



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

DECANATO DE EXTENSIÓN

COORDINACIÓN DE COOPERACIÓN TÉCNICA Y DESARROLLO SOCIAL

Diseño de un sistema de recolección, clasificación y disposición  
final de los desechos sólidos dentro de la Universidad Simón  
Bolívar: Proyecto Compostaje

**INFORME DE SERVICIO COMUNITARIO**

Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar como requisito parcial para optar  
por el Título de Ingeniero de Materiales.

**Realizado por:** Daniela Blanco

Sartenejas, Octubre de 2011.

## INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad de manejar la cantidad de desechos sólidos que descartamos día tras día, contribuye con la idea de realizar el presente proyecto de compostaje, debido a que estos desechos sólidos suelen contener un porcentaje importante de materia orgánica que mediante la degradación bioquímica, permite el diseño de un sistema que pueda aprovechar precisamente su característica de simular un tipo de humus que posteriormente podría ser destinado como fertilizante o bien, como acondicionador del terreno. [1]

Los ingredientes principales del compostaje son el nitrógeno, carbono, oxígeno y agua. Además de estos, existen otros factores que son muy útiles para monitorear este proceso, estos incluyen la temperatura, la microbiota, el tamaño de partícula y el pH. A través del control y monitoreo de estos agentes, se puede favorecer, e incluso acelerar, el proceso de degradación. [2]

Desde que el hombre cambió su vida de cazador a recolector, el proceso de compostaje era conocido y utilizado. Nuestros antepasados observaron que al cultivar plantas en las proximidades de montones de vegetación en putrefacción y de estiércol, obtenían mejores cosechas que en otros lugares. [3]

Con anterioridad, el compostaje era considerado como un evento fortuito, sin embargo, actualmente es un gran negocio y constituye una vía muy conveniente para la manipulación de algunos residuos o desechos destinados a los vertederos. Por esta y las razones antes mencionadas, se toma la decisión de desarrollar el presente trabajo de investigación orientado como proyecto de servicio comunitario, con el objeto de manipular, recolectar y destinar los desechos sólidos provenientes de los comedores de la Universidad Simón Bolívar.

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE SERVICIO COMUNITARIO**

El proyecto de compostaje resulta una solución bastante viable ante la problemática de destinar los desechos sólidos producidos a diario en los comedores de la Universidad Simón Bolívar. El aumento de la población estudiantil, ha originado un impacto en la generación de residuos provenientes de los mismos.

El compostaje es una forma de manipular los residuos orgánicos que se generan, con la finalidad de convertirlos en un producto provechoso (compost), cuya aplicación es de tipo abono orgánico sólido. Es muy utilizado para mejorar la calidad de los suelos, sobretodo en áreas como la agricultura y la jardinería. Al realizar este tipo de tratamiento, se contribuye con la disminución de los desechos y, a su vez, se reduce la contaminación y se promueve la producción. [4]

Durante el proyecto, se llevaron a cabo distintas pruebas consideradas sencillas de ejecutar, de bajo costo, y perfectamente realizables en el campus universitario, que permiten determinar la calidad del compost, generando así una posible aplicabilidad del mismo, además, es un hecho significativo que se pueda lograr la disminución de la contaminación ambiental y crear de igual manera, un mejorador de los suelos.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **Descripción de la comunidad**

Ubicada en el Valle de Sartenejas, Municipio Baruta del Estado Miranda, la Universidad Simón Bolívar está conformada por profesores, alumnos y demás empleados encargados de las actividades administrativas y de mantenimiento. Su población estimada es de alrededor de 5000 personas. Además resulta importante mencionar que para el mes de Septiembre del año 2012, se cuenta con el ingreso de más de 2000 estudiantes de pregrado, esto trae como consecuencia, nuevas dificultades relacionadas con la gestión de entidades académicas, administrativas y de servicios.

### **Antecedentes del proyecto**

Luisa Villalba estudió la calidad del compost producido a partir de los desechos generados en los comedores universitarios y la compara con el tipo de compost que es

producido en los viveros actualmente. Basada en esto, desarrolló en 2005 una tesis de maestría acerca de la caracterización físico-química y biológica de un compost elaborado con desechos generados en la USB. [5]

Vale mencionar, que el proyecto en particular, se ha estado realizando desde hace aproximadamente dos años. En principio se llevó a cabo una campaña para la recolección y reciclaje de papel, llamada “Reduce, reutiliza, recicla” en donde fueron distribuidos un conjunto de contenedores destinados para esta causa. A partir de esto, han surgido también proyectos relacionados con el reciclaje de vidrio y, en general, desechos sólidos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar la utilidad del compost como solución estratégica y ambientalmente aceptable a la problemática planteada de la disposición de los desechos sólidos producidos por los comedores de la USB.

### **Objetivos Específicos**

1. Evaluar el proceso de descomposición de desechos sólidos a partir de la elaboración de biodigestores.
2. Estudiar las variables que afectan al compost, tales como: humedad, desprendimiento de CO<sub>2</sub> y pH.
3. Establecer conclusiones acerca de la eficiencia del sistema de reducción de desechos sólidos elaborado.

## **DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **Etapas de diseño de biodigestores**

Inicialmente, se recolectaron restos de alimentos procedentes del comedor como materia de estudio, previa autorización de la Dirección de Servicios. Los cuales estaban constituidos mayoritariamente por pasta (espagueti), carne roja, queso blanco y algunos vegetales y cáscaras o conchas de los mismos.

Los biodigestores se elaboraron a partir de los siguientes materiales:

- 3 cuñetes de pintura.
- 1 panela de levadura de ½ kilo.
- 1 panela de papelón de ½ kilo.
- 5 litros de agua.
- 3 bolsas plásticas negras.
- Cinta adhesiva gruesa.
- Guantes.
- 6 envases plásticos.

Se prepararon tres biodigestores o reactores, uno con desechos cocidos, otro para desechos crudos, y un tercer reactor de desechos tanto crudos como cocidos. Luego de agregar la cantidad apropiada de agua, levadura y papelón, se sellaron los recipientes cada uno con una bolsa y cinta adhesiva para ser dispuestos a la intemperie durante una semana.

