

**Universidad Tecnológica
Nacional**
Facultad Regional Tucumán
Escuela de Posgrado

**COMPOSTAJE DE RESIDUOS
SUCROALCOHOLEROS**

Lic. Cecilia María Esquivel

Trabajo Final Integrador para optar al Grado Académico
Superior de Especialista en Ingeniería Ambiental

Tutor: Ing. Mg Eugenio Antonio Quaia

San Miguel de Tucumán

Año 2018

PROLOGO

Tucumán es la principal productora de caña de azúcar con el 66% de la producción Nacional con respecto a salta, Jujuy y parte del litoral. La economía de Tucumán avanza de acuerdo a las actividades agroindustriales y es por ello que la caña de azúcar adquiere vital importancia para el progreso socio-económico de nuestra provincia.

A partir de la actividad sucroalcoholera se obtiene azúcar, con tránsito en el mercado Nacional e internacional, y alcohol, mayormente a partir de melazas.

En Tucumán existen 11 destilerías de alcohol en su mayoría integradas con los ingenios.

En el proceso de producción de azúcar, la caña una vez cosechada se transporta rápidamente al ingenio para evitar su deterioro. Una vez en el ingenio, la caña pasa bajo unas cuchillas picadoras a fin de lograr una mayor capacidad de molienda, para luego entrar al trapiche donde los trozos de caña pasan por molinos que los exprimen y extraen el jugo. Mientras que el residuo fibroso resultante de la extracción que se llama bagazo es utilizado en la caldera para producir vapor.

El jugo de la caña se somete luego a un tratamiento clarificante y se conduce a depósitos de cocción o evaporadores en donde se elimina alrededor del 80% del agua contenida en el jugo (en esta operación se obtiene la melaza). Por último, se cristaliza la sacarosa quedando así el azúcar. Un subproducto sólido queda del filtrado de los jugos y es la cachaza o torta de filtro, por su contenido de fósforo de hasta un 1,8 % es usado como mejorador de los suelos agrícolas.

El etanol se produce a partir de la fermentación por microorganismos (levaduras o bacterias) de los azúcares del jugo de la caña directamente, o a partir de la melaza y del proceso de destilación queda un residuo líquido llamado vinaza. Por cada litro de etanol se producen, en promedio, 13 litros de vinaza. En el presente trabajo la descripción de estos procesos y sus subproductos resulta importante para poder entender luego la problemática actual en nuestra provincia, las características contaminantes y las posibles alternativas para mitigarlas.

INDICE

Agradecimiento.....	I
Resumen.....	II
Problemática actual.....	1
Justificación.....	6
Aspectos legales.....	10
Objetivo específico.....	10
Objetivo general.....	10
Metodología.....	10
Resultados	19
Conclusión.....	25
Bibliografía.....	28

Anexos

Anexo 1 : técnicas de análisis

Anexo 2: resolución SENASA

Anexo 3: Mejoras ambientales PRi . Resumen 2016

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Graieb, Director de la carrera de especialidad de Ingeniería Ambiental, por darme la oportunidad de poder estudiar en la Universidad Tecnológica de Tucumán.

A la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres por haberme dado el lugar de realización de mis ensayos y su apoyo para continuar con mi especialidad.

A mi director Eugenio Quaia por guiarme en la realización y confección del presente trabajo

A mis padres por haberme dado el ejemplo y la enseñanza de que el estudio no es una obligación sino que forma parte de la vida y su crecimiento.

Agradezco especialmente a mi querida hija Carolina que siendo sólo una niña me acompañó pacientemente durante mi cursado. Es mi impulso para que pueda seguir mis proyectos y cumplir mis metas.

A mi familia por su apoyo incondicional para que este ciclo pueda verse cumplido.

A Dios por el empujón que no me permitió bajar los brazos en momentos de desconcierto.

RESUMEN

El cultivo de la caña de azúcar y la producción sucroalcoholera forma parte de la mayor actividad socio-económica de la provincia de Tucumán con un 66 % de producción nacional. Es por ello que este estudio se centra en lo que es hoy una de las principales actividad agroindustrial de nuestra región.

Si bien este desarrollo económico contribuye al bienestar social de una comunidad, no siempre involucra tecnologías de sustentabilidad hacia el medio ambiente que nos rodea. Dicha consideración va acompañada de la problemática actual que recorre nuestra provincia y que ha sido investigada en diversos estudios e informes técnicos elaborados por el Gobierno provincial y Nacional e Instituciones públicas.

La Cuenca Salí dulce es la segunda cuenca más contaminada de Argentina y en su cercanías se localizan las principales agroindustrias de Tucumán. Su ubicación preferencial podría estar relacionada con el vuelco de sus efluentes a la cuenca misma y por lo tanto ser responsable de la contaminación en ríos y cauces.

Sabemos que durante la producción de azúcar y de bioetanol se generan subproductos que pueden ser considerados residuos si son volcados a la cuenca. Uno de esos efluentes provenientes de la destilería de alcohol es la vinaza. Una destilería produce en promedio 100 m³ de alcohol por día o sea 1300 m³ de vinaza por día. Es decir en zafra produce aproximadamente 234000 m³ de vinaza por ingenio. Resulta importante destacar que en Tucumán existen 11 destilerías. En base a estos datos podemos suponer el gran volumen de vinaza que se genera y la necesidad urgente de implementar, regular y controlar a través de medidas de mitigación el vuelco de vinaza a la cuenca.

La secretaria de medio Ambiente de la Provincia prohibió el volcado de vinaza a los cursos de aguas naturales y se ha creado a nivel Naional el Programa de Reconversión Industrial (PRI) que implementa acciones destinadas a reestructurar el sistema de gestión ambiental de cada ingenio azucarero implementando cambios en las operaciones y procesos a fin de disminuir la contaminación generada.

A su vez se han estudiado distintas tecnologías para el tratamiento de la vinaza. Dichas tecnologías son entre otras el compostaje, fertirriego, concentración y combustión y bioreactores. En todos los tratamientos, la vinaza pasa a ser un subproducto con efectos beneficiosos ya que puede utilizarse como mejorador de suelos o producción de biogás.

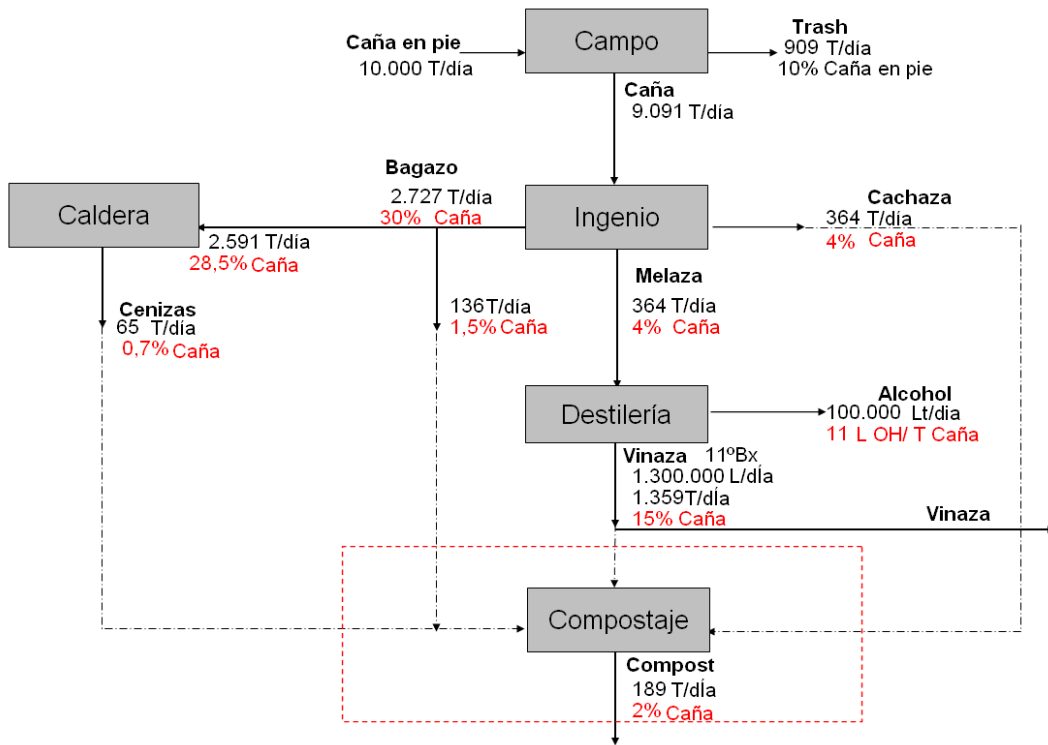
En este trabajo se evaluará unas de las alternativas planteadas para reducir el impacto ambiental de la vinaza. Dicha alternativa es el compostaje, proceso por el cual se obtiene un biofertilizante rico en macro y micronutrientes, alto contenido de humus, microorganismos y compuestos orgánicos útiles para las plantas y el suelo. El proceso de compostaje requiere condiciones ambientales aeróbicas y consiste en controlar la transformación de la materia orgánica, midiendo adecuadamente la proporción de cada materia prima que compone la mezcla para lograr un progreso óptimo del proceso. Asimismo se debe tener cuenta parámetros como relación C/N, materia orgánica, conductividad, pH, entre otros. Para poder diferenciar las distintas etapas del compostaje el control de temperatura resulta imperioso.

