

ELABORACION DE COMPOSTA AEROBICA DE PULPA DE CAFE EN ZONGOLICA, VERACRUZ

León-Arteta, R.¹; F. Ortega Tzitzia²

¹ Centro Regional Universitario Oriente. Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Ver.

² Universidad Autónoma de Chiapas. Campus IV. Area de Ciencias Químicas. Tapachula, Chis.

RESUMEN. La pulpa de café es uno de los subproductos más importantes de la elaboración del café oro, en 1995/96 en el estado de Veracruz se produjeron 92 420 t. Estas generalmente sólo contribuyen a contaminar ríos y arroyos, desaprovechándose sus posibilidades, sobre todo en la agricultura orgánica. Por otra parte, el abatimiento de la materia orgánica es una situación común en los suelos cultivados y entre ellos los cafetaleros, entre otras causas por la erosión y el abuso de los herbicidas. La composta puede ser una alternativa tanto para la agricultura orgánica como para elaborar fertilizantes organominerales.

En este caso se consideran ambas posibilidades, mediante la elaboración de compostas con estiércoles, cal y enriquecidas con urea, sulfato de amonio y superfosfato simple. Las fases mesófila y termófila de su elaboración generalmente duraron un poco más de dos meses. Con los productos resultantes se montó un experimento en macetas, utilizando como planta indicadora el maíz. Resultando que la composta más barata y de mejor calidad biológica es el producto con 100 kg de pulpa de café más 0.400 kg de cal y 5 kg de estiércol vacuno.

PALABRAS CLAVE: Materia orgánica, abono, fermentación, estiércol, calhidra, *Coffea arabica*.

AEROBIC COMPOSTING WITH COFFEE PULP IN ZONGOLICA, VERACRUZ

SUMMARY. Coffee pulp is one of the most important by-products of coffee grain production. In 1995/96 the state of Veracruz produced 92 420 t. Generally, the pulp only contributes in the contamination of rivers and streams, while ignoring its possibilities, especially in organic agriculture. In that respect, the depletion of organic matter is a common situation in cultivated soils, including those where coffee is grown. Erosion and the abuse of herbicides are among the major causes. Composting could become an alternative solution for both organic agriculture and production of organic-mineral fertilizers.

In this work, both possibilities are considered in composting coffee pulp with manures and lime, enriched with urea, ammonium sulphate, and simple superphosphate. The mesophilic and thermophilic phases of the process lasted a little more than two months. With the resulting products, an experiment was set up in pots, using maize as the indicator plant. The results showed that the cheapest and highest biological quality compost was that with 100 kg of coffee pulp plus 0.400 kg of lime and five kg cattle manure.

KEY WORDS: Organic matter, compost, manure, fermentation, *Coffea arabica*.

INTRODUCCION

Se considera que Veracruz ha sido de los principales productores con 1 850 000 Quintales de café oro (Quintal = 46 kg) en el ciclo 1994/95, de los cuales se produjo una cantidad aproximadamente igual de pulpa. La pulpa de café es el mayor de los subproductos, de la producción de café oro. (Consejo Veracruzano del Café, 1996). Gran cantidad de pulpa se deja abandonada en las orillas de los caminos, se arroja a los arroyos o ríos provocando contaminación. Todo esto a pesar de las múltiples posibilidades de utilizarse como alimento de ganado vacuno, (Zuluaga, 1989); en el cultivo de hongos, en la elaboración de compost, con lombrices, u

otros subproductos agropecuarios, (Arango-Bernal y Dávila-Arias, 1991). Debido a que el 78% de la pulpa fresca es agua, es poco práctico su transporte a largas distancias. Por otra parte los depósitos mayores a 50 cm de altura, tal como los dejan los vehículos que sacan estos desechos de los beneficios, permanecen inalterados por varios años, (Gaime-Perraud *et al.*, 1991), desarrollando solamente un olor fuertemente desagradable.

