



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Rec; LATINDEX; DICE; ANECA; ISOC; RaPEc y DIALNET
Vol 7, N° 21
Octubre 2014
www.eumed.net/rev/delos/21

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DEL HUMUS LÍQUIDO EN CONDICIONES DE MACETAS

Juan Almaguer López¹
Almaguer@uniss.edu.cu
Yasel López Pérez²
yasell@uniss.edu.cu
Cuba

Contenido

Resumen	2
1. Introducción.....	2
2. Materiales y métodos	3
2.1. Medición de las variables dependientes.....	4
3. Resultados y discusión	5
4. Conclusiones.....	12
5. Recomendaciones	12
6. Bibliografía	13

¹ Ingeniero Agrónomo. M.Sc en Agricultura Sostenible. Docente de la Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME) de la Universidad de Sancti Spiritus. Cuba.

² Profesor Instructor de la Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME) de la Universidad de Sancti Spiritus.

Resumen

Se realizó una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de dos formas de aplicar el humus de lombriz líquido en condiciones de macetas con maíz (*Zea mays*) como planta indicadora. El experimento se condujo en áreas de la Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME) de la Universidad de Sancti Spiritus, utilizando macetas de 5 kg de capacidad. Se empleó un diseño de block al azar con tres tratamientos que consistieron en: 1) testigo sin fertilizar 2) aplicaciones de humus líquido al suelo 3) Aspersiones foliares de humus líquido. Cada variante se replicó 4 veces. Para la obtención de datos se midió la altura semanalmente de las plantas a partir de la germinación hasta los 56 días de edad. En la última medición se determinó el volumen y longitud de las raíces, área foliar, diámetro del tallo, peso fresco y seco de las plantas y se tomaron muestras foliares y de suelo para su análisis químico. Los resultados mostraron que el tratamiento con las aspersiones foliares fue superior al de las aplicaciones al suelo y este, superior al testigo en todas las características morfofisiológicas evaluadas (Altura, peso fresco, peso seco, área foliar, volumen y longitud de raíces y diámetro del tallo). La velocidad de crecimiento fue superior en la edad entre 21 y 35 días en todos los tratamientos con superioridad en las aspersiones foliares. Las concentraciones foliares de NPK se incrementaron con las aplicaciones del biofertilizante tanto al suelo como foliarmente. Los contenidos de P₂O₅ y K₂O en el suelo aumentaron con las aplicaciones al mismo y no con las foliares. Se recomienda utilizar el humus líquido aplicado al suelo en cultivos en los cuales su fruto agrícola sea la parte aérea y se consuma en forma fresca.

Palabras claves: humus líquido - aspersiones foliares - biofertilizante

1. Introducción

La utilización de fuentes minerales como abastecedoras de nutrientes agrícolas se ha reducido considerablemente, en primer lugar, por el elevado precio que tiene en el mercado mundial y además, por la tendencia internacional de disminuir la quimización en la agricultura, y con ello la contaminación ambiental (Almaguer et al., 1999). Una de las vías más utilizadas a tal efecto, es el uso de abonos orgánicos que pueden sustituir parcial o totalmente la fertilización mineral y una de las fuentes orgánicas con más perspectivas de utilización es el humus de lombriz.

El efecto agrícola del humus de lombriz sobre los rendimientos de los cultivos ha sido un tema muy debatido en los últimos tiempos, al informarse resultados positivos con el empleo de este abono, así Céspedes et al. (1992) reportaron que la aplicación del humus de lombriz produjo rendimientos similares a los obtenidos cuando se aplicó la dosis óptima de NPK en el cultivo del ajo, en un suelo aluvial. El INIA (2008) reportó que

en las localidades peruanas donde se empleó este material orgánico, los cultivos mostraron un mayor vigor y el suelo retuvo más la humedad.

Sin embargo, el empleo de este abono orgánico tiene como fundamental desventaja el enorme volumen de material que hay que transportar para lograr sus aplicaciones, por lo que se ha ideado la utilización de aspersiones foliares del humus líquido con lo que se reduce en gran medida los volúmenes a transportar de este abono, además de favorecerse algunos procesos fisiológicos de las plantas por el efecto hormonal que producen las aspersiones foliares de estas soluciones. El humus de lombriz líquido contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el humus de lombriz sólido. El humus líquido se obtiene tratando al material orgánico sólido con agua, separando la solución enriquecida por diferentes vías como decantación, lixiviación etc. de la parte sólida. Almaguer et al. (2012) sugieren utilizar el método de lixiviación como el más eficiente.

