

## HUMUS DE LOMBRICULTURA Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE *Cucumis sativus*, *Capsicum annum* y *Vigna sinensis* EN UN ULTISOL DEGRADADO DE PUCALLPA

Olga Ríos del A. \*

Celso A. Calle S. \*\*

### RESUMEN

En Pucallpa-Perú existen vastas áreas de suelos degradados como resultado de un mal manejo, los cuales pueden ser usados en la producción de cultivos con tecnología apropiada. En uno de estos suelos ácidos (pH= 4.3) (Bosque Estacional Semi-siempre Verde) se estudió el efecto de 0, 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0 kg/planta de humus de lombricultura (HL) en el rendimiento de ají dulce (*capsicum annum*), chiclayo verdura (*Vigna sinensis*), y pepinillo (*Cucumis sativus*).

Las dosis de HL tuvieron una respuesta lineal en el rendimiento de pepinillo. La dosis de 1 kg de HL/planta rindió 36 kg/parcela. El modelo lineal generado indica que el pepinillo responde a mayores dosis de HL, y sin su aplicación no es posible obtener rendimientos bajo estas condiciones de suelo. En cambio, en el rendimiento de chiclayo verdura y ají dulce, las dosis de HL tuvieron un efecto cuadrático. El óptimo biológico de chiclayo verdura y ají dulce, según este ajuste, se lograría con dosis de 1.1 kg HL/planta, con rendimientos de 34.2 y 27.42 kg/parcela, respectivamente. Las parcelas sin aplicación de HL prácticamente no tuvieron rendimientos en ají dulce y chiclayo, y fue nulo en pepino. Las dosis de 0.25 kg HL/plata rindieron 81% más que el testigo sin HL en chiclayo verdura, 100% en pepino, y 96% en ají dulce. En suelo degradado de Pucallpa es posible Incrementar los rendimientos de hortalizas significativamente con aplicación de HL.

---

\* Ingeniero Agrónomo. Profesora de Suelos. Facultad de Ciencias Agropecuarias- Universidad Nacional de Ucayali. Investigadora del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - CRI-Ucayali.

\*\* Ing. Agrónomo. Tesista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad Nacional de Ucayali

Palabras claves: Humus de lombricultura, rendimiento de hortalizas, función de respuesta, óptimo biológico, suelo degradado, pepinillo, chichayo, ají.

## INTRODUCCION

Gran proporción de los suelos de la región Ucayali están en diferentes grados de degradación. Estos son ácidos, deficientes en nutrientes y con problemas de compactación como producto de un mal manejo (Ara, 1992; Rime, 1992). Sin embargo, parte de estos suelos pueden ser manejados y aprovechados para la producción de cultivos, principalmente hortalizas, mediante la incorporación de abonos orgánicos tales como HL.

El uso de abonos orgánicos constituye una de las posibilidades de intensificar el aprovechamiento del suelo para obtener una mayor producción por unidad de área. El uso de abonos orgánicos mejoraría las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo (Rodales, 1946; Kononova, 1982; Chuquiruna, 1989; Alegre, 1977; Gaitán, 1976).

El HL incorporado a suelos degradados de Pucallpa aumenta significativamente los rendimientos de hortalizas, a través de un aumento del contenido de nutrientes del suelo, aumento de la porosidad aérea y de los agregados, y aumento de la retención de humedad del suelo (Ríos y Rime, 1992).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de varias dosis de HL en el rendimiento, medido como peso fresco, de frutos de ají dulce, chichayo verdura, y pepinillo, en un suelo degradado de Pucallpa.

## REVISION DE LITERATURA

### ***ABONOS ORGANICOS Y SU EFECTO EN EL SUELO***

Se ha demostrado que una forma de mejorar la fertilidad del suelo (física, química y biológica) es aplicando abonos orgánicos debido a que estos a parte de intervenir en la formación de la estructura del suelo son fuente de nutrientes para el desarrollo de las plantas y de los organismos que dan vida al suelo. En contraste, los fertilizantes químicos sólo tienen algunos nutrientes y su efecto en las propiedades físicas del suelo es prácticamente nulo (Rodale, 1946; Kononova, 1982; Chuquiruna, 1989).

Zirena y Díaz (1983) informan que con una aplicación de 200 g de estiércol humificado en macetas de 4 kg de suelo, se incrementó en 30% el

rendimiento de materia seca de sorgo. También observaron una influencia sobre el desarrollo radicular y una mayor eficiencia en la absorción de P.

