinomicetos, b₃: número de mohos y levaduras)

Influencia del pH en función del tiempo

El incremento del pH en los tratamientos obedece al efecto del bokashi en el suelo, (Cuadro 3), muestra que a 20 días de evaluación a 10 cm de profundidad, el pH se incrementa por el contenido del material de formación del bokashi y el porcentaje de arena, a los 40 días declina por la escasa disponibilidad de materia orgánica y por el mayor porcentaje de arcilla a 60 cm, para incrementarse a 60 días de evaluación a 10 cm,

comportamiento que declina a mayor profundidad por efecto del mayor porcentaje de arcilla siendo variable a 60 cm por acumulación de bancos de nutrientes y mayor contenido de arena.

Se atribuye la variación de pH a las constantes inundaciones y depósitos de nutrientes formando estratos a esta profundidad (15), los resultados tienen un nivel de significancia del 95 % de confianza de acuerdo a las condiciones evaluadas. El pH óptimo para suelos agrícolas es ligeramente ácido a neutro (6.1-7.3).

Cuadro 3. Valores de pH en función del tiempo

Días	Profundidad (cm)	pH
0	10	6,34
	20	6,29
	30	6,71
	60	6,90
20	10	7,06
	20	6,45
	30	6,31
	60	6,45
40	10	6,51
	20	6,58
	30	6,25
	60	6,02
60	10	6,82
	20	6,52
	30	6,16
	60	6,28

Influencia de la materia orgánica en función del tiempo

Se observó (Cuadro 4), un incremento independientemente del tiempo de preparación del bokashi, a 20 días se incrementa el porcentaje materia orgánica a 10 y 20 cm, por efecto del bokashi, a 40 días declina y siendo variable a diferente profundidad, se atribuye al lavado del suelo por las precipitaciones pluviales en Octubre durante el periodo de evaluación. Se muestra que a 60 días se incrementa el contenido de materia

orgánica a 10 y 20 cm, declinando a 30 y 60 cm, es importante mencionar que se atribuye a escasos árboles de sombra en el área evaluada, que mejoran las propiedades físicas, los nutrientes, estabiliza la temperatura que influye la disponibilidad de nutrientes en el suelo, los resultados tienen un nivel de significancia del 95 % de confianza de acuerdo a las condiciones evaluadas. La caracterización debe tener en cuenta que los suelos son variables, varían en todas direcciones, se requiere atender consideraciones de variabilidad espacial (6).

Cuadro 4. Evaluación de la materia orgánica en función del tiempo

Días	Profundidad (cm)	M.O. (%)
0	10	2,80
	20	1,90
	30	1,40
	60	1,20
20	10	4,07
	20	3,45
	30	0,94
	60	0,63
40	10	0,94
	20	1,25
	30	1,57
	60	1,25
60	10	4,70
	20	1,88
	30	0,94
	60	0,31

Influencia química en el suelo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

La evaluación (Cuadro 5) se muestra que a 20 días y a 10 y 20 cm de profundidad se incrementa el porcentaje de nitrógeno por efecto del bokashi, similar comportamiento del porcentaje de materia orgánica, pero a 40 días declina, variando entre las profundidades por efecto del lavado del suelo durante el periodo de evaluación con precipitaciones en octubre, a 60 días se incrementa el nitrógeno a 10 y 20 cm, pero a 30 y 60 cm declinan por las precipitaciones, la temperatura y que probablemente el tiempo de evaluación sea corto para que el bokashi pueda meteorizarse, influyendo en la disponibilidad de nutrientes la temperatura en el suelo, el cacao requiere de sombra, los resultados tienen un nivel de significancia del 95% de confianza de acuerdo a las condiciones evaluadas. Mineralización neta ocurrirá después de cuatro a ocho semanas de descomposición activa (19).