Una vez culminado este período, se procedió a tomar muestras tanto de los bordes o zonas cercanas a las paredes, como del centro de cada reactor, y se colocaron en envases plásticos debidamente identificados para su posterior estudio, las cuales fueron guardadas en un refrigerador.

### **Etapas de Medición de Variables**

El estudio de la maduración del compost, el cual se monitoreó durante aproximadamente cinco semanas, se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos, tomando en cuenta los procedimientos experimentales desarrollados en la tesis mencionada anteriormente. Estos procedimientos fueron:

- Medición de humedad.

Para la obtención del porcentaje de humedad del compost, se debió tomar una pequeña muestra de aproximadamente 10 g, colocarla en una cápsula de aluminio y seguidamente ser llevada a una estufa durante 24 horas a una temperatura un poco mayor a los 110°C. Luego de transcurrido este tiempo, se pesó nuevamente la muestra y por diferencia de masa se determinó el valor de humedad en cada muestra.

- Medición de pH.

Para obtener una medida del pH, se tomaron recipientes pequeños, en este caso, un vidrio de reloj y se colocó una cantidad considerable sobre éste, al cual se le agregó un poco de agua destilada, se removió un poco y mediante el uso de cintas o bandas indicadoras de pH, se determinaron los niveles de cada muestra.

- Medición del desprendimiento de CO<sub>2</sub>.

Con el objeto de evaluar el desprendimiento de CO<sub>2</sub> producido por el compost, se realizaron los siguientes pasos:

1. Se preparó previamente una solución de NaOH 0,1 M.
2. Se pesaron aproximadamente 10 g de cada muestra y se colocaron en envases de vidrio con tapa hermética.
3. Antes de cerrar el recipiente, se colocó un tubo de ensayo con 20 mL de la solución de NaOH dentro del mismo.
4. Se deja transcurrir un tiempo de 24 horas, en un lugar fresco a temperatura ambiente.
5. Al mismo tiempo, se realizó esto con un recipiente sin muestra, es decir, solo con la solución, a modo de ser utilizado como referencia.
6. Culminado el tiempo, se agregó el contenido del tubo de ensayo a una fiola para ser titulada por medio de una bureta con HCl 0,1 M. Previamente se le añade Cl<sub>2</sub>Ba 0,5 M con el fin de precipitar el CO<sub>2</sub> que se absorbió en la solución de NaOH.
7. Para la titulación, se agregaron entre 3 y 4 gotas de fenolftaleína como indicador, donde cambió de un color fucsia o rosa a incoloro. El mismo procedimiento se realizó para el ensayo referencia.

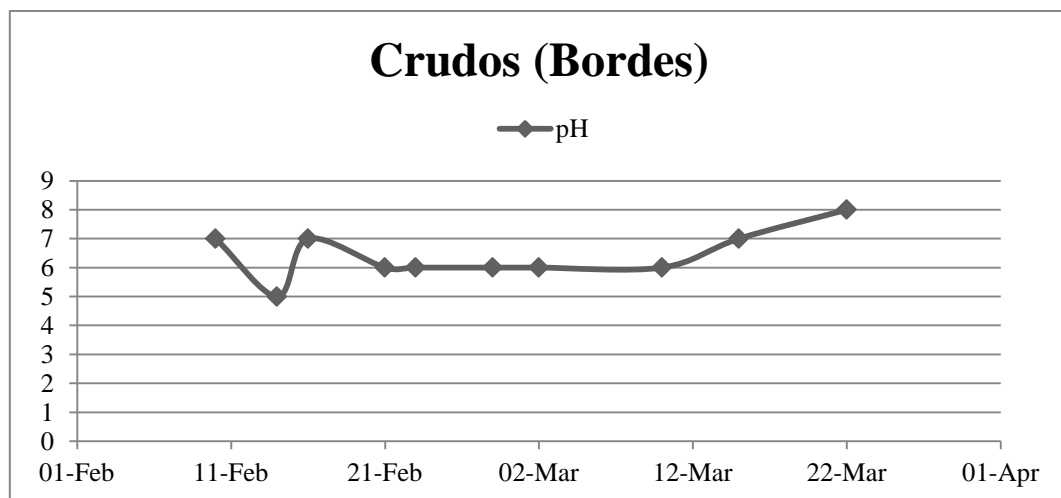
### **Etapas de Obtención de Resultados**

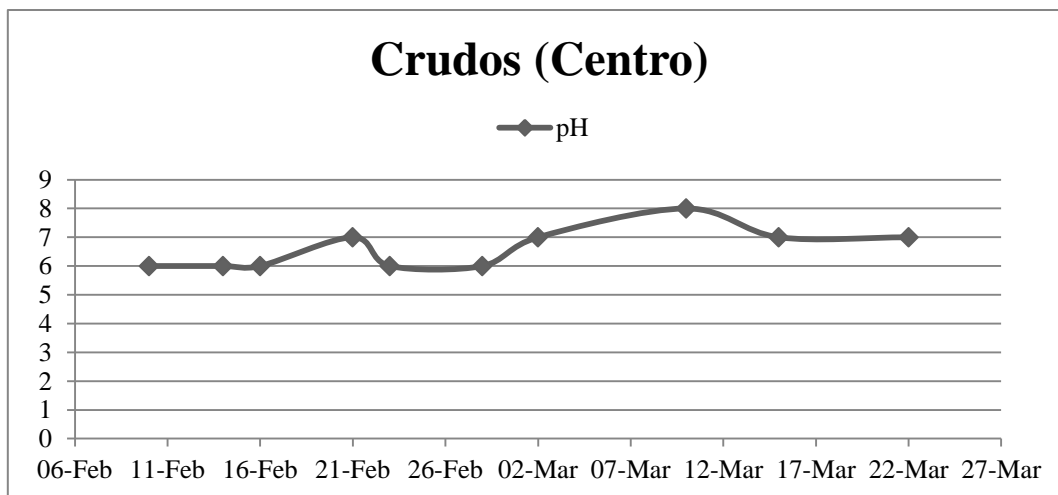
Los microorganismos que se encargan de la descomposición de desechos o de residuos orgánicos, comúnmente necesitan que el compost sea de naturaleza neutra, es decir, lo conveniente es que el pH del mismo tenga un valor de 7 o cercano a éste. De manera tal que el proceso no se ralentice ni se detenga.