La preparación de compostas es un procedimiento de aprovechamiento de desechos agrícolas, que tiene una larga historia en el continente europeo, pero que era poco usado en América Latina. Selke (1968) en Alemania indicó que la cal aplicada a la composta

origina una reacción neutra o alcalina que es favorable para las reacciones microbiológicas, elimina ácidos en su origen y estabiliza las partículas sueltas formando grumos consistentes. Un m³ de composta requiere 6 kg de CaO o 10 kg CaCO₃ o 15 kg de cenizas, sin embargo, es conveniente tomar en cuenta el tipo de materiales a compostear y el costo de estos aditivos, así la pulpa de café en descomposición tiende a desarrollar una reacción alcalina León, 1991. Selke (1968) recomendó evitar la excesiva cantidad de aire, ya que puede generar una descomposición "indomable" por lo cual se extiende o se prensa. Además cuando la temperatura descende se debe remover, humedecer y agregar cal en pequeñas cantidades a la composta.

Se considera que ocurren cuatro fases en la elaboración de la composta y son: mesofílico, termofílico, de enfriamiento y maduración (curado), (Ojeda y Brunet, 1995). Durante el mesofílico se descomponen los carbohidratos y proteínas alcanzando temperaturas mayores de 50°C y dura de 2 a 7 días. El termofílico alcanza una temperatura de 45°C, desaparecen las levaduras, bacterias, mohos, actinomicetes, aparecen bacterias y actinomicetes termófilos, ya que las temperaturas pueden ser superiores a 50°C. En esta última fase en la superficie de la composta se tienen *Aspergillum*, *Trichoderma* y *Penicillium* y puede durar 20 días o más. En el enfriamiento reaparecen los microorganismos mesófilos y durante la maduración la coloración del material es oscuro.

Respecto a su calidad como fertilizante de la composta de pulpa de café, Dávila y Arango (1991) indican que se obtuvo 2.45% de nitrógeno total con simples volteos y de 1.81% a 2.01% con lombrices, observando también que disminuye en este último caso el potasio de 2.52 a 1.92. También informan que todos los pH fueron ligeramente alcalinos.

En un esquema similar, Irlsson (1995) comparando vermicompostas con las producidas por volteos cada 15 días y en un contenedor, encontró porcentajes mayores de nitrógeno ligeramente superiores a 4 % en las primeras y ligeramente inferiores en el resto. En contraste con lo asentado en párrafos anteriores, los pH, sin embargo, resultaron ligeramente ácidos, sobre todo en las que no intervinieron las lombrices. La misma autora reporta la presencia de *Citrobacter freundii*, *Pseudomona mirabilis* y *Serratia odorifera* en la vermicomposta y *Enterobacter agglomerans* en el testigo. También manifiesta que 1 kg de base seca de pulpa de café produce 0.461 kg de lombricomposta, mientras que por volteos obtuvo 0.307 kg.

El objetivo de este trabajo, fue evaluar las mezclas de varias sustancias orgánicas e inorgánicas, para aprovechar la pulpa de café en la elaboración de abono.

MATERIALES Y METODOS

Los materiales utilizados fueron: pulpa de café de la cosecha 1979-80; las sustancias orgánicas, inoculantes, los estiércoles bovino y ovino y las inorgánicas: urea, sulfato de amonio, superfosfato simple y calhidra. El procedimiento seguido consistió en pesar 100 kg de pulpa de café para cada tratamiento. Los inoculantes naturales se aplicaron en una proporción de 5 kg por tratamiento. Los artificiales en las siguientes proporciones en kilogramos por tratamiento: urea 2, (46 % N) sulfato de amonio 4 (20.5% N), superfosfato simple 5 y calhidra CaO.H₂O 0.4. Los inoculantes tuvieron como propósito proveer de microorganismos o enzimas naturales que facilitasen la fermentación. Con los dos primeros fertilizantes se buscaba mejorar la relación C/N y facilitar la descomposición y con el superfosfato mejorar la fertilidad de la composta. La calhidra es una sustancia que se usa comúnmente para realizar el composteo de la pulpa, Uribe-Henao (1977), León-Arteta (1991) y Montero (1992).

La combinación de todos los materiales con la pulpa (P), nos produjo quince tratamientos y fueron:

- T1. Pulpa (Pul)
- T2. Pul + calhidra (CaO).
- T4. Pul + CaO + sulfato de amonio + superfosfato simple.
- T5. Pul + CaO + superfosfato simple.
- T6. Pul + CaO + estiércol de bovino.
- T7. Pul + CaO + estiércol de bovino + estiércol de ovino.
- T8. Pul + CaO + sulfato de amonio + estiércol de bovino.
- T9. Pul + CaO + superfosfato simple + estiércol de bovino.
- T10. Pul + CaO + estiércol de ovino.
- T11. Pul + CaO + estiércol de ovino + sulfato de amonio.
- T12. Pul + CaO + estiércol de ovino + superfosfato simple.
- T13. Pul + CaO + estiércoles de ovino + de bovino + urea.
- T14. Pul + CaO + urea.
- T15. Pul + CaO + urea + superfosfato simple.