El Grupo Técnico de Biofábricas (2003) considera que las aspersiones foliares de humus líquido tienen como limitante, que no deben utilizarse en cultivos cuyo fruto agrícola sea el follaje y se consuma en forma fresca como la col, la lechuga etc. debido al efecto nocivo que pueda tener sobre la salud humana la presencia de microorganismos en estas soluciones que provienen de una actividad microbiológica muy activa. Por esta razón, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de las aplicaciones del humus líquido al suelo manteniendo como control las aplicaciones foliares en condiciones de macetas con maíz como planta indicadora.

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en áreas de la FAME en Topes de Collantes, enclavado en el macizo Guamuhaya, municipio Trinidad, provincia Sancti Spíritus.

El área se encuentra ubicada a 750 m.s.n.m, con características climáticas promedio de 21.5 0C de temperatura; humedad relativa del 80%; precipitaciones medias anuales de 2000 mm y una luminosidad del 65%.

El suelo empleado fue Ferralítico Rojo Lixiviado (Hernández y Pérez, 1975) con un pH (KCL) 5.17; 4, 91mg/100gss de P₂O₅; 3.42 mg/100gss de K₂O y 0.99% de MO.

Los análisis químicos al suelo y a las soluciones de humus líquido, obtenidas por el método de lixiviación, se realizaron en la Estación Experimental de Suelos de Barajagua del Instituto de Suelo de Cuba. Las características químicas del humus líquido se reflejan en la Tabla.1. Todos los análisis, tanto al inicio como al final del experimento fueron realizados por las normas ramales vigentes del Comité Técnico de Normalización del MINAGRI y se reflejan en la Tabla.6. con las técnicas empleadas y las referencias.

Tabla 1. Características químicas del humus líquido obtenido por el método de lixiviación.

Método	%				Cmol (+).Kg ⁻¹			
	N.T	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ah y Af	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Fe ²⁺
Lixiviado.	4.89	2.23	4.12	11.86	175	126	25.48	416

A h = ácido húmico; A f = ácido fúlvico ; NT = nitrógeno total

Para la obtención del humus líquido por el método de lixiviación, se utilizó un embudo con capacidad para 20 Kg, en el mismo se depositó el humus sólido, se saturó y se le añadió gradualmente 5 litros de agua por kg de humus, colectando el humus lixiviado en otro recipiente del cual se tomaron 10 muestras de 250 ml para los análisis químicos que se reflejan en la Tabla.1.

Para la conducción del experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 3 tratamientos y 15 plantas para cada uno como a continuación describimos.

- Testigo. Sin aplicación de humus líquido
- Aspersiones foliares de humus líquido semanalmente
- Aplicaciones al suelo de humus líquido semanalmente a razón de 15 ml / macetas

La concentración de las aspersiones foliares de humus líquido fue de 6 litros por mochilas de 16 litros de capacidad, o sea, una proporción de 1: 2.66. La dosis de humus líquido aplicado al suelo fue 15 ml por macetas de 5 kg de capacidad, equivalente 2390.4 l/ha La planta indicadora utilizada fue maíz híbrido HT- 66 .

Para el montaje del experimento se preparó el área y se procedió al llenado de las bolsas, formando canteros de 15 por cada tratamiento para un total de 45. Se utilizaron bolsas de polietileno con capacidad de 5 kg y se llenaron con suelo mullido, trasladándose hacia los canteros debidamente delimitados por estaquillas y alambre liso. Después del encanteramiento se realizó la siembra aplicando un riego para facilitar la germinación

Los canteros se mantuvieron limpios y libres de plagas y enfermedades durante la duración del experimento.

Medición de las variables dependientes.

A partir de la germinación se determinó la altura cada 7 días hasta los 42 días de edad. En la última medición de altura se determinaron además las siguientes variables dependientes.

- Volumen de raíces. Para realizar este cálculo se utilizó la metodología de Cobas (2002) basada en el desplazamiento del líquido (Agua).
- Profundidad de las raíces.
- Diámetro del tallo.
- Peso fresco y seco de las plantas/ tratamientos
- Área foliar por el método del disco propuesto por Torres y García (2002)

En esta última medición se tomaron muestras de suelo y plantas, enviándose al laboratorio de suelo de la Estación Experimental de Barajagua para su análisis químico.