Un material o producto ácido se caracteriza por un pH inferior a 7, mientras que un producto alcalino posee un pH superior a 7, considerando neutro el pH igual a 7. Un compost puede tener distintos valores de pH dependiendo de los elementos que tenga el mismo, es decir, si los residuos provienen del jardín o de la cocina, por ejemplo. Los restos de cocina crudos o de jardín, pueden incrementar el pH ya que éstos liberan compuestos alcalinos, mientras que otros materiales ricos en ácidos orgánicos aportan valores bajos de pH. En estudios anteriores, se ha observado que los hongos pueden tolerar un rango de pH entre 5 y 8, por el contrario, las bacterias toleran entre 6 y 7,5.

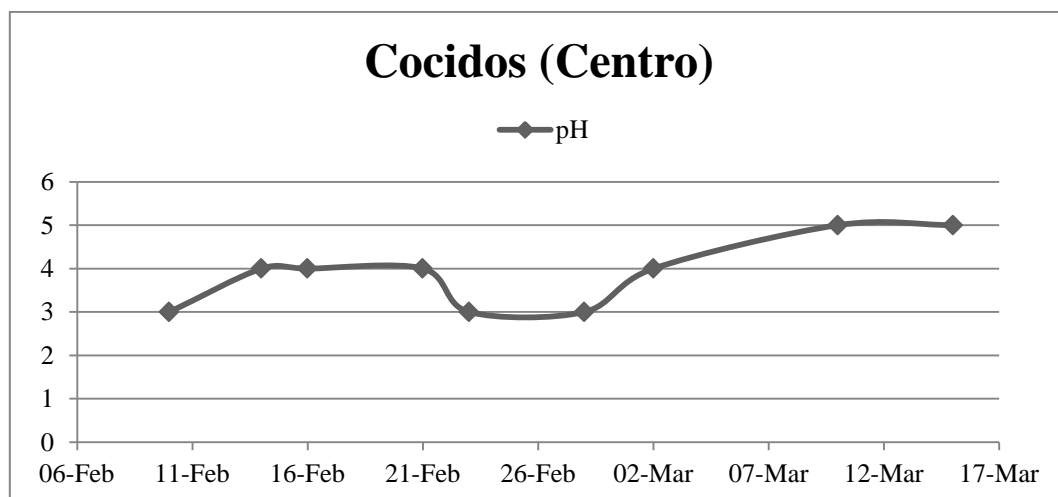
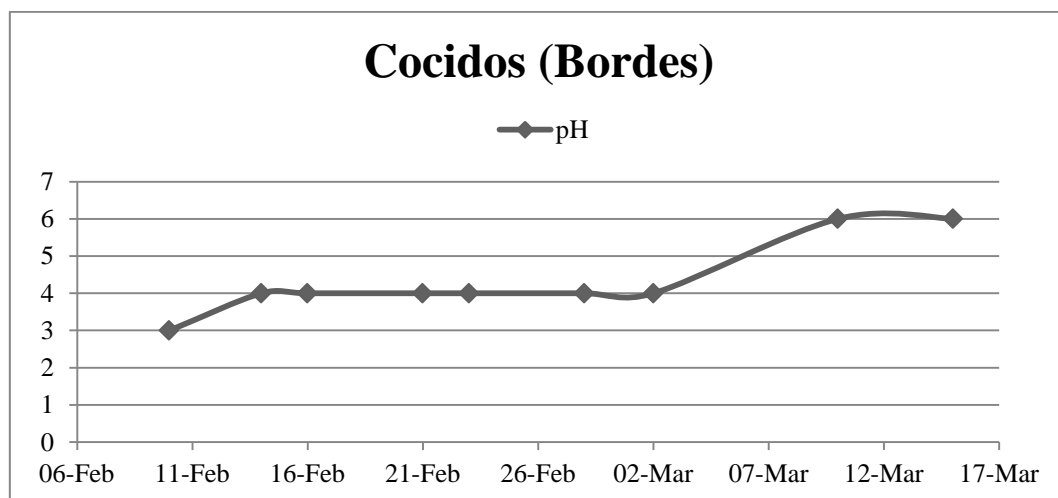
Los vegetales son ricos en nitrógeno, al descomponerse pueden liberar amoníaco en forma de gas, es de naturaleza alcalina y es característico su olor, que indica el proceso de descomposición de los desechos. El nitrógeno funciona como fertilizante de los suelos, por lo que esto afectará la calidad del compost, al menos como abono.

Los resultados obtenidos en la medición del pH para los seis casos descritos anteriormente serán presentados en las tablas a continuación:



