

Crecimiento de *Coffea arabica* variedad Caturra amarillo en almácigos con sustratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú

A. Julca-Otiniano *, W. Solano-Arrue, R. Crespo-Costa

Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía
Dpto. de Fitotecnia. Apto. 456. La Molina. Lima. Perú

ajo@lamolina.edu.pe

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la utilización de distintos sustratos orgánicos sobre el crecimiento del café (*Coffea arabica* L.) var. Caturra Amarillo en almácigos (semilleros). Se estudiaron 10 tratamientos, mezclando cantidades diferentes de gallinaza, pulpa de café, materia orgánica de bosque primario y tierra de bosque primario. Se usó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los mejores sustratos, para la mayoría de los parámetros evaluados (altura, diámetro, peso fresco y peso seco de planta), fueron los tratamientos T2 (40 % gallinaza y 60 % tierra de bosque primario), T8 (40 % materia orgánica de bosque primario + 60 % tierra de bosque primario), T9 (60 % materia orgánica de bosque primario + 40 % tierra de bosque primario) y T10 (100 % tierra de bosque primario), pero el índice de vigor fue significativamente mayor con el T10. Sin embargo el T2 podría tener mayores ventajas que T8, T9 y T10 porque ayudaría a disminuir la contaminación del medio ambiente y evitaría la remoción de la materia orgánica y tierra del bosque tropical.

Palabras clave: gallinaza, pulpa café, semillero, tierra de bosque primario.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de café en el Perú tiene una gran importancia económica y social porque ocupa aproximadamente 200.000 hectáreas, da ocupación directa e indirectamente a más de 500.000 personas (Julca y Crespo, 1999) y genera divisas para el país por más de 280 millones de dólares anuales (Julca y Crespo, 1997).

El precio del café en el mercado internacional es muy variable y generalmente desfavorable para el Perú, situación que debe obligar a aumentar la producción y la calidad del

* Autor para correspondencia

Recibido: 3-5-01

Aceptado para su publicación: 4-6-02

café peruano como única garantía para competir con mayores posibilidades de éxito en este mercado cada vez más exigente. Para ello es necesario que los agricultores mejoren las técnicas que emplean, ya que generalmente trabajan con un nivel tecnológico muy bajo y a veces incluso con características de una agricultura de recolección. Esta situación origina rendimientos muy bajos, por lo que durante muchos años el promedio nacional de café se mantiene en 460 kg/ha (Julca y Crespo, 1997).

La Selva Central del Perú (Chanchamayo, Villa Rica y Satipo) representa aproximadamente el 40 % del área cafetalera del país. Pero ahí, al igual que en otras zonas productoras, los agricultores tienen criterios bastantes dispares cuando eligen el sustrato de los almácigos o semilleros, peor aún, algunos de ellos realizan el trasplante de plantas que crecen a partir de semillas que caen bajo la copa de los cafetales viejos. Esta práctica ha llevado, en la mayoría de los casos, al establecimiento de plantaciones totalmente heterogéneas y a la diseminación de patógenos causantes de enfermedades radiculares, como hongos y nemátodos.

Una buena plantación de café se mantiene en el campo aproximadamente 10 años; pero este tiempo es consecuencia de un adecuado manejo del cultivo que debe empezar con el establecimiento del almácigo. Esta etapa es importante por cuanto asegura que en el campo definitivo se instalen plantas de buena arquitectura, vigorosas y libre de plagas y enfermedades (Rodríguez, 1990; Crespo, 1996; Castellón *et al.*, 2000).

Estas consideraciones sugieren la necesidad de estudiar mejor la producción adecuada de plantas de café en almácigos, especialmente de establecer un sustrato que favorezca su mejor crecimiento y desarrollo. En el diseño de sustratos deberían usarse materiales propios del lugar, evitando el alto costo de usar materiales importados; además de contribuir a disminuir el riesgo de contaminación con la acumulación de los desechos agrícolas y pecuarios, como la pulpa de café, gallinaza y otros. América latina produce anualmente 3,3 billones de residuos, que podrían crear problemas de contaminación, especialmente de los ríos (Navarro-Pedreño *et al.*, 1995). Pero que si fueran usados como abonos orgánicos ayudarían a reducir la aplicación de fertilizantes químicos que tienen altos costos económicos y ambientales (Romero *et al.*, 2000).

Este trabajo se realizó bajo condiciones de almácigo, con el objetivo de determinar el efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el crecimiento del café (*Coffea arabica*) variedad Caturra Amarilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se instaló en la Finca "Sol de Oro", ubicada aproximadamente a una altitud de 1.200 m en la localidad de Pampa del Oso, distrito de Villa Perené, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín, selva central del Perú. Esta zona tiene una temperatura máxima promedio de 30 °C y una temperatura mínima de 18 °C, la precipitación promedio anual es de 2.000 mm, distribuidos irregularmente a lo largo del año.

Las semillas se obtuvieron de plantas de café variedad Caturra Amarilla seleccionadas en la propia finca por tener un buen estado fitosanitario y un nivel de producción estable (Crespo, 1996). De cada planta se tomaron los frutos maduros ubicados en los dos tercios interiores de las ramas del tercio medio de la planta y se despulparon a mano para no dañar la semilla, luego se restregaron con ceniza para eliminar el mucílago y se las lavó

con agua corriente. Finalmente se secaron bajo sombra y se desinfectaron con un fungicida (Mancozeb, 5 g/kg) como medida preventiva al ataque de hongos fitopatógenos.