El diseño del ensayo se basó en la realización de dos tratamientos por triplicado. Cada tratamiento consistía en la formulación de pilas compuestas por 70 % de cachaza, 20 % de cenizas, y 10 % de bagazo. A uno de los tratamientos se los regó inicialmente con agua y otra se regó con 110 kg de vinaza. El objetivo específico fue evaluar la dosis de vinaza añadida como riego en las pilas de compostaje y su efecto en la conductividad y un objetivo más general fue evaluar los parámetros físico-químicos que dominan en el proceso de compostaje. De los resultados obtenidos se concluyó que el aumento de conductividad está relacionado con el agregado de vinaza a las pilas, ya que en las pilas regadas con vinaza la conductividad alcanzó valores de 3,90 ms/cm mientras que en las pilas regadas con agua llegaron 2,43 ms/cm y que en ambos tratamientos, la evolución del proceso de compostaje fue el esperado de acuerdo a la variación de los parámetros físico-químicos estudiados.

Palabras clave: compost, vinaza, sustentabilidad

PROBLEMÁTICA ACTUAL

Según Investigaciones realizadas en los últimos años, la cuenca Salí-Dulce es la segunda más contaminada de Argentina. Esta extensa zona hídrica nace en el extremo noroeste del país, en las sierras subandinas, y desciende hacia el sur hasta desembocar en la laguna de Mar Chiquita en la provincia de Córdoba. Durante las últimas décadas, se han realizado estudios que han demostrado que parte de esa contaminación ha sido un efecto del vuelco de vinaza y otros efluentes provenientes de la agroindustria Tucumana entre ellas la industria sucroalcoholera, cuyo esquema de proceso se muestra a continuación.



Esquema de proceso sucroalcoholero

- **Cachaza:** o torta de los filtros es un residuo rico en nitrógeno, fósforo y calcio, resulta del proceso de clarificación del jugo. Compuesto principalmente por tierra y una gran cantidad de materia orgánica. La cachaza representa de aproximadamente el 4 % de la masa total de caña molida.

- **Bagazo:** El bagazo representa aproximadamente el 30 % de la masa total de caña molida y es generalmente utilizado en los hornos de los ingenios para obtener la energía necesaria en la fabricación de azúcar y mieles. Una industria energéticamente eficiente, que utilice bagazo en sus hornos puede tener un excedente de 30% de este material.
- **Ceniza:** Representan aproximadamente el 2,5 % del bagazo que ingresa a las caldera. Se obtiene de los scrubbers.
- **Vinaza:** por cada litro de alcohol se obtiene 13 litros de vinaza 11° Brix, para el proceso de compostaje se utiliza como riego.

En promedio la vinaza contiene un 90% de agua y de los sólidos presentes, el 75% son orgánicos. De los constituyentes inorgánicos, el 64% corresponde al potasio. Si este efluente, con alta concentración de materia orgánica (DQO de 70000 mg/l a 120000mg/l) llega a ríos o arroyos, el oxígeno disuelto disminuye considerablemente afectando considerablemente el ecosistema natural ya que las aguas con una DQO por encima de los 50 mg O₂/l se consideran contaminadas. Además existen otros factores contaminantes que pueden producir impactos ambientales en:

1. Medio físico

- Aire: olores provenientes del proceso de tratamiento.
- Suelo: contaminación del suelo y/o subsuelo, y/o aguas subterráneas cuando el efluente tratado infiltra.
- Medio biótico, flora y fauna: afectación de la vegetación natural. Deterioro de las especies circundantes en el área.
- Paisaje: Impactos estéticos negativos, percibidos o reales, en las cercanías de las obras de tratamiento.
- Salud de las personas
- Generación de vectores: Reproducción y alimentación de vectores de enfermedades.
- Ruidos: Ruidos generados por el desarrollo de la actividad.

2. Economía

- Uso de energía, combustible: consumo de energía en el proceso productivo.
- Generación de empleos: empleos generados para la sociedad.

Puede evaluarse mediante una investigación del impacto ambiental que evalúa como afecta a los aspectos naturales (suelo, flora, fauna, aire, agua), al valor paisajístico, la salud de las personas y a la economía.

El estudio de impacto ambiental de las alternativas de tratamiento de la vinaza brinda información sobre los impactos que se producen en el entorno durante las distintas etapas del proyecto: planificación, construcción y operación de las actividades de la industria suco - alcoholera.

A raíz de todas estas consideraciones, la secretaria de medio Ambiente de la Provincia prohibió el volcado de vinaza a los cursos de aguas naturales y se ha creado a nivel Nacional el Programa de Reconversión Industrial (PRI). Dicho plan compone un programa de actividades destinada a implementar nuevas estructuras de desempeño ambiental y generar si es necesario cambios en los procesos y operaciones con el fin de disminuir la contaminación en la Cuenca Salí dulce. Siendo además una exigencia, la aplicación de medidas preventivas y remediación de pasivos ambientales.

Es por ello que se han evaluado numerosas alternativas para disminuir el efecto contaminante de la vinaza y su acumulación. Algunas alternativas son:

- Fertirriego en suelos improductivos basándose en informes técnicos, esta incluso ha sido incorporada a las legislaciones ambientales vigentes de la secretaria de Medio Ambiente.
-

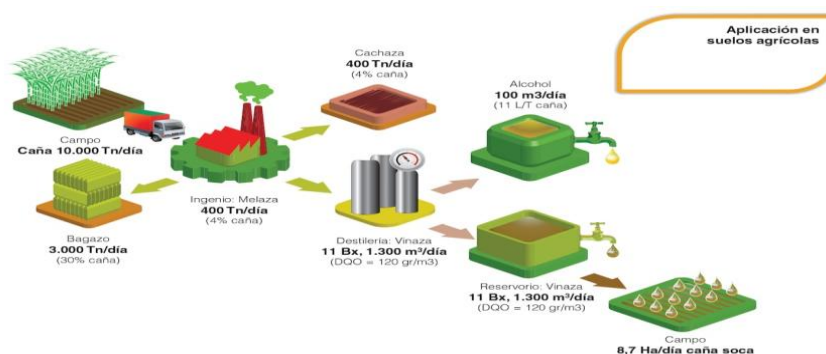


Fig1. Esquema de aplicación de vinaza al suelo Fuente revista Avance Agroindustrial EEAOC Vol.34 Julio 2013

- Compostaje, un proceso aeróbico en el cual se mezclan la cachaza, ceniza y vinaza (Se puede incorporar proporcionalmente hasta un 30 % de vinaza diluida) en proporciones estudiadas dándoles las condiciones necesarias para que los microorganismos puedan actuar y transformar esta mezcla en un biofertilizante.



Fig 2: cancha de compostaje en ingenio azucarero

- Concentración y combustión de vinaza donde se reduce el volumen y se obtiene fertilizantes como potásico líquido, correctores de suelos salinos y salinos- sódicos. También se puede utilizar como alimentos para animales y como fuente de energía.
- Reactores biológicos, reducción de la materia orgánica por acción de agentes biológicos con producción de biogás en condiciones anaeróbicos.

En vista a las alternativas expuestas, se puede señalar que la vinaza no es necesariamente un residuo ya que de los diferentes tratamientos se obtienen un componente beneficioso para los suelos o la producción de fuente de energía alternativa como es el biogás.