La disminución de fósforo en el suelo puede obedecer a dos factores, por consumo por microbios y la planta o el pH a diferentes profundidades (Cuadro 5), se muestra que a 20 días a 60 cm de profundidad el contenido de fosforo es mayor, se debe a la formación aluvial del suelo donde interfieren por acumulación de detergentes fosfatados se depositan en las profundidades formando estratos, debido a

inundaciones continuas que arrastran diversos componentes químicos, y factores climáticos como la humedad que influye en el movimiento del fósforo, a mayor profundidad mayor humedad, proceso similar a 40 y 60 días, los resultados tienen un nivel de significancia del 95% de confianza de acuerdo a las condiciones evaluadas.

El incremento del potasio observado (Cuadro 5), a 20 días a 10 cm es por efecto del bokashi y declinado a 20 cm, siendo variable a 30 cm incrementándose y a 60 cm declina, este comportamiento y ubicación profunda de los fosfatos y potásicos es típico luego de varios años de continuo nulo laboreo, influyen también los depósitos de materiales químicos por inundaciones que se estratifican a mayor profundidad, a 40 días el efecto del bokashi se aprecia a 10 cm, declina a 20 cm por efecto de la variabilidad espacial de nutrientes y variabilidad de suelo, a 30 y 60 cm se incrementa por la estratificación potásica y acumulación de bancos de nutrimentos a mayor profundidad, pero a 60 días difiere por el pH y menor acumulación de nutrimentos a 30 y 60 cm, siendo mayor a 20 cm la acumulación de nutrimentos y estratificación potásica. Se atribuye al pH y porcentaje de materias orgánicas en los estratos evaluadas así como también a factores climáticos como la precipitación y factores de formación del suelo (16), los resultados obtenidos tienen una confiabilidad del 95%.

Cuadro 5. Análisis químico del suelo

Días	Prof.(cm)	N (%)	P (ppm)	K ₂ O (kg/Ha)
0	10	0,13	12,27	278,87
	20	0,08	10,67	216,52
	30	0,06	11,57	187,49
	60	0,05	11,07	215,42
20	10	0,18	11,27	263,8
	20	0,16	9,31	251,87
	30	0,04	8,56	371,18
	60	0,03	16,74	247,89
40	10	0,04	10,61	432,16
	20	0,06	7,23	384,44
	30	0,07	9,43	413,6
	60	0,06	10,29	550,14
60	10	0,21	11,79	197,65
	20	0,08	6,29	226,95
	30	0,04	11,71	175,91
	60	0,01	15,71	153,77

Análisis de varianza de las evaluaciones microbiológicas

Se muestra (Cuadro 6), que el análisis de varianza es altamente significativo, manifestando cambios en los periodos de evaluación, el factor A muestra una alta significancia, a medida que pasa el tiempo los resultados son diferentes entre sí, estando relacionado con el factor B, lo cual manifiesta también una alta significancia

estadística teniendo resultados diferentes de microorganismos; la relación del factor AxB muestra una alta significancia, a medida que pasa el tiempo entonces cambia el número de microorganismos en el suelo, el modelo tiene una coeficiente de variación del 4.47% lo cual es representativo para una explicación técnica, el coeficiente de determinación es 0.997, los resultados son confiables estadísticamente hasta niveles del 99%.

Cuadro 6. Análisis de varianza de las evaluaciones microbiológicas

ANVA	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calcul	Pr > F
Model	11	15699725450.97220000	1427247768.27020000	876.51	0.0001
A	3	2381962338.97222000	793987446.32407300	487.61	0.0001
B	2	10515157633.55550000	5257578816.77777000	3228.81	0.0001
A*B	6	2802605478.44444000	467100913.07407300	86.86	0.0001
Error	24	39080000.00000270	1628333.33333345		
Corrected Total	35	15738805450.97220000			

Duncan del análisis microbiológico del factor A

Se muestra (Cuadro 7), para el factor A, diferencia por niveles de evaluación lo cual es representativo ya que la variable tiempo no se puede controlar.

Cuadro 7. Duncan del análisis microbiológico del factor A

Grupo	Media	N	A
A	39911.1	9	a2
B	30389.0	9	a1
C	26577.8	9	a3
D	17222,20	9	a4

Alfa= 0.05 df= 24 MSE= 1628333; Numero de medias 2 3 4; Rango Critico 1242 1304 1344

Duncan del análisis microbiológico del factor B

Se muestra (Cuadro 8), que el factor B tiene diferencia que estas obedecen a condiciones fisicoquímica, ambiental y hasta la dinámica poblacional de los microorganismos de acuerdo a las condiciones que estas tienen.

