

## Valuation of Waste Obtained from the Harvest of Cane, Processing of Sugar And Alcohol of the Agroindustrial Company Paramonga S.A.A.

Heini Romero\*, José Melgar Belmont\*\*

\* Head of Biotechnology, Agroindustrial Paramonga S.A.A, PERU.

\*\* Central Manager, Agroindustrial Paramonga S.A.A, PERU.

Corresponding Author: Heini Romero

### ABSTRACT

Sugarcane is cultivated in more than 100 countries around the world. Industrial agriculture and processing of sugarcane results in the generation of large amounts of wastes such as leaves, bagasse, ash, vinasse, pressed muds, yeast and other liquid and gaseous waste. Thus, the sustainable management of sugarcane waste is a critical issue for the agroindustrial field. The purpose of this work was to assess the use of the residues obtained from the cane harvest, processing of sugar and alcohol from the Agroindustrial Company PARAMONGA S.A.A. The valorization tests were carried out in triplicate, taking as reference the Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) standards. The results obtained from cane leaf residues show potential to be used in the production of edible fungi. Yeast residue has a potential use as feed for livestock. The residue of vinasse, when receiving an additional treatment, serves as a moisturizer in the compost. The residues of pressed muds and ash could be reused to apply them to the soil. It is concluded through the results of the present investigation that 60% of the agroindustrial residues of cane, sugar and alcohol can have different uses, thus contributing to the reduction of the environmental impact.

**Keywords** - Saccharum officinarum, vinasse, pressed muds, bagasse, leaves, and yeast.

Date Of Submission: 26-01-2019

Date Of Acceptance: 09-02-2019

### I. INTRODUCTION

Saccharum officinarum conocida como “caña de azúcar”, es una gramínea con alto potencial en la utilización eficiente de energía solar y captación de dióxido de carbono. Saccharum officinarum es capaz de sintetizar carbohidratos solubles y materiales fibrosos para la fabricación de diversos productos. En la actualidad, el azúcar ocupa una gran demanda debido a que es uno de los componentes más utilizados en la dieta humana, sin embargo, hace varios años los cultivos de caña de azúcar vienen enfrentando una situación inestable en su comercialización internacional. Es por ello que existe el interés de desarrollar estrategias para incrementar la competitividad de esta industria, que ha incluido como acción fundamental la diversificación mediante el uso integral de la caña de azúcar como materia prima para la obtención de subproductos y derivados [1, 2].

La Empresa Agroindustrial Paramonga S.A.A. está ubicada en el distrito de Paramonga, Provincia de Barranca, departamento de Lima, en Perú. Su principal actividad económica es la producción, industrialización y comercialización del cultivo de caña de Azúcar y sus derivados (azúcar y alcohol). La empresa tiene alrededor de 6510 hectáreas de campos propios, alrededor de 1005 de

campos arrendados y alrededor de 811 hectáreas de campos de sembradores, con un total de 8326 hectáreas. Al día se cosecha 135 toneladas, representadas desde 28 a 32 hectáreas/día, que se dividen en 3.33 hectáreas/día por corte mecanizado y 26.67 hectáreas/día por corte manual, estos cortes se subdividen en “corte verde”, “corte verde sucio” y “corte verde quemado”, lo que produce un promedio 196 toneladas/día de residuos agrícolas de cosecha (RAC). Estos residuos se recogen después de la cosecha para ser apilados y luego quemados, la cual es una actividad que tiene un elevado costo ambiental y monetario [2].

Por otro lado, la empresa cuenta con una planta de destilación de alcohol, en donde por cada litro de alcohol que se produce se generan alrededor de 13 litros de vinaza. Se producen alrededor de 14000 a 15000 litros/día de alcohol, lo que nos da como resultado 200.000 litros de vinaza. El proceso de fermentación de cubas es el utilizado por la empresa, este es un circuito continuo donde se genera un lodo de fermentación o levadura residuo que es recolectado en contenedores, en donde por cada día se fermentan 8 cubas de 30 000 litros de capacidad y se recolectan 800 litros de levadura muerta por cada cuba, que tiene que ser removida para el siguiente llenado.

De la molienda de la caña de azúcar se produce un residuo fibroso llamado bagazo, que es rico en material celulósico y es utilizado como material combustible para las calderas, de cada tonelada de caña de azúcar que entra a molienda se generan 280 kilos de bagazo, el 95% de bagazo generado es utilizado para las calderas de vapor que generan 324 mWh al día; en las calderas se genera la ceniza como residuo final producto del quemado del bagazo, en una cantidad del 25%.

