

La labranza del suelo reduce las poblaciones de lombrices: estudio comparativo de seis años¹

Ian A. Zelaya², Abelino Pitty³

Resumen: El sistema de labranza determina las poblaciones de muchos organismos benéficos y dañinos del suelo. El objetivo fue cuantificar los cambios en población de adultos y huevos de lombrices de tierra (*Lumbricus terrestris* L.), debido al sistema de labranza. El estudio se realizó en tres sitios o lotes. Las áreas de Florencia y Terrazas tienen seis y cuatro años, respectivamente, bajo sistemas de labranza convencional (LCO) y labranza cero (LCE). En ambos se sembró maíz (*Zea mays* L.) en primera y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en postrera. El área de San Nicolás tiene tres años con maíz en monocultivo asociado con frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum* (L.) Bort.=*Mucuna pruriens* L.), usando LCO, LCE y labranza con tracción animal (LTA). En el muestreo se hicieron huecos de 25x25x25 cm y se contaron todas las lombrices y huevos encontrados. La LCO redujo al menos en 40% la cantidad de lombrices, respecto a LCE. La LCO crea condiciones desfavorables para su desarrollo, sin embargo, la LCE facilita la persistencia y reproducción de lombrices. No se encontraron diferencias en la cantidad de huevos de lombrices, posiblemente son colocados a una profundidad mayor que la usada para el muestreo. El frijol terciopelo tendió a incrementar la cantidad de adultos.

Palabras claves: *Lumbricus terrestris*, adultos, huevos, maíz, frijol, *Stizolobium deeringianum*, tracción animal, *Mucuna pruriens*.

Abstract: The tillage system determines the populations of many beneficial and harmful soil organisms. The objective was to quantify the population shift of adults and eggs of earthworms (*Lumbricus terrestris* L.), due to the tillage system. The study was conducted in three experimental areas. The areas of Florencia and Terrazas have six and four years, respectively, under conventional (CT) and no tillage (NT) systems. In both sites, maize (*Zea mays* L.) was planted at the beginning of the growing season and dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in relay. The area of San Nicolas has three years with maize associated with the cover crop velvet bean (*Stizolobium deeringianum* (L.) Bort. =*Mucuna pruriens* L.), under CT, NT and animal traction tillage (ATT). The sampling was done by excavating a hole 25x25x25 cm and counting all earthworms and eggs. CT decreased at least 40% the amount of earthworms, compared to NT. CT creates unfavorable conditions for their development, however, NT promotes the persistence and reproduction of earthworms. No difference was found in the number of eggs, possibly they are laid deeper than the depth used in this study. The cover crop tended to increase the number of adults.

Key words: *Lumbricus terrestris*, adults, eggs, maize, dry beans, *Stizolobium deeringianum*, animal traction, *Mucuna pruriens*.

¹Publicación DPV-EAP #624

²Department of Agronomy, Iowa State University, Ames, IA 50011, USA.

³Jefe Sección Malezas y Labranza, Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Apartado Postal #93. Tegucigalpa, Honduras, C.A.

INTRODUCCION

Las prácticas de manejo del cultivo afectan negativa o positivamente las poblaciones de plagas u organismos benéficos. La preparación del suelo con arado y rastra es para controlar

malezas y facilitar la germinación y desarrollo del cultivo. Este movimiento del suelo trae problemas de erosión, destrucción de la estructura del suelo y resurgimiento de algunas plagas (All y Musick, 1986; Griffith *et al.*, 1986). La LCE reduce la erosión hídrica y eólica y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Griffith *et al.*, 1986).

Las lombrices son probablemente los macroorganismos más importantes del suelo (Kevan, 1965); hay más de 1800 especies y la mayoría pertenecen a la familia Lumbricidae (Kevan, 1965; Brady, 1990). Son cosmopolitas, tienen celoma verdadero y muestran simetría bilateral (Booolootian, 1985). Sus cuerpos son susceptibles a la desecación, debido a eso, requieren suelos húmedos con pequeñas cantidades de agua libre (Kevan, 1965; Wilson, 1989). Su sobrevivencia durante sequías, se debe al movimiento hacia medios húmedos o estratos inferiores, donde permanecen inactivas. Pueden perder más del 70% del agua corporal, pero al haber humedad, el equilibrio normal se restaura y comienzan su actividad (Cockrum y McCauley, 1967; Wilson, 1989).