A las muestras foliares se les realizó Materia Seca, % de N, P, K y al suelo P₂O₅, K₂O, pH y Materia orgánica

Tabla 2. Métodos empleados para los análisis químicos de suelo y foliar

Determinaciones	Método empleado	Referencia
Foliar		
Materia seca	Gravimetría	Ríos et al. (1982)
Nitrógeno (%)	Nessler	MINAGRI (1989)
Fósforo (%)	Colorimétrico(Molibdo-vanado- Fosfórico)	MINAGRI(1989)
Potasio (%)	Fotometría de llama	MINAGRI(1989)
Suelo		
pH (kcl)	Potenciométrico	MINAGRI, Cuba(1987a)
P ₂ O ₅ (mg/100)	Oniani	MMINAGRI, Cuba (1986)
K ₂ O (mg/100g)	Oniani	MINAGRI, Cuba(1986)
Cationes (Cmol (+).Kg ⁻¹)	Malich modificado	MINAGRI, Cuba (1987b)
M.O (%)	Colorimétrico de walkley- Black	MINAGRI (1988)

El diseño empleado fue completamente aleatorizado con los tratamientos mencionados anteriormente, con cuatro observaciones para cada uno de éstos. Para la evaluación estadística de los resultados se realizó un análisis de varianza clasificación simple, comparando las medias mediante la prueba de rango múltiple de Duncan para el 99 %. Se realizaron regresiones simples para evaluar la relación de dependencia entre los diferentes atributos morfofisiológicos evaluados. El paquete estadístico utilizado fue el Stat Graphic plus.5.0.

3. Resultados y discusión

Entre los atributos morfológicos medibles de las plantas se encuentran la altura, el área de distintas fracciones de las mismas, el volumen y profundidad de las raíces, (Oliet, 2000); mientras que Vázquez y Torres (2006) consideran que el peso seco y fresco en sus diferentes expresiones son atributos fisiológicos que reflejan la eficiencia de la actividad fotosintética.

La Tabla 3 muestra la influencia de las diferentes variables evaluadas sobre algunos de estos atributos morfofisiológicos (altura, área foliar, peso fresco y seco, volumen y profundidad de las raíces y grosor del tallo), apreciándose que las plantas que recibieron las aspersiones foliares del humus líquido fueron superiores a las que lo asimilaron mediante aplicaciones al suelo y al testigo en todos los indicadores medidos. Debe destacarse que las aplicaciones al suelo, aunque no superaron a las foliares, fueron superiores al testigo.

Tabla 3. Efecto de las diferentes variantes sobre algunos atributos morfofisiológicos de las plantas de maíz

Trat.	Altura (cm)	Peso fresco (g/plantas)	Peso seco (g/plantas)	Vol. de raíces (cm ³)	Diam. del tallo (cm)	Área foliar (cm ²)	Longitud de raíces (cm)
Testigo	15.58 ^c	21.3 ^c	5.9 ^c	4.8 ^c	0.22 ^c	206.0 ^c	36.6 ^c
Aplicado Al suelo	23.88 ^b	30.9 ^b	11.0 ^b	10.13 ^b	0.52 ^b	323.9 ^b	48.6 ^b
Aplicado foliar	30.69 ^a	92.4 ^a	20.0 ^a	21.6 ^a	1.22 ^a	457.7 ^a	61.6 ^a
ES DE LA \bar{X}	0.41**	1.3**	0.21**	0.58**	0.074**	11.62**	1.1**
C.V (%)	3.2	4.6	3.1	8.24	9.82	6.11	3.9

El hecho de que las aplicaciones de humus líquido favorezcan el desarrollo morfofisiológico del cultivo está relacionado con el aporte de los nutrientes que hace este abono orgánico aplicado de forma foliar o al suelo, además de la acción bioestimuladora que puede proporcionarle a las plantas. En tal sentido, Handreck (1986), citado por Pacheco (2008) refiere que una de las características más sobresaliente del humus de lombriz es su capacidad de comportarse como hormona estimuladora del crecimiento vegetal. Entre los agentes reguladores del crecimiento, según Vázquez y Torres (2006) se encuentran las auxinas que provocan un alargamiento de las yemas apicales, la giberelina la cual favorece el desarrollo de las flores, aumenta el poder germinativo y la dimensión de los frutos y la citoquinina que retarda el envejecimiento. Todas estas cualidades están presentes en las soluciones de humus líquidos obtenidas a partir del material sólido y que evidentemente favorecen el desarrollo de los cultivos.

Las aspersiones foliares fueron mucho más efectivas que las aplicaciones al suelo debido a que de esta forma hay una incorporación más rápida de las sustancias nutritivas y hormonales al torrente circulatorio del vegetal; mientras que cuando se aplica al suelo, además de estar sometidos a procesos de inmovilización y antagonismos algunos de los nutrientes, el proceso de absorción es más complejo y lento, todo esto contribuye a que la eficiencia de utilización sea mayor con las aspersiones foliares.

El efecto positivo de las aspersiones foliares del humus líquido sobre el desarrollo fisiológico y el rendimiento de los cultivos agrícolas ha sido informado por muchos investigadores. En tal sentido, Villa (2010) informó un incremento sustancial del peso seco y fresco, altura, volumen de raíces y, área foliar de plantas de maíz con las aplicaciones foliares de humus líquido en condiciones de macetas; mientras que Jacomino (2010) y Reyes (2010) reportaron incrementos sustanciales de los rendimientos en los cultivos de remolacha azucarera y rábano respectivamente en condiciones de campo.