Cuadro 8. Duncan del análisis microbiológico del factor B

Grupo	Media	N	A
A	52450,1	12	b1
B	19533,3	12	b3
C	13591,8	12	b2

Alfa= 0.05 df= 24 MSE= 1628333; Numero de medias 2 3; Rango Critico 1075 1129

Determinación de influencias microbiológicas

El efecto del bokashi (Cuadro 9), en el suelo a 10 y 20 cm se incrementa el número de microorganismos aerobios viables y número de actinomicetos en función de la profundidad así como también en función del tiempo, si comparamos con valores de 0 días, pero se observa que disminuyen en función de la profundidad a 30 y 60 cm y en función del tiempo declinan a 30 y 60 días, por la disponibilidad de nutrientes, las condiciones óptimas de pH.

La disponibilidad de materia orgánica, humedad y temperatura determinan la actividad microbiana a desarrollarse mientras que los mohos y levaduras a 60 cm se incrementan en comparación a 10, 20 y 30 cm, porque estos organismos aprovechan los materiales desagregados por bacterias y

actinomicetos a mayores profundidades, en condiciones de pH ligeramente ácidas o alcalinas, tienen un crecimiento no uniforme, por efecto de la variabilidad espacial y variabilidad del suelo, tendiendo a disminuir y aumentar en función de la profundidad del suelo. Determinante es la disponibilidad de nutrientes por efecto del bokashi, la variabilidad de suelos y los factores ambientales. La biodiversidad asegura muy poca fuga de elementos como nitrógeno y potasio porque los microbios lo utilizan e intercambian continuamente como elementos esenciales. Cabe indicar que el proceso de formación del bokashi adquiere temperaturas superiores a 55 °C el cual limita la cuantificación de posibles microbios benéficos, estos microbios reciclan los elementos a otros seres vivos como parte de la cadena alimenticia y de equilibrio en el suelo (10).

Cuadro 9. Influencia microbiana en función de la profundidad y el tiempo

Prof. (cm)	NMAV/gr	NACT/gr	NML/gr	Días	NMAV/gr	NACT/gr	NML/gr
10	1,05x10 ⁵	4,8x10 ⁴	2,9x10 ⁴	0	4,9x10 ⁴	2,4x10 ⁴	2,3x10 ⁴
20	5,8x10 ⁴	2,2x10 ⁴	1,4x10 ⁴	20	8,3x10 ⁴	1,9x10 ⁴	1,7x10 ⁴
30	3,4x10 ⁴	1,9x10 ⁴	8x10 ³	30	4,8x10 ⁴	8x10 ³	2,3x10 ⁴
60	2x10 ⁴	1,6x10 ⁴	4,3x10 ⁴	60	3,2x10 ⁴	3x10 ³	1,6x10 ⁴

Fuente: Elaboración Propia

NMAV: Numeración de microorganismos Aerobios Viables, NACT: Numeración de Actinomicetos, NML: Numeración de Mohos y Levaduras.

Conclusiones

1. La principal propiedad fisicoquímica en el suelo de cacao que estimula el crecimiento de los microorganismos es la materia orgánica del suelo (a mayor materia orgánica entonces será mayor el número de microorganismos), el pH, nitrógeno y el porcentaje de arena, una relación directa (a pH ácidos y mayor profundidad y tiempo entonces menor número de microbios aerobios viables y actinomicetos, inversamente mohos y levaduras). Los datos mostraron una alta variabilidad en las propiedades evaluadas con una confiabilidad del 95% estadísticamente.
2. La cuantificación de número de microbios en el suelo, varía por tipos de suelo y tipos de microorganismos, existiendo mayor variación a 30 cm y 60 cm de profundidad como en el tiempo, del suelo de cultivo de cacao, determinante es la disponibilidad de nutrientes a profundidad lo cual podría influir las variaciones de microbios.
3. Los microorganismos en el bokashi influyen en las características del suelo de cultivo de cacao, incrementando la materia orgánica, pH, nitrógeno, potasio, fósforo. El

comportamiento de la dinámica de los microbios en función del tiempo y la profundidad en las variables fisicoquímicas tienen efecto en el suelo.

