

## EVALUACIÓN DE ENSILAJES A PARTIR DE RESIDUOS DE POST-COSECHA DE ARROZ TRATADOS CON BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

Yesenia Campo Vera<sup>1</sup>, Julián Andrés Valero Vargas<sup>1</sup>, Maribel Gómez Peñaranda<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Francisco de Paula Santander, Programa Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología Agroindustrial (GICITECA). Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Cúcuta, Colombia.  
E-mail. [Yesenia.campo.vera@gmail.com](mailto:Yesenia.campo.vera@gmail.com)

### Resumen

La presente investigación evaluó los residuos de post-cosecha de arroz (tamo y hojas) sometidos a un bioproceso para la obtención de ensilados mediante inoculación de microorganismos *Lactobacillus bulgaricus*, *L. delbrueckii*, *L. plantarum* y *Streptococcus thermophilus*. Se realizaron 4 tratamientos (25, 50, 75 y 82%) de residuos, evaluando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y una prueba de palatabilidad. Se encontró que no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), para pH, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), porcentaje de ácido láctico y tiempo de consumo (min.). La prueba de palatabilidad, presentó un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos 25% y 50%. Esta investigación concluye que los mejores tratamientos para alimentación de bovinos son los ensilajes con valores de 25 y 50% de residuos de post-cosecha de arroz.

**Palabras clave:** Ensilajes, Residuos, Bacterias ácido lácticas, Alimentación bovina, Palatabilidad.

### Abstract

This study evaluated the post-harvest residues of rice (chaff and leaves) subjected to a bioprocess for preparing silage by inoculating microorganisms *Lactobacillus bulgaricus*, *L. delbrueckii*, *L. plantarum* and *Streptococcus thermophilus*. Four (4) treatments using 25, 50, 75 and 82% residue were studied. The physicochemical and microbiological parameters as well as a palatability test were evaluated. There was no significant difference ( $p > 0.05$ ) for pH, temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), percentage of lactic acid and time consumption (min.). The palatability test, showed a significant increase ( $p < 0.05$ ) in the treatments 25% and 50%. This research concludes that the best treatments for cattle feeding are the silage values obtained when 25 and 50% of post-harvest residues of rice is used.

**Key words:** silage's, Residues, Bacteria acid lactic, bovine Supply, Palatability.

### I. Introducción

Los residuos de la cosecha de arroz son un subproducto problemático de

eliminar durante la post-cosecha por su elevado costo de su retirada y nulo aprovechamiento. La práctica más

frecuente por los agricultores es la incineración lo que genera una gran concentración de emisiones al aire contaminando el lugar y zonas aledañas con partículas y gases resultantes de la combustión (Abril *et al.*, 2009). Esta ha sido una práctica generalizada por los agricultores en los arrozales de todo el mundo, quienes consideran se favorece la destrucción de las esporas de los hongos, bacterias, y semillas de malas hierbas, aunque por otro lado facilita la reincorporación del Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Sílice al suelo (Cuevas, 2012). En algunos países se ha podido determinar que la práctica de enterrar la paja, aunque evita los problemas que provoca la quema, genera entre 2,5 y 4,5 veces más metano que al quemarla (gas de efecto invernadero), por lo que esta alternativa tampoco es recomendable (Godoy y Chicco, 1997).

El ensilaje es el método menos demandante en maquinaria e infraestructura y menos dependiente de las condiciones climáticas reduciendo los costos de producción por lo que se emplea más comúnmente en las actuales explotaciones bovinas; Con este sistema se obtiene un alimento de aceptable a buena calidad nutricional empleando una mezcla de alimentos ricos en carbohidratos fermentables junto con substrato proteico no fermentable (Aguilera *et al.*, 2007).

En este orden de ideas, se pretende evaluar ensilajes a partir de residuos de post-cosecha de arroz generando una disminución notoria en la problemática ambiental. Así mismo se quiere dar un valor agregado a estos residuos al ser tratados con bacterias ácido lácticas (BAL) los cuales mejoraran sus condiciones nutricionales siendo una opción viable en la alimentación de ganado bovino.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

- Kilómetro 52 vía Cúcuta-Puerto Santander, predio denominado “El Porvenir”, propietario: Señor Javier Villarreal.
- Laboratorio de Microbiología de la Universidad Francisco de Paula Santander. Instalaciones de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de ciencias Agrarias, Laboratorio de Análisis Químico y bromatológico Ubicado en la calle 59A # 63-20, bloque 11 oficina 116.
- Laboratorios de Nutrición Animal y Análisis de Alimentos de la Universidad Francisco de Paula Santander. Municipio de Los Patios (sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander).

### Materia prima.

Residuos de post-cosecha de arroz, Inoculante *Lactobacillus bulgaricus*, *L. delbrueckii*, *L. plantarum* y *Streptococcus thermophilus*, Melaza de caña, urea, aditivo, harina de arroz y forraje (Maralfalfa de 45 días de corte).