Por lo que la vinaza debiera ser considerada un subproducto de la industria sucroalcoholera cuando su función sea el de aportar a la sustentabilidad ambiental.



Fig3.Lagunas de vinaza para fertirriego



Fig 4 compost de residuos sucroalcoholeros

En el fondo de la imagen de la Fig. 4 puede observarse unos aspersores de vinaza cuya función es donde la vinaza líquida es pulverizada, o convertida en pequeñas porciones que se secan al contacto con el aire caliente. El sólido obtenido posee una humedad entre 1 y 8 %.

JUSTIFICACIÓN

La abundante generación de subproductos de las industrias sucroalcoholeras tucumana (vinaza, cachaza, ceniza etc.) nos lleva a estudiar alternativas para su disposición que permitan minimizar su impacto ambiental. En la actualidad los sistemas de compostaje constituyen una de las alternativas más prácticas y económicas, obteniéndose además fertilizantes orgánicos con alto contenido de humus, microorganismos y nutrientes útiles para el suelo. Este proceso involucra la conversión biológica de material orgánico en moléculas orgánicas e inorgánicas más sencillas. Esta conversión requiere condiciones aeróbicas controladas siendo la población microbiana el componente activo de este proceso.

Para que esta transformación pueda realizarse, la evolución del proceso consta de varias etapas:

- **Acondicionamiento y formulación** de las mezclas para mantener una humedad de 60 % y las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos ajustando los requerimientos de oxígeno y los nutrientes para una adecuada de carbono y nitrógeno (C/N).
- **Descomposición mesófila:** Esta etapa de descomposición se desarrolla a temperaturas de hasta 45°C, predominando los microorganismos mesófilos bacterias (*Bacillus subtilis* ,*Pseudomonas*, *Thiobacillus* y *Enterobacter*) y hongos. Estas bacterias Son responsables de la mayor parte de la descomposición y de la generación de calor. Contienen enzimas que rompen las moléculas orgánicas
- **Descomposición termófila:** Desde los 45 °C a medida que se eleva la temperatura, la población inicial es desplazada por miembros del género *Bacillus*, un grupo con capacidad de degradar proteínas y por actinomicetes. La cantidad de *Bacillus* es regularmente alta entre los 50° y 55° C pero decrece dramáticamente por arriba de los 60° C. En esta fase pueden predominar los actinomicetes que degradan compuestos orgánicos complejos como la celulosa, las hemicelulosas, la quitina y la lignina. Asimismo se crean condiciones para la destrucción de bacterias patógenas.

- **Descomposición mesófila de enfriamiento y maduración:** en esta etapa los actinomicetes son importantes cuando sólo quedan los materiales más resistentes y participan en las últimas etapas de formación del humus. En la fase final del compost se estabiliza a temperatura ambiente. El olor a tierra es característico cuando el compost ya está en esta última etapa. Además el volumen final se reduce considerablemente

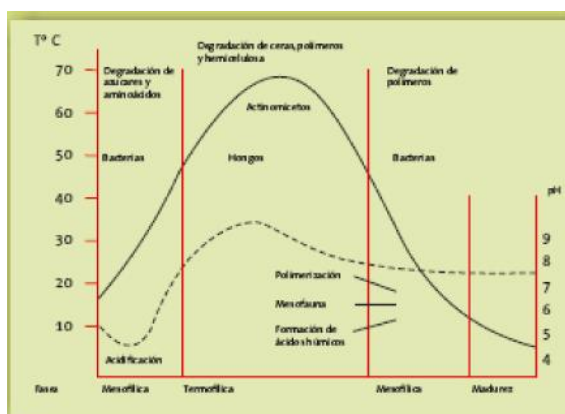


Fig 5. Evolución de la temperatura durante el proceso de compostaje .fuente: Laos 2003; Mustin 2003

El compost maduro obtenido contiene macro y micronutrientes, regula el pH y mejora el intercambio salino de los suelos, aumenta la porosidad, obteniendo suelos que permiten el flujo de aire y oxígeno. Biológicamente favorece la actividad de los microorganismos que son beneficiosos para las plantas, favoreciendo la germinación de las semillas y aporta la nutrición mineral a las plantas.

En el compostaje existen parámetros que deben de controlarse. Tales parámetros son:

- **Temperatura:** es lo que distingue cada etapa del proceso, como ya vimos en las etapas del compostaje están divididas entre una fase mesofílica y otra fase termofílica en las que puede llegar a temperaturas mayores de 60 °C. El síntoma más claro de la actividad microbiana es el incremento de la temperatura de la masa que está compostando, por lo que la temperatura ha sido considerada tradicionalmente como una variable fundamental en el control del compostaje (Liang y col. 2003; Miyatake y col., 2006)

- **Oxígeno:** Al tratarse de un proceso biológico aeróbico, los microorganismos que participan en el proceso deben tener el suficiente abastecimiento de oxígeno para que puedan desarrollarse. Esto puede controlarse mediante operaciones de mezclado y volteo así como también debe controlarse la humedad.

Las pilas de compostaje presentan porcentajes variables de oxígeno en el aire de sus espacios libres: la parte más externa contiene casi tanto oxígeno como el aire (18-20%); hacia el interior el contenido de oxígeno va disminuyendo, mientras que el de dióxido de carbono va aumentando, hasta el punto de que a una profundidad mayor de 60 cm el contenido de oxígeno puede estar entre 0,5 y 2% (Ekinci y col, 2004).

Una aireación insuficiente provoca una sustitución de los microorganismos aerobios por anaerobios, con el consiguiente retardo en la descomposición, la aparición de sulfuro de hidrógeno y la producción de malos olores (Bidlingmaier, 1996). El exceso de ventilación podría provocar el enfriamiento de la masa y una alta desecación con la consiguiente reducción de la actividad metabólica de los microorganismos (Zhu, 2006).

- **Relación C/N.** La relación C/N es un parámetro que nos indica condiciones aptas para el buen desarrollo del compost al inicio y al final del proceso. Al inicio se recomienda una relación de 35 mientras que al final del compostaje
- la relación C/N final entre 10-15 es considerada apropiada para uso agronómico
- **La Humedad:** se sitúa en el orden del 45 al 60%, para favorecer la biodegradación. Humedades superiores al 60% condicionarían al compost a un ambiente anaeróbico y humedades inferiores al 45%, descienden la actividad biológica y el proceso se vuelve lento. Algunos autores (Haug, 1993; Madejón y col, 2002; Jeris y col, 1973) consideran que la humedad de los materiales es la variable más importante en el compostaje y ha sido calificada como un importante criterio para la optimización del compostaje.
- **PH:** Valores de pH ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos (pH 6,5-7,5), aseguran el desarrollo de la gran mayoría de los microorganismos. Valores de

pH inferiores a 5,5 inhiben el crecimiento de la gran mayoría de ellos, al igual que valores superiores a pH 8 (Sztern y Pravia, 1999).

El presente trabajo propuso conformar pilas de compostaje con los subproductos mencionados, ya que la cachaza es un sustrato ideal para compostaje. Las cenizas que formaron parte de la mezcla contienen principalmente óxido de Silicio que puede facilitar la solubilización del fósforo. La incorporación de ceniza al compost con cachaza, mejora la composición final del compost respecto al potasio.

En cuanto al bagazo se lo utilizó como agente de volumen. Es decir como la cachaza tiene la limitación de tener un bajo índice de espacios vacíos disminuyendo así la transferencia de oxígeno, el bagazo se utilizó como agente reductor de masa volumétrica.

Las pilas van a ser regadas con agua y otra con 110Kg de vinaza diluida al 11% se realizarán monitoreos fisicoquímicos periódicos. Se aspira encontrar la variación de la conductividad del compost final en función de la dosis de vinaza aplicada y determinar las dosis máximas de vinaza que no comprometan la utilidad del producto final. La conductividad eléctrica constituye uno de los parámetros determinantes de la calidad del compost final. Como se sabe, este parámetro es función de la concentración de iones y de sus movibilidades.

De los ingredientes usados para armar las pilas de compostaje, la vinaza es el elemento que más iones aportan, por lo que se presume que la conductividad final del compost estará firmemente asociada a las dosis de vinaza aplicada durante el proceso.

