

Caracterización físico química de residuos sólidos urbanos del mercado Amazonas ciudad de Ibarra

Physical-chemical characterization of urban solid waste from the Amazonas market of the Ibarra city

Salomé Yépez Pantoja¹, Jimmy Nuñez¹, Julio Amilcar Pineda Insuasti²

¹ Universidad Técnica del Norte (UTN), Ibarra, Ecuador.

² Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA), Ibarra, Ecuador.

Autor para correspondencia: salomeyepz@gmail.com

Recibido: octubre 03 de 2019

Aceptado: diciembre 29 de 2019

RESUMEN

El desaprovechamiento de residuos vegetales, se debe en gran medida al manejo inadecuado de los mismos, que evita pensar en alternativas de valorización. En Ibarra se cuenta con el mercado Amazonas, donde a diario se producen de 8 a 10 toneladas de residuos sólidos, los cuales son vertidos directamente en el relleno sanitario. El objetivo de este trabajo es caracterizar físicoquímicamente los residuos para identificar aplicaciones potenciales. Para ello se muestrearon los residuos por el método de cuarteo por volumen y se determinaron los componentes estructurales mediante análisis proximal. Se encontró que los residuos del mercado son aptos nutricionalmente para la producción de microorganismos benéficos.

PALABRAS CLAVE: residuos sólidos urbanos, FES, valorización de residuos.

ABSTRACT

The waste of vegetable waste, is largely due to inadequate management of them, which avoids thinking about alternatives for recovery. In Ibarra, there is the Amazonas market, where 8 to 10 kilos of solid waste are produced daily, which are discharged directly into the landfill. The objective of this work is to physico-chemically characterize the residues to identify potential applications. For this, the waste was sampled by the quarter method, and the structural components were determined by proximal analysis. It was found that the waste from the market is nutritionally suitable for the production of beneficial microorganisms.

KEYWORDS: urban solid waste, FES, recovery of waste.

INTRODUCCIÓN

Los residuos se consideran uno de los problemas ambientales más grandes de nuestra sociedad. La población y el consumo per cápita crece, y por ende los residuos; pero el espacio no, sin contar que su tratamiento no es el adecuado, ni

el conocido en algunos casos (Medellín *et al.*, 2008). Cabe aclarar que la generación de residuos no varía sólo con la cantidad de habitantes, sino también con el nivel económico de cada región.

El impacto ambiental y socioeconómico que presenta el manejo de residuos sólidos urbanos, desde el almacenamiento, transporte y destino final, se debe en gran parte a que no existe orden, ni tratamientos previos antes de ser llevados a rellenos y botaderos, lugares en los cuales la materia orgánica es rápidamente degradada por las reacciones químicas que se generan, produciéndose metano (CH₄), un potente gas de efecto invernadero que al concentrarse puede dar lugar a explosiones e incendios (MAE, 2010).

Durante mucho tiempo, el único tratamiento que se aplicaba a los residuos urbanos era su ordenamiento, luego del traslado a determinados puntos más o menos alejados de los núcleos habitados, donde se depositaban para que la mera acción de los organismos vivos y los elementos favoreciesen su desaparición. El orden que presentaban hacía más favorable, la idea de empezar a reducir, reciclar, reutilizar (Medellín *et al.*, 2008)

Posteriormente, el desarrollo social, la industrialización y la implantación de modelos económicos basados en la cultura de consumismo, provocaron la aparición de basura de gran potencial contaminante, tales como los enlatados, aceites minerales, procesados caducados, frutos descompuestos por químicos, entre otros. Surgió así, una nueva problemática medioambiental (García, 2010).

Los impactos del mal manejo de los residuos en los recursos no renovables se encuentra: la muerte de suelos y contaminación de acuíferos por lixiviados, pudiendo llegar incluso hasta a la capa freática; la emisión de gases de efecto invernadero, fruto de la combustión incontrolada de los materiales allí vertidos; la ocupación incontrolada del territorio que genera la destrucción del paisaje y de los espacios naturales, creando focos de infección; la proliferación de plagas de roedores e insectos, agentes biológicos activos; entre otros (Grijalva, 2013).