Las lombrices crean biocanales de 0.5 a 3 mm de diámetro (Warcup, 1965). Estos favorecen las características físicas, química, microbiológicas y la aereación del suelo (Kevan, 1962; Kevan, 1965; Brady, 1990), sirven de entrada a la fauna del suelo (Warcup, 1965) y aumentan la infiltración del agua de lluvia (Kevan, 1962; Blevins *et al.*, 1984; Thomas *et al.*, 1984; Brady, 1990).

Las lombrices desintegran y descomponen parcialmente el material vegetal en fragmentos pequeños, que luego son atacados por microorganismos (Kevan, 1962; Van Der Drift, 1962; Brady, 1990). Sus hábitos de excavación se concentran en los 35 cm superiores del suelo, donde se alimentan de residuos vegetales. Diariamente las lombrices ingieren suelo equivalente a su peso; en el trópico esto representa 250 mg de suelo al día. Estos materiales, al pasar por el cuerpo de la lombriz, son triturados y expuestos a enzimas digestivas (Brady, 1990). El material es excretado en los biocanales, atacado y descompuesto por microorganismos (Van Der Drift, 1962) que

sintetizan compuestos orgánicos que conforman el humus (Brady, 1990). En los biocanales existen esporulaciones de hongos como *Spiromastix* spp., que agilizan la descomposición de celulosa (Warcup, 1965).

El excremento de lombriz tiene más bacterias, materia orgánica y nutrientes disponibles a plantas que el suelo; debido a esto, el excremento en la superficie del suelo es considerado un indicador de fertilidad (Brady, 1990). Pocas bacterias son afectadas al pasar por el tracto digestivo de las lombrices, como consecuencia, las bacterias fitopatógenas pueden ser diseminadas fácilmente (Kevan, 1965).

La cantidad de materia orgánica, rotación de cultivo, humedad, frecuencia de cultivación y tipo de suelo, determinan la actividad y distribución de las lombrices (Zicsi, 1962). Las lombrices prefieren suelos aereados, húmedos y de textura media, donde su actividad puede llegar hasta 2.0 m de profundidad (Kevan, 1965).

Algunas especies son tolerantes a suelos con pH ácido, pero la mayoría se desarrollan mejor en neutro (Franz, 1962). La mayoría de los plaguicidas no afectan negativamente a las lombrices, excepto algunos carbamatos y nematicidas. La concentración de estos en el cuerpo de las lombrices, determina los niveles relativos en el suelo (Hendrix, 1986). De estos factores, la estructura y el contenido de humedad son los determinantes de la distribución en el suelo (Kevan, 1965).

A principios del siglo, se incrementó la labranza del suelo para facilitar la siembra y desarrollo del cultivo. Esta actividad reemplazó las especies nativas, por la lombriz Europea (*Lumbricus terrestris* L.), debido a que no pudieron adaptarse al nuevo hábitat creado por la labranza. Se calcula que a 15 cm, en suelos arados, hay de 30 a 300 lombrices por metro cuadrado, que representa entre 110 a 1100 kg de peso vivo por hectárea (Brady, 1990). Sin embargo, en suelos sin perturbaciones ecológicas existen 2,000 a 30,000 lombrices por metro cuadrado (Kevan, 1965).

Las prácticas de labranza reducida, aumentan las poblaciones de microorganismos y lombrices en la superficie del suelo (House y Parmelee, 1985; Brady, 1990; Parmelee *et al.*, 1990). Hendrix *et al.* 1986 (citado por Brady, 1990) encontraron 6.5 más lombrices por metro cuadrado y Parmelee *et al.* (1990) hallaron 70% más lombrices y biomasa, en LCE que en LCO. También Thomas *et al.* (1984) hallaron cinco veces más excrementos de lombrices en la superficie en LCE. Esta mayor actividad mejora la estructura, porosidad y mezclado de suelo, incrementa la capacidad de retención de humedad (Kevan, 1965; Thomas *et al.*, 1984; Brady, 1990) y provee un ambiente favorable a la fauna en procesos de descomposición de materia orgánica (House y Parmelee, 1985). Existe también un incremento en la infiltración del agua en LCE (Brady, 1990), esto se debe a la materia orgánica superficial y al sistema de biocanales, dejados por raíces muertas y lombrices, que no son destruidos por los aperos de labranza (Blevins *et al.*, 1984; Griffith *et al.*, 1986).