De la etapa de clarificación, en la que el jugo de caña extraído es sometido a un proceso de decantación, resulta un sometido que luego de filtrado se obtiene un producto con 60 a 70% de humedad llamado cachaza.

La nueva Agroindustria busca aprovechar los residuos de la caña, reduciendo el impacto ambiental y dar valor agregado a la biomasa. Diversos estudios relacionados a los residuos de la cosecha cañera, procesamiento de azúcar y alcohol pueden ser aprovechados en la producción de hongos comestibles, a través de un procedimiento sencillo de biotransformación, siendo sustratos económicos y eficientes para cepas como *Phanerochaete chrysosporium* y otros basidiomicetos, *Agaricus bisporus* y *Pleurotus*. La composición química de los hongos comestibles es muy variable y depende del estado de desarrollo y la cepa utilizada; la variabilidad es ocasionada por diferencias en el contenido de humedad, temperatura y la presencia de nutrientes. Estos constituyen un alimento altamente proteico, poseen un elevado contenido de vitaminas (Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Piridoxina (B6) y Cianocobalamina (B12); y actúan como una fuente importante de calcio y fósforo. Presenta gran versatilidad y adaptabilidad, ya que toleran un rango amplio de temperaturas, presenta resistencia a plagas y enfermedades, y se pueden cultivar prácticamente sobre cualquier sustrato lignocelulósico como troncos, corteza o aserrín. Para su cultivo se pueden utilizar materiales que contengan una composición similar a los que utiliza para crecer en su ambiente natural. Dentro de estos materiales se encuentran los residuos agroindustriales, los cuales en la mayoría de los casos no son reutilizados sino simplemente son quemados o arrojados a los basureros, ríos, sin tratamiento previo, y contribuyen de esta manera a la contaminación del ecosistema [3, 4, 5].

En este ensayo se evaluarán los residuos producidos desde la cosecha de caña de azúcar y en

el proceso de producción de azúcar y alcohol, determinando por análisis fisicoquímicos realizar agrupaciones para realizar tratamientos que puedan permitir volver a utilizarlos ya sea como enmienda orgánica y alimento para ganado dando una solución a la problemática de manejo de residuos disminuyendo el impacto ambiental que generan.

## II. MATERIALS AND METHODS

La presente investigación utilizó métodos, técnicas y procedimientos, para solucionar problemas agroindustriales que se presentan en las diferentes Empresas Azucareras.

Tiene un alcance descriptivo de los procesos en los que se obtienen los residuos como vinaza, levadura, bagazo, hojas de caña, y cachaza, evidenciando las utilidades desarrolladas en conjunto, previa selección y análisis se propone una alternativa de uso.

Las muestras fueron obtenidas en la Empresa Agroindustrial Paramonga S.A.A., ubicado en el departamento de Lima, Provincia de Barranca, Distrito de Paramonga. La empresa se dedica principalmente a la producción de azúcar y alcohol. El método de muestreo se realizó de forma aleatoria con una repetición por triplicado, rotando en las 24 horas de producción.

Para el análisis fisicoquímico, se determinó el pH, la conductividad eléctrica (CE), los sólidos totales, la materia orgánica (M.O), el Nitrógeno total (N), el Óxido de Fósforo III ( $P_2O_5$ ), el Óxido de Calcio (CaO), el Óxido de Potasio ( $K_2O$ ), el Óxido de Magnesio (MgO), el Sodio (Na), la densidad y la relación Carbono/Nitrógeno (C), utilizando los métodos de la AOAC. Se determinó también el porcentaje de lignina y celulosa, únicamente para para el bagazo.

La toma de muestras se realizó utilizando un diseño Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), y para el análisis de los datos, se evaluó y se determinó la desviación estándar (DS).

## III. RESULTS AND DISCUSSION

Los resultados se obtuvieron de cinco residuos agroindustriales (vinaza, levadura, bagazo, hojas de caña, y cachaza) los cuales se realizaron al mismo tiempo. En la tabla 1 se indican los resultados obtenidos para la vinaza, el cual es un residuo del proceso de destilado.