Se eligió confeccionar pilas porque se ajusta más a las facilidades en cuanto al armado y volteo de pilas, además de ser más económica. Razón por la cual es la mejor opción hasta el momento elegida por las industrias. Pero también existen otras tecnologías de canteros donde los residuos son colocados en canteros lo cual se realiza con equipos de volteo preferiblemente lateral. Para garantizar la buena transferencia de oxígeno se ventila semanalmente mediante máquinas aireadoras lo que encarece más a esta técnica. (Fig 6)



Fig 6 imagen de un compost en cantero

ASPECTOS LEGALES

- **Ley N° 25.675 Ley general de Ambiente:** fueron establecidos los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Que entre otros, los objetivos de la citada Ley consisten en la promoción del mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras en forma prioritaria, en el uso racional y sustentable de los recursos naturales y en la prevención de los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente; todo ello a los efectos de posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo.
- **RESOLUCIÓN N° 030 (SEMA) :** se creó la Dirección de Fiscalización Ambiental dentro de la órbita de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente. La Misión de la mencionada Dirección es asistir a la Superioridad en todo lo inherente a la fiscalización de las condiciones relativas a la calidad de los recursos naturales disponibles y sus Funciones están las de realizar el control de tratamiento de residuos y efluentes industriales sólidos, líquidos o gaseosos; evaluar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de efluentes líquidos o gaseosos y controlar los servicios de destrucción y evacuación de residuos, basuras, aguas pluviales, servidas e industriales y resuelve prohibir en todo el territorio de la Provincia, la descarga de líquidos y/o sólidos residuales que puedan causar degradación o alteración del ambiente y que además deberán ajustarse a los parámetros establecidos en el anexo I de la presente resolución.

Las empresas que administran y/o generan líquidos y/o sólidos residuales del proceso, sometidos o no a sistemas de tratamiento, y que aún no se encontraren inscritas, deberán dentro de los sesenta (60) días contados a partir de la fecha de publicación de la presente Resolución, solicitar a la Dirección de Fiscalización Ambiental la inscripción en el Registro de Efluentes.

- **RESOLUCION Nº 148 (SEMA) Protocolo vinaza:** Considera que la utilización de vinaza en suelos cañeros, como fuente de nutriente, requiere una metodología específica lo que incluye un seguimiento del suelo mediante muestras y determinaciones periódicas. Dicho protocolo incluye una
- presentación anual para la autorización de aplicación en suelo, equipamiento y descripción del sistema operativo entre otras cosas.
- **RESOLUCIÓN-264-2011-SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria:** se establecen normas para la elaboración, importación, exportación, tenencia, fraccionamiento, distribución y venta de fertilizantes y enmiendas en nuestro país incluyendo además el “Reglamento para el registro de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas en la República Argentina”, que como Anexo I. En el se establece: Conductividad Eléctrica en compost para valores mayores a CUATRO (4,0) milisiemens/centímetro se establecerán restricciones de uso, además de otros parámetros como materia Orgánica (húmeda) %: Un DIEZ POR CIENTO (10%) por debajo del contenido declarado entre otros
- **RESOLUCIÓN 1139/2008 SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE** reglamento, flujograma (etapas basicas), glosario y modelo de convenio de industrial (cri) para la conformación de programas de reconversión industrial (pri) en el ámbito de la secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la jefatura de gabinete de ministros.
- **LEY NACIONAL 25.612** Gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional, y sean derivados de procesos industriales o de actividades de servicios.
- **LEY NACIONAL 26.093** “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y uso sustentables de Biocombustibles” sobre el régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de

biocombustibles. autoridad de aplicación. funciones. comisión nacional asesora. habilitación de plantas productoras. mezclado de biocombustibles con combustibles fósiles. sujetos beneficiarios del régimen promocional. infracciones y sanciones.

- **LEY PROVINCIAL Nº 5192** en esta ley se prohíbe la descarga del residuo de la industria azucarera denominada cachaza en los ríos y arroyos, canales y acequias de la Provincia. La cachaza será dispuesta de tal manera que no afecte desfavorablemente los suelos, las aguas y el aire y el Gobierno Provincial apoyará toda iniciativa tendiente al aprovechamiento agrícola o industrial de la cachaza. Además los establecimientos industriales azucareros, dentro de los 180 días de publicada la presente ley, deberán contar con las instalaciones o dispositivos adecuados que aseguren el cumplimiento de sus disposiciones.
- **LEY 11723 Provincial Bs As – Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales:** La presente ley, tiene por objeto la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, a fin de preservar la vida en su sentido más amplio; asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica.
- **Ley Nº 8.517 La Legislatura de la Provincia de Tucumán, sanciona con fuerza de LEY:** menciona las infracciones de carácter ambiental que no tenga prevista una sanción específica y serán reprimidas por la Autoridad de Aplicación que en cada caso corresponda, con las siguientes Sanciones:
 - 1.Apercibimiento.
 - 2.Multa.
 - 3.Clausura
 - 4.Decomiso.
 - 5.Revocación de los certificados y habilitaciones ambientales.
 - 6.Cese definitivo de la actividad. Además el Poder Ejecutivo a enumerar los hechos, acciones y omisiones configurativos de las infracciones, estableciendo las sanciones correspondientes a cada una de ellas y las escalas de las

mismas. Únicamente serán susceptibles de sanción las acciones u omisiones que impliquen el incumplimiento de un deber impuesto por una norma de carácter ambiental.

Las sanciones se graduarán tomando en cuenta las circunstancias atenuantes y agravantes que hubieran rodeado a la infracción. Se considerarán especialmente la naturaleza de la falta, la magnitud del daño o peligro ambiental ocasionados, la capacidad económica del infractor y su condición de reincidente, el riesgo creado para las personas o los bienes y, en general, toda otra circunstancia que contribuya a asegurar la razonabilidad y equidad de la sanción que corresponda imponer.

- **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Evaluar la dosis de vinaza añadida como riego en las pilas de compostaje con cachaza, ceniza y bagazo y su efecto en la conductividad

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros físico-químicos que dominan en el proceso de compostaje de pilas formuladas con cachaza, ceniza y bagazo regadas luego con vinaza 10ºbrix

METODOLOGÍA

Caracterización físico-química de las materias primas (tabla N°1) y de la mezcla a compostar, utilizando técnicas estandarizadas para la determinación de parámetros.

Para determinar el porcentaje de participación de la materia prima en la mezcla es importante caracterizar sus componentes químicos. Los resultados aquí presentados están basados en resultados obtenidos del laboratorio de la EEAO.

Tabla N° 1: caracterización de materia prima

Materia prima	Humedad	MO %	CO%	Na%	%k	pH	Cond ms/cm	N%
cenizas	53,28	14,07%	7,82%	0,24	1,42	5,67	2,40	0,58
Cachaza	64,00	73,43%	40,79%	0,26	1,84	8,38	2,24	2,14
Bagazo	52,86	95,74%	53,19%	0,56	2,83			0,44

- Formulación de las mezclas para el armado de las pilas de compostaje: teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el punto anterior. Cada pila tuvo las siguientes dimensiones

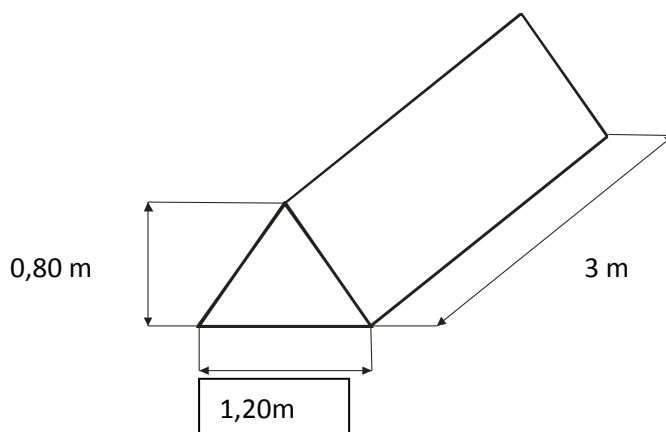


Fig. 7 pilas de compost

A su vez la mezcla fue formulada con igual cantidad de cachaza, ceniza y bagazo pero Inicialmente se regó con vinaza 110 Kg de vinaza al 11 % (Tabla 2), lo que aportó la humedad suficiente para una adecuada evolución del proceso de compostaje, regándose luego con agua. Las pilas se armaron por triplicado.

