



EFFECTO DE APLICACIONES FOLIARES DE HUMUS LÍQUIDO SOBRE EL CULTIVO DEL CAFETO EN FASE DE DESARROLLO. PARTE II. EVALUACIÓN DEL CUARTO AÑO

⁽¹⁾Juan Almaguer López

M.Sc. En agricultura sostenible y profesor auxiliar de la Facultad Agropecuaria de montaña del Escambray de la universidad "José Martí Pérez de Sancti Spiritus", Cuba

E. Mail: almaguer@uniss.edu.cu o almaguerlopzjuan@gmail.com

⁽²⁾Demetrio G. Polanco Bravo

MSc en Ciencias de la Educación Superior y profesor auxiliar de la Universidad Central "Marte Abreu" de Las Villas (UCLV)

E-Mail: gustavo2@uclv.edu.cu; dempb571222@gmail.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Juan Almaguer López y Demetrio G. Polanco Bravo (2017): "Efecto de aplicaciones foliares de humus líquido sobre el cultivo del cafeto en fase de desarrollo. Parte II. Evaluación del cuarto año", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (mayo 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/05/cultivo-cafeto-evaluacion2.html>

Resumen

Se presentan los resultados de la segunda campaña para evaluar el efecto residual de aplicaciones foliares de humus líquido sobre atributos morfológicos, rendimiento y sus componentes en el cultivo del cafeto (*C. arabica* var. Caturra rojo) en su cuarto año de desarrollo durante la campaña 2013-2014. El experimento se condujo en áreas de la facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME) sobre un suelo Ferralítico Rojo. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos, el primero, un testigo sin fertilizar y el otro, aplicaciones foliares del biofertilizante que se realizaron en la campaña anterior (2012). Cada variante estuvo compuesta por 20 plantas de las cuales se seleccionaron 4 al azar para las mediciones. Los atributos evaluados fueron: área foliar, cantidad y largo de las varetas, largo de los entrenudos, número de nudos. Se realizó conteo de flores y se determinó el rendimiento real y estimado con sus componentes. Los resultados mostraron que las aspersiones foliares superaron al testigo en todas las características morfológicas evaluadas. La cantidad de granos totales fue superior cuando se aplicó el biofertilizante y hubo una reducción de granos vanos. La evaluación económica mostró beneficio económico con las aplicaciones de humus líquido al final de la campaña 2013 – 2014 donde el Valor Actual Neto (VAN) alcanzó un valor positivo de \$ 699.73 y una Tasa Interna de Recuperación (TIR) de 41.08 %. Se recomienda realizar aspersiones foliares de humus líquido en el cultivo del cafeto en fase de desarrollo con lo que se incrementan los rendimientos y se obtiene un considerable beneficio económico, además del beneficio ambiental y social que representa al reducir la contaminación y humanizar el trabajo de la fertilización.

Palabras claves: Suelo Ferralítico Rojo, humus líquido, granos vanos, área foliar.

1.0. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los rubros más importantes en el comercio internacional después de los hidrocarburos. Más de 70 países basan su economía en este producto (Vilches, 2011). Se afirma que es la bebida número uno rivalizando con: el Té, el Mate y la Cocoa (Macek, 2008)

Es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica para Cuba. Elevar los rendimientos de este cultivo es una tarea priorizada por el Gobierno cubano.

Las investigaciones realizadas han demostrado la necesidad de la fertilización mineral, fundamentalmente la nitrogenada, para incrementar los rendimientos. Sin embargo, según, Almaguer y Brunet (1999) en la actualidad 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.

Una de las fuentes orgánicas con más perspectivas de utilización es la obtenida a partir de la transformación de los residuales sólidos orgánicos por medio de la lombriz de tierra, obteniéndose finalmente un abono orgánico conocido con el nombre de "Humus de lombriz" o "Casting" de gran demanda en el mercado mundial. No obstante, 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 ha constituido objeto de investigación la utilización de aspersiones foliares del humus líquido con lo que se reduce en gran medida los volúmenes a transportar de este abono.