Para conocer las características químicas de los componentes del sustrato, se realizaron los análisis respectivos en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas del Proyecto Especial Pichis Palcazú en Chanchamayo. La metodología empleada ha sido ampliamente descrita por diversos especialistas en el tema (Chapman y Pratt, 1973; Bazán, 1996). En el caso de la materia orgánica se usó el método de Walkey y Black (1934); para la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el método de saturación con acetato de amonio a pH 7,0; para el fósforo disponible el de Olsen modificado (1954) y para los cationes cambiabiles reemplazamiento con acetato de amonio a pH 7,0 y cuantificados por fotometría de llama y/o absorción atómica.

Para la preparación de los sustratos se usaron tierra tamizada (T) en un tamiz de 4 mm, proveniente de un bosque primario, materia orgánica colectada de un bosque primario (MOBP), pulpa de café (PC) y gallinaza (G), todos los materiales se obtuvieron en la misma finca. El tiempo de descomposición de la pulpa de café fue de 30 días, para ello ésta se colocó en un local con techo y a temperatura ambiente, volcándola cada 7 días con una lámpara para que el proceso fuera lo más homogéneo posible. Para la gallinaza, el procedimiento de descomposición fue similar al caso anterior, pero el tiempo fue de 90 días debido a que ésta contiene serrín, material que se usa en las camas de crianza de las gallinas. En ambos casos, el tiempo empleado fue el que habitualmente usan los agricultores de la zona.

Según se observa en la Tabla 1, la tierra utilizada fue de un suelo franco arenoso, pH ligeramente ácido, con un alto nivel de materia orgánica, alta capacidad de intercambio catiónico, buen contenido de fósforo disponible y sin problemas de aluminio cambiabiles. La pulpa de café tuvo un pH moderadamente ácido, alto contenido de materia orgánica, pero bajo contenido de nitrógeno y fósforo. En cambio la gallinaza, tuvo un menor contenido de materia orgánica, pero fue más rica en nitrógeno y fósforo. La materia orgánica del bosque primario, también tuvo un pH ligeramente ácido, pero presentó el mayor nivel de materia orgánica, de nitrógeno y fósforo.

El almácigo se manejó siguiendo las recomendaciones técnicas sugeridas por Crespo (1996), ubicándolo en un terreno plano con buen drenaje y cercano a una fuente de agua. La germinación se realizó en arena fina de río, la semilla se colocó a una densidad de 2.000/m² con un distanciamiento de 2,5 cm entre hileras y 2,0 cm entre semillas. Posteriormente, cuando las plantas tenían 1 ó 2 hojas cotiledonales, se trasplantaron a bolsas de plástico de color negro y conteniendo 2,0 kg del sustrato a evaluar. Se estudiaron 10 tratamientos, después de mezclar cantidades diferentes de 3 tipos de materia orgánica: gallinaza, pulpa de café o materia orgánica colectada de bosque primario ("mantillo"), con tierra de bosque primario también en proporciones distintas. Adicionalmente se consideró un sustrato formado exclusivamente por tierra de bosque primario (Tabla 2). Para contrarrestar los excesos de lluvia y radiación solar se colocó un techo de hojas de plátano a una altura de 1,5 m.

El experimento se instaló a través de un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 4 repeticiones para cada uno de los 10 tratamientos estudiados. Cada unidad experimental tuvo 28 plantas (4 columnas de 7 plantas cada una) colocadas dentro de un pequeño cuadrilátero de madera, para evitar caídas y daños de plantas. Entre cuadriláteros se tuvo una distancia de 0,5 m, la misma que entre calles. Las determinaciones se realizaron 150 días después del trasplante, tiempo en el que normalmente las plantas son llevadas al campo definitivo (Crespo, 1996). Los datos se tomaron de las 10 plantas centrales de cada unidad experimental y se midieron los siguientes parámetros:

Tabla 1
Características químicas de los productos usados en la composición de los sustratos

Textura	pH	M.O. (%)	P (mgkg ⁻¹)	Al (cmol _c kg ⁻¹)	CIC (cmol _c kg ⁻¹)	Ca ⁺⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	Mg ⁺⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)
Tierra bosque primario									
Francos arenosos	6,00	3,10	7,100	0,350	21,00	14,20	3,00	2,45	1,35
Gallinaza									
—	pH	M.O. (%)	N (%)	P (%)	K (%)	CE (dSm ⁻¹)	—	—	—
—	5,80	77,50	2,95	1,50	2,57	7,0	—	—	—
Pulpa de Café									
—	pH	M.O. (%)	N (%)	P (%)	K (%)	—	—	—	—
—	5,60	91,20	1,94	0,28	2,51	—	—	—	—
Materia Orgánica de Bosque Primario^(*)									
—	pH	M.O. (%)	N (%)	P (%)	K (%)	—	—	—	—
—	5,85	96,00	3,05	2,00	2,54	—	—	—	—

CIC = Capacidad de intercambio catiónico, M.O. = Materia orgánica, C.E. = Conductividad eléctrica.
 (*) = «mantillo».