Hasta el día de hoy la gestión de los residuos se ha centrado principalmente en un único aspecto, la eliminación de los mismos (hacerlos desaparecer de la vista) a través de basurales, rellenos sanitarios y en algunos casos, de incineradores. Estas soluciones de final de tubería, como las denomina Cerrato y Alarcón (2001), no tienen en cuenta la necesidad de reducir el consumo de materias primas y de energía, y plantean serios riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas.

En Ecuador, la población en general no presenta una cultura de interés en el destino de los residuos, ya que la mayor preocupación es contar con un servicio de recolección de los mismos (MAE, 2010). No hay mucho interés en efectuar una reducción importante en la generación, como base para un manejo sustentable, para lograr la preservación de los recursos naturales y tampoco interés en los mecanismos de disposición final, salvo que ellos representen una amenaza para la salud en los casos de poblaciones circundantes (Rendón, 2010).

De acuerdo a Morales (2010), en la ciudad de Ibarra y en el país en general, el tratamiento de residuos sólidos es un tema poco tratado por los organismos municipales y del estado, a pesar del volumen recolectado diariamente en cada ciudad. En promedio los ecuatorianos producen un aproximado de 0,57 kg de residuos sólidos en 1 día, lo que equivale a 208,5 kg en un año por habitante. En Ibarra la producción tan sólo del mercado Amazonas es de 8 a 10 toneladas diarias según el Director de Manejo de Residuos sólidos (Enriquez, 2017).

Un 53,81% de los residuos presentes en un mercado son orgánicos, y de allí surgen ideas de tratamientos viables, como un compostaje en su forma más básica, dada su caracterización fisicoquímica rica en carbono y nitrógeno, elementos principales para la generación de una gama de subproductos tanto para agricultura como para generación de energía, tales como

bioinsumos, biogás, biocombustible, entre otro (Ibarra y Rojas, 2016; Castro, 2008).

De acuerdo con Arias y Meneses (2016), la caracterización física y química de los residuos agroindustriales se desarrolló a principios de 1995, en respuesta a la producción de biocombustible por las industrias azucareras. Existen diversas metodologías de caracterización aplicadas en cada región y país con diferentes criterios de muestreo y parámetros, que se adaptan a las necesidades de cada caso (Martínez, 2015). Aunque es necesaria la evaluación comparativa de las metodologías de caracterización de residuos sólidos urbanos, para en un futuro estandarizar una metodología que se pueda adaptar a las necesidades presupuestarias, de exactitud y de referencia local, y que pueda ser aplicable en cualquier estudio de caso (Junco Díaz y Rodríguez Pérez, 2001).

Para una correcta caracterización de los residuos vegetales del mercado, la recolección de muestras debe ser significativa, de manera que se componga en un 95% de toda la clase de residuos presentes (Oviedo, 2010). Para que la muestra sea significativa, debe colectarse a diario, formando así una muestra por semana altamente heterogénea. La metodología de muestreo por cuadrantes es la indicada para la recolección de la muestra representativa (Grijalva, 2013). En una caracterización simple se puede comparar niveles de elementos que varían en la muestra fresca y seca, la elección de cómo trabajar depende del subproducto a obtener; para el caso de un compost, es básico trabajar con los residuos en fresco y determinar la relación C:N, y los macro y micro elementos; en caso de tratarse de biomasa activa es necesario controlar parámetros experimentales, por lo que es mejor trabajar en base seca. (Quinteros, Cárdenas, & Aguirre, 2014).

El objetivo de este trabajo es identificar el uso potencial de los residuos orgánicos generados

en el mercado amazonas, a través de la conversión biológica para formar biomasa activa, que permita valorizarlos y reducir la contaminación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se recolectaron 15 muestras aleatorias de residuos vegetales de la unidad de almacenamiento del sector del mercado Amazonas, siguiendo el método de cuarteo durante siete días, como indica la figura 1.

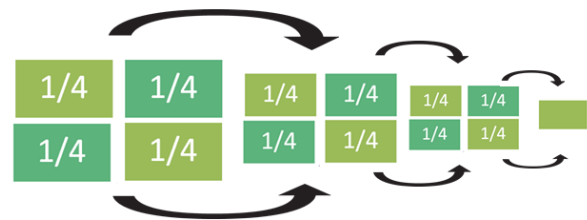


Fig. 1. Método de cuarteo.