**Tabla 1.** Análisis fisicoquímico de Vinaza.

| Análisis               | 1°análisis | 2°análisis | 3°análisis | Promedio | DS    |
|------------------------|------------|------------|------------|----------|-------|
| pH                     | 3.58       | 3.45       | 3.56       | 3.53     | 0.07  |
| CE (dS/m)              | 21.8       | 21.4       | 2.09       | 15.10    | 11.27 |
| Sólidos totales (g/L)  | 59.52      | 59.3       | 36.4       | 51.74    | 13.29 |
| M.O. en Solución (g/L) | 38.42      | 40.3       | 45.2       | 41.31    | 3.50  |
| N Total (mg/L)         | 0.66       | 0.43       | 0.52       | 0.54     | 0.12  |
| P2O5 total (mg/L)      | 1.6        | 1.4        | 1.9        | 1.63     | 0.25  |
| K2O Total (mg/L)       | 7066.67    | 7065.61    | 7067.9     | 7066.73  | 1.15  |
| CaO total (mg/L)       | 1066.67    | 1065.89    | 1077.9     | 1070.15  | 6.72  |
| MgO Total (mg/L)       | 420        | 418.4      | 406.4      | 414.93   | 7.43  |
| Na Total (mg/L)        | 280        | 279.3      | 290.3}     | 279.65   | 0.49  |
| Densidad (gr/cc)       | 1.03       | 1.02       | 1          | 1.02     | 0.02  |
| C (g/L)                | 22.29      | 22.08      | 21.5       | 21.96    | 0.41  |

En la tabla 1 se indica una elevada conductividad eléctrica de 21.80 dS/m, una alta concentración de K<sub>2</sub>O con 7066 mg/L y Na total con 280 mg/L, por lo

que utilizar vinaza directamente en los suelos de producción alteraría su salinidad, se necesitarían de posteriores tratamientos a este residuo.

**Tabla 2.** Análisis fisicoquímico de levadura

| Análisis               | 1°análisis | 2°análisis | 3°análisis | Promedio | DS     |
|------------------------|------------|------------|------------|----------|--------|
| pH                     | 3.81       | 3.72       | 3.02       | 3.52     | 0.432  |
| CE (dS/m)              | 14.20      | 13.90      | 12.40      | 13.50    | 0.964  |
| Sólidos totales (g/L)  | 89.70      | 88.80      | 85.30      | 87.93    | 2.325  |
| M.O. en Solución (g/L) | 69.54      | 69.21      | 68.30      | 69.02    | 0.642  |
| N Total (mg/L)         | 15.83      | 16.88      | 14.66      | 15.79    | 1.111  |
| P2O5 total (mg/L)      | 52.40      | 53.10      | 52.00      | 52.50    | 0.557  |
| K2O Total (mg/L)       | 7100.00    | 7099.60    | 6978.30    | 7059.30  | 70.148 |
| CaO total (mg/L)       | 3010.00    | 3009.50    | 2988.30    | 3002.60  | 12.387 |
| MgO Total (mg/L)       | 505.00     | 504.30     | 489.20     | 499.50   | 8.927  |
| Na Total (mg/L)        | 320.00     | 321.60     | 328.10     | 323.23   | 4.290  |
| Densidad (gr/cc)       | 1.03       | 1.04       | 1.00       | 1.02     | 0.021  |
| COT (g/L)              | 40.34      | 41.32      | 38.20      | 39.95    | 1.596  |

En la tabla 2 se muestran los resultados de los análisis del residuo levadura, indicando un alto contenido de K<sub>2</sub>O de 7059 mg/L, CaO de 3002 mg/L

y sólidos totales de 87.93 g/L, reuniendo las condiciones para ser utilizado como alimentos para animales

**Tabla 3.** Análisis fisicoquímico de bagazo.

| Análisis             | 1°análisis | 2°análisis | 3°análisis | Promedio | DS   |
|----------------------|------------|------------|------------|----------|------|
| pH                   | 6.08       | 7.01       | 6.98       | 6.69     | 0.53 |
| CE (dS/m)            | 0.55       | 0.51       | 0.45       | 0.50     | 0.05 |
| Materia Organica (%) | 92.85      | 92.82      | 90.80      | 92.16    | 1.18 |
| N Total (%)          | 0.36       | 0.34       | 0.31       | 0.34     | 0.03 |
| P2O5 (%)             | 0.06       | 0.04       | 0.02       | 0.04     | 0.02 |
| K2O (%)              | 0.22       | 0.18       | 0.24       | 0.21     | 0.03 |
| CaO (%)              | 0.25       | 0.27       | 0.23       | 0.25     | 0.02 |
| MgO (%)              | 0.12       | 0.09       | 0.08       | 0.10     | 0.02 |
| Hd (%)               | 13.29      | 10.9       | 12.00      | 12.06    | 1.20 |
| Na (%)               | 0.06       | 0.08       | 0.04       | 0.06     | 0.02 |
| Cenizas (%)          | 7.15       | 7.11       | 6.34       | 6.87     | 0.46 |
| COT (%)              | 51.64      | 52.3       | 48.90      | 50.95    | 1.80 |