El humus de lombriz líquido contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en este abono en estado sólido. Este humus líquido se obtiene tratando este material orgánico 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.

Para viveros de café, Pérez (2010) recomienda hacer aspersiones foliares semanalmente a razón de 6 litros / mochilas con 16 litros de capacidad, lo cual ha tenido excelentes resultados en cuanto a la calidad de las posturas. Sin embargo, en condiciones de fomento, no se poseen resultados territoriales para este cultivo. Por estas razones se condujo esta investigación, de la cual ya se mostraron los resultados de la evaluación de una campaña en el tercer año de desarrollo del cultivo y ahora se presentan los resultados del cuarto año, donde se evalúa el efecto residual del biofertilizante aplicado en la campaña anterior.

3.0. Materiales y métodos

La investigación se realizó sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (Hernández y Pérez, 1975) con las características químicas que aparecen en la tabla.1, en áreas de la FAME en Topes de Collantes, enclavado en el macizo Guamuhaya, municipio Trinidad, provincia Sancti Spiritus, centro Sur de Cuba, en el cultivo del cafeto (C. arabica var. Caturra rojo) en su cuarto año de desarrollo, plantado en octubre del 2010. El área se encuentra ubicada a 750 m.s.n.m, con características climáticas promedio de 21.5 °C de temperatura, humedad relativa del 80%, precipitaciones medias anuales de 2000 mm y una luminosidad del 65%.

Tabla.1. Características químicas del suelo.

Determinación	UM	Valor	Método analítico	Referencia
P ^H (KCl)	Unidades	5.17	Potenciométrico	MINAGRI, Cuba (1987)
P ₂ O ₅	Mg/100g	4.91	Oniani	MMINAGRI, Cuba (1986)
K ₂ O	Mg/100g	3.42	Oniani	MINAGRI, Cuba (1986)
M.O	%	0.99	Colorimétrico	MINAGRI (1988)

A las soluciones de humus líquido se les realizó análisis químicos 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 2.

Tabla 2. 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/ 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

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 cada kg de humus sólido, colectando la solución lixiviada en otro recipiente del cual se tomaron 10 muestras de 250 ml para los análisis químicos que se reflejan en la tabla 6.

Para la conducción del experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos y 20 plantas para cada uno como a continuación se describe.

- 1) Testigo. Sin aplicación de humus líquido
- 2) Aplicaciones foliares de humus líquido

La concentración de las aspersiones foliares de humus líquido fue de 6 litros por mochilas de 16 litros de capacidad, y se realizaron cada 15 días, desde diciembre del 2011 hasta diciembre del 2012. En el cuarto año de desarrollo (campana 2013 – 2014) no se hicieron aplicaciones de humus líquido, o sea que en esta campana se evaluó el efecto del humus aplicado en la campana anterior. Al testigo se le hicieron aspersiones foliares de agua, siempre que se aplicó humus líquido al otro tratamiento.

Para la obtención de los datos se seleccionaron cuatro plantas al azar de cada tratamiento, a las cuales se les midió al inicio del experimento (antes de comenzar las aplicaciones de humus líquido) los atributos morfológicos que se reflejan en la tabla 3.

Tabla 3. Características morfológicas de las plantas seleccionadas para la obtención de datos al inicio del experimento (diciembre del 2011)

Tratamientos.	Área foliar (dm ²)	No de varetas	Largo de varetas	No de Nudos	Largo de los entre nudos
Testigo	145.4	20.5	25.6	7.04	3.6
Aplicación Foliar	149.2	19.5	28.7	6.85	4.18
Es	27.8 ^{NS}	1.04 ^{NS}	1.8 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.28 ^{NS}
C.V (%)	16.64	11.0	10.47	8.8	9.5

En la campana 2013-2014, además de los atributos medidos al inicio (final del 2011), se realizó conteo de granos para estimar el rendimiento y en la medida que fue avanzando la maduración se determinó el rendimiento y el porcentaje de granos vanos por plantas en las cosechas parciales. El estimado se

realizó considerando que una lata en la localidad de Topes de Collantes contiene 8000 granos y que cada lata de café cereza (12.88 kg) rinde 2.5 kg de café oro.