La materia orgánica aporta gradualmente N, P, K, Mg, 5 y micronutrientes, los cuales son liberados a través de su mineralización luego que ésta ha sido humificada (Kononova, 1982; Jacob y Uexhull, 1966).

El efecto de los abonos orgánicos en el suelo son: i) mayor efecto residual, ii) aumento de la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de granulados), la porosidad, y la densidad aparente, iii) formación de complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a estos en forma aprovechable para las plantas, iv) reducción de la erosión de los suelos al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial, v) aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo protegiendo a los nutrientes de la lixiviación, vi) liberación del CO que propicia la solubilización de nutrientes, y vii) abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía a la flora microbiana heterótrofa (Monroy y Viniegra, 1981).

### ***HUMUS DE LOMBRICULTURA***

El HL es el proceso final de la descomposición de la materia orgánica, esto es básicamente la mineralización y resíntesis de las sustancias orgánicas en complejos coloidales amorfos. Las lombrices mineralizan la materia orgánica en el primer tercio de su aparato digestivo y luego la humifican en la parte posterior del intestino por acción de microorganismos presentes en esta sección intestinal. El HL contiene N mineralizado y además posee gran cantidad de bacterias fijadoras N (*Azotobacter*). La cantidad de N del HL depende de la alimentación de la lombriz (SABAC-Chile, 1987; Banco Agrario, 1987).

El HL es una materia granulosa, inodora, de color café oscuro producto de la digestión de la lombriz al devorar los desechos orgánicos que se les suministra. Este proceso de degradación se realiza en forma acelerada si se compara con el proceso de descomposición natural (Banco Agrario, 1987).

La aplicación de HL en suelos degradados aumenta los rendimientos de hortalizas; además de suministrar nutrientes, mejora las propiedades físicas del suelo aumentando la porosidad aérea, la agregación del suelo, y la capacidad de retención de humedad (Ríos y Rime, 1992).

## MATERIALES Y METODOS

### LOCALIZACION DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en un Ultisol degradado de Pucallpa, en el Km. 12.4 de la carretera Federico Basadre. La zona corresponde al Bosque Estacional Semi Siempre-verde (Cochrane, 1982). Las coordenadas geográficas son 8° 22' S, 74° 34' O. La altitud es 154 msnm. El estudio duró de abril a agosto de 1990.

### CONDICIONES CLIMÁTICAS

El clima es tropical con una temperatura media mensual de 25° C, con 77% de humedad relativa. La precipitación pluvial anual es 1354 mm a 6 km de la ciudad de Pucallpa.

### PROPIEDADES DEL SUELO DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Las propiedades del suelo (profundidad 0-20 cm) se presentan en el Cuadro 1. El suelo es ácido (pH 4.3), bajo en materia orgánica (2.48), bajo en P (5.9), bajo en cationes cambiables de Mg y K (0.8, 0.16 meq 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente). La saturación de A1 es de 52%. El suelo es franco.

**Cuadro 1**

Propiedades del Suelos del área experimental. Pucallpa

Sat.		Cambiables								
Arena	Arcilla	pH	MO	P	Ca	Mg	K	Na	Al	Al
---%---			%	ppm	-----	meq 10 g <sup>-1</sup>	----			
38	24	4.3	2.48	5.9	3.6	0.8	0.16	6.06	4.89	52

## **PREPARACION DEL SUELO, APLICACION DEL HL Y MANEJO DEL CULTIVO**

El suelo fue mecanizado con arado de discos a 0.2 m de profundidad, 15 días después se realizaron dos pasadas de rastra cruzada y una de rotavator para mullir el suelo.

Las parcelas fueron de 10 m<sup>2</sup>, las cuales se levantaron a 0.2 m del nivel del suelo. El HL provino de una digestión por la lombriz de estiércol de vacuno más paja. Las características químicas de este HL fueron : pH 6.7, 1.2% de N total, 0.95% de P<sub>2</sub>, O<sub>5</sub>.47% de K<sub>2</sub>O y 50.3% de materia orgánica, en base a peso seco. El HL (con 50% de humedad) se aplicó en cinco dosis: 0, 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0 kg mezclados con el suelo en el mismo punto de siembra de cada planta. Se usaron cuatro réplicas por dosis.