### MÉTODOS.

- ✓ Adecuación de los silos.
- ✓ Producción de Ensilajes.
- ✓ Análisis fisicoquímicos.
- ✓ Análisis microbiológicos.
- ✓ Prueba de palatabilidad en ganado bovino.

### ADECUACIÓN DE LOS SILOS.

La adecuación de los silos se realizó en el kilómetro 52 vía Cúcuta-Puerto Santander, predio denominado “El Porvenir”, propietario: Señor Javier Villarreal y En el municipio de los Patios (sede Campos Elíseos de la universidad Francisco de Paula Santander).

## PRODUCCIÓN DE ENSILAJES

- Se estima la preparación y empleo de fermentación a pequeña escala, buscando empacar en bolsas plásticas calibre 7 (bolsa para ensilado) de dimensiones estimadas en 20" x 24" aprox. para la realización de 50 kg de ensilaje por cuadruplicado.
- Se realizó la mezcla de cada uno de los materiales manteniendo los estándares de BPM, estandarizando a su vez cada

una de las formulaciones planteadas bajo un respectivo bioproceso agroindustrial el cual incluyo la adición de microorganismos ácido lácticos.

- Las formulaciones llevaron como base los siguientes % de materias primas: Melaza (10%) + Harina de arroz (6%) + Inoculo BAL (1%) + Urea (1%) + Ácido Propionico (0.3%). La base de formulación se expresa en la tabla 1.

**Tabla 1. Bases de la formulación de los tratamientos con residuos de post cosecha.**

	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	TESTIGO
Residuos de Post-cosecha	25%	50%	75%	82%
Forraje	57%	32%	7%	0%

El proceso de elaboración de ensilaje, fue clasificando en cada una de estas etapas:

- Etapa 1. Adecuación y trituración de los residuos de post-cosecha. Utilizando una maquina pica pasto con motor industrial de 4 caballos de fuerza, permitiendo una homogeneidad longitudinal aprox. de 2-4 cm.
- Etapa 2. Pesaje de los materiales
- Etapa 3. Dilución de los componentes líquidos. La dilución realizada a la melaza en agua en relación 1:1 (1 litro de agua \* 1 kg de melaza), la cual se le incluyo posteriormente el ácido Propionico.
- Etapa 4. Mezclado de los materiales e inoculación de BAL para cada uno de los tratamientos correspondientes. Para ello fue necesaria una maquina mezcladora de concreto (por la cantidad de volumen manejada por tratamiento) la cual daba mayor homogeneidad e iba siendo vertida en un tanque de 1000 litros posteriormente mezclada nuevamente, este proceso se realizó en 2 repeticiones buscando el punto

correcto de homogeneidad de los materiales.

- Etapa 5. Llenado de silos. cada uno de los silos es llevado a bolsas especiales para ensilajes.
- Etapa 6. Toma de lectura de las condiciones iniciales para pH y Temperatura en cada tratamiento.
- Etapa 7. Compactación y des aireado de los silos. Esta etapa se realizó con la ayuda de una aspiradora convencional.
- Etapa 8. Sellado de los silos e identificación de cada unidad experimental. Finalmente es sellado cada uno de los tratamientos e identificados con su respectivo número.

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.

### MONITOREO DE pH Y TEMPERATURA EN TIEMPO DE FERMENTACIÓN.

OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
Se abrieron las bolsas de cada tratamiento, las cuales se desecharon después de realizar las pruebas debido a la entrada de oxígeno.	
Para el monitoreo de Temperatura y pH se realizó a través de termómetro y pHchímetro digital respectivamente. Tomando 4 lecturas.	

**Figura 1. Monitoreo de pH y temperatura en tiempo de fermentación.**

En el Figura 1, se describe la metodología empleada en el monitoreo y toma de lectura de las variables (pH y temperatura) en cada tratamiento durante los días de fermentación estableciendo 4 **tiempos** para observar las variaciones de lectura.

#### **DETERMINACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO.**

Durante el tiempo de fermentación de los tratamientos se tomaron lecturas cada 15 días para un tiempo total de 45 días, iniciando a las 48 horas, 15, 30 y 45 días. Este proceso se realizó en el laboratorio de Microbiología de la UFPS.

Para identificar el porcentaje de ácido láctico en cada tratamiento, se empleara el protocolo de acidez titulable (ácido-base)

#### **ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS:**

Se tomaron muestras para Análisis bromatológico de los residuos de post-cosecha de arroz para su caracterización realizado en las instalaciones de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de ciencias Agrarias, Laboratorio de Análisis Químico y bromatológico Ubicado en la calle 59A # 63-20, bloque 11 oficina 116. En dicho

análisis se determinaron las siguientes condiciones:

Se tomaron muestras para análisis bromatológicos a cada tratamiento al inicio y al final del proceso, para evaluar su calidad y composición nutricional (Nitrógeno total, Proteína, Grasa, materia seca, ceniza y fibra). En el laboratorio de Nutrición Animal y Análisis de Alimentos de la Universidad Francisco de Paula Santander.