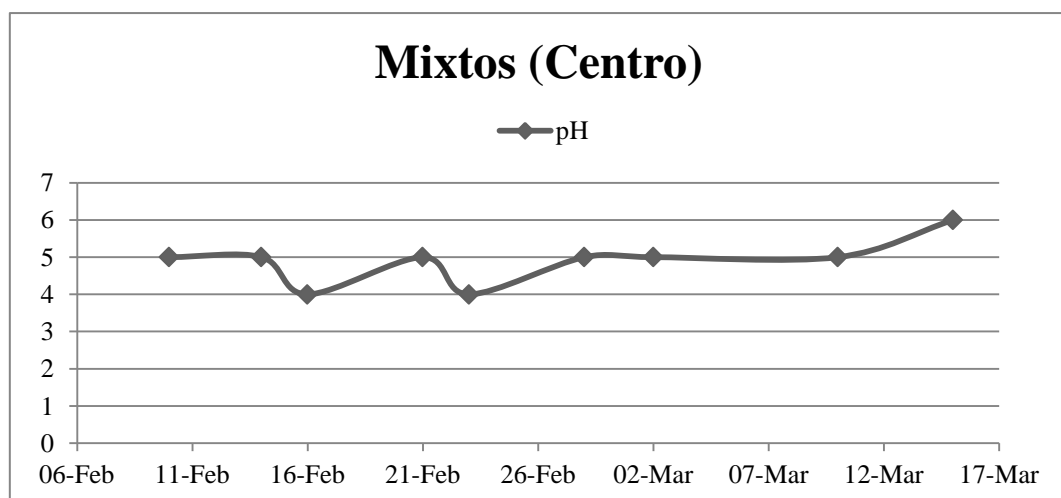
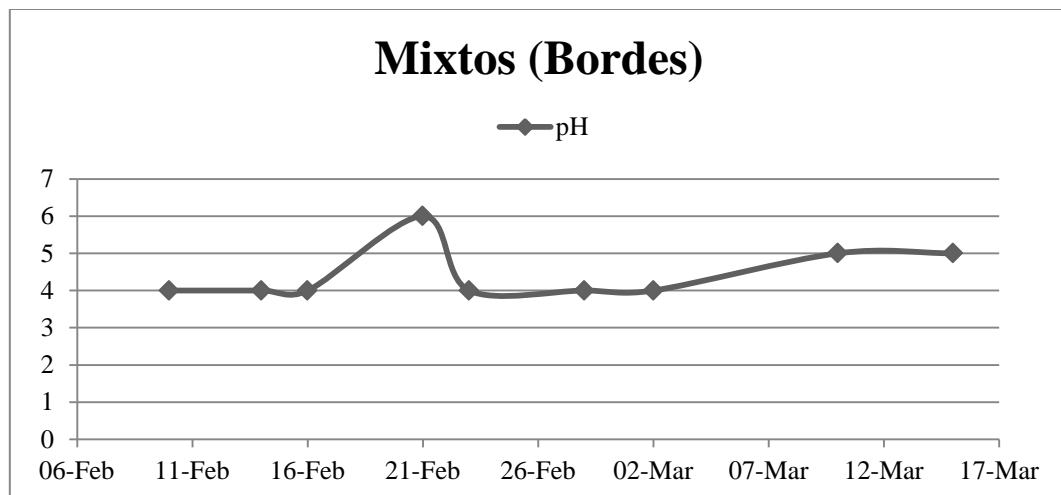


En cuanto a los desechos crudos, era de esperarse encontrar valores de pH entre 5 y 8, ya que como se mencionó anteriormente, los restos de hortalizas y vegetales, liberan compuestos alcalinos que contribuyen a mantener el pH neutro. Tanto en los bordes como en el centro del biodigestor se observó esta tendencia.





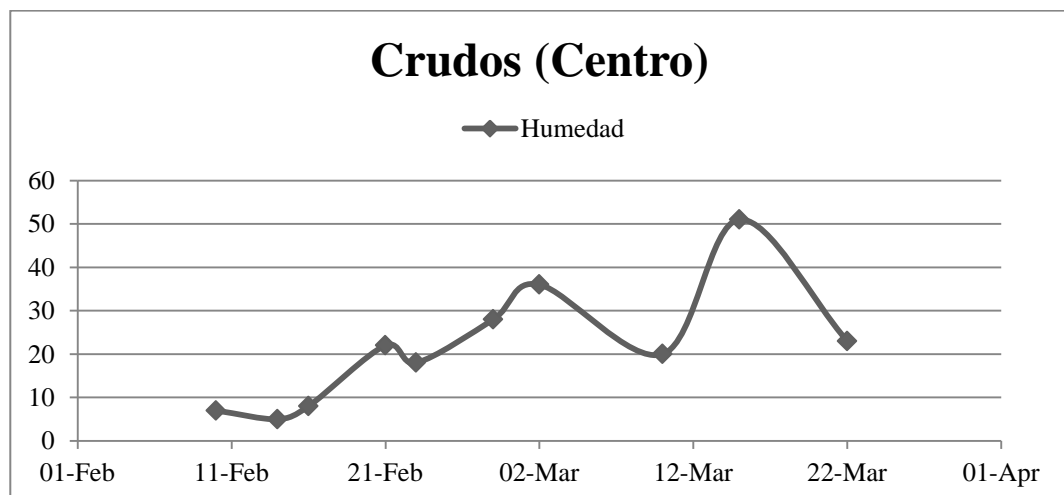
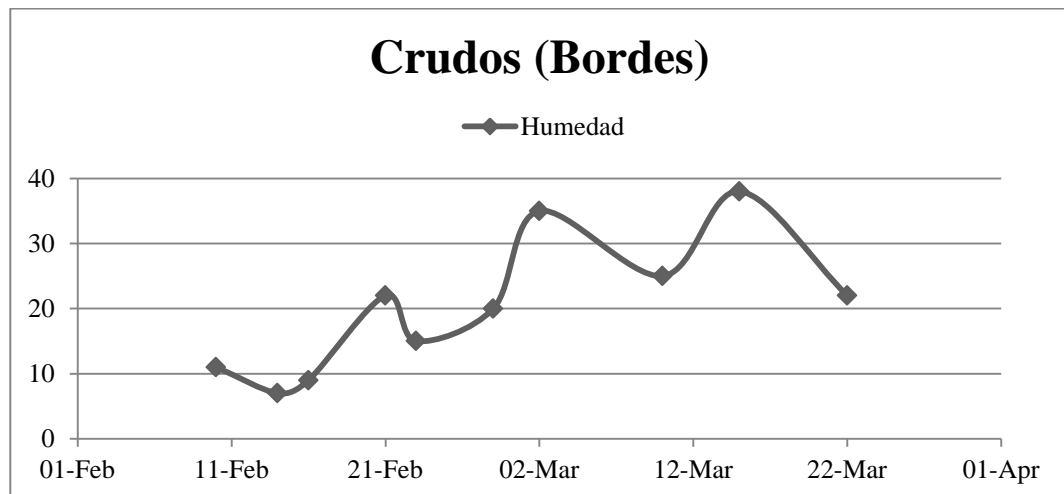
Para el caso de los desechos cocidos, básicamente compuestos por restos de carne roja y pasta, se observaron rangos de pH entre 3 y 6, en ambos casos, es decir, para las muestras recogidas de los bordes y del centro del reactor. La carne, además de atraer malos olores y roedores afecta el pH del compost y esto hace a su vez que el proceso de descomposición sea más lento, debido a la dificultad de las bacterias o microorganismos a sobrevivir a un medio en el que el pH no sea prácticamente neutro.



