

# **EFFECTO DE INOCULANTES MICROBIANOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FERMENTATIVAS DE ENSILAJES DE MAÍZ FORRAJERO**

Italo Fernando Espinoza Guerra<sup>1</sup>, León Bolívar Montenegro<sup>1</sup>, Cristhian Amable Torres Vallejo<sup>1</sup>, Mario René López Vera<sup>2</sup>, Guilber Enrique Vergara Vélez<sup>2</sup>, Yessenia Maribel García Montes<sup>3</sup>

1 Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1 ½ vía a Santo Domingo, C.P. 73. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

2 Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calle 10 de agosto N°82 y Granda Centeno, Calceta, Manabí, Ecuador.

3 Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Vía San Mateo S/N – Manta – Ecuador.

Contacto: mrene782@gmail.com, iespinoza@uteq.edu.ec

## **RESUMEN**

El objetivo del presente estudio fue caracterizar mediante análisis químico y fermentativo el efecto de inoculantes microbianos comerciales en ensilajes de maíz forrajero para su uso potencial en la alimentación animal. Los tratamientos evaluados fueron: maíz forrajero (testigo), maíz forrajero con inoculante comercial Sill All<sup>®</sup> y maíz forrajero con inoculantes comercial Lactosilo<sup>®</sup>, sometidos a fermentación durante 30 días en tubos de PVC de capacidad de tres kilogramos. Se evaluaron las variables: materia seca, materia orgánica, cenizas, fibra bruta, proteína, pH y temperatura estos dos últimos a las 0, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas de exposición aeróbica post-fermentación. El diseño experimental empleado fue completamente aleatorizado con seis repeticiones por cada tratamientos, se realizó la prueba de Tukey para la comparación de las medias bajo los niveles de probabilidad de  $P < 0.05$ . Los resultados muestran valores promedios de materia seca 28.41%, materia orgánica 92.90%, cenizas 7.09%; fibra bruta 23.15%, proteína 11.97%, pH 4.61 y temperatura 24.18°C. En la medida que adicionaron los inoculantes microbianos aumento la concentración de materia seca y proteína

en el tratamiento con Lactosilo, por otra parte se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). De forma general la aplicación de inoculantes microbianos influyó estadísticamente en las variables de estudio, sin embargo no fue sustancial sobre las características nutricionales materia seca, materia orgánica, proteína, ceniza, pH y temperatura aunque en la medida que adicionaron los inoculantes microbianos aumento la concentración de materia seca presentando el valor más alto el silage con Lactosilo (31.14%) y proteína en el tratamiento con Lactosilo (12.29%).

**Palabras clave:** Microsilos, estabilidad aeróbica, alimentación.

### ABSTRACT

The aim of this study was to characterize by chemical analysis and the effect of fermentation commercial microbial inoculants on silage corn fodder for potential use in animal feed. The treatments evaluated were: forage maize (control), forage maize with commercial inoculant Sill All® and forage maize with commercial inoculants Lactosilo® subjected to fermentation for 30 days in PVC capacity of three kilograms. Dry matter, organic matter, ash, crude fiber, protein, pH and temperature latter two at 0, 24, 48, 72, 96, 120 and 144 hours post-exposure aerobic fermentation: the variables were evaluated. The experimental design was completely randomized with six replicates per treatment, Tukey's test was performed to compare the mean low probability levels of  $P < 0.05$ . The results show average values of 28.41% dry matter, organic matter 92.90%, ash 7.09%; crude fiber 23.15%, 11.97% protein, 4.61 pH and temperature 24.18°C. To the extent that microbial inoculants added increasing concentration of dry matter and protein in Lactosilo treatment, moreover significant differences between treatments ( $P < 0.05$ ) were detected. Generally the application of microbial inoculants influenced statistically in the variables of study, however was not substantial on nutritional characteristics dry matter, organic matter, protein, ash, pH and temperature but to the extent that added microbial inoculants increased concentration dry matter presenting the highest value with the Lactosilo silage (31.14%) and protein Lactosilo treatment (12.29%).

Keywords : microsilos , aerobic stability, food.