Preparación de material biológico

Para eliminar las impurezas y partículas finas, se realizó un lavado en agua clorada (1 mg/l, pH 6,5-7,0) durante 20 minutos. Luego se secaron las muestras en secador de bandejas durante 8 a 10 horas, a 60°C, con flujo de aire de 3 m/s. Las muestras fueron reducidas de tamaño en molino de mano y homogenizadas con tamices no. 4 y no. 16 hasta un tamaño promedio de 1 a 5 mm.

Caracterización fisicoquímica

Fueron realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), conforme con la legislación vigente: uno proximal, donde se determinó contenido de Humedad (H), proteína, fibra, Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N), Extracto Etéreo (E.E) o grasa bruta, Cenizas; y uno de macro y micro elementos, donde se determinó contenido de Calcio (Ca), Manganeso (Mn), Sodio (Na), Potasio (K), Fósforo (P), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Magnesio (Mg), Zinc (Zn).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Caracterización fisicoquímica

Los residuos vegetales presentaron las características de la tabla 1.

Tabla 1. Análisis Proximal de residuos vegetales secos.

| H (%) | E.L.N (%) | E.E (%) | PROTEÍNA (%) | FIBRA (%) | CENIZAS (%) |
|-------|-----------|---------|--------------|-----------|-------------|
| 8,32 | 64,82 | 2,57 | 11,74 | 13,64 | 7,23 |

Los valores que resultan de la caracterización de los residuos vegetales secos, son una base a comparar con los rangos de producción del hongo *Trichoderma spp*, ya descritos en escalas de aplicación a nivel mundial. Los valores de cada elemento presente en estos residuos entran adecuadamente en los rangos ya experimentados (Castro & Rivillas, 2012).

Los valores que resultan de la caracterización de los residuos vegetales secos, son una base a comparar con los rangos de producción del hongo *Trichoderma spp*, ya descritos en escalas de aplicación a nivel mundial. Los valores de cada elemento presente en estos residuos entran adecuadamente en los rangos ya experimentados (Castro & Rivillas, 2012).

Las condiciones de humedad del material vegetal está entre el 70 a 80%, y *Trichoderma* tiene su capacidad de crecimiento en un rango del 20% a 90% (Castro & Rivillas, 2012). Al trabajar con los residuos secos y conocer la humedad en base seca, se puede determinar el contenido de agua a adicionar, para tener este parámetro controlado.

La relación C:N óptima ha de ser de 10:1 (Sergio, Ortiz, & Gutierrez, 2008). Cuando la concentración de carbono es inferior a 75%, la producción de conidios se eleva; mientras que cuando la concentración de carbono supera este valor, la esporulación tiende a disminuir.

El hongo no es exigente en su nutrición, entonces puede crecer y desarrollar esporas sin problema en sustratos vegetales con contenido de grasa bruta que varían entre el 1,5% y 2,85%, y proteína del 7 al 12% (Fernández, 2011). Los resultados de este trabajo se encuentran dentro del rango.

En cuanto a la fibra, no existen requerimientos nutricionales del hongo; sin embargo, un mayor contenido de fibra, es decir celulosa, le da mayor viabilidad y fortaleza (Agosin & Aguilera, 2010).

Los elementos traza requeridos para el crecimiento potencial del hongo *Trichoderma* incluyen hierro, zinc, manganeso, potasio, fósforo y magnesio, cuyo contenido en los residuos del Amazonas se consignan en las tablas 2 y 3:

Tabla 2. Análisis de macroelementos en los residuos vegetales secos.

| Ca (%) | P (%) | Mg (%) | K (%) | Na (%) |
|--------|-------|--------|-------|--------|
| 0,58 | 0,15 | 0,16 | 1,55 | 0,10 |

Tabla 3. Análisis de microelementos en los residuos vegetales secos.

| Cu (ppm) | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Zn (ppm) |
|----------|----------|----------|----------|
| 2 | 227 | 25 | 19 |

Los macro y microelementos en grandes cantidades, no son indispensables para el desarrollo de *Trichoderma* (Papavizas, 1985).