### **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.**

- Este proceso se realizó en el laboratorio de Microbiología de la UFPS.

Se inició tomando muestras de cada tratamiento al final del proceso, para determinar su micro flora epifítica (BAL, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras) como indicador de calidad del alimento como producto final. Dentro de los recuentos de BAL se realizaron para *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus plantarum* y *Streptococcus thermophilus*,

El número de microorganismos fue determinado por el método de recuento en placa por siembra en profundidad, realizando para cada caso las diluciones suficientes para realizar recuentos en las cajas Petri que tuvieren entre 30 y 300 colonias (Elferink *et al.*, 1999); para hongos y levaduras (Agar Sabouraud). Posteriormente entre el grupo de las BAL se realizó el recuento de Lactobacilos (Agar Rogosa) (Elferink *et al.*, 1999). Se empleara agar (Agar Chromocult) para la siembra del genero coliformes totales y fecales. Fueron empleadas diluciones seriadas de la siembra por duplicado y se realizaron las lecturas según la metodología descrita por la NTC 4092 de 2009.

### **PRUEBA DE PALATABILIDAD EN GANADO BOVINO.**

Fue realizada contando con los animales de la Finca Montecristo ubicada en el Kilómetro 3 vía Cornejo –

Santiago, Propietario: Señor Javier Villarreal. Evaluándose las variables en palatabilidad de los ensilajes ofreciendo el alimento mediante consumo de materia seca (MS) y así mismo su aceptación o rechazo de cada tratamiento durante un periodo de 5 días.

### **MÉTODOS PARA MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE PALATABILIDAD**

En general existen diversos métodos para medir y analizar la aceptación de un alimento, aunque para ello, deben utilizarse modelos animales que deben ser previamente entrenados para lograr que los resultados sean lo más precisos posibles. El entrenamiento consta de los siguientes pasos:

1. Monitoreo del temperamento del sujeto, este se realiza de prueba en la estación de monitoreo, frente a la presentación de los cuatro tratamientos. Luego, se monitorea la aceptación del alimento.
2. Monitoreo y validación de la respuesta a través de 5 días frente a la misma dieta inicial. Los animales se rechazan ante la falla de cualquiera de las pruebas, o bien, ante problemas fisiológicos que les impidan llevar a cabo esta labor. Una vez que los animales han sido entrenados, se lleva a cabo el ensayo (Mazzeo *et al.*, 2010). En este, se le presentan las dos muestras al animal modelo, al cual se le deja a libre disposición de elegir el alimento que le parezca el más apetecible. Luego, se realizan distintos manejos a través de los días que dure el ensayo, en especial de espacio ya que se busca evitar el acostumbamiento por la posición del recipiente (Summit Ridge FarmsTM, 2010).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE POST-COSECHA DE ARROZ PARA DETERMINAR SU COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRICIONAL MEDIANTE PRUEBAS BROMATOLÓGICAS.

Los residuos de post-cosecha de arroz provienen del corte de un cultivo de arroz con un ciclo 120 días, contienen en promedio una humedad del 18 – 24% con temperaturas promedio de 30 – 32 °C y condiciones de Humedad del 58%.

**ALMIDÓN NATIVO:** presentó un 3,4%. Resultados de otros autores en el aprovechamiento de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano en el departamento de caldas con un 12,54% (Mazzeo *et al.*, 2010). Es importante señalar que Neto *et al.*, (1984) analizaron muestras usando métodos "definitivos" mostrando que el forraje verde presenta un % de almidón nativo del 5,93.

**CALCIO:** El valor reportado en este estudio fue de 0,41%. Mazzeo *et al.*, (2010) encontró valores superiores en los residuos de plátano, como lo es 7%.

**CENIZAS:** El porcentaje de ceniza detectado por Bartaburu *et al.*, (2011) Para el heno de gramínea fue del 7 - 9%, para residuos de post-cosecha de arroz reportando datos 16 - 18% y otros cereales entre el 6 - 8%. Las cenizas reportadas en esta investigación fueron de 14,45% siendo consistente con los reportes antes mencionados.

**FDA:** Los valores de Fibra detergente ácida en esta investigación fueron de 39,8% Basadas en el método de Van Soest. Otros oferentes en investigación Peralta y Pulgarin, (2002) Realizaron pruebas a tamo de arroz obteniendo valores Totales de 49,7% y digestibles

de 41,9% y tamo tratado con amoniaco obteniendo valores totales 47,9% y digestibles de 48,9%.