Referencias bibliográficas

1. Aquino H, Camacho H, Llanos G. Métodos para el análisis de aguas, suelos y residuos sólidos. CONCYTEC. Lima, Perú; 1989.
2. Beltrán A. Mineralización de nitrógeno en el suelo y producción de maíz forrajero con tres sistemas de labranza. Hallado en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57321413.pdf>. Acceso el 03 de noviembre de 2011.
3. Bizzozero F. Tecnologías apropiadas; biofertilizantes nutriendo cultivos sanos. Hallado en: <http://www.tecnologíasapropiadas.com/bibliotec/CeutaBiofertilizantes.pdf>. Acceso el 04 de noviembre de 2011.
4. Brock T. Microbiología. 6ª ed. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., México, México D.F.; 1996.
5. Ecomercados. Mercado Europeo de Cacao Orgánico: comercio justo. Hallado en: <http://appcacao.org/descargar/mercado%20europeo%20de%20cacao%20organico.pdf>. Acceso el 12 de mayo de 2010.

6. García D. Variabilidad espacial del contenido de materia orgánica en el suelo de una plantación de viñedo. Hallado en: <http://www.zonanosaturada.com/publics/V6/p223-228.pdf>. 12 de noviembre de 2011.
7. Granados P, Villaverde R, Carmen P. Bacteriología. Edit. Thonson. Madrid. España; 2011.
8. Masaki S. Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos moderno. Hallado en: (<http://www.reboreda.es/Documentos/el%20libro%20del%20bokashi.pdf>). Acceso el 04 abril de 2011.
9. Ministerio de agricultura. Manual del cultivo de cacao. Hallado en: <http://proamazonia.minag.gob.pe/estudios/manualcacao.pdf>. Acceso el 23 de setiembre de 2011.
10. OIRZA. Manual técnico; buenas prácticas de cultivo en café orgánico. Hallado en: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALCAFEORGANICOparaprofesionales.pdf>. Acceso el 09 de noviembre de 2011.
11. Pelczar. Microbiología. Editorial McGraw Hill. México; 1993.
12. Pérez A. Caracterización fisicoquímica y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. Hallado en: <http://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v8n3/art02.pdf>. Acceso el 16 de setiembre de 2011.
13. Thompson LM, Troeh FR. Los suelos y su fertilidad. Revert S.A. Barcelona, España; 1998.
14. Ruiz FA. Biodiversidad del suelo, conservación de la naturaleza y sostenibilidad. Hallado en: http://www.tec.ac.cr/sitios/Vicerrectoria/vie/editorial_tecnologica/Revista_Tecnologia_Marcha/pdf/tecnologia_marcha_21-1/184-190.pdf. Acceso el 12 de noviembre de 2011.
15. Salazar E. Abonos orgánicos y plasticultura. Hallado en: http://www.smcs.org.mx/pdf/libros/abonos_org.pdf. Acceso el 17 de noviembre de 2011.
16. Sánchez GP. Manejo de la solución del suelo en cultivos hortícolas bajo agricultura protegida. Hallado en: http://www.itson.mx/micrositios/nch/Documents/solucion_del_suelo.pdf. Acceso el 12 de noviembre de 2011.
17. Scalone E. Propiedades físico químicas de los suelos. Hallado en: <http://www.fing.edu.uy/ia/departamento%20legal/Apuntes/Capitulo10.pdf>. Acceso el 12 de noviembre de 2011.
18. Wild A. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Versión Española de P. Urbano Terrón y C. Rojo Fernández. Mundi-Prensa. Madrid, España; 1992.
19. Zagal E. El ciclo del nitrógeno en el suelo. Hallado en: <http://www.ciencia-ahora.cl/Revista16/14ElCicloDelNitrogeno.pdf>. Acceso el 19 de noviembre de 2011.