Tabla 2
Composición de los sustratos estudiados

Tratamientos	Gallinaza (%)	Pulpa de Café (%)	Materia Orgánica bosque primario ^(*) (%)	Tierra de bosque primario (%)
T1	20	0	0	80
T2	40	0	0	60
T3	60	0	0	40
T4	0	20	0	80
T5	0	40	0	60
T6	0	60	0	40
T7	0	0	20	80
T8	0	0	40	60
T9	0	0	60	40
T10	0	0	0	100

(*) = «mantillo»

- *Altura de planta*: Comprendida desde el cuello de la planta, hasta el ápice de la yema terminal.
- *Diámetro del tallo*: Medido aproximadamente a 2 cm del cuello de la planta.
- *Índice de vigor*: Se midió observando todo el grupo de plantas correspondientes a un tratamiento determinado. Se usó una escala que va de la 5 y donde el valor más bajo corresponde a plantas poco desarrolladas y el más alto a plantas sanas y de buen desarrollo (Romero *et al.*, 2000).
- *Peso fresco*: Se tomó el peso total de la planta.
- *Peso seco*: Se realizó en el Laboratorio de Fitotecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima. Las muestras se secaron en estufa a 75 °C y durante 48 horas, tiempo tras el cual fueron pesadas.

Los datos fueron procesados y analizados con el Programa Statgraphics Plus. En la mayoría de parámetros evaluados se realizó un análisis estadístico multifactorial y la Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$) para comparar las medias; con excepción del índice de vigor donde se usó el análisis estadístico de una vía.

RESULTADOS

De manera general se observó que los sustratos estudiados generaron respuestas diferentes en el crecimiento de la planta de café, confirmando así la importancia de definir adecuadamente el mejor para las condiciones de la selva peruana. Cuando se evaluó la *altura de planta*, el mayor valor correspondió al tratamiento T9 (60MOBP + 40T) con 11,865 cm; pero éste fue estadísticamente similar a los tratamientos T10, T8 y T2. En cambio con el tratamiento T1 (20G + 80T) se alcanzó la altura más baja (6,35 cm) y estadísticamente fue similar al T7, T6, T5 y T3 (Fig. 1).

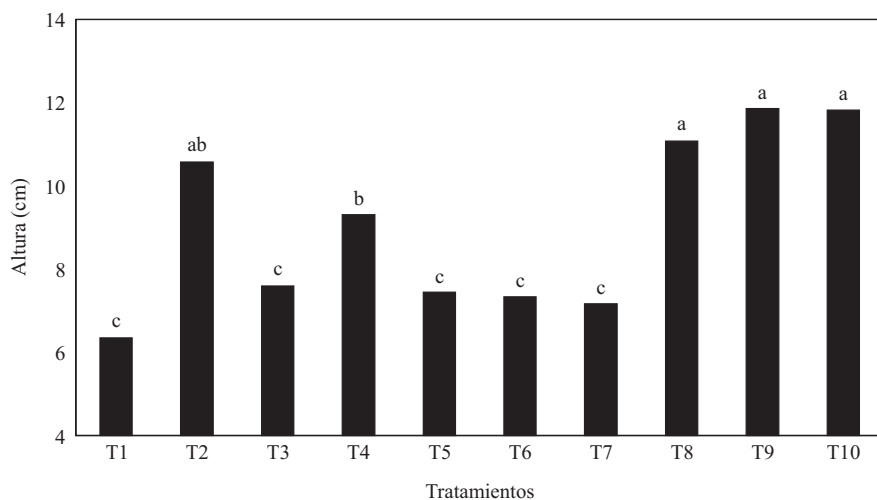


Fig. 1.—Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre la altura de plantas de *Coffea arabica* var. Caturra Amarilla en almácigo (Prueba de Duncan: $P \leq 0,05$).
Tratamientos definidos en Tabla 2.

En el caso del *diámetro del tallo*, el valor más alto se obtuvo con el tratamiento T8 (40MOBP + 60T) con 3,13 mm, pero estadísticamente similar a los tratamientos T2, T9 y T10. Por el contrario y una vez más, el T1 (20G + 80T) fue el peor de todos los tratamientos estudiados y le correspondió el menor diámetro con 2,17 mm, aunque similar a los tratamientos T7, T6, T5 y T3 (Figura 2).

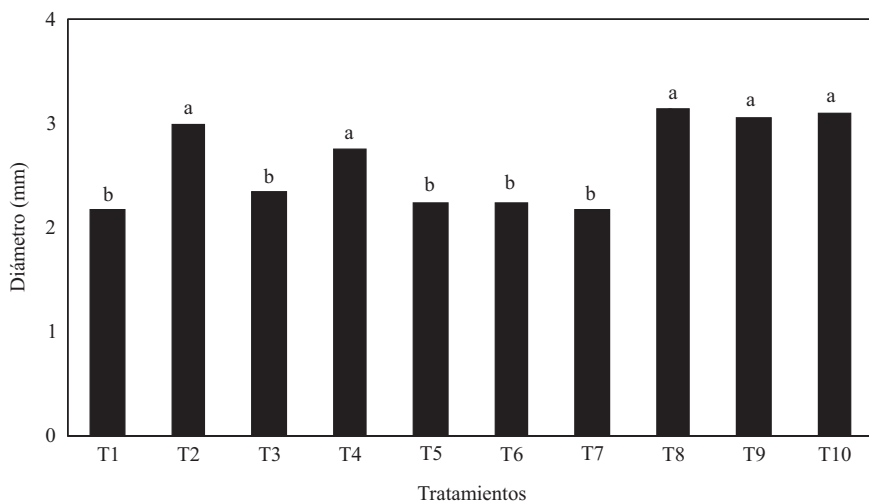


Fig. 2.—Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el diámetro de plantas de *Coffea arabica* var. Caturra Amarilla en almácigo (Prueba de Duncan: $P \leq 0,05$).
Tratamientos definidos en Tabla 2.