**FDN TRATADO CON AMILASA:** Los residuos contiene altos valores de fibra detergente neutra con alto contenido de sílice, lo cual afecta negativamente la digestibilidad de la paja y por lo tanto el consumo animal, según Bartaburu *et al.*, (2011) Reporta valores de entre 68 - 83%. Para esta investigación se obtuvieron resultados de 64,7%, estando un poco por debajo de los valores conocidos.

**FÓSFORO:** Peralta y Pulgarin, (2002) Reportan valores por debajo del 0,3% de fosforo en los residuos investigados. En esta investigación se reportaron valores de 0,13% mediante el método de espectrofotometría.

**GRASA:** Los valores reportados de grasa por Mazzeo *et al.*, (2010) Para residuos de plátano fue de 0,84%. En esta investigación se encontraron valores superiores al 2,10%.

**HIERRO mg/Kg:** El hierro detectado por Mazzeo *et al.*, (2010) Para los residuos de plátano es significativamente menor al reportado en esta investigación, obteniendo 0,60 mg respecto de 116 mg. Esto se debe al estado de maduras de los residuos.

**MAGNESIO:** Los valores reportados por Mazzeo *et al.*, (2010) Para magnesio (mg) 0,2% en residuos de plátano, obteniendo valores similares en esta investigación cercanos al 0,12%.

**POTASIO:** Según Mazzeo *et al.*, (2010) Reporta valores de potasio en 3.09% en residuos de plátano siendo comparables con los obtenidos en esta investigación de 1,76%.

**PROTEÍNA CRUDA:** Otros autores (Neto *et al.* 1984; Bartaburu *et al.* 2011; Peralta y Pulgarin, 2002; Mazzeo *et al.*

2010) Reportaron resultados para residuos de post-cosecha de arroz en relación a la proteína cruda respectivamente: 9% para Forraje verde; 3,2 – 4,6% residuos de post-cosecha de arroz; 6,8% para tamo de arroz, 13,5% Tamo de arroz tratado con Urea; 1,1% residuos de plátano. En esta investigación se encontró un valor promedio de 5,8%.

**VALOR CALORÍFICO BRUTO:** Quinceno y Mosquera, (2010) investigo diferentes componentes y su poder calorífico: Cascarilla de arroz, 3.650 kcal/kg; Cascarilla de café, 4.251 kcal/kg; Bagazo caña húmedo, 2.335 kcal/kg;

Bagacillo, 3.142 kcal/kg; Tusan de maíz, 5.225 kcal/kg; Carbón, 7.000 kcal/kg; Petróleo, 7.8000 kcal/kg; Leña verde (30% de humedad) 2.500 kcal/kg. En esta investigación por el método de calorimetría se pudo comprobar el valor calórico de los residuos de post-cosecha de arroz siendo de 4.029 kcal/kg.

**PRODUCCIÓN DE ENSILAJES A PARTIR DE RESIDUOS DE POST-COSECHA DE ARROZ TRATADOS CON INOCULANTE *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus plantarum* y *Streptococcus thermophilus***

**Tabla 2. Resultados de ensilajes a los 45 días.**

	T.1 (25%)	T.2 (50%)	T.3 (75%)	T.T. (82%)
COLOR	CAFÉ CLARO	VERDE AMARILLENTO - CAFÉ CLARO	CAFÉ CLARO	CAFÉ CLARO Y OSCURO
OLOR	OLOR AROMATICO	OLOR AROMATICO	OLOR AROMATICO LEVE	OLOR A VINAGRE - AMONIACO
TEXTURA	FIRME	FIRME	FIRME	FIRME
INDICADOR DE CALIDAD	BUENA CALIDAD	EXCELENTE CALIDAD	BUENA CALIDAD	MALA CALIDAD

Betancourt *et al.*, (2005) un ensilaje de excelente calidad presenta las siguientes características:

**Color:** verde aceituna.

**Olor:** agradable, de fruta madura.

**Textura:** el forraje conserva todos sus contornos definidos, se aprecian sus vellosidades si las tenía el forraje original, las hojas permanecen unidas a los tallos.

**Humedad:** no humedece las manos al ser comprimido dentro del puño, con una presión normal se mantiene suelto el ensilaje. Mostrando al tratamiento 1(25%) y el tratamiento 2 (50%) en esta

condición. En la tabla 2 se pueden observar sensorialmente (Olor, Color y Textura) como estuvieron indicados los ensilajes pasados 45 días.

El tratamiento 3(75%) presentó características de mayor firmeza, con un color más resaltado a café claro y presentando un olor más leve debido al proceso de fermentación y falta de sustratos de las bacterias para la producción de ácido láctico. No presentó hongos.

El tratamiento testigo (82%) mostró unas condiciones que no lo denotan como un ensilaje de buena calidad. Se detectaron olores avinagrados asociados a amoníaco lo que se debe a la presencia de ácido acético

predominante, su color fue café claro con secciones más oscuras y textura firme.

