

# **EFFECTIVIDAD DEL EMPLEO DE LA LABRANZA CONSERVACIONISTA Y LA FERTILIZACIÓN ORGANO-MINERAL EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE Y MAÍZ**

Teresa Fraser<sup>1</sup>, Antonio Vantour<sup>2</sup> y Luz del Alba Mustelier<sup>1</sup>

## **RESUMEN**

En las áreas de la Estación Experimental de Nutrición Vegetal «La Renee», ubicada en el municipio Quivicán, perteneciente a la provincia Mayabeque, se instaló un experimento de campo, cuyas áreas edáficas son representativas de los agroecosistemas de cultivos varios del sur del territorio. Los tratamientos estudiados fueron dos tecnologías de labranza, labranza convencional o tradicional (LT) y labranza mínima (LM), en combinación con las variantes de fertilización siguientes: Control absoluto, NPK, 6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, 25 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, 50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz y 75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, empleándose un diseño de parcelas subdivididas con cuatro replicas. En las parcelas grandes se ubicaron los tratamientos de las tecnologías de labranza y en las parcelas pequeñas las variantes de fertilización. Los resultados demostraron que el laboreo mínimo combinado con 50 NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> y 75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz produjeron rendimientos significativos de los cultivos estudiados: Tomate 30-40 t.ha<sup>-1</sup> y Maíz 2-3 t.ha<sup>-1</sup>, además, la calidad del tomate se favoreció en el contenido de vitamina C. Estas variantes tuvieron un efecto positivo en las propiedades químicas del suelo, en particular, los contenidos de materia orgánica y las formas disponibles de nitrógeno, fósforo y potasio para estos cultivos. El uso de la labranza mínima y la fertilización órgano-mineral constituyeron la base de una tecnología conservacionista para el manejo de la fertilidad de los suelos Ferralíticos Rojos compactados, y la producción sostenible en una secuencia de tomate y maíz.

**Palabras claves:** labranza, fertilización, rotación

## **Effectiveness of the management of the conservationist and the organ fertilization-mineral in the production of tomato and maize**

## **ABSTRACT**

In area of Experimental Station «La Renee», located in Quivican municipality of Mayabeque province with representative soil of this region, it was carrying out one experience in the tomato-maize rotation which was applied two treatment A) two different tilling (traditional and minimum) and B) Six combination of mineral fertilization and vermicompost (control, high mineral fertilization, vermicompost (6 t.ha<sup>-1</sup>), 25 % of high fertilization + vermicompost, 50 % of high fertilization + vermicompost and 75 % of high fertilization + vermicompost. The experience was organized as Randomized Complete block Design for factor A (technologies of tilling), with factor B (variants of

<sup>1</sup>Instituto de Suelos, MINAGRI, CUBA

<sup>2</sup>Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, CITMA, Cuba

✉ bcalero@minag.cu

fertilization) a split plot on A with four repetitions. The results demonstrated that the minimum tilling combined with media mineral fertilization + vermicompost and media- high mineral fertilization + vermicompost produced significant performances of the affected cultivations: Tomato 30.40 t. ha<sup>-1</sup> and maize 2.3 t. ha<sup>-1</sup>, moreover, the quality of the tomato was favored in the content of vitamin C. These variant had a positive effect in the properties chemistries of the soils, specially, the contents of organic matter and the available forms of nitrogen, and potassium for these crops. The use of the minimum tilling and the organ fertilization-mineral constituted the base of a conservationist technology for the management of the fertility of Red Ferralitic Soils, and the sustainable production in a sequence of tomato and maize.

**Key words:** tilling, fertilization, rotation

## INTRODUCCIÓN

Sembrar de manera reiterada algunos cultivos, incrementa la posibilidad de la incidencia de plagas y enfermedades, así como reduce la disponibilidad de nutrientes que dicho cultivos demandan, por lo que es necesario realizar una rotación o sucesión de cultivo planificada para lograr la sostenibilidad productiva.

Uno de los sistemas productivos que con mayor rigidez utiliza la misma parcela para la siembra es la horticultura moderna, la cual afecta la fertilidad de los suelos, por lo que se impone implementar una adecuada sucesión de cultivos que permita el aprovechamiento racional del recurso suelo, sin degradarlo y la utilización diferenciada de los nutrientes en base a las exigencias específicas de cada cultivo.