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es el cultivo más empleado como fuente de forraje en los sistemas de producción bovina mediante su conservación (ensilaje), debido a un alto rendimiento de biomasa área de 35-95 t.ha<sup>-1</sup> (Somarribas 2007). El ensilaje de maíz es uno de los forrajes conservados más importantes y versátiles en el mundo. Es una mezcla única de grano y fibra digestible, que constituye una de las principales fuentes energéticas para la alimentación de rumiante, El ensilaje es un método de preservación del forraje húmedo basado en convertir carbohidratos solubles en ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, bajo condiciones anaeróbicas por medio de la acción de bacterias (Filya, 2003).. El ensilaje se almacena en silos que permiten mantener la condición anaerobia, existen varios tipos y la escogencia del apropiado depende del tipo de explotación ganadera, recursos económicos disponibles y topografía del terreno entre otros (Garcés *et al.* 2004). El ensilado puede apoyar el crecimiento de una amplia gama de microorganismos, la mayoría de los cuales se degradará en nutrientes para el ganado, sin embargo, el ensilaje generalmente controla la actividad microbiana por una combinación de un ambiente anaeróbico y una fermentación natural de los azúcares por las bacterias ácido, esta fermentación y el bajo pH resultante principalmente suprimen el crecimiento de otros microorganismos anaerobios, la fermentación también puede inhibir las levaduras, mohos y bacterias aerobias (Muck, 2010). Jones (1995) reportó que para la optimización de este proceso es recomendable la utilización de ciertos tipos de aditivos, buscando mejorar el valor nutritivo del maíz. Dentro de los aditivos destacan los inoculantes bacterianos, los cuales contienen bacterias productoras de ácido láctico que se agregan a la población bacteriana natural para ayudar a garantizar una fermentación rápida y eficiente en el silo (Muck y Kung Jr, 1997). El uso de los aditivos mejoradores de la fermentación láctica es común en algunos países desarrollados (Gutiérrez, 2008). Existe un gran número de estudios sobre el uso sobre inoculantes en silajes y hay muchos resultados relacionados con las mejoras del proceso fermentativo y valor nutricional (Ávila *et al.*, 2009). Los inoculantes han tenido un gran auge en los últimos años en diversos países;

sin embargo, en muchas regiones del mundo, se carece de información comparativa y detallada al respecto que especifique los efectos que sobre el ensilaje de maíz que se producen al utilizar un determinado aditivo además se ha comprobado que el tratamiento de ensilajes con enzimas fibrolíticas e inoculantes bacterianos ha mostrado aumentar digestibilidad, fermentación y estabilidad aeróbica de varios forrajes (Ruiz *et al.* 2009). Los inoculantes microbiales contienen bacterias seleccionadas para dominar la fermentación de los cultivos en el silo. Los inoculantes están divididos en dos categorías dependiendo de cómo fermentan un azúcar común en la planta, la glucosa. Los homofermentadores producen solo ácido láctico y dentro de ellos se encuentran especies de *Lactobacillus* como *Lactobacillus plantarum*, y especies de *Pediococcus* spp, y *Enterococcus* spp. La otra categoría, los heterofermentadores producen ácido láctico, ácido acético o etanol, y bióxido de carbono. *Lactobacillus buchneri* es el mejor ejemplo de un heterofermentador (Contreras y Muck, 2006)

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la aplicación de inoculantes sobre las características químicas y fermentativas de ensilajes de maíz forrajero.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se realizó durante el año 2014 en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RUMEN), Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7½ de la vía Quevedo-El Empalme, perteneciente al cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador. La ubicación geográfica es de 01° 0' 6" de latitud Sur y 79° 29' de latitud Oeste, a 75 msnm, ubicada en zona bosque húmedo Tropical.