Se registró un margen de pH entre 4 y 6 para los desechos mixtos, muy parecido al caso de los desechos cocidos en donde el proceso de descomposición se ve afectado por estos niveles. Sin embargo, la alcalinidad o la acidez están determinadas por los elementos dominantes presentes en el biodigestor, se puede observar que la mezcla con los desechos crudos intentaría equilibrar la tendencia ácida de los desechos como la pasta y la carne, en este caso.

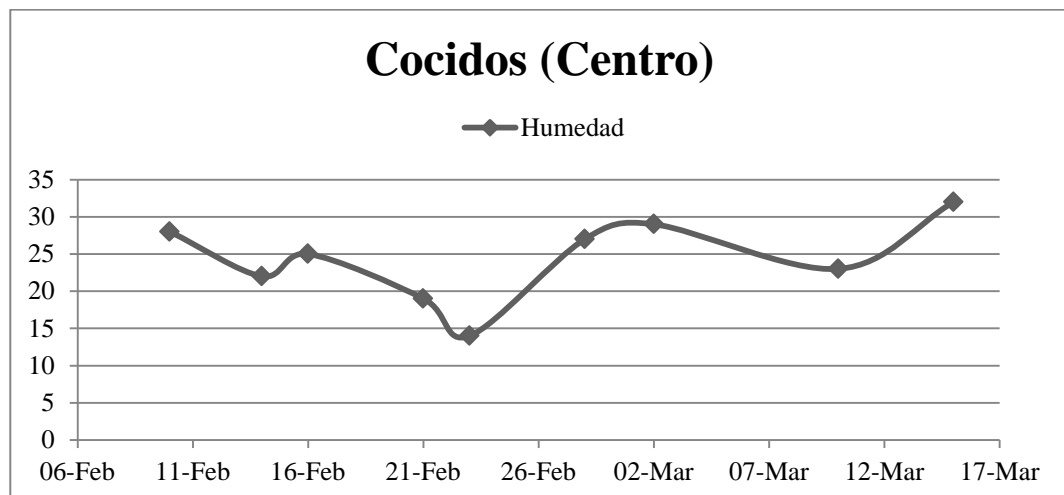
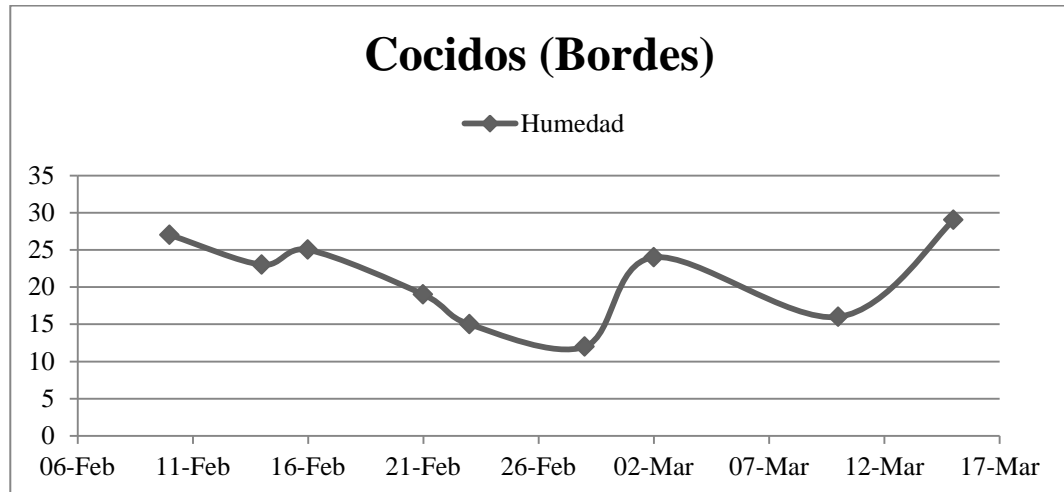
En el proceso de compostaje, la humedad es un parámetro importante a considerar, ya que determina el carácter aeróbico o anaeróbico del proceso. Un porcentaje de humedad alto, involucra un proceso anaeróbico, esto trae como consecuencia la putrefacción de la materia orgánica. El inconveniente con un porcentaje de humedad muy bajo, afecta o disminuye la actividad de las bacterias y, al mismo tiempo, ralentiza el proceso.

Se considera que el compostador presenta carencia de agua, cuando los niveles o porcentajes de humedad son inferiores al 40%, análogamente, se considerará un exceso de agua cuando los porcentajes sean superiores al 60%. En base a estos porcentajes, se discutirán a continuación las repercusiones en cada caso:

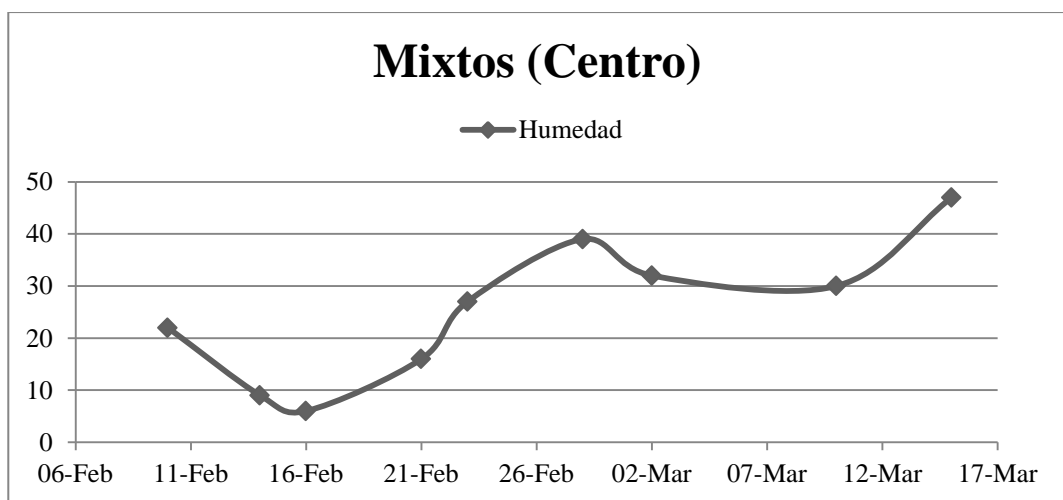
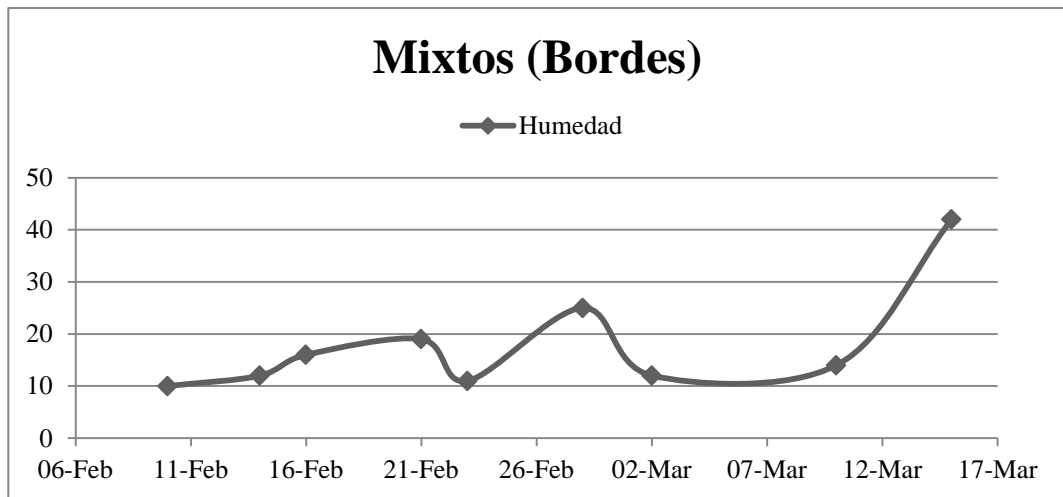


Los residuos crudos presentan valores bajos al principio del proceso, este hecho se evidenció tanto en las paredes del biodigestor como en los bordes. Sin embargo, el porcentaje de humedad mejora hacia el final. Esto puede indicar que el

proceso de descomposición fue bastante lento al inicio pero mejoró hacia las últimas semanas del estudio. Los desechos o residuos crudos de cocina favorecen a que el compostador se mantenga húmedo, esto a su vez, aumenta la calidad de las condiciones para la vida de las bacterias y microorganismos.



Los desechos cocidos presentan un comportamiento similar tanto en las paredes del recipiente como en los bordes y básicamente su porcentaje de humedad se mantuvo bajo, es decir que el proceso de descomposición fue más lento y no favoreció mucho a las bacterias responsables del mismo, debido a la falta de oxígeno que requieren para estar en condiciones óptimas. Cabe destacar que los desechos cocidos en relación a los crudos presentan carencia de agua a lo largo del proceso, por ende, su descomposición parece ser más lenta.

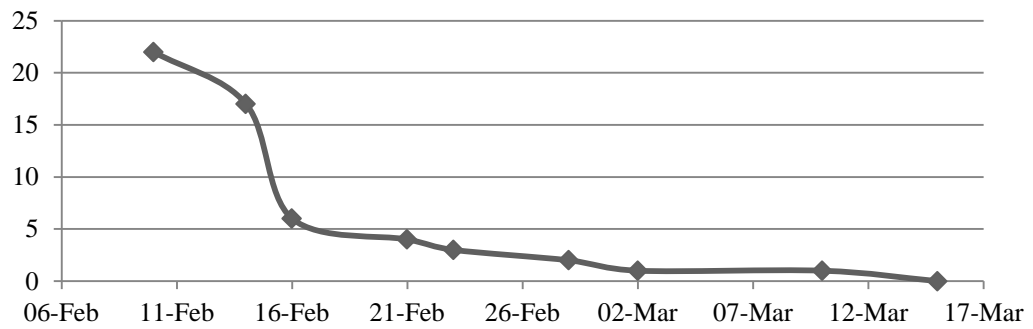


Los porcentajes de humedad en el caso de los desechos mixtos fueron relativamente bajos al comienzo, es decir que el proceso fue lento, y hacia el final se registraron valores dentro del rango óptimo, por la pendiente pronunciada se puede afirmar que el proceso experimentó mayor rapidez de descomposición. La presencia de los desechos crudos pudo favorecer a equilibrar los bajos niveles reportados para el caso de los desechos cocidos.