CONCLUSIONES

Los residuos vegetales provenientes del mercado Amazonas pueden usarse como sustrato para la producción del hongo entomopatógeno *Trichoderma spp*, ya que cumple con los requerimientos nutricionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevez, M., Flores, A., & Barrios, A. (2008). Producción masiva de *Trichoderma harzianum* Rifai en diferentes sustratos orgánicos. Mexico.
- Agamez, E., & Barrera, V. (2008). *Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de Trichoderma sp.* Bogotá - Colombia.
- Agosin, E., & Aguilera, J. (2010). *Industrial production of active propagules of Trichoderma for agricultural uses.* Estados Unidos: Tylor & Francis. Inc. Bristol.
- AGROCALIDAD. (2017). *Agricultura Orgánica.* Quito.
- Ballardo Matos, C. (2016). *VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS COMO SUSTRATO PARA MICRORGANISMOS.* Barcelona - España.
- Barrena, R. G. (2006). *Aplicación de técnicas respirométricas en valoración de residuos sólidos orgánicos.* Barcelona - España.
- Brito, R. (2006). *Fitosanidad - PROTECCION DE LAS PLANTAS; TRICHODERMA; PLANTAS ORNAMENTALES; ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS; METODOS DE CONTROL.* Habana - Cuba.
- Cárdenas, J. (2010). *Métodos de conservación y formulación de Trichoderma ssp.* La Habana.
- Castro, A., & Rivillas, C. (2012). *Trichoderma spp, modo de acción eficacia y usos en el cultivo del café.* Colombia.
- Centeno, R., & Pavone, D. (2015). *Producción de celulasas y biomasa del hongo Trichoderma utilizando lodo papelerero como fuente de carbono.* Venezuela.
- Cerrato, R. F., & Alarcón, A. (2001). La microbiología en la agricultura sostenible. *CIENCIAS NATUALES Y AGROPECUARIAS*, 175-177.
- Cevallos, F. (2014). *Gases de efecto invernadero de la agricultura.* Quito: El telégrafo.
- Chavez, E., Ortuño, N., & Mamani, P. (2012). *EL BIOL.* Colombia.
- Chávez, M., Rodríguez, M., Salvador, J., & Martínez, M. (2009). *Efecto del sustrato y la exposición a la luz en la producción de una cepa de Trichoderma sp.* Colombia.
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, K. (2015). *TRICHODERMA SPP. PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES.* Paraguay.
- Collazos, R. (2010). *Prueba de sensibilidad Bacteriana.* Perú.
- CPTS. (2010). *Centro de Promoción Tecnología Sostenible. 2003. Guía técnica de Producción más Limpia para Curtiembres. Otras Medidas de Producción más Limpia: Valoración de Residuos.* Cartagena - Colombia.
- Cruz, L. (2007). *ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN MASIVA DEL HONGO.* Bogotá - Colombia.
- Cruz, N. (2010). *APROVECHAMIENTO Y MANEJO DE DESECHOS ORGÁNICOS DE UTILIZANDO MICRORGANISMOS DE MONTAÑA.* Cartago - Costa Rica.
- Durán, L., & Henríquez, C. (2014). *Caracterización química, física y microbiológica a partir de cinco sustratos orgánicos.* Argentina.
- EL UNIVERSO. (2010). *En el país no se aprovechan desechos.* Quito- Ecuador.
- Enriquez, A. (2014). *Fusarium - Plagas y Enfermedades.* CANNA.
- Enriquez, M. (Diciembre de 2017). *Cuantificación de residuos sólidos orgánicos del Mercado Amazonas.* (S. Yepez, Entrevistador)
- Fernandez, O. (2005). *INFLUENCIA DE LA CARGA MICROBIANA CONTAMINANTE.* La Habana.
- Fernández, V. O. (2011). *Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario.* Costa Rica.
- Gallardo, R., & Bueno, L. (1998). *Preservación de hongos filamentosos en agua destilada estéril.* La Habana.