En la tabla 3 se indican los resultados de los análisis de bagazo, la materia orgánica representa un 92.16%, Carbono 50.95% y cenizas 6.87 %, por lo

que es factible para ser utilizado en las calderas por su alto contenido calórico.

**Tabla 4.** Análisis fisicoquímico Cachaza.

| Análisis             | 1°análisis | 2°análisis | 3°análisis | Promedio | DS   |
|----------------------|------------|------------|------------|----------|------|
| pH                   | 5.88       | 5.82       | 5.03       | 5.58     | 0.47 |
| CE (dS/m)            | 3.46       | 3.4        | 2.90       | 3.25     | 0.31 |
| Materia Orgánica (%) | 68.17      | 67.89      | 66.34      | 67.47    | 0.99 |
| N Total (%)          | 1.92       | 1.87       | 1.33       | 1.71     | 0.33 |
| P2O5 Total (%)       | 3.29       | 3.17       | 3.20       | 3.22     | 0.06 |
| K2O Total (%)        | 0.26       | 0.22       | 0.18       | 0.22     | 0.04 |
| CaO Total (%)        | 5.19       | 5.02       | 4.39       | 4.87     | 0.42 |
| MgO Total (%)        | 0.87       | 0.83       | 0.80       | 0.83     | 0.04 |
| Hd (%)               | 69.84      | 69.03      | 67.40      | 68.76    | 1.24 |
| Na (%)               | 0.01       | 0.02       | 0.02       | 0.02     | 0.01 |
| Cenizas %            | 31.83      | 31.77      | 30.40      | 31.33    | 0.81 |
| COT %                | 37.7       | 36.93      | 33.54      | 36.06    | 2.21 |

En la tabla 4 se resalta el contenido de materia orgánica de 67.47%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3.22%; CaO 4.87%, todos estos compuestos indican que el residuo de cachaza

puede ser utilizado como enmienda orgánica para el suelo.

**Tabla 5.** Análisis fisicoquímico de Hojas de caña

| Análisis                    | 1°análisis | 2°análisis | 3°análisis | Promedio | DS   |
|-----------------------------|------------|------------|------------|----------|------|
| pH                          | 5.50       | 6.30       | 5.90       | 5.90     | 0.40 |
| CE (dS/m)                   | 1.20       | 1.60       | 1.40       | 1.40     | 0.20 |
| N (%)                       | 1.92       | 1.95       | 1.56       | 1.81     | 0.22 |
| Fibra (%)                   | 15.63      | 16.30      | 14.60      | 15.51    | 0.86 |
| Grasa (%)                   | 0.46       | 0.43       | 0.38       | 0.42     | 0.04 |
| Cenizas (%)                 | 4.55       | 4.47       | 3.89       | 4.30     | 0.36 |
| C (%)                       | 48.50      | 49.03      | 46.70      | 48.08    | 1.22 |
| Hd (%)                      | 53.74      | 51.50      | 52.60      | 52.61    | 1.12 |
| Digestibilidad in vitro (%) | 82.25      | 83.20      | 81.22      | 82.22    | 0.99 |
| Lignina(%)                  | 17.20      | 17.40      | 17.15      | 17.25    | 0.35 |
| Celulosa(%)                 | 39.30      | 39.10      | 39.00      | 39.20    | 0.20 |

En la tabla 5 se indica el contenido de las hojas de caña, se evidencia un contenido de fibra 15.51%, humedad 52.61% y digestibilidad de 82.22 %, aceptable para uso como alimento de animales. Así

como también componentes de lignina y celulosa factibles para ser utilizados como materia prima para hongos comestibles.