El *peso fresco de la planta* fue mayor con el tratamiento T10 (100T) que alcanzó un valor de 8,020 g, pero siempre estadísticamente similar a los tratamientos T2, T9 y T8. En el otro extremo se encontró el tratamiento T7 (20RV + 80T) que ocupó el último lugar con 1,805 g, valor que fue estadísticamente similar al peso obtenido con los tratamientos T6, T5, T1 y T3 (Fig. 3).

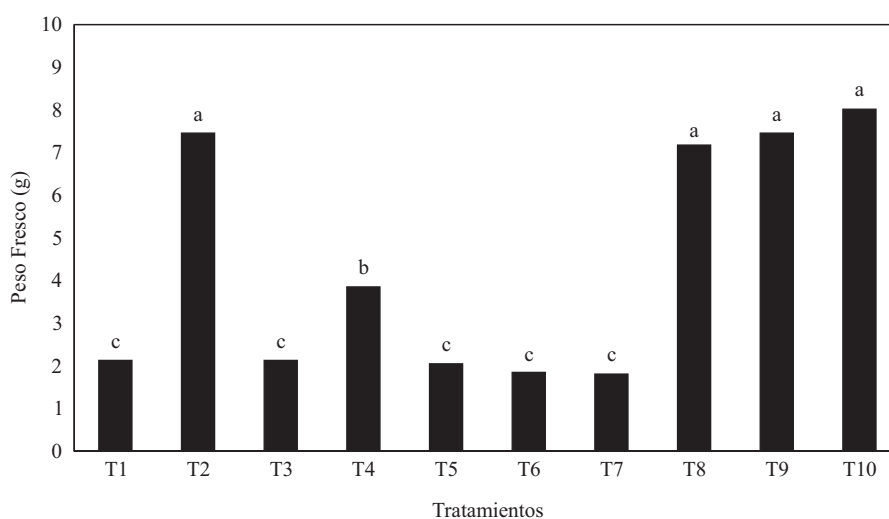


Fig. 3.—Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el peso fresco de plantas de *Coffea arabica* var. Caturra Amarilla en almácigo (Prueba de Duncan: $P \leq 0,05$). Tratamientos definidos en Tabla 2.

Al tratamiento T10 (100T) también le correspondió el mayor *peso seco de la planta* con 2,135 g, que una vez más fue estadísticamente similar a los tratamientos T2, T9 y T8. En cambio el tratamiento T6 (60PC + 40T) tuvo el menor peso seco con 0,450 g; aunque estadísticamente similar a los tratamientos T7, T5, T3 y T1 (Fig. 4).

Con el *vigor de la planta* los resultados mostraron la misma tendencia que con el resto de parámetros evaluados, pero estadísticamente la respuesta fue diferente, ya que solamente en este caso el tratamiento T10 (100T) con un valor de 4,97 fue significativamente mayor que el resto de tratamientos (Fig. 5), sugiriendo que el índice de vigor puede inducir a errores en la interpretación estadística de los resultados.

De los sustratos con pulpa de café destacó el T4 (20PC + 80T) que en la mayor parte de los parámetros evaluados tuvo valores cercanos a los mejores tratamientos (T2, T8, T9 y T10) e incluso fue estadísticamente similar a éstos cuando se midió el diámetro de la planta (Fig. 2).

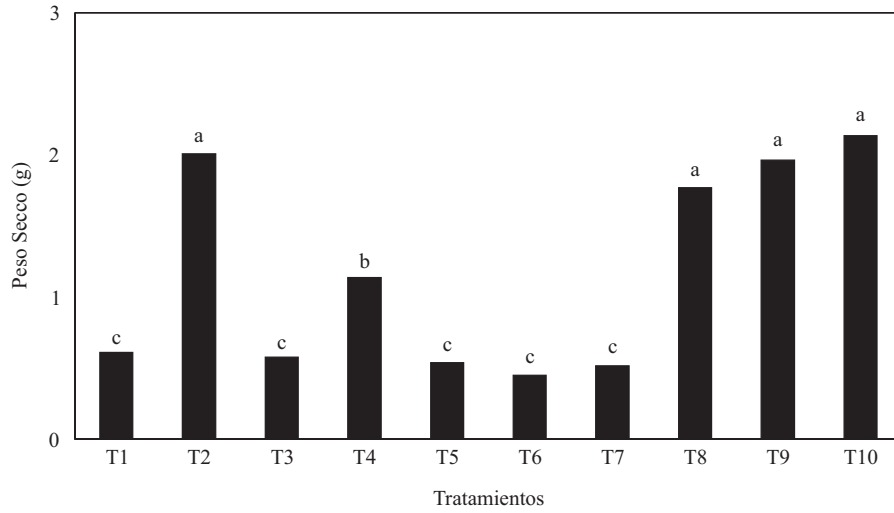


Fig. 4.—Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el peso seco de plantas de *Coffea arabica* var. Caturra Amarilla en almacigo (Prueba de Duncan: $P \leq 0,05$).
Tratamientos definidos en Tabla 2.