En la Tabla 4 se presenta una matriz de correlación de todos los indicadores morfo –fisiológicos evaluados, verificándose una alta dependencia entre ellos. En la misma puede observarse que el área foliar correlacionó de forma positiva altamente significativa con el peso seco y fresco, volumen y profundidad de las raíces y grosor del tallo de las plantas de maíz.

Tabla 4. Matriz de correlación que refleja la relación de dependencia entre los atributos.

		Peso fresco	Peso seco	Diámetro del tallo	Volumen de raíz	Longitud de las raíces
Área foliar	r	0.92**	0.98**	0.97**	0.97**	0.99**
	N	9	9	9	9	9
	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Peso fresco	r		0.96**	0.95**	0.97**	0.91**
	N		9	9	9	9
	P		0.000	0.000	0.000	0.000
Peso seco	r			0.96**	0.98**	0.98**
	N			9	9	9
	P			0.000	0.000	0.000
Diámetro del tallo	r				0.96**	0.97**
	N				9	9
	P				0.000	0.000
Volumen de raíces	r					0.97**
	N					9
	P					0.000

r = Coeficiente de correlación de Pearson

N = Número de pares de observaciones

P = Valor de P

El área foliar es un atributo que fisiológicamente está muy relacionado con el resto de los atributos del vegetal. Oliet (2000) plantea que el área foliar está frecuentemente asociada con un aspecto puramente fisiológico en una doble vertiente, por otra parte Peñuelas (1996) explica que se relaciona con la transpiración, por ser la hoja el lugar por donde la planta pierde el agua, y la relaciona con la actividad fotosintética considerándola como sinónimo de potencial fotosintético, que regula tanto la supervivencia como el crecimiento.

Los resultados evidencian que las aplicaciones de humus líquido tanto foliar como al suelo, beneficiaron el desarrollo del área foliar por lo que pudiera ser la causa fundamental del desarrollo del resto de los atributos.

Para hacer una valoración más clara de estos elementos se presenta la Figura 1, donde se muestran las correlaciones del área foliar con el peso seco y fresco, volumen de raíces y grosor del tallo; en todos los casos el coeficiente de correlación fue superior a 0.9 y el valor de p inferior a 0.01

