

Características química y física de un fertilizante orgánico líquido M3 enriquecido con pulpa de mango

V. M. Rivera-Castro^a, J. L. Valenzuela-Lagarda^b, M. A. Angulo-Escalante^a, M. A. Báez-Sañudo^a, M. D. Muy-Rangel^{a*}

^a Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Culiacán. Carretera El Dorado Km 5.5, Campo el Diez, 80110 Culiacán Rosales, Sinaloa, México.

^b Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, Universidad Autónoma de Guerrero. Carretera Nacional Cruz Grande - Ayutla, Colonia 6 de marzo, 41800 Cruz Grande, Guerrero, México.

* mdmuy@ciad.mx

Recibido 17 marzo 2022, Aceptado 28 marzo 2022

Resumen

Las nuevas tendencias de aprovechamiento integral de los recursos aunado a la necesidad de alimentos sanos para humanos o animales, ha propiciado el auge de los biofertilizantes, los cuales se catalogan como biopreparados ricos en compuestos naturales de interés para las plantas. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento químico y físico de diferentes bioles adicionados con pulpa de mango y melaza para su futuro uso en la agricultura. Los resultados indican que bioles con menos de 25% de pulpa de mango y 75% de melaza, así como fermentados con pH entre 3 y 5 presentan buena fermentación. Se concluye que la adición de pulpa de mango no debe sobrepasar la relación 1:4 pulpa-melaza y la adición de entre un 140 y 160 % de pulpa en relación a la melaza muestran buen pH y fermentación.

Palabras clave: Biol, Fermentación, Nutrición vegetal, pH.

1. Introducción

Las nuevas tendencias de producción de alimentos han propiciado el auge de metodologías que permitan un aprovechamiento integral de los sistemas de cultivos, destacando el uso y preparación de fertilizantes orgánicos, los cuales pueden ser sólidos o líquidos, cada uno con sus características propias; sin embargo, ambos son producidos por fermentación aerobia o anaerobia en presencia de organismos y/o microorganismos [1]. Los fertilizantes líquidos o biol, se caracterizan por un alto contenido de microorganismos, tales como bacterias, hongos y levaduras las cuales degradan los materiales a compuestos asimilables, además de propiciar la síntesis de fitohormonas como giberelinas, que cumplen múltiples funciones en el desarrollo vegetativo [2]. [3] divide a los fertilizantes líquidos en dos tipos, dependiendo de la condición de fermentación: los M4 de fermentación anaerobia y los M3 de fermentación aerobia, de entre estos los caldos M3 presentan tiempos más cortos de fermentación y un mayor contenido de fitohormonas que los M4. Durante la fermentación de ambos tipos de biol, las bacterias juegan un papel importante en la degradación de compuestos [4]. [3] divide a la fermentación en tres fases, maceración, fermentación y maduración, la primera se refiere al periodo en el cual los compuestos son solubilizados en el agua, usualmente esto se presenta en las primeras 48 horas de fermentación, así mismo la adición de materiales extras como plantas con acción pesticida e insecticida mejorar la calidad del producto final [5].

En este tipo de biofertilizantes el pH juega un papel

fundamental, debido a que la disminución de este propicia el crecimiento de microorganismos benéficos (como bacterias fijadoras de N) y una disminución de la carga patógena, de igual manera la conductividad eléctrica es un indicativo de la cantidad de minerales disueltos en la solución, así como de la toxicidad del biol resultante, en biopreparados líquidos se recomienda que la CE no supere los 20 dS m⁻¹, y si es que se supera, estos deben diluirse con agua pura [6].

Los desechos producidos de diversos productos agrícolas, bajos precios de venta, ataque de patógenos y problemas edafoclimáticos, propician un desperdicio de producto con potencial de uso, observando una mayor afectación en frutales [7]. En la región de la Costa Chica de Guerrero, el frutal de mayor implementación es el mango, con una superficie de siembra de 26,917.50 hectáreas, destacando los municipios de Cuajinicuilapa, Juchitán y San Marcos, con un ingreso para la región de \$ 434,535.97 en 2020 [8], sin embargo, las pérdidas poscosecha, por mal control y bajos precios ascienden hasta en un 33.5% en mango Manila y un 24.7% en Ataulfo, siendo las dos variedades más producidas en el estado [9].