### **Preparación de los microsilos**

Las plantas de maíz se cosecharon de la variedad "Dekalb 7088, es un híbrido simple que fue desarrollado para climas tropicales por MONSANTO. Su adaptación ha sido comprobada para condiciones del litoral ecuatoriano durante los años 2005 – 2008 que es un híbrido triple de última generación con una estructura de hojas erectas y un potencial de rendimiento alto, y su promedio de producción es de 9,704 kg ha<sup>-1</sup>. Cultivado en la finca experimental

la María de la UTEQ, realizando un corte horizontal entre 15 a 20 cm por encima del suelo

Los silos fueron contruidos de material de tubos PVC de una medida de 30 cm de longitud y 12 cm de diámetro, los cuales fueron sellados con tapas de mismo material de PVC en la parte superior del silo, las tapas de sellado fueron provistas de una válvula tipo Bunsen para la salida de gases producto de la fermentación anaeróbica de los microsilos, además también se les fue implementado una cañería de cobre acoplado a una manguera para el drenado de efluentes en los primeros días posterior al llenado de los microsilos, cabe recordar que la capacidad de los microsilos fue de 3 kilogramos de forraje de maíz, el mismo fue picada en partículas pequeñas, posteriormente con la ayuda de una prensa manual fue compactado con el objetivo de generar un ambiente anaeróbico en los microsilos. Se utilizaron 18 microsilos correspondientes a los tres tratamientos por seis réplicas; el tiempo de fermentación fue 30 días. Más la inclusión de inoculantes bacterianos Sil All<sup>®</sup> (Sil – All 4 x 4 Water soluble (Bacterias ácido lácticas totales, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*  $16.8 \times 10^9$  UCF/g, *Enterococcus faecium*  $2.1 \times 10^9$  UFC/g, *Bacillus pumilus*  $2.1 \times 10^9$  UCF/g) y Lactosilo<sup>®</sup> Gold *Lactobacillus curvatus*, Bacterias lácticas, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus buchneri*, Bacteria láctica, Complejo multienzimático celulolítico) donde se preparó una solución que contuvo 750 ml de agua destilada con la adición de 1.8 gramos de cada inoculante, cada microsilos se agregó 62.5 ml de la solución inoculante para incrementar la producción de bacterias ácido lácticas.

### **Análisis químico nutricional de microsilos**

Se tomó muestras de 500g del material antes de ensilar donde se determinó la composición química nutricional del producto sin fermentar: materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas (C), proteína (PB), grasa (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), mediante el análisis proximal propuesto por la (A.O.A.C.1990). Cuadro 1.

Una vez cumplido los tiempos de fermentación anaeróbica se procedió a realizar la apertura de los microsilos donde se visualizó su calidad aromática producto de una buena fermentación luego se procedió a extraer 500 gramos

de cada microsilo para análisis bromatológicos, de la parte media del microsilo se tomó una muestra de 10 gramos que se colocaron en un recipiente plástico de 125 mL para posteriormente colocar 100 mL de agua destilada, y se dejó en reposo por el lapso de 30 minutos, para luego filtrar el extracto de muestra y medir el pH durante 7 días con la ayuda de un potenciómetro. Para la toma de temperatura se utilizó termómetros de mercurio los cuales fueron introducidos 10 centímetros en cada microsilo por un tiempo de 30 minutos para después tomar la lectura de temperatura de cada microsilo por siete días, se tomaron muestras de 500g de cada tratamiento y sus respectivas repeticiones donde se determinó la composición química nutricional del producto sin fermentar: materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas (C ), proteína (PB), grasa (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), mediante el análisis proximal propuesto por la (A.O.A.C.1990). Los datos obtenidos fueron procesados en un análisis de varianza y separación de medias a través de la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ), con el uso del programa SAS 9.0.

**Cuadro 1.** Composición química del maíz forrajero

| <b>Nutriente</b>       | <b>Forraje de maíz</b> |
|------------------------|------------------------|
| <b>Humedad total %</b> | <b>73.58</b>           |
| <b>Materia seca %</b>  | <b>26.42</b>           |
| <b>Proteína %</b>      | <b>11.68</b>           |
| <b>Cenizas %</b>       | <b>7.95</b>            |
| <b>Fibra cruda %</b>   | <b>23.03</b>           |

**Fuente: Laboratorio Bromatología UTEQ 2014**

### **Estabilidad aeróbica**

El momento de apertura del silo se considera una etapa crítica del proceso de ensilaje. En esta fase, el material ensilado entra de nuevo en contacto con el oxígeno y comienza la oxidación de los azúcares y la degradación del ácido láctico producido durante la fermentación, lo que causa su deterioro y la reducción de su valor nutricional. La resistencia de la masa del forraje ensilado ante el deterioro, después de abrir el silo y quedar expuesto al aire, se define como estabilidad aeróbica (Jobim *et al.*, 2007).