La formulación de las mezclas se realizó de acuerdo a ensayos de prueba y error con diferentes composiciones de cachaza, ceniza y bagazo. De los ensayos realizados se seleccionó la mezcla que tuvo mejor actividad microbiológica en el proceso del compost y que además la calidad del compost final estuvo dentro de los límites exigidos por el SENASA. Además se diseñó una planilla de EXCEL para determinar el porcentaje de los residuos a compostar teniendo en cuenta la humedad de un 60 % y la relación C/N aproximadamente de 35 para obtener un compost de calidad.

Obtenido el valor de la mezcla se procedió a realizar el cálculo del dimensionamiento del canchón, considerando que se formarán una pila por día.

Tabla 2: diseño de ensayo

Pilas	Cachaza kg	ceniza kg	bagazo Kg	vinaza kg x Tn cachaza
B1	903,00	258,00	129,00	0
M2	903,00	258,00	129,00	110

- Operaciones periódicas de volteo o aireación: El volteo de las pilas se realizó periódicamente de acuerdo al requerimiento de humedad y aireación del proceso.
- Seguimiento fisicoquímico del sistema de compostaje: A fin de evaluar el proceso de compostaje se realizó un control periódico de los parámetros fisicoquímicos
 - A. Carbono orgánico total
 - B. Materia orgánica total
 - C. pH
 - D. Temperatura
 - E. Conductividad
 - F. Fósforo

G. humedad

Los métodos utilizados para cada determinación se basaron en el standard Methods y en los métodos de análisis de compost del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Centro Regional de investigaciones La Platina de Santiago de Chile.

- Posteriormente se rego con vinaza



Fig 8. Mezclado y volteo de. Pilas .de compost



Fig 9 riego con vinaza

El muestreo se realizó periódicamente en dos puntos de cada pila y se midió insitu la temperatura desde el inicio del proceso hasta su finalización.

La humedad debe permanecer entre 45 % y 60 %. La humedad se determina con una técnica gravimétrica en estufa de secado hasta peso constante. La forma la FORMA PRÁCTICA en el lugar es la siguiente: se toma una muestra con la mano (del centro de la pila) y se la aprieta. Pueden suceder tres cosas:

- La primera, que al apretar la muestra, ésta comience a gotear. Esto significaría que hay un exceso de humedad (mayor 60%).
- La segunda, que después de apretar la muestra, al abrir la mano, ésta quede compactada pero no gotee. Sería la situación ideal, ya que la humedad sería la correcta (45 a 60%).
- El tercer caso sería que, al abrir la mano después de apretar, ésta estuviese seca y se desmoronase. Esto indicaría una carencia de agua, por lo tanto se debería humedecer la pila y luego mezclarla

En cuanto a la planta de compostaje donde se realizaron los ensayos dentro del predio de la Estación Experimental agroindustrial Obisto Colombres constaba de distintos sectores.

Patio de recepción: fue el lugar donde se encontraban inicialmente los residuos hasta su posterior incorporación en las pilas de compost (cachaza, ceniza y bagazo)



Fig. 10 Patio de recepción de armado

Patio de compostaje: es el espacio disponible en donde se realizó el armado de las pilas. El armado de las pilas se procedió con carretilla y palas, ya que al tratarse de pilas de tres metros se podía ajustar a esa metodología de armado. Lo que se hizo fue calcular el peso de la materia prima que entraba en la carretilla y

con el peso ya determinado se calculó cuantas carretillas correspondían para cada componente de acuerdo a la mezcla formulada. Posteriormente se paso al armado de las pilas mediante capas. Primero se colocaron 3 capas de cenizas, luego 8 capas de cachaza y finalmente 5 de bagazo y este procedimiento se volvió a repetir en la misma pila.



Fig,11 Patio de compostaje

Acondicionamiento y almacenamiento: en esta zona se acondicionara el lugar para almacenar el compost para luego tamizarlo si es necesario.

Equipo y accesorios para el compostaje

Para las tareas operativas y de control del proceso se utilizaron los siguientes equipos y accesorios:

- palas y carretillas
- Guantes de latex
- Mascarillas.
- Termómetro para compost
- Dos palas de jardinería para muestreo
- Bolsas de 50 kg para guardar las muestras

Mano de obra requerida

Para las operaciones de:

- Armado y volteo de las pilas
- Control del proceso.

Se necesitaron al menos 2 días a las semanas de tres personas capacitadas para el manejo del compostaje. Dichas capacitaciones fueron dictadas por personal del Área Estudios Ambientales de la Sección Ingeniería y Proyecto.



Fig 12 Armado y volteo de pilas

RESULTADOS

Los ensayos tuvieron una duración de aproximadamente 1 mes. Tiempo en el que se pudo observar según (Gráfico. 1). que en la pila regada con agua la conductividad alcanzó un valor de 2,43 ms/cm. No siendo así con las pilas regadas con 110 kg de vinaza diluida al 10 % en donde la conductividad final alcanzada fue 3,90 ms/cm (Gráfico. 2). Aún así la conductividad es menor a 4 ms/cm, límites que se establece según Resolución-264-2011-SENASA para que no existan restricciones.

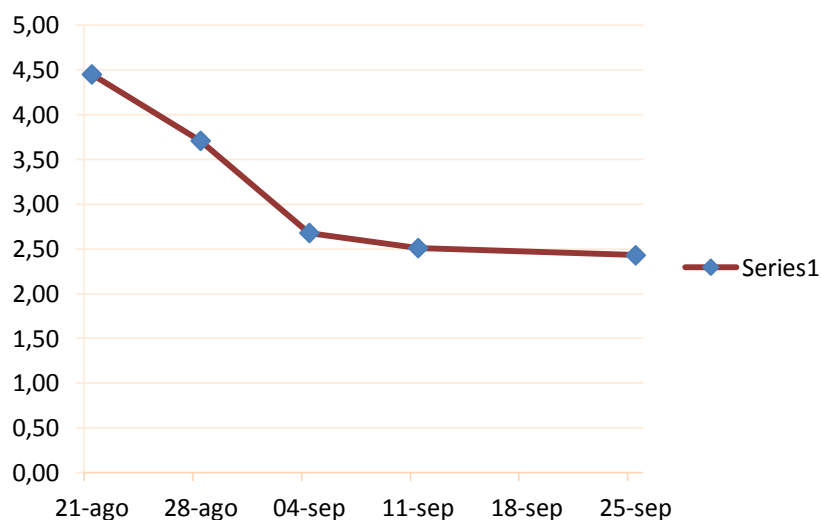
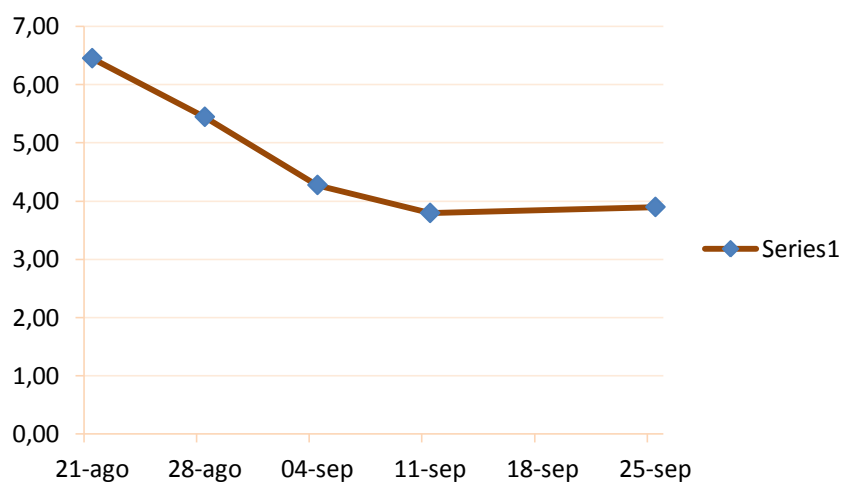


Grafico 1. Variación de la conductividad en pilas regadas con agua

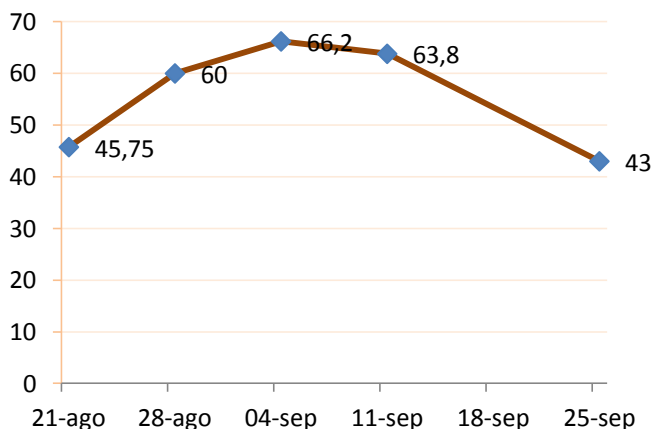
La conductividad eléctrica de un compost está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso (Sánchez-Monedero, 2001).