**DETERMINAR LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS ENSILAJES MEDIANTE PARÁMETROS DE CONTROL (ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO, FÍSICOQUÍMICO, BROMATOLÓGICO Y SENSORIAL) PARA CONOCER LAS CONDICIONES FINALES DEL PRODUCTO.**

Según los resultados del análisis microbiológicos (Tabla 3), se pudo

observar un alto recuento de bacterias ácido lácticas (BAL) correspondiente al género (*Lactobacillus*) en el tratamiento 1(25%), 2(50%) y 3(75%) siendo muy deficiente para el tratamiento testigo, lo cual se podría deber a la cantidad de sustratos que pudiesen aprovechar los microorganismos inoculados.

Villa, (2008) la ausencia de coliformes totales y fecales en esta investigación muestra que las etapas de ensilaje se realizaron correctamente en cada uno de los tratamientos.

**Tabla 3. Resultados de análisis microbiológicos de ensilajes finales.**

PARÁMETRO	NTC 4092 (L.M.P.) UFC/g	RESULTADOS PARA CADA TRATAMIENTO (MINSALUD).			
		T.1 (25%)	T.2 (50%)	T.3 (75%)	T.T (82%)
Coliformes totales y fecales (Agar Chromocult).	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Lactobacillus</i> (Agar Rogosa).	$> 1,0 * 10^4$	$1,8 * 10^4$	$2,3 * 10^4$	$1,2 * 10^4$	$3,5 * 10^3$
Hongos y levadura (Agar Sabouraud).	$10 * 10^4$	$1 * 10^4$	$1,5 * 10^3$	$1,4 * 10^3$	$1,8 * 10^3$

## RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

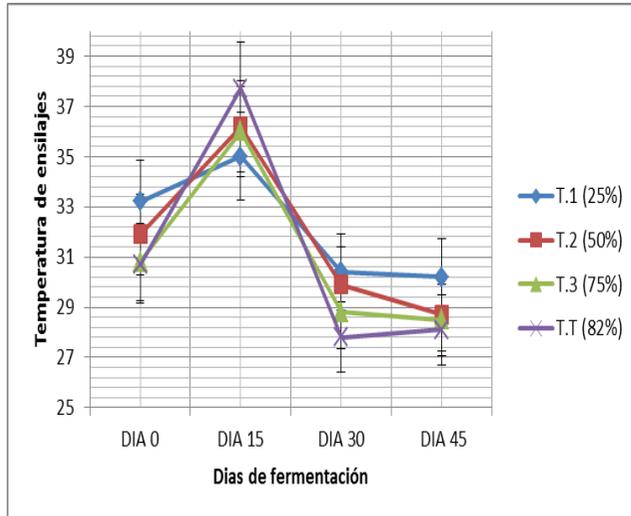


Figura 2. Variación de Temperatura de los Tratamientos ensilados en función del tiempo.

En la figura 3 se puede observar que todos los tratamientos en el día 0 (48 horas luego de la elaboración) presentaron condiciones iniciales de temperatura promedio de 31 a 33 °C, manteniendo el rango de inicio en la fase aerobia previa a crearse las condiciones anaerobias dentro de los silos Martínez *et al.*, (2002). El tratamiento testigo presentó la variación más alta de temperatura en los primeros 15 días, quizás debido a la acción microbiológica presente pero posterior a esta alza, exhibió las menores temperaturas en los días 30 y 45 lo que podría indicar que existió una baja actividad microbiológica. Igualmente que al tener una alza de temperatura desnaturaría parte de los sustratos lo que luego posteriormente daría paso a un aumento de los microorganismos indeseables.