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es uno de los cultivos de hortaliza priorizado y de mayor importancia en el país, por tal motivo es necesario que se utilicen alternativas de producción que aseguren la oferta del producto en cantidad y calidad para satisfacer la demanda del consumo fresco por la población, las necesidades de la industria y en otras esferas comerciales. En el caso del maíz (*Zea mays* L.), es uno de los granos más demandado por la población cubana en consumo fresco y seco, además es el cultivo más utilizado en rotaciones y sucesiones en los sistemas agrícolas.

En ambos cultivos, la tecnología de labranza, así como la producción y uso de fertilizantes órgano-minerales pueden ser alternativas para lograr un incremento de los rendimientos agrícolas cuando se emplean en

secuencias o rotaciones (Alfonso y Monedero, 2004). Estas alternativas pueden constituir la base de una tecnología conservacionista para mantener o aumentar el contenido de materia orgánica, la fertilidad de los suelos, las necesidades de nutrimentos de las plantas cultivadas, y lograr la sostenibilidad del agroecosistema (John, *et al.*, 2011; Fraser, *et al.*, 2011).

En el presente artículo se exponen algunos de los resultados obtenidos con el uso de la labranza mínima y la fertilización órgano-mineral en la producción de tomate y maíz en suelos Ferralíticos Rojos, representativos de la provincia de Mayabeque.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos experimentales se ejecutaron en áreas de la Dirección Provincial de Suelos La Renee-Habana, ubicada en el Km 33<sup>1/2</sup> de la carretera de Bejucal-Quivicán perteneciente al municipio Quivicán, provincia de Mayabeque. Las investigaciones se desarrollaron sobre un suelo Ferralítico Rojo, según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández, *et al.*, 1999). Las propiedades iniciales que caracterizaron el suelo del sitio experimental se exponen en la Tabla 1 y fueron analizadas según Norma cubana ICS: 13.080.10. 2ª edición. 2008

Se caracterizó el humus de lombriz Norma cubana ICS: 13.080.10. 2ª edición. 2008 con que se confeccionaron los productos órgano-minerales, los que se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 1.** Principales características iniciales del Suelo Ferralítico Rojo

Prof cm	pH		cmol (+).kg <sup>-1</sup>		%		mg.kg <sup>-1</sup>			% arc (<0,01)	D.A Mg/m <sup>-3</sup>
	H <sub>2</sub> O	Kcl	CIB	CIC	M.O	N <sub>t</sub>	N-hidro	P	K		
0-15	7,0	6,3	16,35	18,22	2,13	0,132	65,18	217,57	245,21	74,14	1,10
15-30	7,1	6,5	12,43	14,25	1,88	0,129	55,84	66,37	146,80	78,10	1,28

**Tabla 2.** Principales características del humus de Lombriz

Fuente orgánica	pH	MO (%)	Nt (%)	Pt (%)	K t (%)	Na t (%)	Ce (ds.m <sup>-1</sup> )
Estiércol Vacuno	6,8	56,5	2,2	0,5	0,3	0,1	2,7

Los tratamientos estudiados fueron las tecnologías: labranza convencional o tradicional (LT) que emplea equipos pesados como el arado de esteras, discos etc. con un tiempo de preparación entre 120-160 días y labranza mínima (LM), consistente en la preparación del suelo con el uso del multiarado, y tiller en un periodo de 60-80 días; ambas en combinación con las variantes de fertilización siguientes: Control absoluto, NPK, 6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz (H), 25 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, 50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz y 75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, Las dosis de NPK utilizadas en el experimento se corresponden con 110 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 73 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 237 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, necesario para obtener un rendimiento aproximado de 25 t.ha<sup>-1</sup> según los contenidos del suelo, la demanda del cultivo y la solubilidad de la fuente del fertilizante mineral utilizada. Se empleó un diseño de parcelas subdivididas con cuatro replicas, en las parcelas grandes se ubicaron los tratamientos de las tecnologías de labranza y en las parcelas pequeñas las variantes de fertilización.