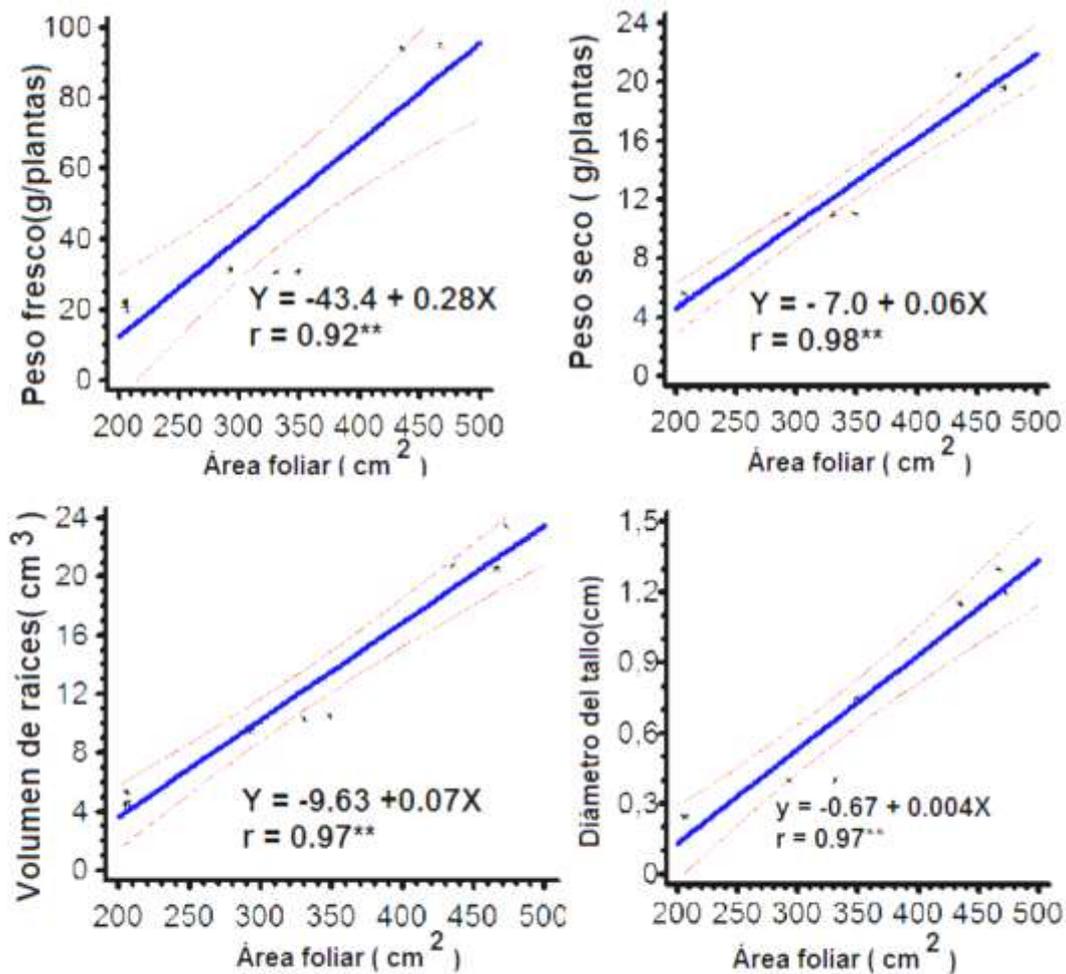


Figura.1. Relación de dependencia entre el área foliar y el peso fresco, peso seco, volumen de raíces y diámetro del tallo de las plantas

Uno de los efectos más marcados que se le atribuye al humus líquido en el vegetal es su influencia sobre el crecimiento a causa, entre otros factores, de las hormonas vegetales presentes en el mismo.

En la Figura 2 se muestra una dinámica de crecimiento en función de las aplicaciones foliar y al suelo de estas soluciones, donde puede apreciarse que durante los 56 días que duró el experimento, la velocidad de crecimiento de las plantas fue superior en orden descendente, primero donde se aplicó el humus foliar, después las que recibieron el líquido aplicado al suelo y por último en el testigo. Estos resultados corroboran todo lo discutido anteriormente acerca del efecto positivo de estas soluciones sobre el crecimiento de las plantas, evidenciándose que desde los 7 hasta los 21 días de edad todas las plantas, incluyendo al testigo, tenían una altura aproximada de 5 cm y a los 28 días, la altura de las plantas con aplicaciones foliares tenían 20 cm vs 13 y 9 en el tratamiento al suelo y testigo respectivamente y a los 56 días, las que recibieron el humus foliar tenían más de 30 cm de altura contra 23 en el tratamiento que recibió el humus en el suelo y 12 el testigo.

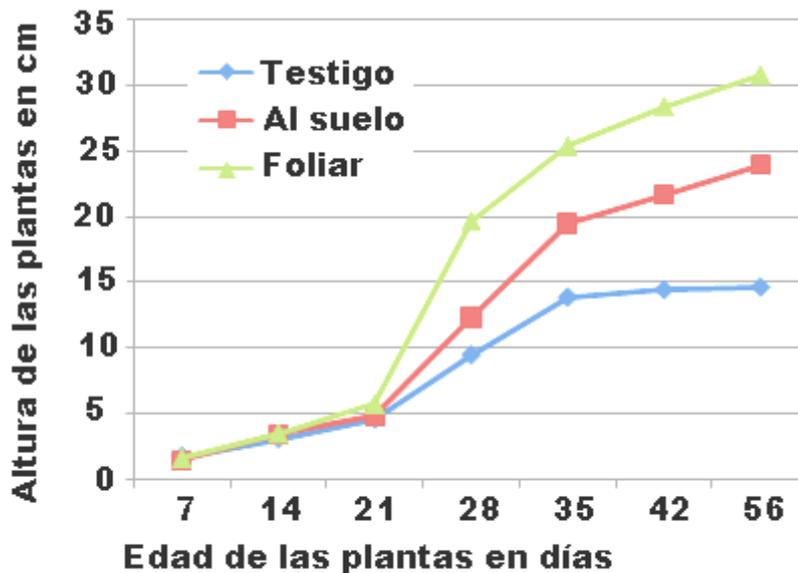


Figura.2. Dinámica de crecimiento del maíz cuando se aplicó el humus foliar, al suelo y en el testigo

Según Vázquez y Torres (2006) entre las funciones de la auxina en el vegetal está el alargamiento celular, los tropismos y la dominancia apical aspectos que están relacionados directamente con el crecimiento y que justifican la mayor velocidad de este indicador en las plantas que lo recibieron.