Este reporte es parte de los resultados obtenidos en estudios multidisciplinarios, para determinar el comportamiento de las plagas y organismos benéficos bajo diversos sistemas de labranza y manejo de cobertura.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se realizaron en tres campos de producción de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Honduras. La altitud es 800 msnm, la temperatura mínima promedio es 18°C, la máxima es igual que 29°C y la precipitación anual es 1100 mm, ésta comienza en mayo y termina en diciembre.

El campo de Florencia (4.5 ha) era un suelo virgen que fue descombrado en 1987; la mitad se asignó a LCO y la otra a LCE (Vega *et al.*, 1993). Los campos Terrazas (1.5 ha) y San Nicolás (6.5 ha), son áreas de explotación que habían sido manejadas bajo LCO por al menos 30 años, sobre esos campos se establecieron LCE y LTA (Dejud, 1992; Godoy, 1994; Zelaya, 1994).

La LCO consistió en incorporar el rastrojo con una arada y dos pases de rastra. En LCE se chapearon las malezas grandes y se aplicó uniformemente paraquat (ion de 1,1'-dimetil-4,4-bipiridinium), también se aplicó glifosato (N(fosfonometil)glicina) en forma dirigida para controlar malezas perennes (Dejud, 1992; Godoy, 1994; Zelaya, 1994). En San Nicolás, la LTA consistió en picar, dispersar e incorporar el rastrojo con una arada y dos pase de rastra tirada por búfalos (*Bubalus bubalis* L.). El frijol terciopelo se sembró a mano, en dos hileras en medio de las calles, cinco días después de la siembra del maíz (DDSM). Se colocó una semilla por postura cada 30 cm; a los 50 DDSM se cortaron las guías de la planta (Zelaya, 1994).

Para controlar malezas se aplicó atrazina (6-cloro-N-etil-N'-(1-metil)-1,3,5,-triazina-2,4-di amina) más alachlor (2-cloro-N-(2,6-dietilfenil) -N-(metoximetil) acetamida) en pre-emergencia (Dejud, 1992; Godoy, 1994; Zelaya, 1994). En San Nicolás, donde había cobertura no se aplicó atrazina, pero se aplicó bentazon (3-(1-metiletil)-(1H)-2,1,3-benzothiadiazin-4(3H)-one 2,2 dióxido) en post-emergencia 20 DDSM (Zelaya, 1994).

Cuando el maíz llegó a madurez fisiológica, se dobló y aplicó paraquat en medio de los surcos. Inmediatamente se sembró el frijol con espeque a 30 cm entre planta y 45 cm entre hilera. Para controlar malezas, se aplicó en post-emergencia bentazon y fluzafop-p [ácido(+)-2(4((5(trifluorometil) 2 piridinil) oxi) fenoxi) propanóico] (Dejud, 1992; Vega *et al.*, 1993; Godoy, 1994).

El conteo de lombrices y huevos se hizo tomando una cantidad variable de submuestras por labranza. En Florencia, en 1989 y 1990, se tomaron seis submuestras por parcela (Vega, 1990; Vega *et al.*, 1993), ocho en 1991 (Muñoz *et al.*, 1992) y 16 en 1992, 1993 y 1994. En Terrazas, en 1991 se tomaron 12 submuestras (Dejud, 1992), y 16 en 1992 y 1993 (Godoy, 1994). En San Nicolás se tomaron 16 submuestras (Zelaya, 1994). Una submuestra comprendía el volumen de suelo en 25x25x25 cm. El suelo fue revisado a mano cuidadosamente, contando las lombrices y huevos presentes; posteriormente el suelo fue devuelto al mismo sitio (Dejud, 1992; Godoy,

1994; Zelaya, 1994). El suelo fue variable en textura, pH y materia orgánica, entre los sitios (Cuadro 1).