Con el propósito de aprovechar los desechos de mango, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad química durante fermentación aeróbica de un fertilizante orgánico líquido adicionado con pulpa de mango.

2. Parte experimental

Formulación del Biol

Se utilizó la formulación de [3], según la tabla 1 con un tiempo de fermentación de 10 días a condiciones ambientales.

Tabla 1. Formulación de caldo M3

Ingrediente	Ajustado
Agua	7000 ml
Estiércol de vaca	1.75 kg
Melaza	70 ml
Leche	70 ml
Agua oxigenada	3.5 ml

Para elaborar las formulaciones de la primera etapa del estudio, se utilizaron cáscara y pulpa de mangos enteros de la variedad Ataulfo, en combinación con un porcentaje de melaza (Tabla 2).

Caracterización química de fertilizante líquido

Al fertilizante líquido se le midió la conductividad eléctrica (CE) y el pH, para lo cual se tomaron muestras cada día iniciando el día 0 hasta los 10 días a condiciones ambientales. Se utilizó un medidor multiparamétrico SCIENCE Modelo SM930 [10].

Diseño de experimento.

En la primera parte del experimento se realizó una selección de tratamientos utilizando un diseño de mezclas con base en el contenido de melaza y pulpa de mango, con ocho tratamientos y tres repeticiones cada uno, lo que generó 24 unidades experimentales.

Tabla 2. Composición de los tratamientos primera fase.

Mezclas	Melaza (%)	Mango (%)
F1	100	0
F2	0	100
F3	25	75
F4	75	25
F5	33	67
F6	67	33
F7	50	50
F8	50	50

Los resultados de la primera etapa del estudio arrojaron dos formulaciones exitosas y a partir de ellas se utilizó un diseño unifactorial (mango) a diferentes concentraciones de pulpa de mango (4 bajas, 1 central, 4 altas y 1 control) en relación con el contenido de melaza en la solución, obteniendo un total de 10 formulaciones.

Tabla 2. Formulaciones segunda etapa

Formulaciones	Concentración de pulpa de mango (%)
Control	0
T1	44
T2	58
T3	72
T4	86
T5 (central)	100
T6	114
T7	128
T8	142
T9	156

3. Resultados y discusión

En la figura 1 se observa el comportamiento de pH de las mezclas utilizadas en la etapa de selección de tratamientos, todas las mezclas se encontraron en un rango menor a 6 y mayor a 3, sin embargo, exceptuando la F1 y F4 presentaron olores desagradables, presencia de

burbujas y aspecto no deseado para una buena fermentación; no obstante, la F4 presentó estas características al noveno día de fermentación, lo que posiblemente se pueda deber a la relación melaza-pulpa de mango en las mezclas, debido a que los microorganismo lácticos presentes en la leche y los del estiércol no lograron metabolizar los azúcares presentes en la pulpa de mango, y disminuir el pH, lo que pudo favorecer el crecimiento de microorganismos patógenos. Los resultados expuestos son congruentes con lo reportado por [10], los cuales mencionan que una disminución del sustrato principal ocasiona una mala fermentación y por consiguiente la putrefacción del biol

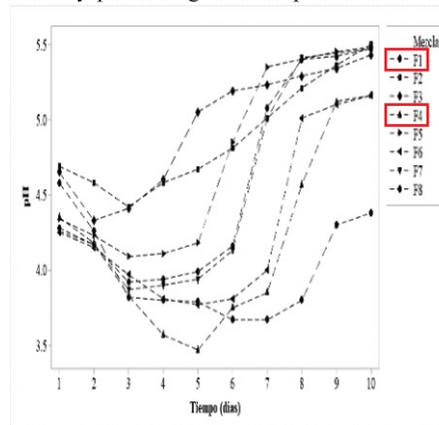


Figura 1. Comportamiento de pH durante la fermentación de un biol enriquecido con pulpa de mango cv. Ataulfo, selección de tratamientos.

resultante.