La estabilidad aeróbica fue analizada sobre ensilajes con 30 días de conservación mediante el estudio de la variación de temperatura. La variación de temperatura fue estudiada según la metodología propuesta por O'Kiely *et al.* (2001), las muestras se mantuvieron abiertas y se dispusieron en el laboratorio. En cada tubo de PVC se colocó un termómetro de alcohol, se registró la temperatura cada 24 horas durante siete días y el pH con potenciómetro sobre el extracto acuoso de una fracción de 10 g de ensilado en 100mL de agua destilada, tras media hora de reposo por 7 días.

### **Análisis estadístico**

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con seis repeticiones por tratamientos, donde se evaluó la influencia de inoculantes bacterianos en las características químicas y fermentativas del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*.) con adición de inoculantes bacterianos comerciales en un periodo de fermentación de 30 días, los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza y las variables que tuvieron diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). El procesamiento de los datos se lo realizó con el uso del programa SAS. 9.0.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Materia seca**

Los valores de materia seca de los tratamientos en estudio se presentan en Cuadro 2. El contenido de materia seca (MS) se vieron influenciadas por los tratamientos en estudio ( $p < 0.001$ ). Presentando el mayor valor de MS con Lactosilo 31.14%, que fueron superiores a los valores de MS 29. Señalados por Rojas y Manríquez (2001) quienes realizaron la comparación de ensilaje de trigo y de maíz en la engorda invernal de novillos. Así mismo, Ruiz *et al.* (2009) encontraron valores promedio de 19.85% MS en los efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje de maíz, inferiores al valor

promedio 28.41%, esta variación podría ser debida a las condiciones ambientales, forma de preparación de ensilajes, madurez de la planta, no obstante, este varía dependiendo de las características propias de cada uno de las variedades de maíz utilizadas. Cándido et al (2002) resalta que los contenidos de MS determinan por sí mismo la calidad de un silage, aunque hay otras variable como el contenido de carbohidratos solubles de la planta, pueden favorecer la fermentación, resultando en un silage de buena calidad.

### **Cenizas**

Se detectaron diferencias ( $p < 0.001$ ) entre los diferentes valores de cenizas en el tratamiento con Lactosilo con respecto al tratamiento sin inoculante y AllSill que fueron estadísticamente similares los cuales presentaron los mayores valores de ceniza. Particularmente una característica deseable en un alimento y particularmente para el caso de silages es que disponga de alto contenido de ceniza para que pueda proporcionar niveles apropiados de minerales necesarios en las dietas para animales.

En promedio, el contenido de cenizas decreció (Cuadro 2) cuando comparamos con el contenido de ceniza del maíz antes de ensilar (Cuadro 1). Los valores de cenizas reportados por Cubero *et al.* (2010) de 5.71% para el uso de inóculos microbiano elaborado en ensilaje de maíz (*Zea mays*), valor nutricional y fermentativo, fueron inferiores al valor promedio de 7.09% (Cuadro 2). Los valores determinados en este trabajo están dentro del rango de valores promedio reportados por Villa *et al.* (2010) de 7.09% del estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos eco regiones de Colombia, cabe indicar que estos valores son para clima frío, mientras que para el clima cálido el mismo autor reporta valores promedios de 3.95% que son inferiores a los reportados en esta investigación (Cuadro 2), esto se debe a las condiciones ambientales, variedades de maíz, fecha de corte.

### **Materia orgánica**

La comparación entre los tratamientos nos permite señalar que los tratamientos sin inoculante y el tratamiento con Sill All<sup>®</sup> presentaron diferencias ( $p < 0.001$ ) con el tratamiento con Lactosilo (Cuadro 2). Este comportamiento puede deberse a que la fermentación no se había estabilizado. De manera general



podemos indicar que los valores de cenizas y materia orgánica observados en esta investigación nos permiten comprobar las bondades de las características nutricionales del ensilaje de maíz y que tienen gran aplicación en el proceso de preservación de ensilajes (Villa *et al.*, 2010).