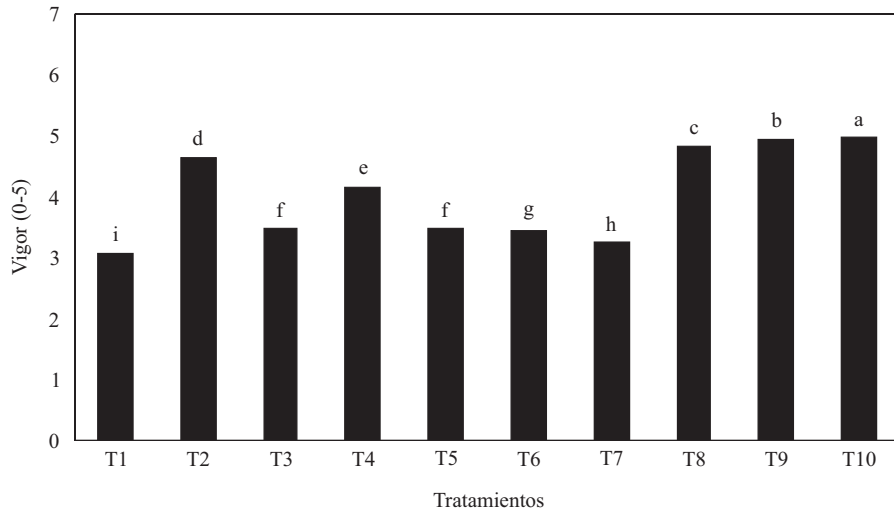


Fig. 5.—Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el vigor de plantas de *Coffea arabica* var. Caturra Amarilla en almacigo (Prueba de Duncan: $P \leq 0,05$).
Tratamientos definidos en Tabla 2.

DISCUSIÓN

Cuando se usan productos orgánicos hay un efecto favorable sobre el crecimiento longitudinal de las plantas de café (Valencia, 1972; Castellon *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2000), al igual que en otros cultivos como cebada (Hernández, 1996) y vid (Pinamonti, 1998). También se ha encontrado un aumento del diámetro en plantas jóvenes de vid (Buckerfield y Webster, 1998), así como en el peso fresco de café (Valencia, 1972) y *Lolium perenne* (Sarithchandra *et al.*, 1996) y en el peso seco de café (Castellon *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2000), lechuga, guisante y maíz (Chung, 1997). Todo esto es probablemente debido a que los productos orgánicos no solamente contienen compuestos nitrogenados, sino también otros como las poliaminas (Young, 1997) y el etileno (Tang, 1993), que actúan como reguladores del crecimiento.

En general, la altura de planta obtenida en este ensayo fue menor que la obtenida por Romero *et al.* (2000) con café en Costa Rica. Esto fue probablemente debido a la diferencia de altitud entre la localidad peruana (1200 m) y la costarricense (602 m), ya que a mayor altura la luz ultravioleta aumenta y este tipo de luz limita el crecimiento de las plantas (Tranquilini, 1964), efecto que también ha sido observado en semilleros de café (López *et al.*, 1972; Castellón *et al.*, 2000).

El índice de vigor significativamente mayor con el tratamiento T10 (100T) es contrario a los resultados obtenidos en Costa Rica, donde a un sustrato compuesto solamente por tierra, le correspondió el menor vigor de planta (Castellón *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2000). Esto se debió probablemente en parte a las diferencias propias de los suelos empleados en estos ensayos y quizá también por error en el uso de este índice. Por ello, contrariamente a lo recomendado por Castellón *et al.* (2000), se considera que el uso de este índice puede ser fuente de error cuando se mide el crecimiento de la planta, dado que siempre existirá el riesgo de una valoración equivocada por parte del evaluador debido a lo subjetivo de las escalas. Las escalas son una buena herramienta de evaluación, pero deben usarse para cuantificar aquellos parámetros que de otra manera sería difícil hacerlo y éste no es el caso del crecimiento.

Se puede observar que todos los parámetros evaluados respondieron mejor a los tratamientos T2, T8, T9 y T10. El T10 es un sustrato compuesto exclusivamente por tierra de bosque primario, lo que indica que tiene las características físico-químicas adecuadas para el crecimiento inicial de plantas de café; probablemente debido al alto nivel de materia orgánica y otros nutrientes como nitrógeno y fósforo (Tabla 1) característica común en un suelo donde constantemente caen hojas y otros restos vegetales que se reciclan y otorgan nutrientes. Además de otras ventajas propias de la aplicación de materia orgánica (Gross y Dominguez, 1992; Navarro-Pedreño *et al.*, 1995; Graetz, 1997).