Al final de la campaña se realizó otra medición de los atributos morfológicos.

En abril del 2013 se realizó un conteo de flores que corresponde a la cosecha 2013-2014.

Para la evaluación estadística de los resultados se realizó un ANOVA simple y una matriz de correlación entre las diferentes variables dependientes. Se utilizó el paquete estadístico Stat Graphic Plus 5.0.

Para la evaluación económica de los resultados se conformó el flujo de caja con los gastos totales que incluyeron: costo del biofertilizante y de su aplicación y los ingresos obtenidos por el valor de la producción. El segundo año de desarrollo del cultivo (2011-2012) que fue cuando se aplicó el humus líquido, se consideró año – 0 y en él no se obtuvieron ingresos, solo los costos totales. El año I fue la campaña 2012-2013 y el año II, la campaña 2013-2014. La tasa de descuento fue del 10% y el impuesto sobre los beneficios de un 35%.

El precio de la tonelada de café oro fue de \$ 1200.0

Para determinar los costos se hizo el siguiente análisis:

Una mochila lleva 6 litros de humus que alcanzan para fumigar 0.083 ha,

- Por tanto una ha necesita 72.29 litros/aplicación,
- Para 24 aplicaciones se necesitan $24 \times 72.23 = 1734,96$ litros / años.
- Por cada Kg de humus sólido se producen 5 litros de humus líquido y para obtener 1734.96 litros de humus líquido se necesitan 346,99 kg de humus sólido (0.347 toneladas).
- El costo de la t de humus sólido = \$ 100.00
- Costo de aplicación del humus líquido.
Una norma es de 0.15 ha, por lo cual un obrero devenga \$ 8.96
- En una ha un obrero ganará \$ 59,73.
- En el año se hacen 24 aplicaciones, entonces $24 \times 59,73 = \$ 1433,6/\text{ha/año}$

4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al concluir el ciclo productivo de la cosecha 2012 – 2013, se realizó un conteo de flores en una de las floraciones del mes de abril del 2013, floración que corresponde a la cosecha 2013 – 2014. Los resultados del conteo se muestran en la Figura.1

En la figura 1 se aprecia que el número de flores en las plantas beneficiadas con las aspersiones foliares fue muy superior (más del doble) que en el testigo. Una de las características del humus líquido es su acción estimuladora, por la presencia en el mismo de sustancias hormonales que tienen gran influencia en los procesos fisiológicos del vegetal. Entre estas hormonas se encuentra la giberelina, que según Vázquez y Torres (2006) favorece el desarrollo de las flores, aumenta el poder germinativo y la dimensión de los frutos, lo cual justifica la superioridad floral de las plantas que fueron tratadas con el humus líquido. Esto hace pronosticar el efecto positivo de las aplicaciones foliares sobre los rendimientos.