### Proteína cruda

El porcentaje de proteínas fue diferente entre tratamientos siendo superior ( $p < 0.001$ ) el tratamiento con Sill All<sup>®</sup> con 12.29% y el menor valor fue para Forraje maíz + Lacto silo con 11.79% (Cuadro 2). Noriega *et al.* (2009) clasificó a los forrajes y otros alimentos para animales como de regular calidad cuando contiene valores entre 7 y 9% de proteínas y de buena calidad cuando contiene valores comprendido entre 9 y 11%. Ruiz *et al.*, (2009); Cubero *et al.*, (2010); Villa *et al.*, (2010) señalan valores de 9,02, 8,67 y 10,7% de proteína cruda, respectivamente, para ensilajes de maíz. Cubero *et al.*, 2010, evaluó el efecto de tres niveles de inóculo microbiano producido en finca (0,5, 1,0 y 1,5 l.t-1 de MF) y un nivel de 0,5 kg.t-1 MF de inóculo comercial (CEN-Sile<sup>®</sup>) sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilaje de maíz híbrido (Cristiani Burkard<sup>®</sup>) cosechado a 90 días. Además, evaluó un ensilaje sin la aplicación de inóculo microbiano, mejoró en promedio en el material ensilado los contenidos de PC 8,67%, cenizas 5,71 etéreo (EE), pero presentó un efecto negativo sobre la MS 15,21, el ensilaje sin la aplicación de inóculos microbianos presentó los mejores valores en el pH 3.55, valores inferiores a los reportados en esta investigación (Cuadro 2), a excepción del pH. Individualmente los valores promedio obtenidos en esta investigación con 11,97% proteína cruda superan los valores antes señalados, y se mantienen similares a forrajes de maíz antes de ensilar.

**Cuadro 2.** Composición química de los ensilados de forraje de maíz a los 30 días de fermentación más la inclusión de inoculantes

| Nutriente        | Forraje<br>maíz | Forraje<br>maíz +<br>Sill-All | Forraje<br>maíz +<br>Lacto silo | Promedio | EEM  | Probabilidad |
|------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|----------|------|--------------|
| Materia<br>Seca% | 27.38b          | 26.73c                        | 31.14 a                         | 28.41    | 0.07 | <.0001       |

|                    |        |        |         |       |      |        |
|--------------------|--------|--------|---------|-------|------|--------|
| Materia orgánica % | 92.54b | 92.56b | 93.60 a | 92.90 | 0.01 | <.0001 |
| Cenizas %          | 7.45a  | 7.43a  | 6.39 b  | 7.09  | 0.01 | <.0001 |
| Fibra %            | 22.61b | 22.63b | 24.23 a | 23.15 | 0.05 | <.0001 |
| Proteína %         | 11.85b | 12.29a | 11.79 b | 11.97 | 0.01 | <.0001 |

EEM = error estándar de la media; CV% = coeficiente de variación; <sup>1/</sup>  
 Promedios con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente, según Tukey (p<0.05).