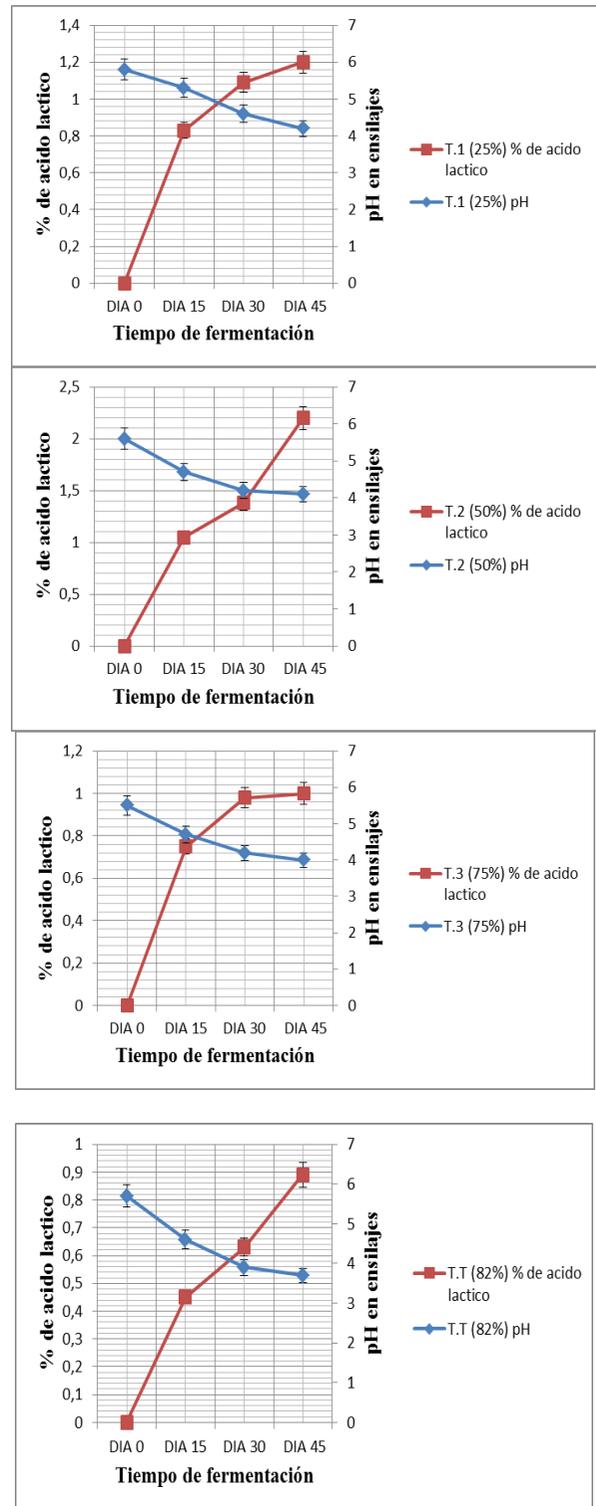


Figura 3 pH Vs % de ácido láctico en función del tiempo.

En las figuras 4 se muestra que en todos los tratamientos descendió el valor del pH en función de los días de fermentación, mientras que el porcentaje de acidez incrementaba presentando un comportamiento inversamente proporcional entre el pH y el tiempo, esto a medida que avanza el proceso de fermentación en el tiempo. El pH disminuye; fenómeno que principalmente se debe a la presencia de ácidos orgánicos (ácido láctico) y de bacterias ácido lácticas como población predominante. Este factor favorable puede ser debido a la acción directa del inoculante que estimulo la eficiente producción de ácido láctico. Al comparar esta investigación con los resultados obtenidos por Dolores, (2006) quien elaboró un ensilado láctico utilizando residuos alimentarios, se apreció similitud de comportamiento en cuanto a la proporcionalidad de incremento de la acidez y descenso del pH.

#### **ANÁLISIS DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS ENSILAJES A TRAVÉS DEL PORCENTAJE DE ÁCIDO LÁCTICO.**

Para los primeros 15 días se presentó un incremento del porcentaje de ácido láctico entre rangos de (0,5 – 1) mostrando al tratamiento 2(50%) como el de mayor cantidad de ácido láctico para este punto. Betancourt et al., (2005) El valor mínimo de ácido láctico que requiere un ensilaje agradable y catalogado como de buenas características es de 1,5 a 2%, en el cual para este estudio los tratamientos 1(25%) y 2(50%) superaron este rango mostrándose como ensilajes de buenas características para un periodo de 45 días. Por otra parte el tratamiento 3 mostro niveles de ácido láctico muy bajos lo cual podría estar determinado por su poca concentración de sustratos debido a los residuos de post-cosecha, igualmente el tratamiento testigo siendo el más pobre en ácido láctico el cual no alcanzo al rango mínimo para considerarse de buenas características sucediendo esto probablemente por su

altas temperaturas y descenso brusco de la misma, y pocos sustratos dando lugar a una proliferación mayor de ácido acético.

#### **RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS**

**Proteína cruda inicial y final:** Neto *et al.* (1984); Bartaburu *et al.*, (2011); Peralta y Pulgarin, (2002); Mazzeo *et al.*, (2010) Dan corroboración a estos resultados, estimando que los forrajes tratados con urea aportan un estimado de 13%. Los tratamientos, arrojan como resultado que el de mayor contenido proteico en todo el proceso lo obtuvo el tratamiento 3 con un 75 % de residuos de post-cosecha lo seguido del tratamiento 2 con 50% de residuos, lo cual nos indicaría la acción que tiene la urea en los residuos de post-cosecha la cual es benéfica. Pero esto mismo no ocurre en el tratamiento con mayor contenido de residuos lo cual podría verse afectado en este contenido por la ausencia total de forraje.

**El porcentaje de materia seca:** en cada uno de los tratamientos oscila entre los 29 – 35 %. Según Reyes *et al.*, (2009) para los profesionales generalmente se expresan en "materia seca", por ejemplo, incluir ensilado de maíz a 20%- 30% de la dieta en materia seca es considerado un valor óptimo.