CUADRO1. Características promedio de las diferentes compostas y la respuesta de plantas de maíz cuando se usan como sustratos.

T ^y	Nitrógeno (%)	pH	Peso final composta (kg)	Maíz peso seco (g)	T ^y	Nitrógeno %	pH.	Peso final composta (kg)	Maíz peso seco (g)
1	3.45a	7.57bd	28.0a	8.0ei	9	3.4c	6.73a	32.1bd	6.2cg
2	3.44c	7.47bc	28.1a	7.4dh	10	3.2c	7.64cd	31.4bc	8.9fi
3	6.04e	7.33b	33.0ce	9.1ac	11	5.3d	7.34b	33.1de	4.5ad
4	5.87de	7.34b	32.1bd	3.0ab	12	3.5a	6.83a	32.1bd	6.1cf
5	4.02ab	6.93a	32.1bd	5.5be	13	3.7a	7.77cd	33.4de	9.1gi
6	3.11c	7.72d	29.8ab	10.6i	14	4.3b	7.44bc	34.6e	8.5
7	3.26c	7.66cd	31.3de	10.0hi	15	4.4b	7.34b	30.6bc	6.3cg
8	3.21d	7.26b	32.1bd	4.5ad	16	n.d.	n.d.	n.d.	2.4a

^zMedias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Scheffe ($P = 0.05$)

^y Tratamientos

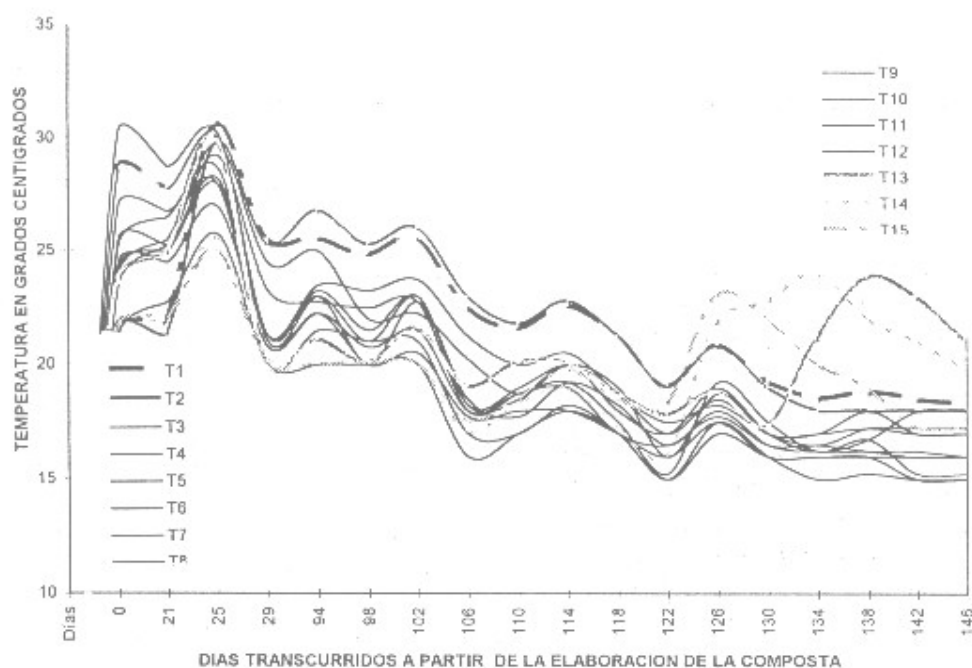


Fig. 1. Secuencia de temperaturas durante composteo de pulpa de café.

Estas mezclas se manejaron en cobertizo, en montones de 100 kg c/u con cuatro repeticiones, a partir del 14 de noviembre de 1980, en Zongolica, Ver. Se midió la temperatura cada 4 días en donde el remezclado de los tratamientos se realizó a los ocho, diez y seis, treinta, cincuenta y tres, sesenta y uno, y sesen-

ta y nueve días, (Figura 1).