**Tabla 6.** Resumen de los análisis desarrollados en los residuos obtenidos.

| Análisis                     | Bagazo | Vinaza | Hojas de caña | Cachaza | Levadura |
|------------------------------|--------|--------|---------------|---------|----------|
| pH 25°C                      | 6.69   | 3.53   | 5.9           | 5.58    | 3.81     |
| Conductividad eléctrica dS/m | 0.5    | 15.1   | 1.4           | 3.25    | 14.2     |
| carbono total % (COT)        | 50.95  | 21.96  | 48.08         | 36.06   | 40.34    |
| Nitrógeno total % (NT)       | 0.34   | 0.54   | 1.81          | 1.71    | 16.88    |
| FIBRA CRUDA                  | 38.6   | -      | 15.51         | -       | -        |
| Relación C/N                 | 149.85 | 40.67  | 26.56         | 21.09   | 2.39     |
| Lignina(%)                   | -      | -      | 17.25         | -       | -        |
| Celulosa(%)                  | -      | -      | 39.39         | -       | -        |

En la tabla 6, residuos obtenidos en la cosecha de caña y en el proceso de producción de Azúcar, permiten realizar una agrupación para ser tratados y reutilizados en otros procesos. En los análisis cabe resaltar el pH entre los rangos de 3.58 a 8.15, encontrándose cerca a la neutralidad, además de su contenido de nitrógeno 0.36 a 1.92% y fibra del 15.63 a 38.6%, evidencia que pueden ser

aprovechados en los suelos midiendo la fertilidad y disponibilidad en su relación de C/N 8.77 a 40.2.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos permitirán a la Empresa dar uso aprovechable a sus residuos, es por ello que se realizaron tres grupos de trabajo empezando por planta de tratamiento de vinaza, planta de compostaje y la planta de preparados de alimentos.

**Tabla 7.** Residuo de vinaza para planta de tratamiento.

| Análisis                | Unidad | Vinaza |
|-------------------------|--------|--------|
| pH 25°C                 | Unidad | 3.53   |
| Conductividad eléctrica | dS/m   | 15.1   |
| Humedad                 | %      | 100    |
| Carbono total (COT)     | %      | 21.96  |
| Nitrógeno total (NT)    | %      | 0.54   |
| Ceniza                  | %      | 0      |
| Relación C/N            | Unidad | 40.667 |

En la planta de tratamiento se acumula la vinaza proveniente del proceso de destilación, la empresa produce 14000 litros de alcohol por día y por cada litro de alcohol se genera 13 litros de vinaza. La vinaza tiene elevada carga orgánica siendo potencialmente contaminable.

Por su alto contenido de sales no se recomienda el uso directo al suelo, ya que necesita ser tratada con inóculos (microorganismos que permiten degradarlo) u otros procesos de tal manera que no ocasione un impacto negativo y acumulativo en los suelos de cultivo. Una opción es utilizarla en la preparación de compost, donde se puede manejar la salinidad mediante el riego; bajar la conductividad

inicial de vinaza superior a 20dS/m a menos de 5dS/m en el contenido final del compost. Según el reglamento de almacenamiento y uso de vinaza del Valle del Cauca, Colombia en el año 2012, la aplicación de vinaza al campo se debe hacer previa dosificación en base a características químicas de los suelos requerimientos del cultivo y al establecimiento de la línea base de las características microbiológicas. En estudios de siete años se observó que la aplicación de vinaza promueve la lixiviación de K, Ca, Mg y S a través del tiempo, alcanzando profundidades de 0.75 – 3.5m, favoreciendo el desarrollo profundo de las raíces [7].

**Tabla N 8.** Residuos para el proceso de compostaje.

| Análisis                     | Bagazo | Vinaza | Cachaza |
|------------------------------|--------|--------|---------|
| pH 25°C                      | 6.69   | 3.53   | 5.58    |
| Conductividad eléctrica dS/m | 0.50   | 15.10  | 3.25    |
| Humedad %                    | 12.06  | 100.00 | 68.76   |
| Materia organica %           | 92.16  | 41.31  | 67.47   |
| Carbono total % (COT)        | 50.95  | 21.96  | 36.06   |
| Nitrógeno total % (NT)       | 0.34   | 0.54   | 1.71    |
| CENIZA %                     | 6.87   | 40.67  | 21.09   |
| Relación C/N                 | 149.85 | 24.70  | 19.64   |