La conductividad eléctrica tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de nutrientes



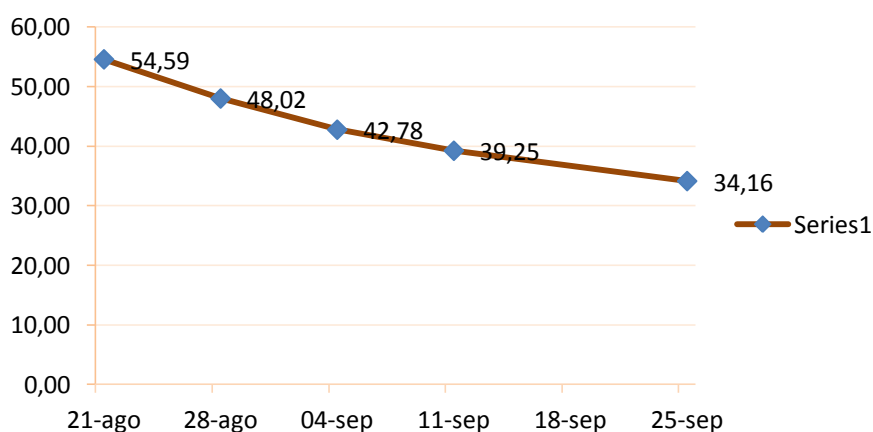
(Gráfico. 2). Variación de la de la conductividad en pilas regadas con 110 kg de vinaza con el tiempo

En cuanto a la variación de la temperatura en las pilas regadas con vinaza se pudo observar que se llegó a una temperatura máxima de 66,2 C° y que se mantuvieron temperaturas superiores a 60 C° durante aproximadamente 2 semanas.

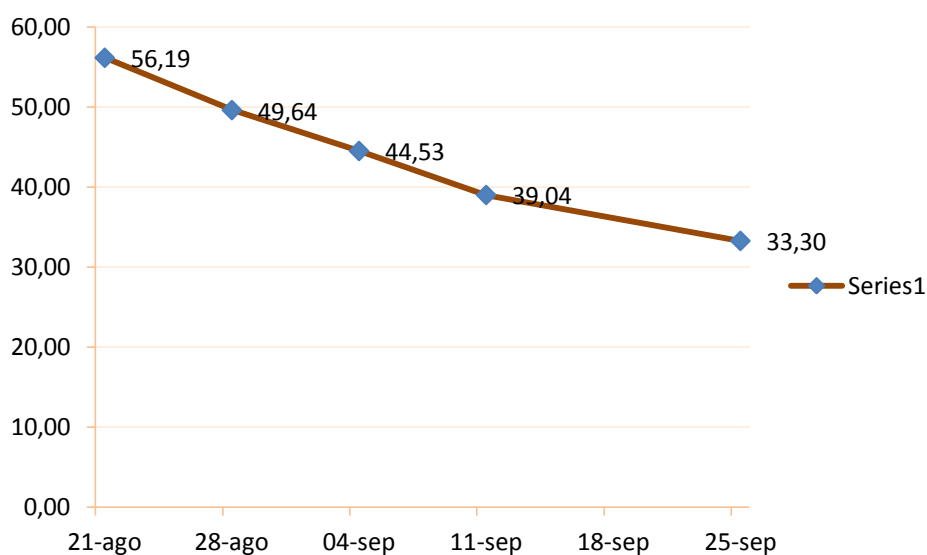


(Gráfico. 3). Variación de la temperatura C° con el tiempo

Otros de los parámetros importantes a verificar en el proceso de compostaje es la disminución de la materia orgánica con el tiempo. En el gráfico. 4 se observa una disminución de un 54,59 % a un 34,16 % en la pila regada con agua. Misma variación se muestra en la pila regada con vinaza en la que la materia orgánica se redujo de un 56,19% a un 33,30%.

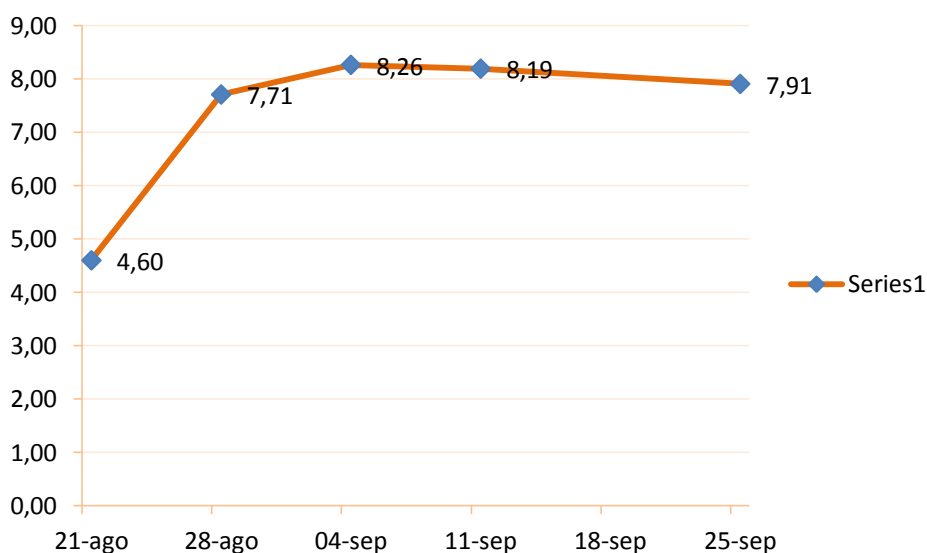


(Gráfico. 4). Variación de la materia orgánica en pilas regadas con agua

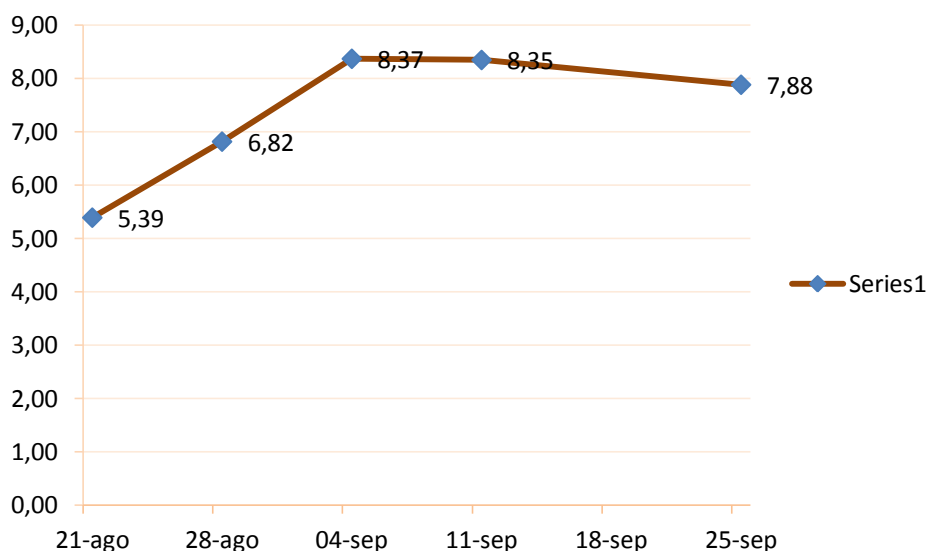


(Gráfico. 5).variación de la materia orgánica en pilas regadas con vinaza

En cuanto al pH tanto en las pilas regadas con agua como en las pilas regadas con vinaza el proceso inició a un pH de 4,60 y 5,39 respectivamente aumentado luego a 7,91 y 7,88 (Gráfico. 5 y 6)



(Gráfico.5) Variación del pH en pilas regadas con agua



(Gráfico. 6) Variación del pH en pilas regadas con vinaza

En la siguiente tabla se muestra que durante el proceso de compostaje se redujo el carbono orgánico en ambos tratamientos y se determinó la relación C/N al inicio de ambos procesos y como se puede mostrar en la siguiente tabla hubo un descenso de la relación C/N apreciable en ambos tratamientos

Variación del carbono orgánico (CO %) en ambos tratamientos					
PILAS	21-ago	28-ago	04-sep	11-sep	25-sep
Riego con agua	30,37	26,66	23,89	21,68	19,20
Riego con Vinaza	31,27	25,03	22,63	21,65	18,33

Relación Carbono /Nitrógeno		
Tratamiento	21 de Agosto	25 de septiembre
con riego de vinaza	28	17,79
Con riego de agua	27,6	15,11

Los resultados recién expresados indican que las diferentes etapas que forman parte del proceso de compostaje determinaron valores acordes a lo esperado en ambos tratamientos para que el proceso siga su curso normal a excepción de la variación de la conductividad con el agregado de vinaza.