Los siguientes, son los resultados reportados en cuanto a otra importante variable a considerar en el compostaje, la cual se conoce como desprendimiento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ):

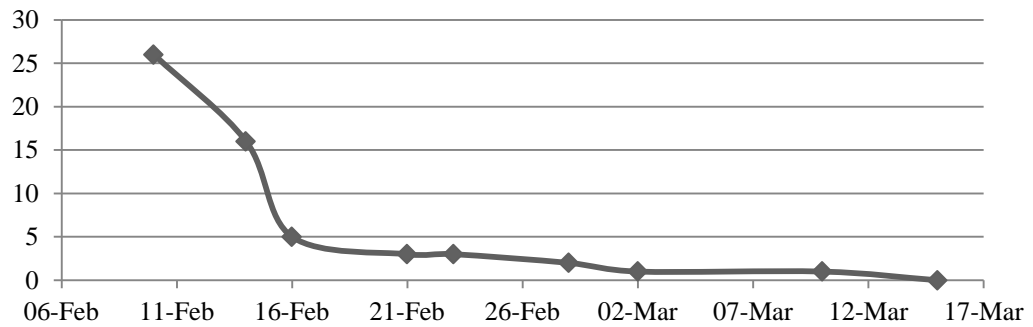
## Crudos (Bordes)

—◆— Desprendimiento CO<sub>2</sub> (mg)



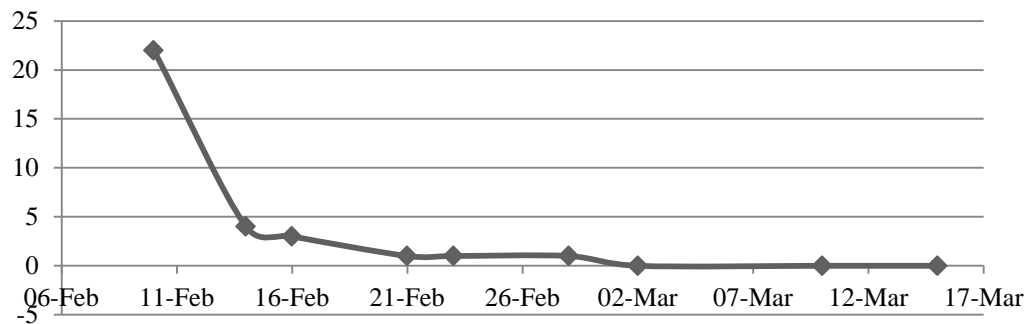
## Crudos (Centro)

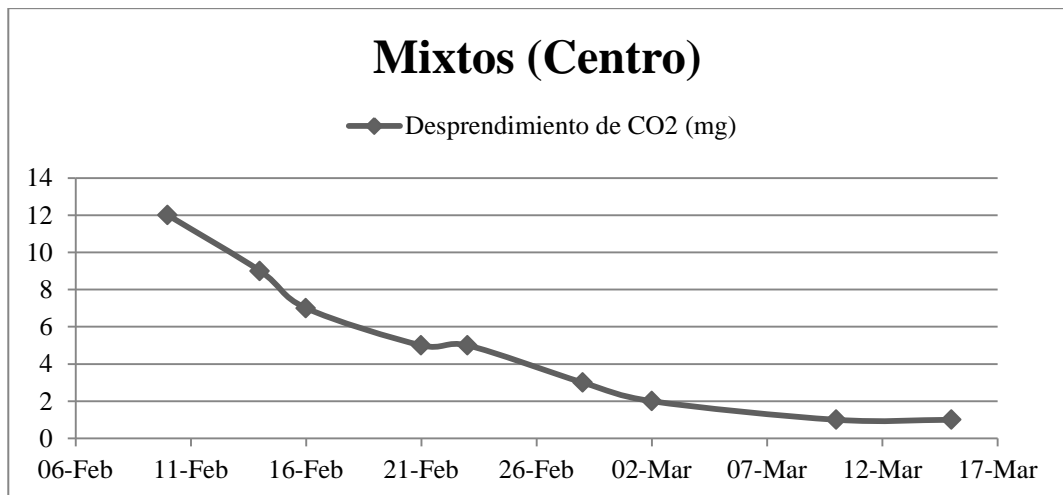
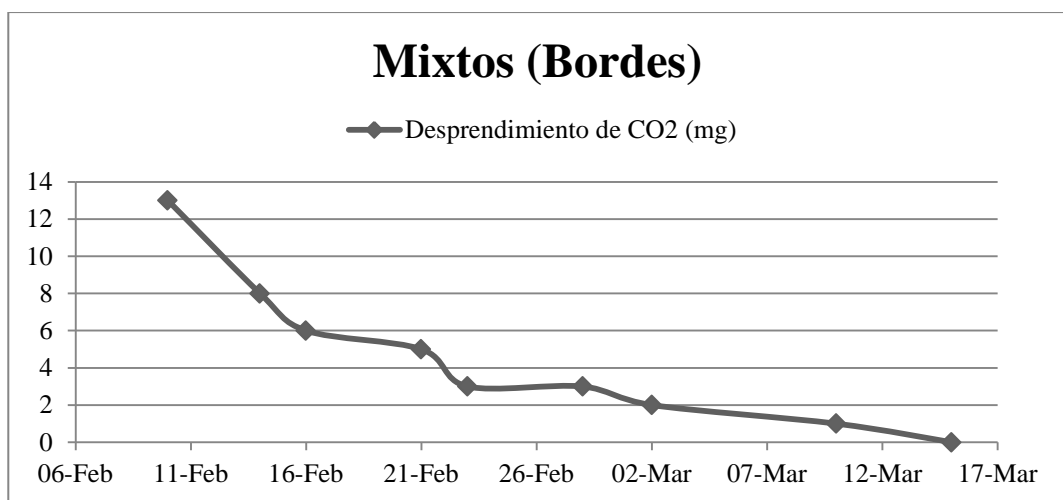
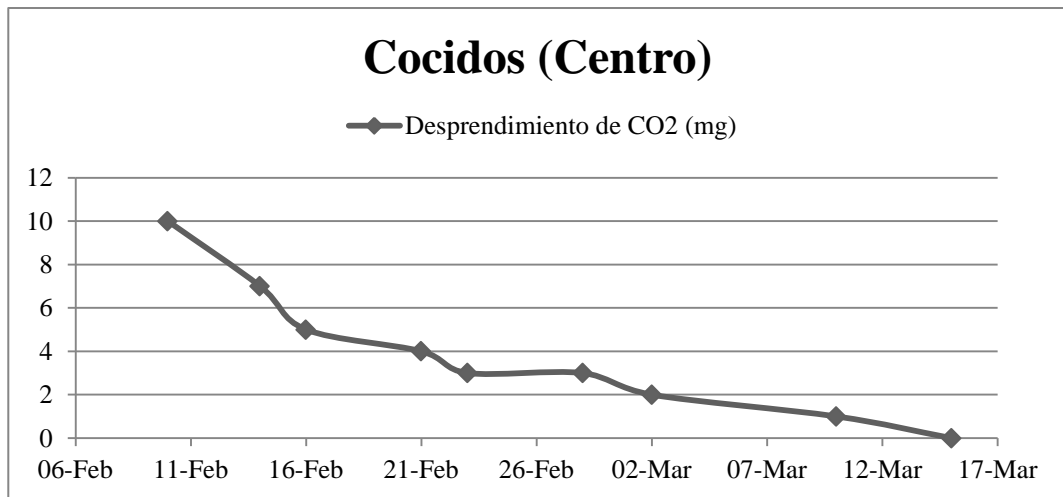
—◆— Desprendimiento CO<sub>2</sub> (mg)