Además del efecto de los tratamientos, se observó que la edad de las plantas tuvo un marcado efecto en este fenómeno, pues como se muestra en esta misma figura la “llamarada” de crecimiento ocurre entre los 21 y 35 días de edad en las tres variables evaluadas, sobresaliendo la variante de aplicaciones foliares que creció 1.5 cm/días en esa etapa, seguido por las aplicaciones al suelo 1.0 y luego el testigo con solo 0.57 cm/días. Este comportamiento en la velocidad de crecimiento en condiciones de macetas es similar a la reportada por Almaguer (2000) en este mismo cultivo en condiciones de campo, quien encontró la “llamarada” de crecimiento entre los 30 y 60 días de edad, atribuyendo este hecho a la mejor relación hoja/ tallo que presentan las plantas en este periodo. Anteriormente Socorro y Martín (1989) informaron que a los 25 días posteriores al brote de la plántula ocurre el cambio de la fase vegetativa a la reproductiva motivo por el cuál en esta fase hay mayor demanda de nutrientes y un mayor crecimiento.

Además de los efectos hormonales que se le atribuyen al humus líquido, también en él se encuentran presentes los fundamentales nutrientes de plantas, heredados del humus sólido y que por tanto enriquecen las soluciones obtenidas del mismo, poniéndose a disposición de los cultivos donde se aplique.

En la Tabla 5 se muestra el efecto de las aplicaciones foliares y al suelo sobre el contenido foliar de NPK en las plantas de maíz, apreciándose un considerable aumento de estos nutrientes en el tejido vegetal, en primer lugar, con las aspersiones foliares y después con las aplicaciones al suelo, ambas superaron altamente significativo al testigo en el contenido de los tres elementos.

Los contenidos de N aumentaron desde 1.26 % el testigo hasta 2.63 con las aplicaciones al suelo y 3.45 con las aspersiones foliares; el P se incrementó desde 0.15

a 0.28 y 0.38 % en el mismo orden; mientras que el K, muy similar al N, se elevó desde 1.33 el testigo, a 2.43 con las aplicaciones al suelo y 3.33 % con las aspersiones foliares.

Tabla.5. Efecto de los tratamientos sobre el contenido foliar de NPK de las plantas de maíz

Tratamientos	% de N	% de P	% de K
Testigo	1.26 ^c	0.15 ^c	1.33 ^b
Aplicado al suelo	2.63 ^b	0.28 ^b	2.43 ^b
Aplicado foliar	3.45 ^a	0.38 ^a	3.33 ^a
Es de la \bar{X}	0.16 ^{**}	0.018 ^{**}	0.08 ^{**}
C.V (%)	11.54	11.6	6.48

Los contenidos de NPK en el testigo están en la categoría de baja, elevándose al rango permisible para un normal desarrollo del cultivo con las aplicaciones del humus líquido, tanto foliar como al suelo.

El hecho de que tanto las aplicaciones foliares como al suelo incrementen los contenidos de NPK en las plantas, se debe a la riqueza en estos nutrientes del humus líquido utilizado, pues como se mostró en la Tabla.5. Estas soluciones contenían 4.9, 2.2 y 4.1 % de NPK respectivamente.

Las aspersiones foliares tuvieron un efecto más marcado porque de esta forma los nutrientes, que ya se encuentran ionizados, se incorporan directamente a la circulación del vegetal pasando a ejercer las diferentes funciones que los mismos tienen dentro la planta.

Los contenidos se elevaron de bajos en el testigo a altos en esta variante, coincidiendo con Escalona y Pire (2008) que reportaron valores de 3.21, 0.25 y 3.5 % de NPK respectivamente en el cultivo del pimiento, a los cuales consideraron como suficientes para un desarrollo adecuado del mismo.

La mejoría que se observa en los contenidos de estos macronutrientes cuando se adiciona el biofertilizante, justifica en parte, el comportamiento que se observó en los atributos morfofisiológicos presentados en la Tabla.7. Según Fundora et, al (1995) cuando hay una insuficiencia de N se reducen las dimensiones de la planta y su área foliar; la deficiencia de P ocasiona raquitismo, retardo de la maduración, poco desarrollo radicular; mientras que la insuficiencia de K provoca una menor actividad fotosintética y un aumento de la respiración, disminuyendo la acumulación total de carbohidratos en la planta, la formación de tejidos y el área foliar de la misma.

Todas estas características morfofisiológicas que se beneficiaron con las aplicaciones de humus líquido se observan claramente en la Figura 3 donde se muestra una imagen que refleja la variación de las características fenológicas por el efecto del biofertilizante. Además de los indicadores cuantitativos (altura, grosor, dimensiones de las hojas) se aprecia de forma nítida la coloración de las hojas que reflejan el síntoma de deficiencias de NPK en las plantas que no se fertilizaron. La coloración púrpura violácea de las hojas en el testigo indican una deficiencia aguda de P, aspecto que coincide con Vázquez y Torres (2006), quienes plantean que una de las causas de la aparición de esta coloración en plantas de maíz es la deficiencia de P, lo cual provoca acumulación de

azúcares que al combinarse con las flavonas forman antocianina, apareciendo esta coloración.