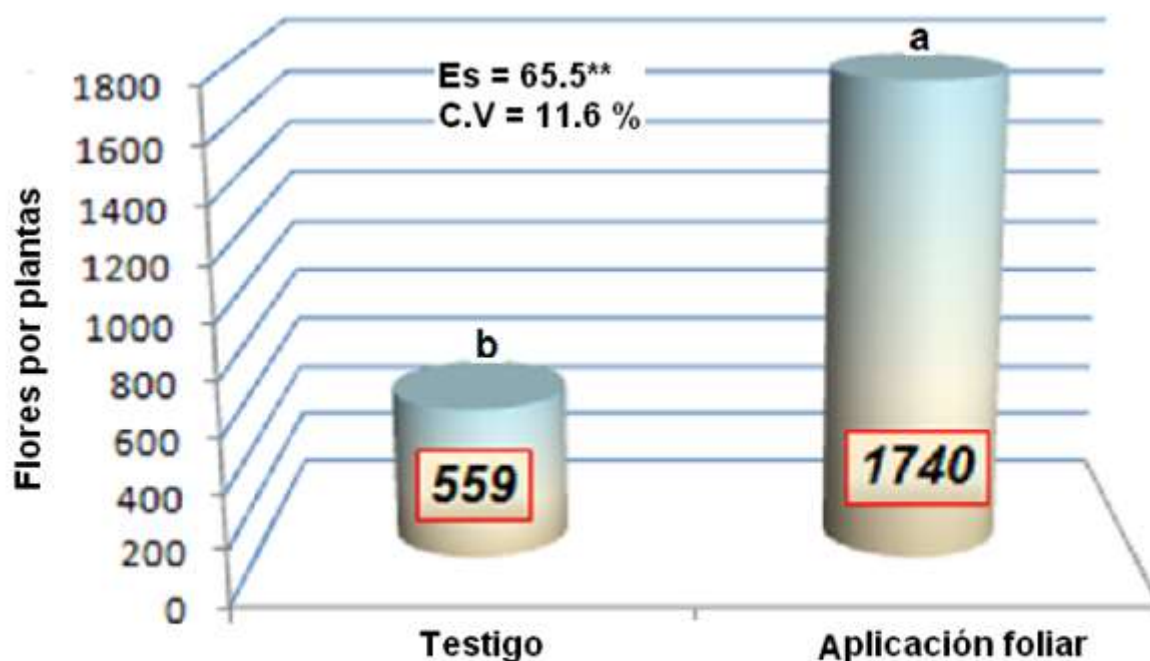


Figura 1. Efecto de las aspersiones foliares de humus líquido sobre la floración del cultivo del cafeto (campaña 2013 - 2014)

Entre los atributos morfológicos medibles de las plantas de cafeto y que a la postre ejercen gran influencia sobre los rendimientos, se encuentran el área foliar, el número y largo de las "varetas", así como la cantidad de nudos y largo de los entrenudos que posean las mismas, pues en estos nudos es donde se encuentra la zona floral donde se forman los frutos.

La Tabla 4 muestra la influencia de las aspersiones foliares del humus líquido sobre los atributos morfológicos mencionados anteriormente, apreciándose que las plantas que recibieron las aspersiones foliares del biofertilizante fueron superiores al testigo en todos los indicadores medidos.

Tabla.4. Efecto de las aspersiones foliares sobre características morfológicas del cultivo del cafeto

Tratamientos	Área foliar (dm ²)	# de varetas	Largo de varetas	# de Nudos	Largo de los entre nudos
Testigo	226.9 ^b	35.2 ^b	61.06 ^b	9.04 ^b	6.10 ^a
H. Líquido	826.3 ^a	53.2 ^a	86.79 ^a	14.75 ^a	7.9 ^b
Es de la	8.42 ^{**}	2.11 ^{**}	2.8 ^{**}	0.55 ^{**}	0.18 ^{**}
C.V (%)	8.42	9.5	8.47	9.18	6.5

Medias con letras iguales por columnas no difieren para $p \leq 0.01$

El hecho de que las aplicaciones de humus líquido favorezcan el desarrollo morfofisiológico de estos indicadores está relacionado con el aporte de los nutrientes que hace este abono orgánico aplicado de forma foliar, 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 y retarda el envejecimiento. Todas estas cualidades están presentes en las soluciones de humus líquido obtenidas a partir del material sólido y que evidentemente favorecen el desarrollo de los cultivos.

Las aspersiones foliares se consideran muy efectivas debido a que de esta forma hay una incorporación rápida de las sustancias nutritivas y hormonales al torrente circulatorio del vegetal y los elementos esenciales de las plantas no están expuestos a procesos de inmovilización y antagonismos entre algunos de ellos, como ocurren en el suelo. Agri- Nova (2013) reportó que la fertilización foliar tiene innegables ventajas sobre la aplicación de fertilizante al suelo. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90%. Por el contrario, los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50% o más, por diferentes motivos.

El efecto positivo de las aspersiones foliares del humus líquido sobre el desarrollo fisiológico de los cultivos agrícolas ha sido informado en otras investigaciones. 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.

En la Tabla 5 se presenta un análisis multivariado donde se refleja la relación de dependencia entre los indicadores morfológicos y el rendimiento, verificándose una alta dependencia del número y largo de las “varetas”, número de nudos, cantidad de granos y rendimiento estimado con el área foliar de las plantas.