Después de incorporado el HL se sembraron las hortalizas. Chiclayo verdura y pepinillo se sembraron directamente con tres semillas por golpe, el ají se sembró por trasplante después de estar 30 días en almácigo. El distanciamiento entre plantas fue de 0.8 m para pepinillo y ají dulce, y de 0.7 m para chiclayo verdura. El distanciamiento entre filas de plantas en las tres hortalizas fue de 1 m. En el chiclayo verdura se instalaron tutores de 2.3 m de altura a 15 días de edad, por ser ésta una especie de crecimiento trepador.

Los riegos fueron cada 2 días en las mañanas y al atardecer. El control de malezas fue manual y homogéneo para las parcelas. Se realizó un aporque en pepinillo a los 23 días, en chiclayo verdura a los 21 días de edad, y en ají dulce a los 40 días después del trasplante.

## **COSECHA**

Chiclayo verdura se cosechó a partir de los 50 días, ya que el estado de maduración no es uniforme. En ají dulce se realizaron ocho cosechas, siendo la primera a los 90 días después del trasplante. El pepinillo se cosechó a partir de los 47 días, con tres cosechas cada semana. En todas ellas se determinó el peso fresco de frutos. Para el análisis de datos las cosechas múltiples se sumaron como expresión del rendimiento.

## **ANALISIS ESTADIS TICO**

Para el análisis de los datos se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar generado por cinco dosis de HL: 0, 0.25, 0.5, 0.75 y 1.Kg./planta, respectivamente; y cuatro repeticiones. El análisis de varianza incluyó los contrastes lineal y cuadrático para el ajuste de los datos a una función de respuesta. De acuerdo a la existencia de significación se hicieron regresiones para

determinar las ecuaciones ya sea lineal o curvilínea. Todos estos análisis se realizaron usando el procedimiento (GLM y REG del SAS (1985), para cada especie. Para determinar el óptimo biológico de las hortalizas se halló la derivada de la función ( $y$ ), haciendo  $dy/dx$  igual a cero y resolviendo la ecuación resultante.

### ***RESULTADOS Y DISCUSION***

El análisis de varianza (Cuadro 2) muestra que los rendimientos se incrementaron significativamente en chiclayo verdura ( $p < 0.004$ ), pepinillo ( $p < 0.0001$ ), y ají dulce ( $p < 0.0001$ ) (Cuadro 2) por efecto de la aplicación de dosis crecientes de HL. Entre bloques no existió diferencia estadística para ninguna de las especies. En pepinillo el contraste lineal fue altamente significativo ( $p < 0.0001$ ), mientras que el cuadrático no fue significativo ( $p < 0.94$ ). En chiclayo verdura los contrastes tanto lineal como cuadráticos fueron altamente significativos ( $p < 0.0001$ ). En ají dulce también fueron significativos el contraste lineal ( $p < 0.0001$ ) y cuadrático ( $p < 0.0005$ ). Para estas dos últimas hortalizas, el mejor ajuste de los valores es con el polinomio de grado superior.

## Cuadro 2

**Análisis de varianza del rendimiento de pepino, aji dulce y chichayo verdura, por efecto de dosis crecientes de humus de lombriz.**

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados medios	Probabilidad
----- Chiclayo verdura -----			
Rep	3	0.8555	ns (p< 0.2572)
Humus	4	83.7381	** (p< 0.0004)
Humus lineal	1	305.6984	** (p< 0.0001)
Humus cuadrático	1	17.4052	** (p< 0.0001)
Rep*Humus	12	9.8349	
----- pepino -----			
Rep	3	22.6535	ns (p< 0.1289)
Humus	4	814.6078	** (p< 0.0001)
Humus lineal	1	3227.4123	** (p< 0.0001)
Humus cuadrático	1	0.0566	** (p< 0.9408)
Rep*Humus	12	0.5589	
----- aji -----			
Rep	3	3.2536	ns (p< 0.7277)
Humus	4	349.6536	** (p< 0.0001)
Humus lineal	1	1200.3394	** (p< 0.0001)
Humus cuadrático	1	163.0663	** (p< 0.0005)
Rep*Humus	12	7.3727	