- García, I. (2010). *Valorización y reciclaje material*. Barcelona - España.
- García, R., Riera, R., Zambrano, C., & Gutierrez, L. (2006). *Desarrollo de un fungicida biológico a base de una cepa de hongo Trichoderma spp.* Venezuela.
- González, I., Infante, D., Peteira, B., & Martínez, B. (2010). *CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE AISLAMIENOS DE Trichoderma spp. PROMISORIOS COMO AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO. I. EXPRESIÓN DE ACTIVIDAD QUITINASA*. La Habana - Cuba.
- Grondona, I. (2010). *Physiological and Biochemical Characterization of Trichoderma Biological Control Agent against Soilborne Fungal*. Estados Unidos.
- Growland, J. (2014). *Modo de acción del Trichoderma spp.* España - Barcelona.
- Guzman, R. (1970). *Micología Médica*. Bogota - Colombia.
- Hanson, L., & Howell, C. (2004). Biological Control Elicitors of Plant Defense Responses. *PHITOPATHOLOGY*.
- Howell, C. R. (2012). *Mecanismos empleados por Trichoderma Especies en el control biológico de enfermedades de las plantas*. California - Estados Unidos.
- INAMHI. (2015). *Boletín Climatológico Anual*. Ecuador.
- INEC. (2011). *Estadística de información ambiental del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Infante, D. (2013). *Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos*. La Habana.
- Jimenez, E. (2011). *APLICACIÓN DE BIOL Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN LA REHABILITACIÓN DE PRADERA*. Ecuador.
- Kumar, R. (2017). Role of Biological Control Agents in Integrated Pest Management Approaches. *Acta Scientific Agriculture*, 3.
- Lorenzo, M. E. (2002). *Prospección de hongos antagonistas en la provincia de Cienfuegos. Efectividad y posibilidades de reproducción de cepas nativas de Trichoderma spp.* La Habana.
- MAE. (2010). *Programa 'PNGIDS' Ecuador*. Quito - Ecuador.
- Martínez, N., Gonzales, P., & Torres, A. (2014). *Guía Técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos*. Bogotá.
- Martínez. (2015). Residuos Agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11.
- Martínez, M. M. (2016). Evaluación de aislados nativos de Trichoderma sp para el control de hongos patógenos del suelo en tomate. *Ciencias Naturales y Agropecuarias.*, 32-42.
- MIPRO. (2014). *Diagnóstico de la Agroindustria Ecuatoriana*. Ecuador.
- Morales, X. (2010). *PLAGAS Y RESIDUOS*. Guayaquil.
- Nakasone, k., Peterson, S., & Jong, S. (s.f.). Biodiversity of Fungi Inventory and Monitoring Methods. *Preservation and Distribution of Fungal Cultures*, 37-47.
- Nieto, C. A. (2013). *Evaluación comparativa de la actividad del Trichoderma spp., con el Biocatalizador Microbiano para la descomposición de la materia orgánica en desechos sólidos domiciliarios en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil - Ecuador.
- Oviedo, M. (2010). *Salud laboral y medio ambiente*. Valencia - España.
- Papavizas, G. (1985). Trichoderma and Gliocladium: biology, ecology, and potential for biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, 23 - 54.
- Parzanese, M. (2014). *Fermentación en estado Sólido de subproductos de la Agroindustria*. Guayaquil .
- Perez, J. (2011). *Conservación de bacterias*. Colombia.
- Pérez, L. V., & Viera, A. B. (2009). *Eficacia de Trichoderma harzianum a34 en el biocontrol de Fusarium oxysporum f. Sp.* Santiago de Cuba.
- Ponzo, H. (2010). *Control de plagas y saneamiento ambiental en el relleno sanitario*. Sucumbios.

- Prada Ospina, R. (2012). *Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa Bogotá*. Bogotá.
- Quinteros, V., Cárdenas, C., & Aguirre, J. (2014). *Caracterización de los residuos vegetales generados en el centro mayorista de acopio, de la ciudad de Armenia para su utilización industrial*. Bogotá - Colombia.
- Ramirez, S. G. (2012). *Aprovechamiento de residuos Agroindustriales, cascarilla de arroz y resisuos de papa, para la producción de Trichoderma* . Ambato - Ecuador.
- Rodriguez, I., Torres, L., & Marinez, C. (2005). *Caracterización del producto de la fermentación sólida de Trichoderma sobre el bagazo de ño*. Brasil.
- Romero, O. (2015). *Producción de Trichoderma en diferentes sustratos agrícolas*. Argentina.
- Sergio, O., Ortiz, C., & Gutierrez, M. (2008). *Aplicación directa de residuos sólidos orgánicos*. Cali - Colombia.
- Sierra, B. E. (2008). Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible. *Tecnología en Marcha*, 191-201.
- Tejada, H. (2002). *Control de calidad y análisis de alimentos* . Mexico, D.F.
- Vischer, B., Howland, S., & Raudnitz, H. (1950). Viridin. *nature*, 156.
- Yepes, S. M., Montoya, L. J., & Orozco, F. (2008). *Alternativas de Valorización para los Residuos*. Colombia.