## Cocidos (Bordes)

—◆— Desprendimiento de CO<sub>2</sub> (mg)





En un compost, el nivel de CO<sub>2</sub> no debería ser mayor a un 20% aproximadamente. Un exceso de CO<sub>2</sub>, traerá como consecuencia que los microorganismos en el mismo se asfixien. Provocando a su vez que la descomposición no se lleve a cabo o el proceso sea cada vez más lento, debido a que las bacterias no

pueden cumplir eficazmente sus funciones. Por otro lado, un valor de 5mg de CO<sub>2</sub>, indica que el compost ha llegado a la maduración deseada. Entre este valor y emisiones nulas del gas, se puede hablar de madurez o estabilización en el proceso de compostaje.

La emisión o desprendimiento del CO<sub>2</sub> en un compost, constituye un parámetro importante en la realización de este trabajo de investigación por cuanto sirve de indicador de la madurez o estabilización del compost. Según estudios recientes, durante el proceso de compostaje, el desprendimiento de CO<sub>2</sub> es notorio hacia los el comienzo del mismo, disminuye hacia la mitad del proceso y decrece progresivamente hasta alcanzar la estabilización.

Siguiendo este contexto, los valores reportados en cada uno de los seis estudios realizados, tanto en los bordes como en el centro del reactor, mostraron un comportamiento como el mencionado anteriormente. Hacia el comienzo las pendientes demuestran que la emisión del gas fue considerable, luego la pendiente es menos pronunciada, por lo cual se observa que disminuye hacia la mitad del proceso; finalmente, se reportaron emisiones nulas de CO<sub>2</sub> durante la última semana de estudio, en general, se reportaron en todos los casos valores menores a 5mg de CO<sub>2</sub>.

## **RELACIÓN DEL PROYECTO CON LA FORMACIÓN DEL ESTUDIANTE**

En la era del auge del desarrollo sustentable, cualquier actividad que permita estar familiarizado con procesos que de alguna manera puedan ser solidarios al ambiente, y que a su vez generen un beneficio económico y social, están relacionados actualmente con el contexto del ingeniero de materiales. Debido al interés de la obtención sustentable de materiales tanto orgánicos como inorgánicos y cómo este proceso puede afectar al ambiente.

Por otro lado, el trabajo en equipo y la experiencia de trabajar en un laboratorio forma parte de la función de un ingeniero. En el desarrollo de este proyecto, se emplearon los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, desde normas y manejo del laboratorio y sus materiales y equipos, hasta la habilidad de reportar, establecer y analizar tablas y/o gráficas de resultados.

La elaboración de un proyecto de compostaje dentro del campus universitario resulta ser un tema diferente en cuanto a lo que sería el pensum de estudio para un estudiante que aspira el título a Ingeniero de Materiales. Sin embargo, resulta lógico y necesario que tanto el estudiante universitario como cualquier persona externa, desarrolle un sentido de solidaridad con el ambiente y muestre interés por mejorar cada vez más el planeta que habitamos todos. Al realizar estudios de investigación, relacionados directa o indirectamente con la carrera, se está contribuyendo en gran medida a mejorar la calidad de vida de todos los seres humanos.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Los desechos crudos exhiben valores de pH, humedad y desprendimiento de CO<sub>2</sub> esperados para un compost.
- Los desechos cocidos, muestran que la descomposición se lleva a cabo más lentamente, debido a las condiciones de pH, humedad y emisión de CO<sub>2</sub> que son capaces de generar.
- Al combinar desechos cocidos y crudos, se logra compensar considerablemente los valores esperados para un compost que no puedan ser capaces de lograr solamente los residuos con cierto grado de cocción.
- En los bordes de los biodigestores resultó más rápido el proceso que hacia el centro de los mismos.
- El proyecto de compostaje proporcionó información acerca del potencial de evaluar los residuos o desechos sólidos de los comedores de esta casa de estudio como componentes viables en un compost y su uso dentro de las instalaciones.
- El experimento demostró que la levadura y el papelón desempeña un papel importante como medio para acelerar las reacciones de descomposición y crecimiento bacteriano en este tipo de residuos sólidos.
- Se sugiere seguir rigurosamente el estudio mediante la medición semana a semana y con instrumentos más exactos y precisos que reflejen la madurez del compost.
- Se propone realizar un estudio de la cantidad de amoníaco desprendido como referencia adicional al proceso de madurez o estabilización del compost.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Campos Gómez, Irene. Saneamiento Ambiental. 1era Edición. EUNED, 2003. Costa Rica.
- [2] Rodríguez Salinas, Marcos Arturo y otros. Tratamiento de residuos sólidos urbanos. 1era Edición. 2006. México.
- [3] Stoffela, Peter J. y Kahn, Brian A. Utilización del Compost en los Sistemas de Cultivo Hortícola. Ediciones Mundi–Prensa, 2004.
- [4] Altamirano Flores, María y Cabrera Carranza, Carlos. Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG Vol. 9. 2006.
- [5] Villalba Márquez, Luisa Trina y Rocha, Carlos. “Caracterización Físico-Química y Biológica de un compost elaborado con desechos generados en la USB”. Decanato de Estudios de Postgrado. Maestría en ciencias Biológicas. Universidad Simón Bolívar, 2005.