Tabla.5. Matriz de correlación entre los atributos morfofisiológicos evaluados

		Área foliar	Largo de las varetas	# De nudos por varetas	Rendimiento estimado	# de granos	Número de varetas
Área foliar	r		0.76	0.93	0.96	0.96	0.91
	n		8	8	8	8	8
	P		0.02*	0.000**	0.000**	0.000**	0.001**
Largo de las varetas	r			0.91	0.65	0.65	0.84
	n			8	8	8	8
	P			0.000**	0.07 ^{NS}	0.07 ^{NS}	0.001**
# de nudos por varetas	r				0.84	0.84	0.96
	n						8
	P				0.008**	0.008**	0.000**
Rendimiento estimado	r					1.00	0.82
	n					8	8
	P					0.00000**	0.01*

r = Coeficiente de correlación de Pearson; n = número de observaciones; P = Valor de P

El área foliar es un atributo que fisiológicamente está estrechamente relacionado con el resto de los atributos del vegetal. Olier (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 foliar beneficiaron el desarrollo del área foliar, por lo que pudiera ser la causa fundamental del desarrollo del resto de los atributos y del rendimiento.

Para hacer una valoración más clara de estos elementos se presenta la Figura 2, donde se muestran las correlaciones del área foliar con la cantidad de "varetas", número de nudos, número de granos y el rendimiento; en todos los casos el coeficiente de correlación fue superior a 0.90 y el valor de p inferior a 0.01, lo que corrobora lo discutido en la Tabla 4. Debe destacarse que la relación más fuerte se observó entre el área foliar y el rendimiento con un coeficiente de correlación de 0.96, lo que demuestra evidentemente que las hojas son la parte aérea de la planta rectora de la actividad fotosintética y por ende tiene una acción directa sobre el resto del metabolismo vegetal.