Se utilizaron la variedad de tomate HC 38-80 y el híbrido de maíz T-66. Los indicadores evaluados fueron los componentes del rendimiento de cada cultivo, la calidad y el efecto agronómico que produjeron las variantes de labranza y fertilización órgano-mineral; al inicio y final del ensayo se realizaron muestreos de suelo en cada parcela experimental, por los siguientes métodos analíticos: el pH por la NC 32:2009, MO por la NC:XX:2010, Nt por la NC: 11261:2009 por los, el P y K, por Oniani, NC:52:1999 la relación C/N, por la NC: XX:2010 y

el humus de lombriz por la NC:XX:2009. Los datos fueron analizados estadísticamente de acuerdo al diseño experimental de parcelas subdivididas, empleándose el programa estadístico MSTAT-C. La comparación de medias se realizó utilizando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de significación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se puede apreciar que la tecnología de labranza conservacionista (LC) combinada con la fertilización 75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> Humus, produjo las mayores cantidades significativas de frutos/planta de tomate, sin diferencias con el tratamiento LC más 50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> Humus, sin embargo, ambas variantes y la fertilización NPK + LC proporcionaron los frutos con mayor pesos, mientras que los rendimientos agrícolas de este ultimo no superaron las 36 t.ha<sup>-1</sup>, con diferencias estadísticas con el resto de las variantes, excepto con la fertilización NPK en el caso del peso promedio del fruto. Cabe destacar que cuando se combina la labranza conservacionista con la fertilización NPK, superan de manera significativa en el peso del fruto y el rendimiento a la labranza tradicional (LT) y el empleo de la fertilización NPK.

La interacción de los sistemas de labranza y la fertilización órgano-mineral, con el 50 % y 75 % proporcionaron los mayores efectos en los componentes del rendimiento del tomate en comparación con las aplicaciones por separados del NPK y las 6t.ha<sup>-1</sup> de Humus de Lombriz. Además, la tecnología conservacionista de preparación del suelo en combinación con la fertilización órgano-mineral de 50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> H y 75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> H, generaron los más altos rendimientos de los calibres medios y grandes del tomate, sin diferencias significativas entre ellos pero si con el resto de las variantes estudiadas (Tabla 4).

**Tabla 3.** Efecto de las Tecnologías en los Componentes del Rendimiento del tomate

Tratamientos		Componentes del Rendimiento del Tomate		
		Nº frutos.planta <sup>-1</sup>	Peso del fruto (g)	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup>
LT	Control	25,92 de	20,64 e	15,28 f
	NPK	27,13 cde	34,06 c	26,40 cd
	6 t.ha <sup>-1</sup> H	24,43 e	29,10 d	20,31 e
	25 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	26,56 cde	35,16 c	24,20 d
	50 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	28,04 bcd	35,20 c	26,72 cd
	75 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	28,98 bc	36,64 bc	28,18 c
L.C	Control	28,79 bcd	22,40 e	18,42 e
	NPK	27,55 bcd	40,22 ab	31,66 b
	6 t.ha <sup>-1</sup> H	24,26 e	36,66 bc	24,11 d
	25 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	26,97 cde	37,25 bc	27,17 cd
	50 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	30,18 ab	44,27 a	36,44 a
	75 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	33,12 a	43,20 a	36,15 a
AxB	Esx	3,05**	4,96**	3,14**
	CV (%)	12,47	11,85	12,06

Medias dentro de una columna con letras distintas, son diferentes significativamente para  $p < 0,05$  de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan

**Tabla 4.** Efecto de las Tecnologías en el Rendimiento por Calibre del Tomate

Tratamientos		Rendimientos por Calibres del Tomate t.ha <sup>-1</sup>		
		Pequeño	Mediano	Grande
LT	Control	7,82 a	4,25 e	3,21 g
	NPK	7,02 ab	9,29 bc	10,20 d
	6 t.ha <sup>-1</sup> H	6,83 abc	9,10 bc	4,28 fg
	25 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,78 abc	8,28 cd	10,14 d
	50 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,44 bcd	8,92 bc	11,36 cd
	75 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	4,80 cd	9,66 bc	13,72 bc
L.C	Control	7,00 ab	6,11 de	6,29 ef
	NPK	5,80 abcd	10,64 b	15,22 b
	6 t.ha <sup>-1</sup> H	6,81 abc	9,72 bc	7,72 e
	25 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,29 bcd	10,00 bc	11,88 cd
	50 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,04 bcd	13,16 a	18,24 a
	75 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	3,97 d	13,83 a	18,35 a
AxB	Esx	2,15**	2,26**	2,37**
	CV (%)	12,84	12,15	11,84