**El % de humedad:** en los ensilajes oscila entre un 80-70%. Según Betancourt *et al.*, (2005) explica que los ensilajes deben aportar gran contenido de humedad, el ganado destinado a la producción de leche debe en su alimentación ingerir alrededor de 4 litros de agua por cada litro de leche que esta produzca. En este aspecto todos los ensilajes se encuentran en un rango óptimo de % de humedad y % de materia seca según Delgado, (2005).

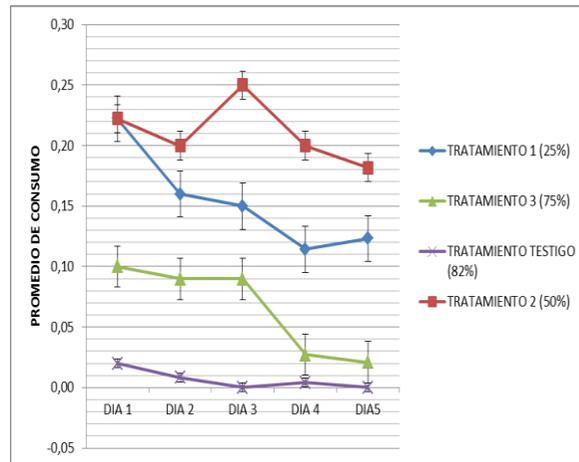
**El % de grasas:** en cualquier ensilaje, esta descrito por los ácidos grasos volátiles, los cuales son producto de los ácidos orgánicos, como el ácido láctico, acético

entre otros (Elferink *et al.*, 1999). Según esta investigación la mayor concentración de grasas la tiene el tratamiento testigo, arrojando un dato coherente al cambio en las propiedades organolépticas mostradas, por el bajo contenido de ácido láctico y alto contenido de ácidos orgánicos indeseables. El valor mínimo de ácidos grasos que requiere un ensilaje agradable y catalogado como de buenas características es de 1,5 a 2%. Mientras que 6% se estima como muy malo (Garcés *et al.*, 2011).

**La fibra cruda:** en todos los tratamientos presentó un rango de disminución muy similar, observando al tratamiento testigo con el de mayor % de fibra cruda en los tiempos de análisis. La disminución en todos los tratamientos se podría deber a la adición de inóculos los cuales degradan dicha fibra y la hacen más accesible al animal.

**El porcentaje de cenizas:** varió poco debido a la cantidad de minerales la cual no es significativamente diferente entre los tratamientos. Según Guzmán *et al.*, 2013, las investigaciones de forrajes ensilados, el porcentaje de cenizas que presentan esta entre el (5% - 10%) condición que cumplen cada uno de los ensilajes, teniendo unos valores un poco por encima gracias a los residuos de post-cosecha de arroz.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PALATABILIDAD EN GANADO BOVINO.



**Figura 4. Relación de consumo/tiempo de consumo en cada uno de los tratamientos durante el periodo de evaluación.**

En la figura 5 se observa que la prueba de palatabilidad que el tratamiento 2 (50%) tenía el mejor comportamiento y aceptación quedando demostrado al no presentar residuos, atribuyendo a su aroma, color y textura. El tratamiento 1 (75%) mostró una aceptación bastante alta siendo muy similar al del tratamiento 2(50%). Por otro lado, el tratamiento 3 (75%) mostró tendencia al rechazo, igualmente el tratamiento testigo el cual tuvo un total rechazo atribuyendo su poco consumo a olores desagradables.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARA PARÁMETROS SENSORIALES

Al analizar los parámetros relacionados a la palatabilidad del ensilaje se determinó que no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en el tiempo utilizado por el bovino para consumir el ensilaje según el porcentaje de residuos de post-cosecha. Además se identificaron diferencias altamente significativas en la cantidad de Kg de ensilaje consumido por el bovino según el porcentaje de residuos de post-

cosecha utilizado para elaborarlo ( $P > 0,05$ ), Al respecto se estableció que el consumo (Kg) de ensilaje con 25% y 50% de residuos post-cosecha es estadísticamente homogéneo. Las diferencias en el consumo (Kg) del animal se identificaron al suministrar ensilaje con 75% y 82%. En general se determinó que a mayor porcentaje de residuos post-cosecha incorporado en la elaboración del ensilaje disminuye los Kg consumidos por el animal.

#### IV. CONCLUSIONES

Los tratamientos que incluyen valores entre 25 y 50% de residuos post-cosecha de arroz poseen los mejores comportamientos en parámetros: microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales. El tratamiento 3(75%) y el tratamiento testigo muestran una gran disminución en las características propias del producto igualmente en su calidad dada por los pocos sustratos que encuentran los microorganismos benéficos para su proliferación.

La calidad microbiológica, de acuerdo con los parámetros de recuento dados por la NTC 4092 como permisibles aplicados a productos de alimentación animal, reportan en todos los tratamientos la ausencia total de coliformes fecales y totales, siendo aptos para alimentación pecuaria por su calidad, sanidad e inocuidad los cuales no representan ningún riesgo.