Los datos fueron analizados usando el promedio de todos los muestreos en cada año. En el análisis estadístico de Florencia y Terrazas, se hicieron pruebas t, y se verificó la equidad de las varianzas. En San Nicolás, se usó un arreglo factorial de tres por dos, con tres réplicas. Los datos se presentan usando la media de todos los muestreos por año.

RESULTADOS Y DISCUSION

Florencia:

La cantidad de adultos en los tres primeros años fue estadísticamente igual en LCO y LCE. Sin embargo, desde 1992 hubieron más lombrices en LCE que en LCO (Cuadro 2). Este lote era un suelo virgen, y se empezó a trabajar bajo LCO y se requirieron varios años para poder observar el efecto de LCO sobre la lombriz. En 1992 ($P < 0.01$), 1993 ($P < 0.05$) y 1994 ($P < 0.01$) se encontró casi el doble de adultos en LCE que en LCO (Cuadro 2). La mayor cantidad de lombrices en LCE se puede atribuir a que en los suelos de Zamorano bajo LCE, se han encontrado más residuos vegetales en la superficie (Zelaya, 1994), más humedad en el suelo (Dejud, 1992) y al daño físico directo de los implementos de labranza sobre las lombrices. Más residuos proporcionan más alimento a las lombrices y la mayor humedad del suelo evita la desecación de los adultos. Estos resultados coinciden en parte con los encontrados por Hendrix *et al.* (1986, citado por Brady, 1990) y Thomas *et al.* (1984).

Solamente en 1989, hubo estadísticamente, mayor cantidad ($P \leq 0.05$) de huevos en LCE que en LCO (Cuadro 2). En los años siguientes no se encontraron diferencias significativas, pero siempre hubieron más huevos en LCE. El encontrar diferencias significativas en adultos pero no en huevos, puede explicarse por el sistema de muestreo. Si los huevos son colocados a más de 25 cm de profundidad, no se van a encontrar diferencias entre las labranzas,

ya que el muestreo solamente incluía los 25 cm superiores del suelo.

Terrazas:

Similar a Florencia, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de huevos (Cuadro 3). En 1991, hubieron tres veces más adultos ($P \leq 0.05$) en LCE que en LCO; esta tendencia se mantuvo en 1992, 1993 y 1994, pero las diferencias no fueron significativas. En 1993, en ambos lotes, hubo un aumento de más de 100% en la cantidad de huevos y adultos, respecto a 1992. Estas parcelas bajo LCO tienen al menos 35 años de estar cultivándose, y las de LCE tienen nueve (Dejud, 1992). Aparentemente, en suelos que se han trabajado durante muchos años con preparación mecanizada, y luego se pasan a LCE, se requieren muchos años para crear condiciones que favorezcan el desarrollo de lombrices. Posiblemente en estos lotes los cambios en el suelo no han sido suficientes para que las poblaciones de lombrices sean mayores que las de LCO. En los lotes de Florencia, se ve el efecto de la LCO sobre las lombrices, en estos de Terrazas, se ve el efecto de LCE, esto se debe a que en Florencia los lotes de LCO anteriormente estaban sin mecanización. En Terrazas ocurrió lo contrario, los lotes estaban bajo LCO y se pasaron a LCE.

San Nicolás :

El comportamiento de las lombrices siguió un patrón igual al encontrado en Florencia y Terrazas. En los tres años, no se encontró diferencia en la cantidad de huevos para la cobertura ni la interacción labranza x cobertura (Cuadro 4). En 1992 y 1993, se observó una tendencia a más huevos en LCE, pero hasta 1994 hay diferencia estadística ($P \leq 0.05$). Las parcelas de LCO han sido manejadas bajo este sistema por al menos 30 años, sin embargo, las de LCE tienen solamente cuatro años (Zelaya, 1994). Se requirieron cinco años para apreciar las diferencias provocadas por la labranza.