Figura 3. Imagen donde se muestra el efecto de las aplicaciones foliares y al suelo del humus líquido en plantas de maíz cultivadas en macetas

El suelo sobre el cual se desarrolló la investigación es Ferralítico Rojo, con una fertilidad natural baja y pH ácido. En la Tabla 6 se presenta el efecto de los tratamientos sobre algunas características químicas del suelo, reflejando que las aplicaciones foliares no tuvieron efecto alguno sobre los contenidos de P₂O₅, K₂O, M.O y pH; Sin embargo, cuando éstas se hicieron al suelo, el P₂O₅ y K₂O mostraron un aumento significativo con relación al testigo y a las aplicaciones foliares. Este aumento del fósforo y potasio móvil con las aplicaciones al suelo puede ser la causa del beneficio que presentaron los atributos morfofisiológicos en esta variante con respecto al testigo.

Debe destacarse que el efecto del aumento de estos nutrientes en el suelo sobre los indicadores morfofisiológicos evaluados no fue suficiente para igualar la influencia de las aplicaciones foliares y que sus contenidos no cambiaron de categoría (baja) por el efecto del humus líquido aplicado, según Fundora et al. (1995) menos de 8 y 15 mg/100 g ss de P₂O₅, K₂O respectivamente se considera bajo.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre algunas características químicas del suelo.

Tratamientos	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	pH(kcl)
Testigo	0.62 ^b	3.92 ^b	2.19	4.6
Aplicado al suelo	1.50 ^a	6.25 ^a	2.14	4.7
Aplicado foliar	0.59 ^b	3.58 ^b	2.72	4.8
Es de la \bar{X}	0.13 ^{**}	0.32 ^{**}	0.08 ^{NS}	0.10 ^{NS}
C.V (%)	6.11	12.10	6.5	3.8

De particular importancia es el comportamiento que mostró el fósforo en el suelo, ya que por las características de éste, de ser ácido con altos contenidos de hierro y aluminio, el fósforo móvil se inmoviliza formando fosfatos insolubles de estos cationes, lo que provoca una deficiencia del nutriente en la planta y esta carencia solo se puede corregir elevando el pH mediante enmiendas químicas, para movilizar al fósforo insoluble o haciendo aplicaciones foliares de este elemento. Si se trata de corregir la deficiencia aplicando fósforo al suelo sin variar el pH éste sigue inmovilizándose.

En tal sentido, Fundora et al. (1995) plantearon que el fósforo en suelos alcalinos donde abundan los carbonatos, tiende a inmovilizarse formando fosfatos tricálcicos y en suelos ácidos donde predominan los cationes de hierro y aluminio solubles, forma sesquióxidos de estos elementos inmovilizándose también. Ambas situaciones pueden corregirse mediante enmiendas químicas que varíen el pH y eliminen las causas de la inmovilización. Si se hacen aplicaciones del nutriente al suelo, sin moderar la acidez, éste continúa inmovilizándose, por estas razones en situaciones donde no sea posible eliminar el efecto nocivo de la acidez o alcalinidad en el suelo, lo recomendable es hacer aplicaciones foliares para evitar la carencia de los nutrientes que se inmovilizan en esas condiciones. Ésta debe ser la causa fundamental de la respuesta tan evidente de las plantas de maíz a las aplicaciones foliares del humus líquido en este suelo Ferralítico Rojo, ácido y con altos contenidos de aluminio, sobre el cual se desarrolló la investigación.

4. Conclusiones

1. Las aplicaciones de humus líquido al suelo tuvieron un efecto positivo sobre todos los atributos morfofisiológicos evaluados aunque inferior a las aspersiones foliares.
2. La velocidad de crecimiento fue superior en las aspersiones foliares, seguida por las aplicaciones al suelo y después el testigo.
3. Las concentraciones de NPK en el tejido vegetal se incrementaron con las aplicaciones del biofertilizante, en mayor cuantía cuando se aplicó foliarmente.
4. Las aplicaciones del humus líquido al suelo aumentaron el contenido del fósforo y el potasio móvil en el mismo, no así las aspersiones foliares. Ni el pH ni la Materia orgánica se vieron afectados con las aplicaciones del humus líquido en ambas formas.

5. Recomendaciones

- Hacer aspersiones foliares en cultivos cuyo fruto agrícola no se encuentre en la parte foliar de las plantas no se consuma en forma fresca y sin ser cocidos
- Se recomienda hacer aplicaciones de humus líquido al suelo en cultivos en los cuales el fruto agrícola sea la parte foliar y se consuma en forma fresca como la lechuga, col, etc.
- Evaluar diferentes dosis de humus líquido aplicadas al suelo en condiciones de campo.