Las condiciones básicas para obtener un suelo fértil, y para la formación de un buen compost; se debe tener materia orgánica, minerales y microorganismos. El compostaje es una tecnología de bajo costo que permite transformar residuos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como enmiendas y/o abonos, disminuyendo así el impacto ambiental. Es por ello que se realizó la siguiente agrupación de los residuos que cuentan con las características para ser degradados y formar un abono disponible para los campos. La cachaza es ligeramente salina y moderadamente ácido (pH 5.88), presenta un alto contenido orgánico (68%) y es rico en nitrógeno (1.92%), por lo que hace fácil de descomposición y buen insumo para emplear en el compostaje. Su aplicación permitirá recuperar una cantidad importante del nitrógeno y fosforo. El composteo de la cachaza es una alternativa que permite reducir la dosis de aplicación, facilitando su

transporte y aplicación en campo, por lo que favorece el proceso de mineralización, lo cual a su vez permite una mayor disponibilidad de nutrientes para el cultivo [8].

El bagazo es utilizado como base en la formación del Compostaje permitiendo ser un almacenador de los microorganismos para la degradación de los residuos formados en pilas o camellones, permitiendo mantener en equilibrio la humedad de la pila por lo que no permite las lixiviaciones fuera de la pila reduciendo las contaminaciones. El Bagazo tiene estrecha asociación física y química en las células vegetales. Compuesta por fibras largas y cortas, es un material lignocelulósico constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, lo cual, le confiere una baja degradabilidad ruminal. La digestión de este complejo es una de las funciones más importantes de la población microbiana, ya que los rumiantes carecen de un sistema secretor de

celulosa, por lo que para mejorar su utilización como alimento es necesario aplicar tratamientos de tipo químico o físico.

El bagazo de caña es una buena alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos por medio de procesos biotecnológicos para producción de hongos comestibles debido a su alto contenido de celulosa. Una problemática en el compostaje es su lenta degradación, por lo que se adiciona fertilizantes o microorganismos para acelerar el proceso ya que su relación de C/N es alta y se necesita realizar ajustes [9].

Dentro del proceso del compostaje se necesita hidratar complejo que se va a degradar, en la mayoría de los casos es con agua, en este caso se va a hidratar con vinaza que es considerado un residuo de la planta destilería. La vinaza es rica en potasio que en los campos es aplicado en forma de

fertilizante (KCl), normalmente altera en forma significativa el contenido de cenizas en el jugo, debido a la adsorción por parte de la caña de azúcar [10]. Tampoco se recomienda su uso directo al campo agrícola ya que se sostiene que, si bien es cierto que la vinaza es una fuente rica en Potasio, también ocasiona un impacto negativo al suelo por efecto acumulativo de sales por tanto reduce la carga microbiana, en un periodo a largo plazo causando su degradación y pérdida gradual de propiedades físico-químicas y biológicas visibles de los suelos [11].

El realizar el compostaje beneficia al suelo; en su estructura, aeración, promueve el desarrollo de raíces y la penetración del agua en su interior. Este material al ser aplicado en el campo disminuye la compactación causada por la maquinaria que se utiliza al momento de la cosecha [12].

**Tabla 9.** Planta de preparados de alimentos para el ganado vacuno

| Análisis                     | Bagazo | Hojas de caña | Levadura |
|------------------------------|--------|---------------|----------|
| pH 25°C                      | 6.69   | 5.90          | 3.81     |
| Conductividad eléctrica dS/m | 0.50   | 1.40          | 14.20    |
| Humedad %                    | 12.06  | 52.61         | 99.80    |
| Carbono total % (COT)        | 50.95  | 48.08         | 40.34    |
| Nitrógeno total % (NT)       | 0.34   | 1.81          | 16.88    |
| FIBRA CRUDA%                 | -      | 15.51         | -        |
| CENIZA %                     | 6.87   | 4.30          | -        |
| Relación C/N                 | 149.85 | 26.56         | 2.39     |

En la tabla 9, se muestra la utilidad de los rastrojos de cosecha que quedan en el campo para ser utilizados para la alimentación del ganado, en la mayoría de los casos se utiliza la punta de la caña o cogollo, que es distribuido en los corrales en forma directa y también realizando un ensilado con otros productos ya sea levadura y vitaminas o minerales. El ensilado como alimento de ganado bovino, ha sido probado y demostrado en casi todas las regiones tropicales y subtropicales. En el Valle del Cauca hay disponible por año, dos mil millones de toneladas de cogollo de caña verde y quemado. Lo que se realiza mayormente es dejarlo en los campos ya que la cantidad que se produce por día es superior a la producción de la caña azúcar, por lo que es quemada en los mismos campos a pesar de ser utilizada como alimento de ganado, realizar el ensilado incrementa su utilidad ya que puede ser almacenada en el mismo establo sin dificultad. Los principales requerimientos para ensilar cogollo de caña son: una fuente de nitrógeno fermentable; un aditivo para neutralizar y/o amortiguar el ensilaje, evitando el desarrollo de levaduras, inestables en el proceso de ensilaje.