En 1992 ($P < 0.05$), 1993 ($P < 0.01$) y 1994 ($P < 0.05$), hubieron más adultos en LCE, que en LTA y LCO (Cuadro 4). Posiblemente la

Cuadro 1. Textura, pH y materia orgánica en el suelo bajo labranza convencional (LCO), labranza cero (LCE) y labranza tracción animal (LTA). Zamorano, Honduras.

Sitio	Textura	Año	pH (H ₂ O)			Materia Orgánica (%)		
			LCO	LCE	LTA	LCO	LCE	LTA
Florencia	Franco-arcilloso	1989	5.2	5.1		7.3	5.3	
		1990	5.0	5.0		4.1	5.2	
		1991	4.6	4.9		3.7	3.6	
		1992	5.1	5.3		4.1	3.9	
		1993	5.3	5.3		3.6	4.2	
		1994	4.8	4.9		3.1	3.0	
Terrazas	Franco arenoso a franco arcillo- arenoso	1987	4.8	4.9		2.4	2.4	
		1991	5.5	5.5		2.5	2.6	
		1992	5.3	5.4		2.5	2.3	
		1993	5.6	5.5		2.2	2.2	
		1994	5.1	5.2		2.2	2.3	
San Nicolás	Franco a franco- arenoso	1990	5.4	5.2	dnd	2.6	2.7	dnd
		1992	5.2	5.2	5.1	1.9	2.3	2.1
		1993	5.4	5.1	5.3	2.0	2.1	2.1
		1994	5.4	5.2	5.2	2.1	2.1	2.2

dnd: Datos no disponibles

reducción en remoción de suelo, provee condiciones estables que favorecen el desarrollo de las lombrices. No se encontró diferencia en la interacción labranza x cobertura.

El frijol de cobertura no afectó las poblaciones de adultos; sin embargo, en 1992 y 1993 se observaron más adultos en las áreas con cobertura (Cuadro 4). Posiblemente la materia orgánica que aporta la leguminosa favorece el desarrollo de los adultos. Pero posiblemente se requiere de más años para que esto tenga efectos marcados sobre las lombrices.

CONCLUSIONES

En los suelos de Zamorano, las prácticas de preparación del suelo han creado condiciones desfavorables para el desarrollo y establecimiento de las lombrices; debido a esto, existe una actividad reducida en LCO, comparado con LCE. La LCE provee condiciones similares a las encontradas en un ambiente natural y facilitan el establecimiento y crecimiento de las lombrices. Esta mayor actividad puede mejorar la infiltración del agua de lluvia, aereación e incorporación del material vegetal en LCE y aumento en la fertilidad del suelo. Las prácticas de labranza conservacionista, como LCE, pueden ser una opción viable para pequeños productores del

Cuadro 2. Adultos y huevos de lombrices (*Lumbricus terrestris* L.) por metro cuadrado en el suelo, bajo sistemas de labranza convencional (LCO) y cero (LCE), Florencia, El Zamorano, Honduras.

Año	Muestras	Labranza	Huevos/m ²	Adultos/m ²	Fuente
1989	2	LCO	12.5*	61.4 ns	J. Vega (datos no publicados)
		LCE	18.1*	62.3 ns	
1990	2	LCO	12.0 ns	34.3 ns	R. Muñoz (datos no publicados)
		LCE	12.4 ns	34.1 ns	
1991	5	LCO	1.8 ns	38.8 ns	R. Muñoz (datos no publicados)
		LCE	2.3 ns	30.4 ns	
1992	4	LCO	3.7 ns	30.5 **	D. Rodríguez (datos no publicados)
		LCE	4.4 ns	54.0**	
1993	4	LCO	10.0 ns	76.4*	D. Rodríguez (datos no publicados)
		LCE	10.5 ns	129.8*	
1994	4	LCO	2.0 ns	38.6**	R. Muñoz (datos no publicados)
		LCE	2.8 ns	67.7**	

ns : No significativo. *: Significativo al 5%

**: Significativo al 1%

Cuadro 3. Adultos y huevos de lombrices (*Lumbricus terrestris* L.) por metro cuadrado en el suelo, bajo sistemas de labranza convencional (LCO) y cero (LCE), Terrazas 13-14, El Zamorano, Honduras.