Medias dentro de una columna con letras distintas, son diferentes significativamente para  $p < 0,05$  de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan

En el caso del calibre pequeño, la tendencia es que se produce una mayor cantidad de esta categoría en la medida que disminuye la presencia de la fertilización organo-mineral, apreciándose que los valores más elevados se presentan en ambos controles en el esquema experimental, así como el NPK, en la labranza tradicional.

Por otra parte, la calidad del tomate se favorece con la aplicación de la fertilización organo- mineral en combinación con la labranza conservacionista (Tabla 5), observándose un incremento significativo de la Vitamina C y disminución del contenido de  $\text{NO}_3^-$ . Este fenómeno parece estar relacionado con el mejoramiento que ejerce la materia orgánica en el control de los excesos de nutrientes incorporado al suelo, por los fertilizantes minerales.

El efecto de las tecnologías de Labranza y la fertilización en los componentes del rendimiento del maíz utilizado en la sucesión, tiene un comportamiento similar al observado en el cultivo de tomate (Tabla 6), ya que los tratamientos de ambos sistemas de preparación del suelo, combinados con las variantes de fertilización órgano-mineral proporcionaron los mayores pesos en la mazorca, siendo similares estadísticamente a la fertilización completa (NPK).

En el caso del peso de 1000 granos de maíz, los valores más altos aparecen reflejados en las variantes LC+NPK, LC+50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> H y LC+75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> H (Tabla 6), en las cuales no se aprecian diferencias estadísticas significativas, los pesos menores se obtuvieron con los tratamientos controles y la fertilización de 6t.ha<sup>-1</sup> de Humus de Lombriz.

Por otra parte, los tratamientos LC+50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> H y LC+75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> H, generaron un efecto marcado en el maíz, proporcionando rendimientos que superan las 3 t.ha<sup>-1</sup>, los cuales tienen diferencias estadísticas con el resto de las variables estudiadas (Tabla 6). Otros grupos de combinaciones de ambos sistemas de labranza con fertilización NPK y NPK+6 t.ha<sup>-1</sup> H, crearon valores del rendimiento mayores de 2 t.ha<sup>-1</sup> de granos de este cultivo.

Los rendimientos de los cultivos ensayados fueron favorecidos con la aplicación de las tecnologías de labranza conservacionista y la fertilización órgano-mineral, lo que pudiera ser explicado por el mejoramiento de las propiedades del suelo. En tal sentido, Mendoza (2008), observó diferencias significativas entre sistemas de labranza y niveles de fertilización en rendimiento, acumulación de materia seca, % N en grano y que la fertilización nitrogenada incrementó significativamente la acumulación de N total en ambos sistemas de labranza.

**Tabla 5.** Efecto de las Tecnologías en algunos indicadores de la Calidad del Tomate

Tratamientos		Calidad del Tomate		
		BRIX (%)	Vitamina C (mg A. A)	$\text{NO}_3^-$ (mg.Kg <sup>-1</sup> )
LT	Control	2,66 f	18,57 h	55,36 g
	NPK	5,35 c	30,84 d	88,24 a
	6 t.ha <sup>-1</sup> H	2,72 f	20,44 g	57,28 fg
	25 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	4,07 d	28,60 e	60,47 ef
	50 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,40 bc	31,77 cd	64,21 cd
	75 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,41 bc	32,85 bc	67,83 b
L.C	Control	2,74 f	19,40 gh	56,90 g
	NPK	5,52 abc	33,67 b	90,43 a
	6 t.ha <sup>-1</sup> H	3,17 e	22,95 f	60,86 de
	25 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,46 abc	31,66 cd	64,44 bc
	50 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,70 a	35,90 a	65,75 bc
	75 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	5,68 ab	35,94 a	66,57 bc
AxB	Esx	0,29**	1,90**	3,57**
	CV (%)	12,33	12,56	12,74