Estos resultados confirman referencias anteriores, como la de Garayar (1962), que recomendó para café el uso de sustratos básicamente de tierra de bosque primario. También a Rivera y Mandujano (1995), quienes sugirieron para *Bactris gasipaes* el uso de tierra fértil que se encuentra en bosques secundarios antiguos, debido a que tienen un alto contenido de materia orgánica y humus; además de micorrizas que permiten una mayor absorción del fósforo, lo que ayuda al mejor desarrollo de la planta. Sin embargo, el uso exclusivo de tierra de bosque como sustrato en semilleros de café u otras plantas tropicales no sería una buena alternativa cuando se busca la sostenibilidad de los bosques, especialmente si tenemos en cuenta que los suelos del trópico son muy superficiales.

Los buenos resultados obtenidos con los tratamientos T2 (40 % de gallinaza + 60 % de tierra de bosque primario), T8 (40 % materia orgánica de bosque primario + 60 % tierra de bosque primario) y T9 (60 % materia orgánica de bosque primario + 40 % tierra de bosque primario) demuestran que la materia orgánica de bosque primario y la gallinaza fueron mejores que la pulpa de café como fuente de materia orgánica. La respuesta a la materia orgánica de bosque primario es un resultado esperado ya que esta es rica en nitrógeno y fósforo. Además su uso inclusive en un 60 % (proporción 3:2) demuestra que está debidamente humificada y otorga los nutrientes necesarios para el crecimiento adecuado de la planta. Pero la remoción de la materia orgánica que cubre los suelos de un bosque primario tendría un efecto negativo sobre estos, porque aumentaría el riesgo de la erosión hídrica causada por las altas precipitaciones que son comunes en estos ecosistemas. Situación que sugiere cierta incompatibilidad de los substratos T8, T9 y T10 con un programa de manejo sostenible de los bosques tropicales.

Por otra parte, la ventaja de la gallinaza con respecto a la pulpa de café en almácigos, también se debe a la mayor riqueza nutricional de la primera (Tabla 1), especialmente en nitrógeno, que se encuentra en una forma más asimilable para las plantas (Yagodín, 1986) y es este elemento el que más favorece el crecimiento de las plantas jóvenes (Agrios, 1997). Además, la gallinaza no es solamente una fuente rica en minerales y proteínas que liberan nutrientes fácilmente asimilables para la planta, sino que también promueve la mineralización de otras fuentes orgánicas por estimulación de la actividad microbiana en el suelo (Kiehl, 1985).

En el Perú, Oré (1995) encontró que la gallinaza, al compararla con otros tipos de estiércol, fue la fuente que más incrementó el nitrógeno nítrico en el suelo, debido a que esta fuente produjo más amonio favoreciendo de esta manera a los organismos nitrificadores. Además, mejora las propiedades físicas del suelo y la capacidad de intercambio catiónico (Chuquiruna, 1989).

Las proporciones entre materia orgánica y suelo parecen ser importantes para obtener un buen sustrato, aun cuando se usen los mismos materiales. Por ejemplo, un sustrato compuesto por 50 % de gallinaza + 50 % de un suelo franco arenoso y rico en materia orgánica (relación 1:1), causó efectos negativos en plantas de café bajo condiciones de la selva peruana (Anónimo, 1993). En cambio una proporción 1:3 dio buenos resultados en el mismo cultivo (Salazar y Mestre, 1990; Figueroa *et al.*, 1996; Castañeda, 1997). En Costa Rica, se encontró que el índice de vigor en café no varió cuando se usó un sustrato compuesto por abono orgánico y suelo en proporciones 1:3 y 1:1. Pero sí disminuyó cuando se trabajó con una proporción 3:1 (Romero *et al.*, 2000).

Los resultados de este ensayo parecen corroborar las experiencias expuestas anteriormente, ya que con una proporción 2:3 entre gallinaza y tierra o entre materia orgánica de bosque primario y tierra, se logró un sustrato óptimo para el crecimiento del café en almácigo. En cambio, cuando se cambió a una proporción 3:2 los resultados no fueron buenos, en el caso de la gallinaza probablemente debido a su alto contenido de sales (Tabla 1) o quizá simplemente por un exceso de materia orgánica, como parece sugerir la respuesta observada en los substratos que contenían pulpa de café (ver T4-T6 en Figs. 1- 5). Una mayor cantidad de materia orgánica puede originar diversos problemas, como la inmovilización del N (Gross y Domínguez, 1992) o una alta concentración de sustancias húmicas durante la descomposición. Según Kononova (1982), las sustancias húmicas procedentes de la materia orgánica, cuando se encuentran en pequeñas dosis, ejercen una influencia positiva sobre las plantas; pero su efecto es contrario cuando las dosis son muy altas. Her-

nandez (1996), trabajando con diversas sustancias húmicas, encontró que una concentración de 10 mg de carbono/L, favorecían el crecimiento de la planta de cebada; pero cantidades mayores lo inhibían.

También se ha observado una respuesta favorable en el crecimiento de *Bactris gasipaes* a nivel de semillero cuando se emplea gallinaza y tierra de bosque en una proporción 2:3 (Julca *et al.*, 2001). De igual manera en tabaco, cuando se mezclaron otros materiales orgánicos y tierra en la proporción 2:3 (Romero, 1996; León, 1997).