La producción de hongos sobre residuos lignocelulósicos como las hojas de la caña es factible, debido a que tiene la capacidad de producir

complejos enzimáticos con actividad lignolítica, va constituyendo un proceso de bioconversión eficiente. Por ello los residuos de caña generados pueden ser aprovechados y utilizados en la producción de hongos comestibles como *P. ostreatus* ya que degrada polímeros grandes como lignina y celulosa que componen en mayor proporción los residuos agrícolas de la caña de azúcar evaluados.

Las levaduras residuo que se utiliza contiene un alto contenido proteico que puede ser aprovechado por el ganado de engorde, el manejo de esta levadura es realizar un tratamiento con microorganismo benéficos para eliminar la parte toxica que se adquiere en todo su proceso de fermentación, por lo queda disponible para producir alimentos balanceados de bajo costo. En cuanto a las características químicas la composición de los lodos, así como el estudio de aminoácidos, son de suma importancia ya que en el caso de los aminoácidos estos deben ayudar a complementar los aminoácidos esenciales que el animal necesita para formación de las proteínas [13].

Como aporte a la industria del alimento balanceado su aplicación es vital importancia puesto que la disponibilidad de materias primas de bajo costo y de gran valor para el correcto desarrollo del

animal ha decaído, cada día las empresas de alimento balanceado buscan mejores alternativas en este sentido y la levadura de secado de los lodos de fermentación se presenta como una alternativa.

Las condiciones para obtener un mejor desenvolvimiento de los hongos comestibles son: nitrógeno adecuado, humedad, temperatura, aireación, pH y presencia de otros carbohidratos, parámetros importantes para descomponer la lignina y compuestos lignocelulósicos del sustrato. La presencia de sales de amonio y nitratos pueden mejorar la descomposición de la lignina, en un tratamiento similar al del suelo. La fuente de carbono utilizada por los hongos comestibles es proporcionada en su totalidad por los residuos agroindustriales de la caña empleados como sustrato, los cuales tienen mayor proporción de carbono que nitrógeno. La fuente de nitrógeno está en baja proporción, para proporcionar la cantidad necesaria se pueden adicionar suplementos, tanto orgánicos como inorgánicos (sales de amonio y sales de nitrato).

Los hongos comestibles que realizan la descomposición aeróbica de un sustrato requieren de mayor presencia de carbono que de nitrógeno para generar un ambiente óptimo de crecimiento y desarrollo. El porcentaje de carbono total influye en el crecimiento del micelio, debido que a mayor cantidad de carbono el hongo se adapta con mayor facilidad para la degradación del sustrato y lo usa para su crecimiento y formación de biomasa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la biodegradabilidad de estos residuos agroindustriales también es función del contenido relativo en biomoléculas fácilmente degradables (azúcares solubles y de bajo peso molecular, grasas, proteínas, almidón, hemicelulosa y celulosa) y componentes de lenta degradación (ceras, ligninas y otros polifenoles). Para ello el hongo tiene que utilizar su batería enzimática para adaptarse y degradar el sustrato. Varios factores influyen en la descomposición de la lignina, la reacción inicial comienza con la actividad de enzimas extracelulares tal es el caso del Manganese Peroxidasa. La formación de peroxidasa es promovida por la limitación de nitrógeno y la descomposición de la lignina. Tanto las lacasas como la lignina peroxidasa pueden ser fuertemente inducidas por elementos como cobre, manganeso y magnesio.

Los hongos comestibles que realizan la descomposición aeróbica de un sustrato requieren de mayor presencia de carbono que de nitrógeno para generar un ambiente óptimo de crecimiento y desarrollo.

#### IV. CONCLUSIONS

El residuo de vinaza al recibir un tratamiento con microorganismos benéficos forma

un producto estable, uniforme y a la vez sirve como hidratante en el compost.

Al realizar un tratamiento de compostar alcanza 100% el residuo agroindustrial disminuye la humedad de la cachaza y ceniza, al ser tratados de esta manera pueden ser reutilizados en beneficio del suelo sin afectar la biótica y sus condiciones fisicoquímicas.