Año	Muestras	Labranza	Huevos/m ²	Adultos/m ²	Fuente
1991	5	LCO	sin datos	15.8 *	(Dejud, 1992)
		LCE	sin datos	47.5*	
1992	5	LCO	2.0 ns	31.4 ns	(Godoy, 1994)
		LCE	2.5 ns	34.9 ns	
1993	4	LCO	6.1 ns	86.7 ns	(Godoy, 1994)
		LCE	6.9 ns	102.7 ns	
1994	4	LCO	5.6 ns	56.0 ns	(G. Godoy, datos no publicados)
		LCE	4.9 ns	73.6 ns	

ns : No significativo

* : Significativo al 5%

Cuadro 4. Adultos y huevos de lombrices (*Lumbricus terrestris* L.) por metro cuadrado en el suelo, bajo sistema de labranza convencional (LCO), tracción animal (LTA) y cero (LCE), con frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum* (L.) Bort.)=*Mucuna pruriens* L.). San Nicolás, el Zamorano, Honduras. (tomado de Zelaya 1994 y V. Pérez datos no publicados)

Labranza	Cobertura de Frijol Terciopelo	Años		
		1992	1993	1994
		huevos/m ²		
LCO	sin	5.7	7.0	6.3
	con	7.2	8.0	6.2
LTA	sin	6.1	8.2	3.5
	con	6.2	12.0	2.8
LCE	sin	11.0	12.6	6.3
	con	4.3	11.0	6.2
	Probabilidad	ns	ns	ns
LCO	---	6.4	7.5	2.7 b
LTA	---	6.1	10.0	3.2 b
LCE	---	7.7	11.8	6.2 a
	Probabilidad	ns	ns	*
----	sin	7.6	9.3	4.3
----	con	5.9	10.3	3.8
	Probabilidad	ns	ns	ns
		adultos/m ²		
LCO	sin	42.9	44.3	47.2
	con	53.8	49.6	34.3
LTA	sin	70.1	69.5	36.3
	con	90.7	81.6	27.7
LCE	sin	112.2	79.0	89.2
	con	108.3	94.6	69.8
	Probabilidad	ns	ns	ns
LCO	---	48.3 b	47.0 b	40.7 b
LTA	---	80.4 ab	75.6 a	32.0 b
LCE	---	110.2 a	86.8 a	79.5 a
	Probabilidad	*	**	*
----	sin	75.1	64.3	57.6
----	con	84.3	75.3	43.9
	Probabilidad	ns	ns	ns

Promedios seguidos por letras diferentes en la misma columna, son estadísticamente diferentes según la prueba de Diferencia Mínima Significativa, $\alpha \leq 0.05$

ns : No significativo

* : Significativo al 5%

trópico seco Centroamericano, que mejoren las condiciones físicas y biológicas del suelo.

No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de huevos, posiblemente son colocados a una profundidad mayor a donde se hizo el muestreo.

El frijol terciopelo tendió a aumentar las poblaciones de lombrices, posiblemente debido a la materia orgánica proporcionada por la leguminosa. Poca información existe al respecto y se requiere de más años para poder apreciar la tendencia de los resultados.

Suelos con muchos años de preparación mecanizada, que se convierten a LCE, requieren de muchos años para crear condiciones estables que favorezcan el desarrollo de lombrices. Lo contrario ocurre con suelos vírgenes que se convierten a suelos agrícolas bajo LCO; en estos el efecto de los aperos de labranza es más marcado y más rápido.