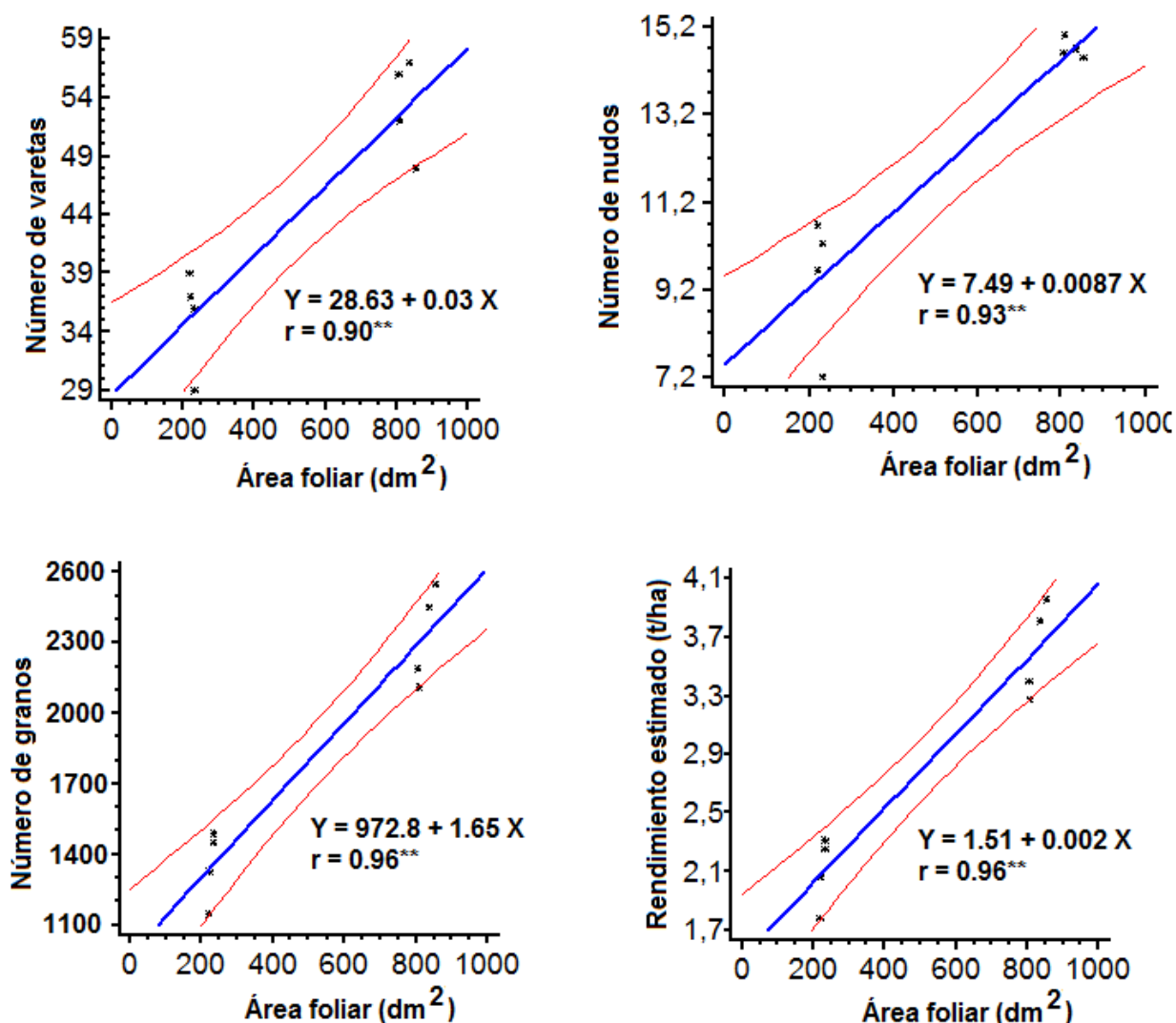


Figura 2. Relación de dependencia del rendimiento y atributos morfológicos con el área foliar

En la Tabla 6 se muestra el efecto de las aspersiones foliares sobre el rendimiento y algunos de sus componentes, observándose que hubo gran influencia del biofertilizante sobre estos indicadores. Como ha venido discutiéndose, las soluciones de humus líquido beneficiaron todos los atributos morfológicos evaluados y consecuentemente los rendimientos del cultivo, existiendo entre ellos una alta relación de dependencia. En la tabla 6 se aprecia que hubo un aumento sustancial (casi el doble) del número de granos que es el componente principal del rendimiento. Debe señalarse, además, que las soluciones tuvieron un efecto positivo sobre el llenado de los granos, pues el porcentaje de granos vanos en esta variante se redujo a la mitad con respecto al testigo.

Tabla 6. Efecto de las aspersiones foliares sobre el rendimiento y componentes del mismo en cultivo del cafeto en su cuarto año de desarrollo.

Tratamientos	Granos por plantas	Granos vanos	% de granos vanos	Rendimiento estimado de café oro (t/ha)	Rendimiento real de café oro (t/ha)
Testigo	1352.5 ^b	98.7 ^a	7.3 ^a	2.1 ^b	1.23 ^b
H. Líquido	2327.7 ^a	82.2 ^b	3.6 ^b	3.61 ^a	2.77 ^a
Es	91.8 ^{**}	7.03 ^{**}	0.33 ^{**}	0.14 ^{**}	0.10 ^{**}
C.V (%)	9.97	16.0	12.1	9.9	10.43

Medias con letras iguales por columnas no difieren para $p \leq 0.01$

El aumento de los rendimientos por efecto de aplicaciones de humus líquido ha sido reportado por otros investigadores así, Terry (2002); Lino (2002), Ravelo (2002) y Maylew (2009), lo reportaron en tomate; Ramírez *et al* (2010), en frijol; Jacomino (2010), en remolacha azucarera y Reyes (2010), en rábano; y todos le atribuyen este hecho al efecto estimulador del crecimiento que poseen las sustancias hormonales presentes en las soluciones de humus líquido además del adecuado balance nutricional que se le ofrece al cultivo con este biofertilizante