ns = no significativo, \*\* = altamente significativo

Rep = repeticiones; Humus = dosis de humus de lombricultura

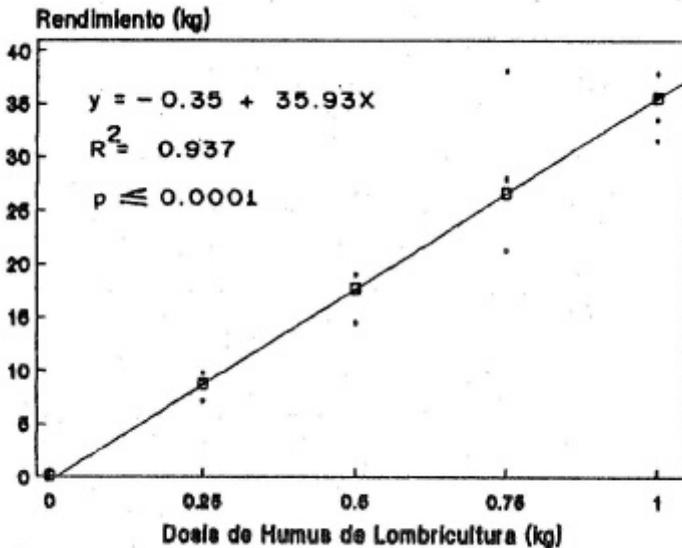
La respuesta en el rendimiento, como peso fresco, de pepinillo fue lineal (Figura 1) en función de la dosis creciente de HL. La ecuación de regresión estimada fue  $y = -0.35 + 35.93x$  ( $R^2 = 0.937$ ,  $p < 0.0001$ ), donde  $y$  = rendimiento y  $x$  = dosis de HL. El rendimiento de pepinillo se incrementó conforme aumentó la dosis de HL, con 1 kg HL/planta se obtuvo 36 kg/parcela de pepino. De acuerdo a la Figura 1 el pepinillo puede responder a dosis mayores de 1 kg. Esta hortaliza es exigente en materia orgánica, el testigo sin HL no tuvo rendimiento, las plantas no crecieron debido a las condiciones físicas y químicas desfavorables del suelo.

En un Ultisol de Pucallpa, Rivera (1992) encontró que con 1 kg HL/planta se obtuvo un rendimiento de 47.67 kg/bm<sup>2</sup> de peso fresco de pepinillo; el HL usado

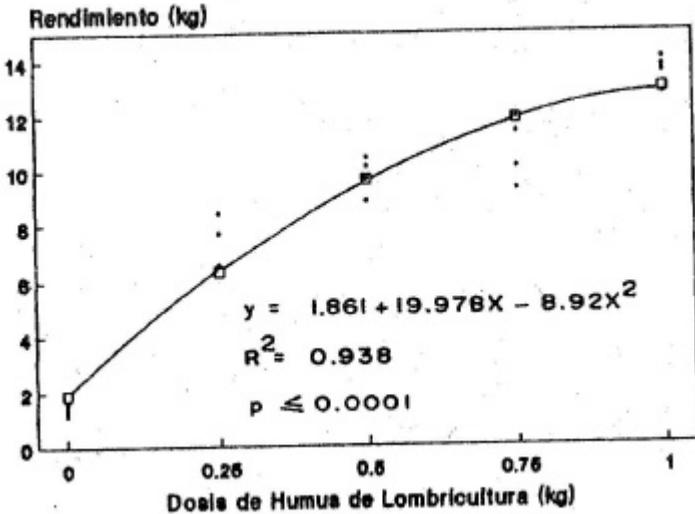
también provino de una mezcla de vacuno más paja (maleza). Sin embargo, también se obtuvieron rendimientos de 75, 66, 59, 55, 55, 51 y 40 kg/parcela con HL provenientes de ovino/orujo, ovino/.paja, ovino, ovino/aserrín, vacuno, vacuno/orujo y vacuno/aserrín, respectivamente. Estos resultados fueron consistentes con el mayor contenido de nutrientes de los diferentes HL proveniente de dichas mezclas. Las mezclas con guano de ovino tuvieron los rendimientos más altos. El testigo sin HL tampoco tuvo rendimiento (cero). Resultados de rendimientos similares a nuestro trabajo fueron alcanzados con fertilización orgánica en trabajos de Pelaez (1990), Bañados (1973) y Becerra (1977).

La respuesta en el rendimiento de chichayo verdura fue curvilínea (Figura2)

por efecto de las dosis crecientes de HL. La ecuación cuadrática estimada fue  $y = 1.861 + 19.978x - 8.92x^2$



**Figura 1.** Respuesta del rendimiento en peso fresco de pepinillo (*cucumis sativus*) (Kg/10m<sup>2</sup>) por efecto de dosis crecientes de humus de lombricultura (Kg/planta), en un suelo degradado de Pucallpa.