La pulpa de café no mostró los resultados que se esperaban, a pesar de que diversos autores sugieren su uso tanto en almácigo como en plantaciones comerciales de café (Uribe, 1977; Bressani y Brahan, 1978; Crespo, 1996). Pero éstos no son sorprendentes porque tampoco tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento de *Bactris gasipaes* en condiciones de la selva peruana (Julca *et al.*, 2001). Una posible explicación de estos malos resultados, es que las proporciones entre pulpa de café y tierra evaluadas en este ensayo (1:4, 2:3 y 3:2), fueron diferentes a la 1:1 recomendada por la mayor parte de los autores (Mestre, 1973; Figueroa *et al.*, 1996; Castañeda, 1997) y también distinta a la relación 1:3 sugerida por Valencia (1972), lo que no permitió obtener sustratos con buenas características para el crecimiento de la planta. Sin embargo, la respuesta al T4 (20PC + 80T) es alentadora y sugiere que un mejor manejo de este tipo de materia orgánica podría potenciar su efecto sobre el crecimiento de la planta de café.

Por esta razón y teniendo en cuenta la importancia de este cultivo en el Perú (Julca y Crespo, 1999), sería recomendable continuar estudiando la pulpa de café pero considerando aspectos como el tiempo y proceso de descomposición, aunque algunos autores señalen que es posible aplicar pulpa fresca, llevándola directamente de los pulperos a los cafetos (Bressani y Brahan, 1978).

En el futuro, para elegir el sustrato de semilleros de café será necesario tener en cuenta el impacto que pueden tener el uso de ciertos materiales sobre el manejo de los bosques tropicales. Desde esta perspectiva, el T2 (40G + 60T) puede presentar mayores ventajas que los otros tres sustratos (T8, T9 y T10) porque no sólo permitiría el uso de residuos que podrían contaminar el medio ambiente (Navarro-Pedreño *et al.*, 1995), sino que evitaría y/o disminuiría el uso de materia orgánica y de tierra colectada del bosque primario. Todo esto, sin lugar a dudas, tendría un efecto benéfico importante en la sostenibilidad de los bosques en la selva peruana, tal como se ha mencionado anteriormente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la familia Solano-Arrúe, propietaria de la Finca "Sol de Oro" en Chanchamayo, por el apoyo y las facilidades brindadas para la realización de este trabajo. De igual manera a los evaluadores anónimos de la revista Investigación Agraria por sus valiosas sugerencias y correcciones, las que han ayudado a mejorar la comprensión y presentación de este documento.

SUMMARY

Growth of *Coffea arabica* L. cv Caturra Amarilla seedbeds with organic substrates from a Peruvian tropical forest

The effect of several organic substrates on the growth of coffee tree (*Coffea arabica* L.) var. Caturra Amarilla in seedbeds was analyzed. Different mixtures of poultry manure, coffee fruit pulp, organic matter and soil from primary forest were evaluated. A randomized complete block design with 10 treatments and 4 replicates was used. The best treatments for the majority of parameters evaluated (height, stem diameter, and fresh and dry weight per plant) were T2 (40 % poultry manure, 60 % soil from primary forest), T8 (40 % organic matter from primary forest + 60 % soil from primary forest), T9 (60 % organic matter from primary forest + 40 % soil from primary forest) and T10 (100 % soil from primary forest). However, the vigor index was greater with the T10 treatment. The use of T2 mixture might have more advantages than T8, T9 and T10 because it provides a way to reduce environmental pollution and to prevent the removal of the organic matter and soil from tropical forests.

Key words: Peru, poultry manure, coffee fruit pulp, seedbed, primary forest soil

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANÓNIMO., 1993. Resumen de investigaciones 1988 - 1992. Tomo I. Fundeagro. Lima. Perú. 58 pp .
- AGRIOS G., 1997. Plant Pathology. 4th ed. Academic Press. San Diego. California. USA. 635 pp.
- BRESSANI F., BRAHAM J., 1978. Pulpa de Café. Composición, Tecnología y Utilización. Instituto de Centro América y Panamá. Guatemala. 152 pp.
- BAZÁN R., 1996. Manual para el análisis químico de suelos, aguas y plantas. UNA La Molina. Lima. 55 pp.
- BUCKERFIELD J., WEBSTER K., 1998. Compost as mulch for managing young vines. The Australian Grape-grower & Winemaker October, 75-78.
- CASTAÑEDA E., 1997. Manual Técnico Cafetalero. Proyecto ADEX- USAID. Lima. Perú. 162 pp.
- CASTELLÓN J., MUSCHLER R., JIMÉNEZ F., 2000. Abonos orgánicos: efecto de sombra en almácigos de café. Agroforestería de las Américas 26, 30-33.
- CRESPO R., 1996. Café. Curso de Cultivos Tropicales. Dpto. de Fitotecnia. UNA La Molina. Lima. 4 pp.
- CHAPMAN H.D., PRATT P.F., 1973. Métodos de análisis para suelos, aguas y plantas. Ed. Trillas. México. 195 pp.
- CHUQUIRUNA S., 1989. Efecto de diversos abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo y el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L. cv. Revolución). Tesis Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima. Perú. 130 pp.
- CHUNG R.S., 1997. Effect of corncob compost on plant growth in an acid soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 28, 673-683.
- FIGUEROA R., FISHERWORRING B, ROSSKAMP R., 1996. Guía para la Caficultura Ecológica. Café Orgánico. GTZ. Lima. Perú. 171 pp.
- GARAYAR J., 1962. Manera de Preparar los Almácigos de Cafeto y Cacao. Boletín Técnico 28. Ministerio de Agricultura. Lima. Perú. 24 pp.
- GRAETZ H. A., 1997. Suelos y Fertilización. Trillas. México. 80 pp.
- GROS A., DOMÍNGUEZ A., 1992. Abonos guía práctica de la fertilización. 8.ª edición. Mundi-Prensa. Madrid. 450 pp.
- HERNÁNDEZ T., 1996. Stimulation of barley growth and nutrients absorption by humic substances originating from various organic materials. Bioresource Technology 57 (3), 251-257.
- JULCA A., CRESPO R., 1997. Cultivos Tropicales, Posibilidades de Exportación. Boletín Informativo CONCYTEC (Lima, Perú) octubre, 26-30.
- JULCA A., CRESPO R., 1999. Identificación de un hongo asociado a la Roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en algunas zonas cafetaleras de la selva del Perú. Agronomía XLV, 49-52.
- JULCA A., LÓPEZ S., CRESPO R., 2001. Crecimiento de *Bactris gasipaes* Kunth. en almácigos con sustratos orgánicos en la selva peruana. Investigación Agraria. Serie Producción y Protección Vegetales 16 (3), 367-378.
- KIEHL, J. E., 1985. Fertilizantes Orgánicos. Ed. Agronómica Ceres Ltda. 492 pp.