Fig. 7 aspectos de pilas de compost al inicio del proceso



Fig 8. Aspecto de las pilas al final del proceso

Finalmente se procedió a realizar en el compost final, los análisis referidos al control de nematodos y fitopatológicos solicitando los análisis de :

Penicillium italicum

Penicillium digitatum

Aspergillus sp.

Geotrichum sp.

Trichoderma sp.

Luego de analizar los resultados de dichos análisis se determinó que el compost contenía la flora habitual con los valores normales. Es decir que no se detectó microorganismos patógenos en las muestras analizadas.

Tabla3 Concentración porcentual de fósforo total %		
Tratamiento	21 de Agosto	25 de septiembre
con riego de vinaza	0,17	0,63
Con riego de agua	0,23	0,59

Como se puede observar en la tabla 3 en ambos tratamientos hubo un aumento gradual de fósforo producto de la solubilización natural.

DISCUSIÓN

- El aumento de conductividad está relacionado con el agregado de vinaza a las pilas. Cuanto mayor sea la cantidad de vinaza incorporada a la mezcla mayor será el aumento de conductividad debido a alta concentración salina que componen la vinaza
- A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que en ambos tratamientos, la evolución del proceso de compostaje fue el esperado de acuerdo a la variación de los parámetros físico- químicos estudiados (Materia orgánica, carbono orgánico, pH y conductividad además de otras variables).
- El Tiempo del proceso fue relativamente corto tanto en las pilas regadas con agua como en las pilas regadas con vinaza , durando aproximadamente un mes, lo que puede atribuirse a la dimensiones de la pila, al estricto control de aireación y a que se mantuvo una humedad de 60%

- Resulta importante destacar que el tiempo en el que se mantuvo el incremento de temperatura, aproximadamente dos semanas, fue el necesario para la eliminación de patógenos en el compost.
- El descenso de la relación C/N a valores entre 10 y 20 en ambos tratamientos nos indica que el proceso evolucionó como se esperaba y es considerado apropiado para uso agrónomo.
- Durante el compostaje la materia orgánica tendió a descender debido a su mineralización y a la consiguiente pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico

CONCLUSIÓN

Si un ingenio produce 55000l por día de alcohol, genera 715000l por día de vinaza. En época de zafra va a generar 128700 m³ o 141570 Tn de vinaza. En promedio también genera 36000 Tn de cachaza. Esto indica que la vinaza que se necesitaría agregar por Tn de cachaza, si se la utilizara solo para compostaje, sería 3,93 Tn de acuerdo a la cantidad total que se genera de vinaza pero resultaría un riesgo si se riega con mayores volúmenes de vinaza ya que podría influir en la calidad del compost final, en especial en la conductividad llegando a valores mayores a 10 ms/cm. Valor que sobrepasa el límite requerido para los suelos según

RESOLUCIÓN-264-2011-SENASA.

.En este ensayo se probó que la mezcla utilizada de cachaza, ceniza y bagazo regada con 0,11 Tn de vinaza a 11 °brix por tonelada de cachaza tuvo una evolución favorable en su proceso y los resultados fueron los esperados para concluir que el compost final obtenido es de interés agrícola. No obstante este tratamiento no representa la solución total a la problemática ambiental de la vinaza en Tucumán ya que sólo se utilizaría una pequeña parte de la vinaza generada.

A partir de esto debería pensarse que para tratar la totalidad de la vinaza producida, el compostaje puede ser una opción más además de plantearse otros sistemas de tratamientos.

Se destaca mucho el compostaje debido a las ventajas que presenta ya que su adición al suelo mejoraría sus propiedades. Favorecería la solubilidad del fósforo y la posibilidad de quelar los nutrientes de origen mineral impidiendo la lixiviación de los mismos. Además como se dijo anteriormente es rico en macro y micronutrientes y ayuda a mejorar la compactación del suelo.

Otro beneficio del compost es el económico ya que:

- se evita el uso de fertilizantes químicos ,
- Incrementa la producción de caña.

Pero también el compostaje tiene sus gastos. Dichos gastos van desde fijos a gastos variables.

- Los gastos fijos se consideran los salarios de operación, gastos de reparación y mantenimiento operacional
- Los gastos variables son aquellos relacionados a la adquisición de materia prima, gastos de combustibles insumos y agua.

Además hay que tener en cuenta la maquinaria que se utiliza en el mezclado y volteo cuando las pilas formadas son de grandes dimensiones.



Sistema de riego



Volteo de pilas

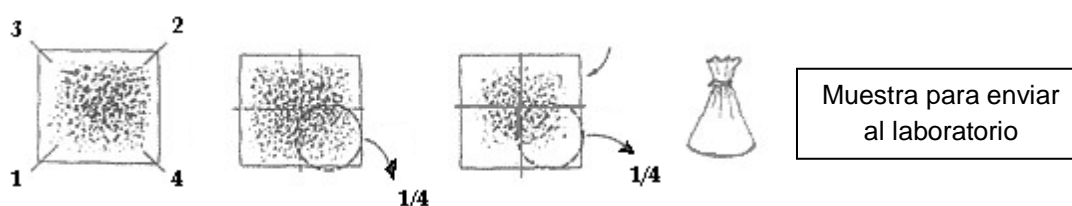
Se puede concluir que existen diversos tratamientos de efluentes sucroalcoholeros para la mitigación de la contaminación en suelos y cauces. Entre ellos está el compostaje. Dicho tratamiento no soluciona el problema de la vinaza pero tiene ventajas en su aplicación al suelo como biofertilizante natural y económicamente evita el uso de productos químicos como se dijo anteriormente. Además mejoraría la productividad de los cultivos. Por lo tanto cuando se piense en esta alternativa es necesario realizar una evaluación costo- beneficio del sistema.

Bibliografía:

- Tenório Z.; Silveira Carvalho, O.; Ribeiro Ferreira da Silva, O.; Gascó Montes J.M.; Guerrero López, F. 2000. **Estudio de la actividad biológica de dos suelos de los tableros costeros del NE de Brasil enmendados con residuos agrícolas: vinaza y torta de caña de azúcar.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Vol.4, n.1, p.70-74, 2000.
- Morandi J.; Neme H. y Forns, L. 2010. **Situación de la actividad azucarera en la Provincia de Tucumán. Diagnóstico y perspectivas.** Provincia de Tucumán. Consejo Federal de Inversiones. Informe Final.
- Gustavo Palladino. **El capitalismo verde en las tierras de El Familiar , transformación de las prácticas económicas y disciplinamiento empresarial en los ingenios tucumanos.** Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2013.
- Ernesto Picco .**Reflexiones sobre periodismo ambiental: el caso de la cuenca salí-Dulce.** Revista Trazos. octubre 2015
- Andrea L. Nishihara Hun1, Fernando D. Mele1 y Gonzalo A. Pérez. **Perfil Ambiental de la industria Azucarera de la Provincia de Tucumán obtenido a partir de la técnica del Análisis del Ciclo de Vida. UNT.** Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. - INTA, Centro Regional Tucuman-Santiago.
- Profesor Consulto Jorge H. Perera , Dr. Ing. **Concentración y Combustión de vinazas.** Mayo 2009.
- Philippe Conil **Manejo de Vinazas: Metanización y Compostaje, Aplicaciones Industriales. TECNICAÑA**
- Sherly Elizabeth Fuentes Navarro .**Optimización del Proceso de Fabricación de Azúcar Blanca para Mejorar la Calidad, en el Ingenio Santa Teresa s.a.** Guatemala, octubre de 2006.
- CARO, Roque Fernando. **Balances Energéticos de Caña de Azúcar como Cultivo Energético en Tucumán, Argentina.** Universidad Nacional de Tucumán,
- Dr. Ernerto Velarde sosa, Dr Mario E. de león Ortiz. **Producción y Aplicación de compost.** Primera edición. La Habana. Agosto 2004

ANEXO 1**TOMA DE MUESTRAS: TÉCNICA DE CUARTEO**

- 1 Colocar el material desmenuzado sobre una lona o plástico limpios y mezclar tirando de las esquinas opuestas, alternando las diagonales.
- 2 Luego dividir en 4 partes, de las cuales se descarta 1, volver a mezclar y repetir el cuarteo hasta llegar al tamaño final indicado (Ej: masa de muestra necesaria 100 g.)
- 3 Embolsar e identificar.