Posteriormente, se instaló un experimento utilizando macetas para evaluar la fertilidad de la composta resultante. Para lo cual se mezcló con una cantidad igual de suelo erosionado de Tecamalucan, municipio de Acultzingo, Veracruz. Considerándose dos macetas

CUADRO 2. Resumen de las comparaciones por Scheffe con un nivel de significancia del 95%, de las características promedio de las diferentes compostas y la respuesta de plantas de maíz cuando se usan como sustratos. Considerando T como tratamiento, nitrógeno %, peso final de la composta y peso seco de la parte aérea cosechada de las plantas de maíz.

T	Nitrógeno %	pH	Peso final compost kg	maíz peso seco g	T	Nitrógeno %	pH	Peso final compost kg	Maíz peso seco g
1	3.45a	7.57bd	28.0a	8.0ei	9	3.4c	6.73a	32.1bd	6.2cg
2	3.44c	7.47bc	28.1a	7.4dh	10	3.2c	7.64cd	31.4bc	8.9fi
3	6.04e	7.33b	33.0ce	9.1ac	11	5.3d	7.34b	33.1de	4.5ad
4	5.87de	7.34b	32.1bd	3.0ab	12	3.5a	6.83a	32.1bd	6.1cf
5	4.02ab	6.93a	32.1bd	5.5be	13	3.7a	7.77cd	33.4de	9.1gi
6	3.11c	7.72d	29.8ab	10.6i	14	4.3b	7.44bc	34.6e	8.5fi
7	3.26c	7.66cd	31.3de	10.0hi	15	4.4b	7.34b	30.6bc	6.3cg
8	3.21d	7.26b	32.1bd	4.5ad	16	n.d.	n.d.	n.d.	2.4a

de tres kilos de capacidad por repetición de cada una de las quince mezclas resultantes, con excepción del testigo, tratamiento 16, que consistió únicamente en suelo erosionado y colocándose al azar. Sembrándose 10 semillas de maíz por maceta como planta indicadora, se inició la germinación de todas ellas en los días 10 y 11 de abril. Posteriormente se arraló dejando 2 plantas por maceta (Cuadro 2) y cosechándose la parte aérea un mes después.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1, se puede observar el comportamiento de la temperatura durante el proceso composteo, en este caso se están considerando fundamentalmente las fases mesofílica y termofílica que son las más trascendentes. Es conveniente enfatizar que el comportamiento no fue uniforme para todos los tratamientos, Figura 1.

Así se observan varios ápices de temperatura que coinciden generalmente con el mezclado pero siempre en orden de temperatura descendente. Pero los tratamientos 13, 14 y 15 presentaron picos mayores que el resto en forma tardía y son los tratamientos que incluyeron urea, la cual puede ser una característica no deseable. Dado que las fases de enfriamiento y maduración también se retrasa, inclusive en el enfriamiento ya se había iniciado en los otros tratamientos, como se observa en la Figura 1.

Finalmente se obtuvo en promedio 30 kg, por cada 100 kg, de la mezcla original. Respecto a la prueba con macetas, ésta se cosechó la parte aérea del maíz el 5 de mayo. En la composta se determinó, porcentaje de nitrógeno total, pH y peso final de la composta. En las plántulas de maíz sólo se determinó el peso seco de la parte aérea. En el análisis de varianza resultó significa-

tivo el efecto de los tratamientos, cuya comparación de medias se incluyen en el Cuadro 1.

Los valores que tienen igual literal son estadísticamente iguales. En este cuadro, se puede observar que existe una gran semejanza estadística entre los tratamientos, por su contenido de nitrógeno total, pH, peso final de la composta y seco de la cosecha de plantas de maíz. Por otra parte en el Cuadro 1, el contenido original de nitrógeno total de la pulpa deshidratada es de 1.32%. Esta perdió el 78% de su peso con la evaporación del agua al secarse. En general en todos los tratamientos se incrementó el contenido de nitrógeno total. Esto indica un incremento del contenido de nitrógeno por la fijación de las bacterias asociadas al proceso de elaboración de la composta. Se enfatiza este hecho porque dicho incremento no ha sido reportado por trabajos similares por Uribe-Henao (1977) Dávila y Arango (1991), Montero (1992) e Irisson (1995). El tratamiento con mayor aporte de nitrógeno fue el de pulpa + cal + sulfato de amonio (T3) y en proporción menor el que se le agregó superfosfato simple (T2) siendo 6.04 y 5.87 % respectivamente. De las compostas orgánicas la más sobresaliente fue la que incluyó pulpa + cal + estiércol de vacuno (T6) con 4.02%. Aunque si le restamos el 2.7% de nitrógeno aportado originalmente por el sulfato de amonio, del que resultó al final, entonces el aporte de nitrógeno del que incluyó sulfato de amonio, resulta inferior al de los compost orgánicos.