Acerca del manejo y tratamiento de la levadura residuo y combinaciones, es factible su uso como alimento para el ganado, quienes no muestra rechazo en este producto, el manejo del ensilado y alimentación balanceado dependerá de la población animal y etapas en las que se desea alimentar.

Estos residuos tienen potencial para ser utilizados en la producción de Hongos comestibles, ya que se ha realizado la comparación de las necesidades que tienen dichos hongos dando resultados favorables para su uso como alternativa al residuo de hoja de caña.

De esta manera el 60% los residuos agroindustriales tienen diferentes utilidades para su sostenibilidad y disminución del impacto ambiental.

#### REFERENCES

- [1]. Hernández et al., Generación de abonos orgánicos por la Empresa Azucarera H. Rodríguez en las condiciones actuales de la Industria azucarera Cubana. Ciudad de Sagua la Grande, 2009.
- [2]. TF Cardoso, M.D.B. Watanabe, A. Souza, M.F. Chagas, O. Cavalett, E.R. Morais, L.A.H. Nogueira, M.R.L.V. Leal, O.A. Braunbeck, L.A.B. Cortez, A. Bonomi, A regional approach to determine economic, environmental and social impacts of different sugarcane production systems in Brazil, *Biomass and Bioenergy*, 120(1), 2019,9-20.
- [3]. Carmen Sánchez, Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi, *Biotechnology Advances*, 27(2), 2009, 185-194.
- [4]. Ayla Sant'Ana da Silva, Livian Ribeiro Vasconcelos de Sá, Erika Cristina G. et al. Productive Chain of Biofuels and Industrial Biocatalysis: Two Important Opportunities for Brazilian Sustainable Development, (1Ed.), *Biotechnology of Microbial Enzymes*, 20 (Academic Press: Goutam Brahmachari, 2017) 545-581.
- [5]. S. Nitayavardhana, S. Kumar Khanal, Innovative biorefinery concept for sugar-based ethanol industries: Production of protein-rich fungal biomass on vinasse as an aquaculture feed ingredient, *Bioresource Technology*, 101(23), 2010, 9078-9085.
- [6]. B. Ramkumar, N. Mohammad, J. Taherzadeh, Valorization of sugar-to-ethanol process waste vinasse: A novel biorefinery approach using edible ascomycetes filamentous fungi, *Bioresource Technology*, 221(1), 2016, 469-476.
- [7]. CP. Penatti, JV. De Araujo, JL. Donzelli, AS. De Souza. JA. Forti, R. Ribeiro, Vinase: A liquid

- fertiliser. Proc XXV Cong. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 1(1). 2005, 403 – 411.
- [8]. EJ Arreola, LDJ Palma, GS Salgado, ChW Camacho, OJJ Obrador, LJF Juarez, AL Pastrana. Evaluacion de abono órgano mineral de cachaza en la producción y calidad de la caña de azúcar. Terra Latinoam, 22(1). 2004,341-357.
- [9]. N. Rao, T. Grethein, CA. Reddy, Effect of C/N ratio and moisture contenido n the composting of poplar Wood. Biotechnol. Lett 17(1).1995,889-892.
- [10]. G.H. Korndorfer. Importancia da adubacao na qualidade da cana de acucar. In: SA. M.E. & Buzzeti. S. (coord.) Importancia da adubacao e qualidade dos productos agrícolas. 1994, 133- 142.
- [11]. A. García, E. Marulanda, O. Puerto, Experiencias en el suelo de vinazas en la Agricultura Vallecaucana CD Memorias Seminario “Vinazas, potasio y elementos menores para una agricultura sostenible” Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo Palmira, 1(1),2004,57 -85.
- [12]. M.T. Elsayed, H. Babiker ; E.M Adbelmailk,.; N.O. Mukhtar, and D. Montage, Impact of filter mud applications on the germination of sugarcane and small-seeded plants and on soil and sugarcane nitrogen contents. Bio. Technol. 2007,99(1), 4164 – 4168.
- [13]. R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney, Perry’s Chemical Engineers Handbook. Editorial McGraw-Hill, (Septima Edición, Estados Unidos, 1999).

Heini Romero" Valuation of Waste Obtained from the Harvest of Cane, Processing of Sugar And Alcohol of the Agroindustrial Company Paramonga S.A.A." International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), vol. 9, no.2, 2019, pp 58-65