- KONONOVA, M., 1982. Materia orgánica del suelo. Su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Ediciones Oikos Tau, S.A. Barcelona. 356 pp.
- LEON R., 1997. Efecto del sustrato, dosis de fertilizante y uso de cubierta en almácigos de tabaco negro (*Nicotiana tabacum*) var. Tarapoto. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima. Perú. 94 pp.
- LÓPEZ C.F., NARANJO J.O., VILLEGAS E.M., VALENCIA A.G., 1972. Influencia de la altitud en el desarrollo de plántulas de café en almácigo. *Cenicafé* 23, 87-103.
- MESTRE A., 1973. Utilización de la pulpa en almácigos de café. En: Avances Técnicos de Cenicafé N.º 1-113. Tomo I. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp: 43-44.
- NAVARRO-PEDREÑO J., MORAL-HERRERO, GÓMEZ-LUCAS, MATAIX-BENEYTO, 1995. Residuos orgánicos y agricultura. Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. 108 pp.
- OLSEN, S.R., COLE C.V., WATANABE F.S., DEAN L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate U.S. Dept. Agr. Cir. 939.
- ORÉ R., 1995. Efecto de la reacción del suelo en la mineralización del N de tres abonos orgánicos y absorción de nitrógeno en plantas de sorgo (*Sorghum vulgare* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima. Perú. 78 pp.
- PINAMONTI F., 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51, 239-248.
- RIVERA C., MANDUJANO V., 1995. Palmito. Sistemas de Cultivo del Pijuayo para Palmito en Uchiza-Perú. Proyecto AD/PER/759. INDCP-UNOPS. Uchiza. Perú. 32 pp.
- RODRÍGUEZ O., 1990. Evaluación de programas de fertilización de almácigos de café en el cantón de Pérez Zelendón. San José. Costa Rica. ICAFE. Boletín Técnico 53, 1.
- ROMERO R., 1996. Efecto del Sustrato, Dosis de Fertilizante y Uso de Cubierta en Almácigos de Tabaco Rubio (*Nicotiana tabacum* L) var. K-326 en la Localidad de Satipo. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima. Perú. 104 pp.
- ROMERO A., JIMÉNEZ F., MUSCHLER R., 2000. Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. *Agroforestería de las Américas* 26, 37- 39.
- SALAZAR N., MESTRE A., 1990. Utilización de la gallinaza como abono en almácigos de café. En: Avances Técnicos de Cenicafé No. 114-184. Tomo II. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp: 113-114.
- SARATHCHANDRA S.U., WATSON R.N., COX N. R., DIMENNA M. E., BROWN J. A., BURCH G., NEVILLE F.J., 1996. Effects of chitin of soil on microorganisms, nematodes, and growth of white clover (*Trifolium repens* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Biology and Fertility of Soils* 22, 221-226.
- TANG T.J., 1993. Ethylene production in anaerobically incubated soils amendments with poultry litter. *Soil Science* 156, 186-192.
- TRANQUILINI W., 1964. The physiology of plants at high altitudes. *Annual Review of Plant Physiology* 15, 345-362.
- URIBE J., 1977. Fosas para pulpa de café. En: Avances Técnicos de Cenicafé. Tomo I. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp: 117-112.
- VALENCIA G., 1972. Utilización de la pulpa de café en los Almácigos. En: Avances Técnicos de Cenicafé. Tomo I. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp. 21-22.
- WALKEY A., J. BLACK J.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37, 29-38.
- YAGODIN B. 1986. *Agroquímica* II. Ed. Mir. Moscú. 446 pp.
- YOUNG C.C. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings. *Plant and Soil* 195, 143-149.