En tabla 7 se presenta la valoración económica de los resultados. En la misma se conformó el flujo de caja considerando el año cero como la etapa de aplicación del humus líquido (2011-2012) y en el cual no hubo ingresos, solo inversión; el año I, la campaña 2012-2013 y el año II, la campaña 2013-2014. Puede apreciarse que en la cosecha 2012-2013 no hubo beneficio económico de las aspersiones foliares, el valor de la producción no logró amortizar el costo del biofertilizante y de su aplicación. Sin embargo, en la campaña 2013-2014 ya se alcanza el punto de equilibrio y el Valor Actual Neto (VAN) se hace positivo con valor de \$ 699.73 y una Tasa de Retorno Interna (TIR) de 41.08%. Debe señalarse que el análisis se realizó en base a una ha, este valor a nivel de empresa se multiplicaría en dependencia del área beneficiada con el biofertilizante.

Tabla.7. Evaluación económica de los resultados.

INDICADORES	AÑO - 0	AÑO - I	AÑO - II
	2011 - 2012	2012 - 2013	2013-2014
Costo del humus líquido (\$)	34.7	-	-
Costo de aplicación (\$/ha)	1433.56	-	-
Total de costo (\$/ha)	1468.26	-	-
Precio del café oro (\$/t)	0	1200	1200
Producción (t)	0	0.54	2.77
Ingresos	0	648.0	3324.0

Beneficio sin impuestos		648.0	3324.0
Beneficios con impuestos		421.2	2160.0
Flujo de caja con descuento		382.9	1785.12
Valor actual neto (VAN)	1468.26	- 1085.35	+ 699.73
TIR (%)			41.08

5.0. CONCLUSIONES

- Las aplicaciones foliares de humus líquido mostraron efecto positivo sobre los atributos morfológicos evaluados.
- En la cosecha evaluada se observó efecto positivo del humus líquido sobre el total de granos, el rendimiento real y estimado, y en la reducción del porcentaje de granos vanos.
- Hubo una fuerte relación de dependencia entre el área foliar, los atributos morfológicos y el rendimiento.
- La valoración económica de los resultados mostró un considerable beneficio económico en la campaña 2012–2013 con un VAN de \$ + 699.73 y una TIR de 41.08%.

6.0. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer aspersiones foliares de humus líquido en el cultivo del café en fase de desarrollo.
- Continuar evaluando el efecto residual del humus líquido en próximas cosechas.

7.0. Bibliografía

- Agri – nova Scince (2013). Industria de los cereales y derivados. Agricultura. El cultivo del Café. Primera parte. Tomado de <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe.htm>
- 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, 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. Alojada en: <http://www.eumed.net/rev/delos/15/llhp.html>
- Hernández, A., y Peres, J.M. (1975) 2da Clasificación Genética de los suelos de Cuba .Consejo Editorial, Academia de ciencias de Cuba. La Habana.326 pp.
- Macek, M. (2008). El café .Disponible en: <http://zanadiet.com>. Consultado en enero.
- MINAGRI, Cuba (1986) Análisis Químico. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. NRAG- 837. 27 pp.
- MINAGRI, Cuba (1987) Suelo. Análisis Químico. NRAG -878. 19 pp.
- MINAGRI, Cuba (1988). Suelo. Análisis Químico.NRAG-892. 23 pp.

- Pacheco, A. (2008). Mejorador de suelos y complemento de la fertilización. *Revista Hortalizas*, 1169. 56 pp
- Peñuela, J., (1996). Beneficios que ofrece el humus de lombriz a los cultivos de manzana. Monografía. Tomado de: <http://www.monografias.com/trabajos12/mncuarto/mncuarto.shtml>.
- Oliet. J.A (2000). La calidad de la planta forestal en vivero. Edita ETSIAM. Còrdoba. España. p.93
- Vilches, A., (2011). Evaluación de los rendimientos industriales del café en el área Cordobanal, en dos cosechas. Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. FAME. UNISS. Cuba. 34.p
- Vázquez Edith y S. Torres (2006). Fisiología Vegetal. Parte 2.Editorial Félix Varela. Ciudad Habana. Cuba. 451p
- 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. 29 pp.