**Técnicas de determinaciones analíticas de compost**

- **Determinación de sólidos totales**

Sólidos totales (ST): residuos que quedan en un recipiente después de evaporar en estufa la totalidad de la humedad de una muestra, a una temperatura de 105 °C.

Sólidos fijos (SF): residuos que quedan en un recipiente después de calcinar en la mufla una muestra de sólidos secos, durante 2 horas, a 550 °C de temperatura.

Sólidos volátiles (SV): residuos que se volatilizan al calcinar la muestra en la mufla.

Principio del método

La determinación de sólidos totales se basa en medir la pérdida de peso que sufre una muestra después que se le evapora la totalidad del agua que contiene, empleando una estufa a 105°C.

La determinación de sólidos fijos y el posterior cálculo de los sólidos volátiles, consiste en tomar los sólidos totales obtenidos según el párrafo anterior y someterlos a 550°C durante 2 horas empleando una mufla. La pérdida de peso con respecto a los sólidos totales representa la fracción denominada sólidos volátiles.



Estufa y mufla

DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO EN COMPOST

MÉTODO KJELDAHL (DIGESTIÓN HÚMEDA).

El método Kjeldahl es un proceso que consiste en dos pasos consecutivos, el primero de ellos el nitrógeno orgánico del **compost** es oxidado a amonio mediante una digestión ácida con ácido sulfúrico y recogido mediante una valoración alcalina con un álcali fuerte (como el NaOH). Una vez transformado todo el nitrógeno en amonio, el segundo paso consiste en una destilación del mismo para su posterior análisis.

Para llevar a cabo este método necesitamos un destilador Kjeldahl acoplado a un sistema de bloques digestores como el que podemos observar en esta foto (existen muchos disponibles comercialmente):



Equipo de Nitrógeno Digestor y analizador

DETERMINACIÓN DE PH Y CONDUCTIVIDAD

Procedimiento

- Calcular la masa de la muestra considerando la humedad y el agregado de 50 ml de agua para alcanzar una dilución de 1:5.

$$gmh=50 / (5x(St/1000)-(h/100))$$

Donde

gmh: masa en g, de muestra húmeda

St: contenido de sólidos totales en base húmeda/kg

h: humedad %

- Pesar la masa calculada en un vaso de precipitación de 250 ml
- Colocar en el agitador y agitar por 20 minutos, dejar reposar.

d) Realizar las mediciones



Equipos de medición de pH y conductividad

DETERMINACIÓN DE FÓSFORO

Determinación espectrofotométrica:

Los iones fosfatos, presentes en el extracto, al reaccionar con una solución ácida que contiene iones de molibdato y antimonio forman un heteropoliácido molibdofosfórico. El cual en presencia de un agente reductor (ácido ascórbico, Método de J. Murphy and J.P. Riley), desarrolla un color azul de intensidad proporcional a la concentración de iones fosfatos y adecuado para mediciones espectrométricas.



Reactivos:

- Reactivo A:

Paramolibdato de Amonio: 4.3 gr en 100 ml de H₂O. (Disolver calentando 60 °C en el agitador magnético).

Tartrato de Antimonio y Potasio: 0,1 gr en 50 ml de H₂O.

Agregar los anteriores a 200 ml de agua 48 ml de H₂SO₄ concentrado. Mezclar bien y diluir a volumen, 1000 ml. Guardar en heladera.

- Reactivo B: (se prepara en el día)

0,2 gr de ácido ascórbico + 100 ml de agua dest. y 50 ml de reactivo A. Llevar a 200 ml con agua destilada.

- Solución patrón de fósforo: Solución Patrón de 100 ppm de P: Disolver 0.44 g de KH_2PO_4 previamente desecado, en suficiente cantidad de agua destilada, añadir con cuidado 5 ml H_2SO_4 cc. Enfriar la solución y enrasar la disolución a 1000 ml.

A partir de ésta solución, se construye la curva de calibración - Rango de Concentración: 0 – 7 ppm P. - Volumen Final: 100 ml – alícuota: 1 ml.

Cuantificación:

Del filtrado obtenido, medir 1.0 ml y colocarlos en un tubo de ensayo, agregar 9.0 ml del reactivo B y agitar. Leer absorbancia en espectrofotómetro a 720 nm.

Notas:

La absorción máxima del color azul formado en presencia de Sb, es a 882 nm.

El color es estable por 24 hs. y la intensidad máxima se desarrolla en 30 min.

Se puede emplear una longitud de onda de 720 nm si se acepta una pérdida de sensibilidad y verificando que hay linealidad y ausencia de desviación.

Para la curva de calibración se procede de la misma manera que para la muestra, tomando 1.0 ml de cada concentración de las soluciones previamente preparadas.

Si el valor de la absorbancia de la muestra es mayor que el que arroja la lectura de la solución tipo de mayor concentración, se diluye el extracto original y se repite el procedimiento de cuantificación

CÁLCULOS:

ppm P extraído = conc. P (ppm) * F dilución

ANEXO 2

RESOLUCIÓN SENASA 264/2011

Objetivo de la Resolución: Establecer los Procedimientos, Criterios y Alcances, para el Registro de Productos Fertilizantes, Enmiendas, Acondicionadores, Sustratos, Protectores, Productos Biológicos y Materias Primas, en la República Argentina, con el fin de aprobar la venta y utilización de los mismos previa evaluación de datos científicos suficientes que demuestren que el producto es eficaz para el fin que se destina y no entraña riesgos indebidos para la salud y el ambiente.

Enmiendas orgánicas

Compost: Se deberá declarar el CIEN POR CIENTO (100%) de las materias primas que se utilizan, expresados en % p/p.

- Materia Orgánica sobre muestra húmeda expresada en % p/p.
- Ceniza sobre muestra húmeda expresada en % p/p.
- Humedad expresada en % p/p.
- Ceniza sobre muestra seca expresada en % p/p.
- Materia Orgánica sobre muestra seca expresada en % p/p.
- Relación Carbono/Nitrógeno, según el origen del producto menor a 20:1.
- Ácidos Húmicos totales (Húmicos + Fúlvicos) expresado en % p/p.
- Ácidos Húmicos Peso húmedo expresado en % p/p.
- Ácidos Fúlvicos Peso húmedo expresado en % p/p.
- Conductividad Eléctrica para valores mayores a CUATRO (4,0) milisiemens/centímetro se establecerán restricciones de uso.
- pH
- Nitrógeno Total % p/p.
- Contenido de coliformes fecales menos de UN MIL (1000) nmp/gr de peso seco; salmonelas menos UN (1) nmp/4gr de peso seco, helmintos menos de un huevo viable/4gr de peso seco; todo esto, de acuerdo a la naturaleza de las materias primas utilizadas.
- Metales Pesados: Se solicitará en los casos que corresponda, de acuerdo a las características del producto (TABLA 2 Capítulo 14 del presente manual).

- Nota: Ácidos Húmicos totales (Húmicos + Fúlvicos), Ácidos Húmicos, Ácidos Fúlvicos serán solicitados en los casos que corresponda.
- Tolerancias:
- Materia Orgánica (húmeda) %: Un DIEZ POR CIENTO (10%) por debajo del contenido declarado.
- Humedad: Un DIEZ POR CIENTO (10%) por sobre el contenido declarado.
- Ácidos húmicos: Un DIEZ POR CIENTO (10%) en menos sobre el contenido declarado.