Medias dentro de una columna con letras distintas, son diferentes significativamente para  $p < 0,05$  de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan

**Tabla 6.** Efecto de las Tecnologías en los Componentes del Rendimiento del Maíz

Tratamientos		Componentes del Rendimiento del Maíz		
		Peso de Mazorca (g)	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup>
LT	Control	223,42 d	157,91 e	0,66 e
	NPK	247,24 bcd	172,54 de	2,27 c
	6t.ha <sup>-1</sup> H	226,11 d	160,55 e	1,88 d
	25% NPK+6t.ha <sup>-1</sup> H	255,17 abc	168,25 de	2,18 cd
	50% NPK+6t.ha <sup>-1</sup> H	254,25 abc	190,03 cd	2,28 c
	75% NPK+6t.ha <sup>-1</sup> H	257,14 abc	193,16 bc	2,28 c
L.C	Control	225,81 d	159,52 e	0,65 e
	NPK	266,45 abc	203,74 abc	2,69 b
	6t.ha <sup>-1</sup> H	243,26 cd	165,28 de	1,92 d
	25% NPK+6t.ha <sup>-1</sup> H	256,08 abc	194,28 bc	2,55 bc
	50% NPK+6t.ha <sup>-1</sup> H	276,24 a	215,63 a	3,05 a
	75% NPK+6t.ha <sup>-1</sup> H	276,66 a	218,84 a	3,06 a
AxB	Esx	27,03**	20,62**	0,35**
	C.V (%)	13,74	13,36	13,48

Medias dentro de una columna con letras distintas, son diferentes significativamente para  $p < 0,05$  de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan

Se puede decir que la aplicación de los fertilizantes organo-minerales, en los dos cultivos evaluados, tuvo un efecto positivo en los componentes del rendimiento y la calidad de los mismos, siendo más significativo en todos casos cuando se combinó con la labranza conservacionista.

Los mayores porcentajes de materia orgánica se obtuvieron con la tecnología de labranza mínima y la fertilización con 50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup>H y 75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup>H (Tabla 7), sin diferencias estadísticas entre ellas, siendo significativamente diferentes ambos tratamientos del resto de las variantes estudiadas. Según Gutiérrez *et al.*, (2004), la utilización de la labranza mínima permite aumentar el valor de la materia orgánica en las primeras capas del suelo lo que se corrobora con los resultados obtenidos en este trabajo. El efecto de la labranza conservacionista sobre la materia orgánica del suelo depende del tipo específico de labranza (Sáenz Pena, 1992; Molina, 2006; Luchsinger, *et al.*, 2006), este autor ha significado también que los efectos sobre la materia orgánica varían de acuerdo con la intensidad de movimiento en espacio y en tiempo durante la labranza del suelo.

El efecto de la labranza mínima se ve reforzado por el aporte de 6 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, fuente orgánica con una elevada capacidad para mejorar las propiedades físicas y la fertilidad de los suelos (Vantour, *et al.*, 2002, Martínez, *et al.*, 2003), lo que permitió que se mejoraran los valores de materia orgánica y los componentes del rendimiento del tomate y maíz.

El nitrógeno total del suelo procede en más de un 90% de la mineralización de la materia orgánica edáfica y en general se incrementa cuando se realizan aportes de una fuente orgánica al medio o existe un manejo adecuado de la labranza, este fenómeno se pudo comprobar en esta investigación ya que el sistema de labranza mínima y la aplicación de fertilizantes órgano-mineral a razón de 50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup>H y 75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup>H fueron las que proporcionaron los valores más altos en mg.kg<sup>-1</sup> de nitrógeno (Tabla 7).

Las restantes variantes que recibieron aporte de humus también obtuvieron mejoras en el porcentaje de N con relación al control y NPK en ambas tecnologías de labranza. No obstante, el N-total es poco disponible para la planta. La dinámica e intensidad de los procesos de mineralización e inmovilización resultan determinantes para poner a disposición de los cultivos formas

asimilables de este elemento tales como las formas de N-mineral y N-hidrolizable (Martínez, *et al.*, 2003, Torres, 2011).