El tratamiento con el pH más alcalino también fue este último (T6) con un pH de 7.72. Por tanto, resulta ser el más prometedor para atenuar el problema de la acidez de los suelos. El compost que tuvo el mayor rendimiento en peso final fue el de pulpa + cal + urea (T14), con 34.6%. El T3, con 32.97% de eficiencia ter-

minal también estuvo entre los mejores y estadísticamente igual al tratamiento, ya mencionado. Por su peso final las compostas orgánicas fueron estadísticamente iguales entre sí.

Por rendimiento de peso seco de plantas de maíz, el mejor tratamiento fue el constituido por pulpa + cal + estiércol de vacuno con 10.61. Este inclusive fue superior estadísticamente a los enriquecidos con diversas fuentes de nitrógeno, fósforo, estiércoles y sus mezclas.

CONCLUSIONES

La composta más barata y de mejor calidad biológica es la producida por 100 kg de pulpa de café más 0.4 kg de cal y 5 kg de estiércol de vacuno. Dicha composta se obtiene a los 60 días en ambientes similares y probablemente en menor tiempo en las zonas más cálidas, con cuatro volteos distribuidos en hasta finalizar la fase termofílica.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan Guillermo Cruz-Castillo por la revisión y sugerencias.

LITERATURA CITADA

- ARANGO-BERNAL, L. G.; M. T. DAVILA-ARIAS. 1991. Descomposición de la pulpa de café por medio de la lombriz roja californiana. CENICAFE Avances Técnicos. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia II (161):157.
- CONSEJO VERACRUZANO DEL CAFE. 1996. Comunicación personal. Xalapa, Ver.
- DAVILA A., M. T.; B. L. G. ARANGO. 1991. Utilización de la lombriz roja de California (*Eisenia foetida* Sav.) en el proceso de descomposición de la pulpa de café. Resumen. II Seminario Internacional de Biotecnología en la Agroindustria Cafetalera OSTROM-CENICAFE. Manizales, Colombia.
- GAIME-PERRAUD, I.; H. L. TREJO; M. ROUSSOS. 1991. Resultados preliminares sobre ensilaje de la pulpa de café. Resumen. II Seminario Internacional de Biotecnología en la Agroindustria cafetalera, (II CIBAC) Manizales, Colombia.
- IRISSON, N. S. 1995. Calidad de abono y de la lombriz de tierra resultantes de lombricompostaje de la pulpa de café. Tesis Fac. Quím. Farm. Biol. Univ. Veracruzana, Xalapa-Equez, Ver.
- LEON ARTETA, R. 1991. Nueva Edafología. Ed. Fontamara. México, D. F.
- MONTERO H., M. 1992. Elaboración de bioabono (abono orgánico) a partir de pulpa de café. Instituto del café de Costa Rica. Centro de Investigaciones en café (CICAFE). Heredia, Costa Rica.
- OJEDA, L.; E. N. BRUNET R. 1995. Tecnología de producción y aplicación de compostas (biotierra) en agricultura. Memoria del curso "Tecnologías de bajos insumos" para una agricultura sustentable". Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario del Anahuac. Chapingo, Méx. pp. 11-21.
- SELKE, W. 1968. Los Abonos. [Die Dung. Publ. Veb Deutscher] Trad. Günther-León O. Ed. Academia. León, España.
- URIBE-HENAO, A. 1977. Fosas para pulpa de café. CENICAFE. Avances Técnicos. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia I (69):123.
- ZULUAGA V., J. 1989. Utilización integral de los subproductos del café. In: I Seminario Internacional sobre biotecnología en la agroindustria cafetalera. Roussos S., R. Licona F. y M.G. Gutiérrez Rojas. (Comp.) INMECAFE. UAM. OSTROM. Xalapa, Ver. México.