LITERATURA CITADA

- All J.N. y G.J. Musick. 1986. Management of vertebrate and invertebrate pests. pp 353-368. En: Sprague, M.A.; G.B., Triplett. (eds) No-Tillage and Surface-tillage Agriculture, The tillage Revolution. John Wiley & Sons. New York.
- Blevins, R.L.; M.S. Smith y G.W. Thomas. 1984. Changes in soil properties under no-tillage. pp 213-214. En: Phillips, R.E.; S.H. Phillips. (eds) No-Tillage Agriculture, Principles and Practices. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Booolootian, R.A. 1985. Fundamentos de la zoología. Editorial Limusa. México. pp. 168-177.
- Brady, N.C. 1990. The nature and properties of soils. MacMillan Publishing Company. New York. pp 54, 258, 452.
- Cockrum, E.L. y McCauley, W.J. 1967. Zoología. Nueva Editorial Interamericana. México. pp 225-229.
- Dejud, I.F. 1992. Labranza convencional y cero: evaluación agronómica y económica, dinámica de plagas y factores de mortalidad del maíz y frijol en relevo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 80 p.
- Franz, H. 1962. Habitat characteristics with particular reference to the soil. pp 315. En: Murphy, P.W.; D. Phil. (eds) Progress in Soil Zoology. Butterworths.
- Godoy, G.C. 1994. Efecto de dos sistemas de labranza en la incidencia de plagas, factores agronómicos y económicos del maíz y frijol en relevo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 97 p.
- Griffith D.R.; J.V. Mannering y J.E. Box. 1986. Soil and moisture management with reduced tillage. pp 25-36. En: Sprague, M.A.; G.B. Triplett. (eds) No-Tillage and Surface-tillage Agriculture, The tillage Revolution. John Wiley & Sons. New York.
- Hendrix, P.F. et al. 1986. Detritus food webs in conventional and no-tillage agroecosystems. Bio-Science. 36:374-379.
- House, G.J. y R.W. Parmelee. 1985. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no-tillage agroecosystems. Soil and Tillage Research. 5:351-360.
- Kevan, D.K. McE. 1962. Soil animals. Philosophical Library. New York. pp 20-23.
- Kevan, D.K. McE. 1965. The soil fauna-its nature and biology. pp34-44. En: Baker, K.F. y W.C. Snyder. (eds) Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens: Prelude to Biological Control. University of California Press.
- Muñoz, R.; A. Pitty y J. Monroy. 1992. Effect of no-tillage on noxious organisms of maize and dry beans relay planted in the Central American tropics. Publicación DPV-EAP No. 474.
- Parmelee, R.W.; M.H. Beare; W. Cheng; P.F. Hendrix; S.J. Rider; D.A. Crossley Jr. y D.C. Coleman. 1990. Earthworms and enchytraeids in conventional and no-tillage agroecosystems: A biocide approach to assess their role in organic breakdown. Biology and Fertility of Soils. 10:1-10.
- Thomas, G.W.; R.L. Blevins y S.H. Phillips. 1984. No-tillage in the tropics. pp 286. En: Phillips, R.E.; S.H. Phillips. (eds) No-Tillage Agriculture, Principles and Practices. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Valdivia, A.; A. Pitty; J. Marengo y K.L. Andrews. 1989. Evaluación de dos tipos de labranza en el sistema maíz y frijol en relevo. Publicación MIPH-EAP No. 195. En: 34a reunión anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras.
- Van der Drift, J. 1962. The soil animals in an oak-wood with different types of humus formation. pp 346. En: Murphy, P.W.; D. Phil. (eds) Progress in Soil Zoology. Butterworths.
- Vega, J. 1990. Efecto de la labranza sobre las plagas, la efectividad de herbicidas preemergentes y fertilización de nitrógeno en el sistema maíz y frijol en relevo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 79 p.

- Vega, J.; R. Muñoz y A. Pitty. 1993. Evaluación de plagas, factores agronómicos y económicos del maíz y frijol en relevo bajo dos sistemas de labranza. Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. 26:13-20.
- Warcup, J.H. 1965. Growth and reproduction of soil microorganisms in relation to substrate. pp 63. En: Baker, K.F.; W.C. Snyder. (eds) Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens: Prelude to Biological Control. University of California Press.
- Wilson J.A. 1989. Fundamentos de fisiología animal. Noriega Editores. México. pp 732, 491-493
- Zelaya, I.A. 1994. Evaluación de tres sistemas de labranza sobre el comportamiento de plagas y respuestas agronómicas del maíz en monocultivo asociado con el frijol de cobertura *Stizolobium deeringianum* (L.) Bort. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 123 p.
- Zicsi, A. 1962. Determination of number and size of sampling unit for estimating lumbricid populations of arable soils. pp 70. En: Murphy, P.W.; D. Phil. (eds) Progress in Soil Zoology. Butterworths.22