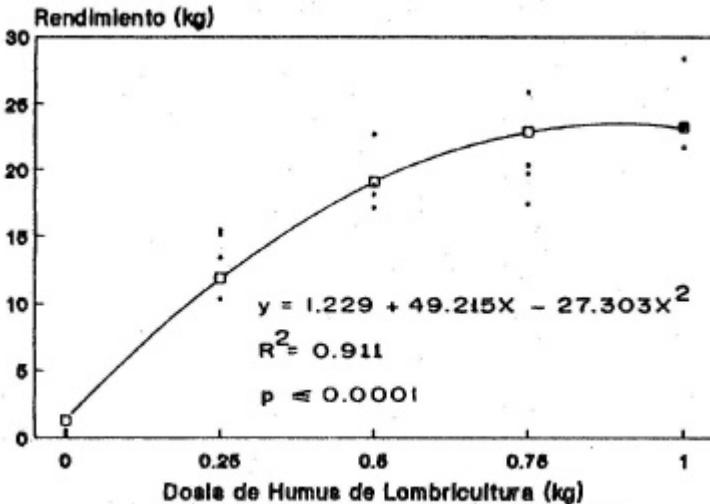
**Figura 2.** Respuesta del rendimiento en PCSO fresco de chichayo verdura (*Vigna sinensis*) (kg/10 m<sup>2</sup>) por efecto de dosis crecientes de humus de lombricultura (kg/planta), en un suelo degradado de Pucallpa.

( $R^2=0.938$ ,  $p<0.0001$ ). Existe un óptimo biológico en el rendimiento de chichayo verdura, con dosis de 1.119 kg HL/planta se obtendría 34.15 kg/parcela. Según el ajuste de los datos, con dosis mayores de 1.119 kg HL/planta el rendimiento no sería estadísticamente diferente del máximo rendimiento.

Así como en chichayo verdura, la respuesta en el rendimiento de ají dulce también fue curvilínea (Figura 3). La ecuación estimada fue  $y = 1.229 + 49.215x - 27.303x^2$  ( $R^2=0.938$ ,  $p < 0.0003$ ). El óptimo biológico en el rendimiento de ají dulce también fue con dosis iguales al de chichayo, con 1.109 kg HL/planta se obtendría 27.42 kg/parcela. Según el ajuste de los datos, con dosis mayores de 1.109 kg HL/planta el rendimiento no sería estadísticamente diferente del máximo rendimiento.

El Cuadro 3 muestra los rendimientos como peso fresco, en promedio, de las tres hortalizas. Adicionalmente se muestra el número de frutos. El peso fresco y el número de frutos de pepino tuvo una estrecha relación lineal ( $R^2 = 0.964$ ) (datos no mostrados). Tendencias similares se observaron en chichayo verdura y ají dulce.

Existe muy poca referencia de trabajos, al menos publicados, sobre el uso de HL en condiciones de selva, para nuestras especies y para nuestros suelos.



**Figura 3.** Respuesta del rendimiento en peso fresco de ají dulce (*capsicum Nahum*) (Kg 10/m<sup>2</sup>) por efecto de dosis crecientes de humus de lombricultura (Kg/planta), en un suelo degradado de Pucallpa.

**Cuadro 3**

Rendimiento de peso fresco y número de frutos de pepino, ají dulce y vainas de chiclayo verdura. Promedio de cuatro repeticiones. Pucallpa, Perú. 1990

Dosis de humus/planta	Peso fresco		
	pepino	ají dulce	chiclayo
Kg		kg 10 m <sup>2</sup>	
1.0	34.65 (95)	24.11 (778)	13.48 (1428)
0.75	28.32 (85)	20.80 (664)	10.65 (1252)
0.5	16.31 (57)	19.18 (635)	9.75 (1101)
0.25	8.29 (38)	13.57 (446)	7.29 (726)
0	0	0.57 (20)	1.34 (165)

Valores entre paréntesis es el número de frutos

**CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones de este experimento y en base a los resultados se ha encontrado que: 1) Las dosis de HL tuvieron una respuesta lineal en el rendimiento de pepinillo. La ecuación  $y = 0.35 + 35.93x$  fue un buen modelo de ajuste. Se necesitan trabajos con dosis mayores a los usados aquí para encontrar el óptimo biológico del pepinillo. El pepinillo parece responder a grandes dosis de HL, sin su aplicación no es posible obtener rendimientos en este suelo; 2) en el rendimiento de chiclayo verdura y ají dulce, las dosis de HL tuvieron un efecto cuadrático. El óptimo biológico de estas dos hortalizas, según el modelo ajustado, se obtendrían con dosis de 1.1 kg/planta, con rendimientos de 3.42 y 27.42 kg/parcela, respectivamente, 3) en suelos degradados de Pucallpa es posible obtener rendimientos significativos de hortalizas con aplicación de HL.

**AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean agradecer al Comité Editorial del RINAP (Red de Investigación de la Amazonía Peruana) por la revisión del manuscrito, particularmente al Dr. Miguel A. Ara, Presidente de RINAP-Pucallpa y Representante de la Fundación para el Desarrollo del Agro (FUNDEAGRQ)-Pucallpa, por sus sugerencias en el análisis estadístico y apoyo con el programa estadístico SAS (1985).

**BIBLIOGRAFIA**

- ALEGRE, O.C. 1977. Efectos de enmiendas orgánicas sobre la agregación y estabilidad de agregados, porosidad, humedad equivalente y CIC de un suelo. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria-La Molina. Lima, Perú. 85 p.
- ARA, M . A. 1992. “Relaciones suelo-planta-animal en el ecosistema amazónico”. En: Foro Internacional sobre Desarrollo Agrario Integral y Manejo Racional de la Amazonía. Pucallpa, 7-10 de diciembre 1992. INIAA-Proyecto Suelos Tropicales (no publicado).
- BANCO AGRARIO. 1987. Manual de Instrucciones para Lombricultura. Dpto. de Divulg. Técnica. Lima-Perú. 25 p.
- BAÑADOS, F. 1993. Comparativo preliminar de 6 variedades de pepinillo (*Cucumis sativus*) para consumo fresco en la zona de Tingo María. Tesis Ing. Agron. Univ. Nac. Agraria de la Selva-Tingo María. Perú. 68 p.
- BECERRA, J. 1977. Horticultura 1. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Dpto. de Publicaciones. La Molina. Lima-Perú. 181 p.
- CHUQUIRUNA, S.M. 1989. Efecto de diversos abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria-La Molina. Lima. 116 p.
- COCHRANE, T.T. 1982. “Características agroecológicas para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos en América Tropical”. p. 23-24. En: J.M. Toledo (ed). Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Centro Inter. de Agric. Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- GAITAN, L. 1976. Efecto de enmiendas orgánicas sobre algunas propiedades físicas de un suelo desarrollado sobre arenisca. Tesos Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria-La Molina. Lima, Perú. 102 p.
- JACOB, H.V. y U.V. UEXHULL. 1977. Fertilizantes: Nutrición y abono de los cultivos tropicales. 626 p.

- KONONO VA, M.M. 1982. Materia orgánica del suelo- su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Edil. Oikos, Barcelona, España. 365 p.
- MONROY, H. y G. VINIEGRA. 1981. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. Ed. A.G.T., México. 260 p.
- PELAEZ, E. 1990. Distanciamiento y niveles de N en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus*). Tesis Ing. Agron. Univ. Nac. Agraria de la Selva-tingo María. Perú 76 p.
- RIME, R. 1992. Adecuación de secuencia metodológica para estimar la distribución radicular de leguminosas forrajeras en un suelo de Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pucallpa, Perú. 6Op.
- RIOS, O.Z. y R. RIME 1992. Informe del Proyecto Hortalizas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-CRI-Ucayali, Pucallpa, Perú. 10 p. (manuscrito).
- RIVERA, P. 1992. Calidades de humus de lombricultura y su efecto en el rendimiento de pepino (*cucumis sativus*) en un suelo degradado. Tesis Ing. Agron. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 75 p.
- SAS Institute. 1985. SAS/STAT Guide for personal computer. Ver. 6 ed. SAS Inst. Cary, N.C. USA.
- RODALE, J.L. 1946. Abonos orgánicos. Edit. Tres Emes. Buenos Aires. 278 p.
- SABAC-Chile. 1987. Lombricultura un amplio horizonte. Centro de Desarrollo de la Lombricultura SABAC-Chile, Santiago, Chile. 52 p.
- ZIRENA, D.L., y N.T. DIAZ. 1983. Características fertilizantes de afluentes y su utilización como bioabono. Cajamarca, Perú. 81 p.