En los análisis fisicoquímicos, los ensilajes reportaron pH, temperatura % de ácido láctico correspondiente a sus características, sin mostrar diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en los comportamientos de cada tratamiento.

De acuerdo con los análisis sensoriales, la prueba de palatabilidad, se identificó muy alta en los tratamientos 1(25%) y 2(50%) con repuesta inmediata en el consumo dado por la correcta relación de residuos vs forraje. Representando a este tipo de alimento como aceptado y apto

para alimentación en la especie bovina, mientras tanto en las respuestas del tiempo de consumo, no presentó diferencia significativas ( $P < 0,05$ ) indicando un comportamiento muy similar.

Estadísticamente hablando, se pudo comprobar que existe diferencia significativa para el parámetro sensorial (Prueba de palatabilidad) descrito en esta investigación, lo cual indica que el tratamiento 1 (25%) y el tratamiento 2(50%) se muestran como dos alternativas similares de preferencia para el animal.

#### V. BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, Diana; NAVARRO, Enrique Y ABRIL, Alejandro. La Paja De Arroz. Consecuencias de su manejo y alternativas de aprovechamiento. agron. 17(2): 69 - 79, 2009.

Aguilera, A.; Pérez, F.; Grande, D.; De La Cruz, I. Y Juárez J. Digestibilidad y características fermentativas de mango, limón y rastrojo de maíz ensilado, con o sin adición de melaza y urea. México, 2007.

Bartaburu, Danilo; Montes, Esteban Y Pereira Marcelo. Utilización de la paja de arroz en la alimentación animal, Argentina, 2011.

Betancourt, M., González, I. Y Martínez De Acurero, M. Evaluación de la calidad de los ensilajes. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, 2005.

Cuevas, Alfredo L.A. Investigación. Fondo Nacional del Arroz FEDEARROZ - Cúcuta 2012.

DANE. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística y FEDEARROZ. Federación Nacional de Arroceros. Boletín, 2013.

Delgado, B., El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad.

Laboratorio de Mouriscade. Lalín (Pontevedra), 7 de octubre de 2005.

Dolores, D., 2006. Gluconeogénesis y ruta de las pentosas fosfato. Bioquímica-1º de Medicina. Departamento de Biología Molecular.

Elferink, F.; Oude, S.J.W.H.; Gottschal J.C. Y Spoelstra S.F. 1999. FAO. Estudio 2.0 – los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. Conferencia electrónica en forrajes tropicales. [Disponible en <http://www.fao.org>]

Garces, Adelaida; Berrio, Lorena; Ruiz Alzate; Serna, Juan Y Builes, Andrés. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Universidad Pontificia Bolivariana, 2011.

Godoy, S. Y Chicco C. F. utilización de la paja de arroz con y sin amonificación en la alimentación de bovinos de carne. Área Universitaria UCV, El Limón, Maracay, Venezuela 1997.

GUZMAN, Álvaro; DELVASTO Silvio; SÁNCHEZ, Enrique y AMIGO, Vicente B. Cenizas del tamo de arroz como sustituto del feldespató en la fabricación de cerámica blanca. Cali-Colombia, 2013.

Martinez E.D., R.G. Pulido Y L. Latrille. Efecto de la paja de trigo con álcali sobre el consumo de alimento y comportamiento ingestivo de vacas lecheras. Instituto de Zootecnia, Universidad Austral de Chile, 2002.

Mazzeo, M. M.; León, A. L.; Mejía, L. F.; Guerrero, L. E. Y Botero J. D. Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y postcosecha del plátano en el departamento de caldas. Universidad de Caldas, Manizales (Colombia) (junio 2010).

Neto, J.M., Vera, R.R., Y Pizarro, E.A. Produção e avaliação qualitativa do milho dentado composto, cultivar BR 126. II. Valor nutritivo e digestibilidade in vitro. p. 380, in: 21st Reunião Anual da Sociedade de Brasileira de Zootecnia. Belo Horizonte (1984).

Peralta, A. Y Pulgarin A. 2002. Potencial de subproductos agroindustriales y su mejoramiento a través de tratamientos químicos. Revista de Divulgación Técnica y científica de Zootecnia Año 1 Volumen 1.

Quinceno D.V. Y Mosquera, M.Y. Alternativas tecnológicas para el uso de la cascarilla de arroz como combustible. Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, 2010.

Reyes, Nadir; Mendieta, Bryan; Fariñas, Tito; Mena, Martin; Cardona, Jairo Y Pezo, Danilo. Elaboración y Utilización de Ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Serie Técnica. Manuel Técnico. Managua, Nicaragua, 2009.

Villa, A., Estudio microbiológico y calidad nutricional de ensilaje de maíz cosechado en dos corregimientos de Colombia, 2008.