6. Bibliografía

- Almaguer, J y Elisa Brunet. (1999). Efecto del humus de lombriz combinado con la fertilización mineral y su residualidad en el cultivo de la yuca. Centro Agrícola, 4 (26): 15-18.
- Almaguer (2000). El nitrógeno: Su uso eficiente. Pérdidas por lavado y volatilización en el cultivo del maíz. Tesis en opción al grado académico de Máster en Agricultura Sostenible. UCLV. Villa Clara.Cuba.48 p
- Almaguer, J.; V. Reyes; A. Reyes y O. Villa. (2012). Evaluación del efecto del humus líquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maceta y de campo, utilizando maíz (*Zea mays* L.) y remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) respectivamente. Rev. DELOS, 5 (15): 1-6. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/delos/15/llhp.html>
- Brunet, E; Almaguer, J. (1992a). Respuesta del tomate a dosis creciente de humus de lombriz en suelo pardo grisáceo erosionado. Resúmenes. I encuentro sobre
- Céspedes, N.; R., Caballero y J., Gandarilla (1992). Influencia del humus de lombriz de tierra sobre los rendimientos del cultivo del ajo en un suelo Aluvial. En el V Seminario Científico Técnico Estación Experimental Escambray. Resúmenes, Cienfuegos
- Cobas. M. (2001). Caracterización de los atributos de la calidad de la planta de *Hibicus elatus* Sw cultivada en tubotes. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar de Río. Facultad de Agronomía y Forestal. Departamento Forestal. P. 109
- Fundora, O; N., Arzola y J., Machado (1995). Agroquímica Ed. Pueblo y educación. La Habana. 263 p
- Grupo técnico de Biofábricas y plátano. (2004). Humus líquido y tecnología de obtención y aplicación. MINAGRI. 5p.
- Haya, C (2010). Maíz. Cultivo y manejo.
[://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp](http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp). Consultado en marzo del 2013.
- INIA (2008). Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad.1. Producción de humus de lombriz.1era Ed. Serie No. 2. 10p
- Jacomino, I. (2010). Evaluación del efecto de tres métodos de obtención de humus líquido sobre los rendimientos de la remolacha (*Beta vulgaris*, L). Trabajo de diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias de Montaña del Escambray. Universidad de Sancti Spiritus. 31. P
- Machado, Y., (2010). Efecto de las diferentes frecuencias de aplicación del humus líquido sobre los rendimientos del rábano (*Raphanus sativum* L.). Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. FAME. UNISS. Cuba.35p
- MINAGRI, Cuba (1986). Análisis Químico. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. NRAG- 837. 27p.
- MINAGRI, Cuba (1987a) Suelo. Análisis Químico. NRAG -878. 19.p
- MINAGRI, Cuba (1987b) Suelo.Análisis Químico. NRAG – 879. 25p.
- MINAGRI (1988). Suelo. Análisis Químico.NRAG-892. 23p.
- MINAGRI, Cuba (1989) Tejido Vegetal. Análisis Foliar. NRAG. 27. p

- Oliet. J.A (2000). La calidad de la planta forestal en vivero. Edita ETSIAM. Còrdoba. España. P.93
- Peñuela, J. L. Y Ocaña L. (1996). Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ediciones Mundi –Prensa, Madrid. España, p 126.
- Reyes, V., (2010). Evaluación del humus de lombriz líquido en diferentes condiciones y cultivos. Tesis en opción al grado académico de Master en Ciencias. Universidad de Cienfuegos” Carlos Rafael Rodríguez”. Cuba. 37p
- Ríos. C; P. Muñoz; M. Zaldivar y T. Rukis (1982). Métodos para realizar el análisis Zootécnico de los alimentasen los laboratorios agroquímicos, 34.p
- Socorro M y D., Martín (1989) Granos. Editorial Pueblo y Educación: La Habana. 318 p
- Torres, S. y Mireya García (2002) Manual de práctica de Fisiología Vegetal. Dpto.
- Vázquez Edith y S. Torres (2006). Fisiología Vegetal. Parte 2.Editorial Félix Varela. Ciudad Habana. Cuba. 451p
- Velásquez Cristina. (2002).Estrategia de manejo de la materia orgánica. Agricultura Orgánica, 8 (3): 25-30.
- Villa, O. (2010). Obtención y evaluación de humus de lombriz en estado líquido en condiciones controladas utilizando al cultivo del Maíz (*Zea mays* L.) como planta indicadora. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. FAME. UNISS. Cuba.29p.