En la figura 2 se exponen los resultados de pH de los rangos utilizados para la segunda fermentación, se

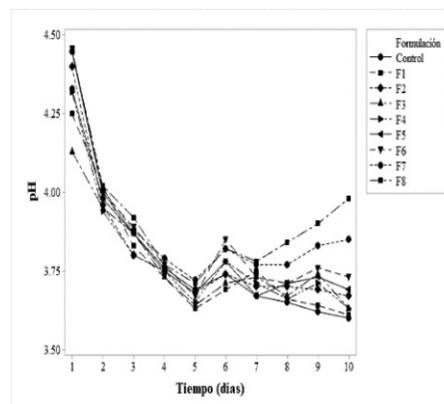


Figura 2. Comportamiento de pH durante la fermentación de un biol enriquecido con pulpa de mango cv. Ataulfo

observa que éstas presentaron un comportamiento similar al de la primer fase del experimento, encontrando una caída los primeros días, en los cuales debido a la solubilización de los componentes sólidos en el agua, posteriormente el pH se mantienen durante la degradación de los sólidos y el pH se incrementa ligeramente al finalizar el tiempo de fermentación. Los

fermentados presentaron un rango de pH entre 3.60 a 4.76, de igual manera se observa que el valor más alto lo presentó la formulación F8 mientras que el control presentó el menor pH. Estas mismas formulaciones son las que presentan menor y mayor porcentaje de pérdida de pH con respecto al día 0 (10.56 y 16.86 %, respectivamente).

[12] menciona que los fertilizantes orgánicos líquidos de buena calidad deben encontrarse en un rango de pH de 4 a 5, en este sentido, el pH de todas las mezclas se encontró dentro del rango considerado normal para el desarrollo de bioles. De manera general, se observa que todas las formulaciones con adición de mango, presentaron un pH final similar al de la formulación control, esto se debe a que la cantidad de azúcares hidrosolubles disponibles durante la fermentación aumenta el pH del líquido resultante; este comportamiento es esperado en la elaboración de bioles M3 para mejorar la absorción por parte del sistema radicular de las plantas [10].

[13] reportó valores de pH similares a los encontrados en este estudio, estos autores mencionan una disminución del pH en los fertilizantes puede ser debido a la acción de bacterias lácticas, las cuales degradan los azúcares hasta ácido láctico disminuyendo el pH e inhiben con ello el crecimiento de bacterias patógenas y se promueve el crecimiento de bacterias benéficas, como lo son las fijadoras de N y F. Por otra parte, [4] menciona que, en fermentados líquidos adicionados con bacterias lácticas, el bajo pH favorece la disminución de bacterias como el *E. coli* en un periodo cercano a las 48 horas, además de

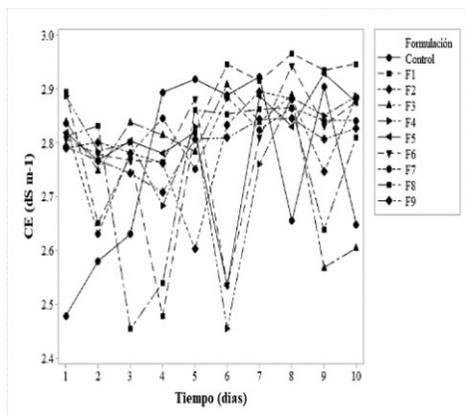


Figura 3. Comportamiento de CE durante la fermentación de un biol enriquecido con pulpa de mango cv. Ataulfo

que el bajo pH permite el florecimiento de bacterias aerobias totales, lactobacilos y levaduras.

Por otra parte, la conductividad eléctrica (CE) observa fluctuaciones durante el periodo de fermentación, algunos autores como [14] menciona que las fluctuaciones se deben a las condiciones en las cuales se llevó a cabo la fermentación, ya que debido a éstas es el cómo actúan las bacterias dentro de la mezcla. Se

observa que todas las formulaciones se encuentran en un rango entre 2.4 y 3 dS m⁻¹, siendo la formulación F9 la que presentó el valor final más alto con 2.83 dS m⁻¹, sucediendo lo contrario con la F3 con 2.71 dS m⁻¹; las formulaciones F4 a F9 presentaron valores más altos con respecto al control, lo cual es un indicativo de que los minerales presentes en la pulpa de mango tuvieron un efecto en el contenido final del biol.