La tecnología de la labranza mínima coadyuva a reforzar el efecto positivo de la fertilización con humus de lombriz, por otro lado, es de destacar que la combinación del fertilizante orgánico y mineral tienen un efecto más elevado que la fertilización NPK en la disponibilidad de las formas del nitrógeno. De acuerdo con sus constituyentes uno de los principales efectos que ejerce el humus de lombriz en el suelo es aumentar los contenidos de materia orgánica y las formas disponibles de nitrógeno (Stoffella y Kahn, 2005).

La relación C/N disminuyó en la medida que se incrementaron las proporciones de NPK combinadas con la fuente orgánica, apreciándose que las menores relaciones se produjeron en las variantes LM-50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup>H y LM-75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup>H con diferencias estadísticas con el resto de las variables (Tabla 7).

Según Martínez *et al.*, (2003) en el suelo existe un determinado nivel de nitrógeno utilizable tanto por las plantas como por los microorganismos que actúan sobre la materia orgánica. En este sentido es determinante la relación C/N, cuando esta se encuentra entre 20 y 30 la

cantidad de nitrógeno necesaria para la actividad metabólica de los microorganismos se obtiene de la materia orgánica, utilizando muy poco el existente en el suelo sin propiciar una liberación de nitrógeno soluble para la absorción de las plantas; si la relación C/N es inferior a 20 se libera nitrógeno soluble del suelo el cual mayoritariamente es absorbido por las plantas. En las condiciones de esta investigación la relación C/N es inferior a 15 mejorándose sustancialmente con el aporte de humus de lombriz, lo que permite una mayor movilización de las formas del nitrógeno con elevada capacidad para ser absorbida por las plantas lo que favorece el incremento del rendimiento.

## CONCLUSIONES

- La combinación de la labranza conservacionista o mínima con 50 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup>H y 75 % NPK+6 t.ha<sup>-1</sup>H resultaron ser una tecnología de labranza de conservación de las propiedades del suelo; cuya acción intervino sobre los contenidos de materia orgánica, las formas disponibles de nitrógeno para estos cultivos y generaron aumentos significativos en el rendimiento del tomate y maíz, 36 t.ha<sup>-1</sup> y 3 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Tabla 7. Efectos de los Fertilizantes Órgano-Minerales en las Propiedades Químicas del Suelo

Tratamientos		%		C/N	mg.kg <sup>-1</sup>	
		MO	N-total		N-mineral	N-hidrolizable
LT	Control	2,22g	0,103g	12,53ab	14,83j	62,11i
	NPK	2,35g	0,109eg	12,53ab	22,13h	81,75gh
	6 t.ha <sup>-1</sup> H	2,50f	0,122d	11,91bcde	26,35fg	78,21h
	25 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	2,63de	0,129cd	11,85cde	28,38e	99,33e
	50 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	2,78bc	0,138bc	11,71deg	32,43d	111,78d
	75 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	2,88b	0,145b	11,55eg	35,82c	119,63e
L.C	Control	2,40f	0,108eg	12,92a	18,36i	66,53i
	NPK	2,55e	0,119de	12,46abc	25,11g	92,23f
	6 t.ha <sup>-1</sup> H	2,72cd	0,128cd	12,35abcd	28,03cf	86,27fg
	25 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	2,85bc	0,141b	11,75de	31,73d	113,22d
	50 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	3,10a	0,161a	11,19gh	41,22b	133,15b
	75 % NPK+6 t.ha <sup>-1</sup> H	3,15a	0,168a	10,90h	43,68a	141,96a
AxB	Esx	0,15**	0,012**	0,65**	2,03**	6,41**
	CV (%)	11,90	17,86	12,58	11,62	11,29

Medias dentro de una columna con letras distintas, son diferentes significativamente para  $p < 0,05$  de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan

- Esta tecnología conservacionista favoreció la calidad del tomate aumentando el contenido de Vitamina C.
- Se recomienda utilizar esta información para establecer una estrategia de manejo conservacionista en los suelos Ferralíticos Rojos cultivados con tomate y maíz.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, C. A. y M. Monedero. Uso, Manejo y Conservación de los Suelos. ACTAF. La Habana, 66 p, 2004.
- Calidad del Suelo. Determinación de formas móviles de Fosforo y Potasio. Oniani. NC: 52: 1999.
- Calidad del Suelo. Determinación del pH y la Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación. NC:32:2009.
- Calidad del Suelo. Determinación del Nitrógeno total Método Kjeldahl. NC: 11261:2009.
- Calidad del Suelo. Determinación de los componentes orgánicos (M.O). NC: XX 2010.
- Calidad del Suelo. Determinación de los componentes orgánicos (C/N). NC: XX 2010.
- Determinación de elementos totales. Humus de Lombbriz. NC: XX: 2009.
- Duncan D. Multiple range and Multiple Test. Biometric. 1-8, 11-12.1954,
- Fraser, Teresa, A. Vantour y Luz del Alba Mustelier. La fertilización órgano- mineral en la producción de tomate-boniatto en suelos Ferralíticos Rojos. Sitio WEB de la Representación de la FAO en Cuba. (<http://bva.fao.cu/>).2011
- Fraser, Teresa, A. Vantour y Luz del Alba Mustelier. La fertilización órgano-mineral en la producción de frijol-Maíz en suelos Ferralíticos Rojos. Sitio WEB de la Representación de la FAO en Cuba. (<http://bva.fao.cu/>). 2011.
- Gutiérrez, N. C., J. R. Gutiérrez, y C. A. Venialgoch, Efectos de distintos sistemas de labranza y cultivos sobre la estabilidad de agregados y el contenido de materia orgánica, en un Haplustol Oxico. 1998. Citado en documento electrónico (ISO). pp. 5. 2004.
- Hernández, A; J.M. Pérez; D. Bosch y L. Rivero. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba AGRINFOR, MINAGRI, Ciudad de la Habana, 64 p. 1999.
- Instituto de Normalización. Norma cubana ICS: 13.080.10. 2ª edición. 2008.
- John, Clara María, A. Vantour, L. González y A. Tamayo. Zonificación Agroecológica y Uso de los Fertilizantes Órgano-Minerales para mejorar la Fertilidad de los Suelos de la Empresa Militar del Oeste de La Habana. Informe Científico-Técnico, PRODESA S.A. La Habana, 25 p, 2011.
- Luchsinger, A; R. Villa; G. Ocqueteau; F. Suter. Siembra con labranza tradicional y cero labranza, mediante la adaptación de una sembradora de cereales y dos distancias entre hileras en cultivares de frijol para verde y seco. IDESIA, Chile, 24(2):77-84, 2006.
- Martínez, F., B. J. Calero, R. Nogales, y L. Revestí. Lombricultura. Manual práctico. Unidad de Producción Gráfica, MINREX, Ciudad de la Habana, Cuba. 99 p, 2003.
- Mendoza, J. L. Sistema de Labranza Mínima en Maíz, Frijol y Trigo. Campo Experimental Valle del Fuerte del INIFAP. [www.youtube.com/watch?v=Z-b7KJHC1GQ27](http://www.youtube.com/watch?v=Z-b7KJHC1GQ27) Dic. 2008.
- Molina, A. Influencia de tres tecnologías de preparación de suelo en el cultivo del frijol, variedad Bat-304 en un suelo ferralítico rojo de la zona sur de la provincia de Ciego de Ávila <http://www.monografias.com/trabajos54/tecnologias-preparacion-suelo/tecnologias-preparacion-suelo2.shtml>, 2006.
- Sáenz Pena, R. Manual de sistema de labranza para América Latina. Boletín de Suelos de la FAO. 66. Roma. 192 p, 1992.
- Stoffella, P. J y B. A. Kahn, utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola. mundi-prensa, Madrid, pp. 397, 2005.
- Torres, D. Caracterización del Sistema de Producción de Brócoli y Efecto de la Fertilización Órgano-Mineral en la Dinámica del Nitrógeno. bliblio. colpos. Mx, 2011.
- Vantour, A., T. Fraser; M. Morales, C. M. John y D. Gómez; Tecnología Conservacionista para mejorar el rendimiento de una secuencia frijol- Maíz-frijol en suelos Vertisoles con problemas de salinidad del Valle del Cauto. En Programa y Resúmenes XIII Congreso Científico del INCA, San José, La Habana. p. 166. 2002.

Recibido: 6 de julio de 2011

Aceptado: 10 de septiembre de 2011