[10] mencionan que un biol con buena calidad debe presentar una CE menor a 20 dS m⁻¹, los abonos encontrados en este estudio presentan un valor debajo de la descrita por estos autores. [15] mencionan que biopreparados con una CE mayor a 3 dS m⁻¹ pueden provocar fitotoxicidad al cultivo donde se apliquen, además estos autores mencionan que un rango entre 0.7 a 3.0 dS m⁻¹ son las ideales, por su alto contenido mineral que deben ser regulados al diluirlos con agua para su aplicación al cultivo, evitando fitotoxicidad al follaje [16].

4. Conclusiones

Los biofertilizantes preparados con pulpa de mango presentaron buenas características de pH y conductividad eléctrica. Para la elaboración de los bioles se encontró que la adición de mango no debe sobrepasar la relación 1:4 mango – melaza, para una buena fermentación. Los resultados expuestos en este estudio son preliminares de un macroproyecto de obtención de un fertilizante orgánico líquido a partir de residuos de mango durante el corte y producción.

5. Referencias

- Ormeño, M., Ovalle A. INIA Divulga. 2007, 10, 29-34.
- Heck, K.; De Marco, É. G.; Hahn, A. B.; Kluge, M.; Spilki, F. R.; Van Der Sand, S. T. Brasileira de Engen. Agri. e Ambien. 2013, 17, 54-59.
- Restrepo, J. El A, B, C de la agricultura orgánica: biofertilizante preparados y fermentos a base de mierda de vaca. Feriva S.A. Cali-Colombia, 2007; 15-73.
- Bourcourt, R., Carrasco E., López A., Rodríguez Z., Gutiérrez O. Rev. Cub. Cien. Agri. 2006, 40, 279-281.
- Ondarza-Beneitez, M.A. Agro Productividad. 2017, 10, 31-36.
- Lenguas, A. P.; Trujillo, M. M. P. Rev. Facult. de Cienc. Basic. 2011. 7, 10-31.
- Ganchala-Tierra, C.V. Evaluación de pérdidas físicas en poscosecha de cinco productos hortofrutícolas de la “Feria Ciudadana Yo Prefiero” Cotopaxi, Latacunga. Tesis de Licenciatura. Universidad Central del Ecuador, Quito, 22 de Febrero 2021.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (accesado el 29 de enero 2022).
- Astudillo-Miller, M. X.; Maldonado-Astudillo, R. I.; Segura-Pacheco, H. R.; Pallac Maldonado, Y. REMEXCA, 2020, 11, 111-124.
- Phibunwattanawong, T.; Riddech, N. Inter. Jour. Of Recy. of Organ. Waste in Agricul, 2019, 8, 369-380.
- Peralta-Veran, L.; Juscamaita-Morales, J.; Meza-

Contreras, V. *Eco. Aplic.* 2016, 15, 1-10.

12. Saelee, S. Characterization and assessment of commercially available liquid biofertilizers. IOP Publishing KKUWeb, 2004. Consultado el 29 de enero de 2022, disponible en <http://lib18.kku.ac.th/dcms/files//02508/Abstract.pdf>.

13. Medina, A.; Quipuzco, L.; Juscamaita, J. *Anales Cient.* 2015, 76, 116-124.

14. Asmara, A. P.; Sedyadi, E.; Zette, I. F. *Indonesian Journal of Marine Sciences.* 2020, 25, 57-65.

15. Ayers, R. S.; Westcot, D. W. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1985, 29, 174.

16. Soria, M.; Ferrera, R.; Etchevers, J.; Alcántara, G.; Trinidad, J.; Borge,s L.; Pereyda, G. *Terra Latinoamericana.* 2001, 19, 353-362.