### Medición de pH

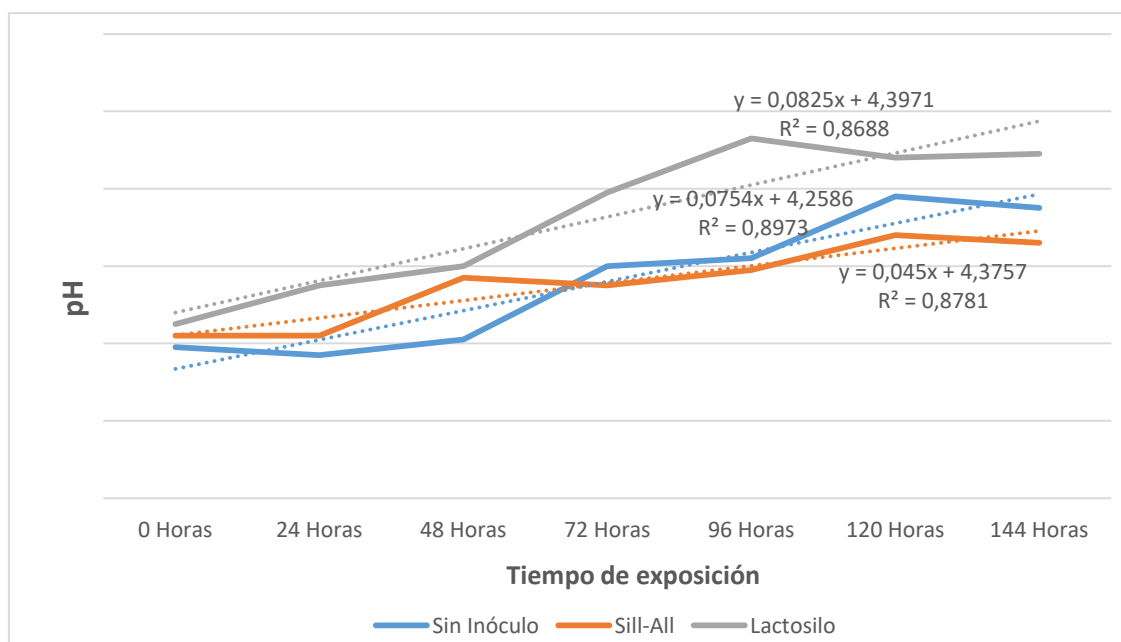
En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos de la medición de pH, el mismo fue similar (P>0,05) en los tratamientos a las 0, 12, 24 48, 72, 120 y 144 horas, mientras que a las 96 horas se presentaron diferencias (p<0.05) con el tratamiento Sill- All. Frecuentemente se discute la importancia de aplicar inoculantes bacterianos a los silajes de maíz y sorgo debido al escaso efecto observado en términos de pH de estabilización (Jaurena, 2008). Los datos obtenidos en este trabajo son mayores que los mencionados por Ruiz *et al.*, (2009) y Cubero *et al.*, (2010), quienes informan de pH entre 3,53 - 3,49 respectivamente para ensilaje de maíz sin inóculos. Los mismos citan rangos de pH promedio para maíz inoculados entre 3.50 - 3.55, mientras que Villa *et al.*, (2010) cita un promedio de 4.5 pH para ensilaje de maíz.

Se observó una variación del pH para todos los tratamientos, de tal forma que a partir del primer día hasta el séptimo, que coincide con Villa (2010) quien indica existe una disminución del pH para el clima cálido y que concuerda con la mayor cantidad de azúcares utilizados por las bacterias de este tratamiento y ligada a un incremento en la concentración de ácido láctico en los primeros días y por lo tanto una caída pronunciada del pH. Así mismo las condiciones de anaerobiosis, humedad y carbohidratos fueron adecuadas para que el pH descendiera a un nivel óptimo para la preservación de silos.

**Cuadro 3.** Forraje de maíz ensilado, valores de pH a los 30 días de fermentación más la inclusión de inoculantes bacterianos Sil- All y Lactosilo

| pH        | T1         | T2     | T3     | CV%  | EEM  | Probabilidad |
|-----------|------------|--------|--------|------|------|--------------|
| 0 Horas   | 4.39<br>a  | 4.42 a | 4.45 a | 1.15 | 0.01 | 0.1413       |
| 24 Horas  | 4.37 a     | 4.42 a | 4.55 a | 3.60 | 0.02 | 0.1696       |
| 48 Horas  | 4.41 a     | 4.57 a | 4.60 a | 3.77 | 0.02 | 0.1646       |
| 72 Horas  | 4.60 a     | 4.55 a | 4.79 a | 5.58 | 0.06 | 0.2759       |
| 96 Horas  | 4.62<br>ab | 4.59 b | 4.93 a | 4.70 | 0.04 | 0.0316       |
| 120 Horas | 4.78 a     | 4.68 a | 4.88 a | 6.23 | 0.08 | 0.5196       |
| 144 Horas | 4.75 a     | 4.66 a | 4.89 a | 3.94 | 0.03 | 0.1274       |

EEM = error estándar de la media; CV% = coeficiente de variación; <sup>1/</sup> Promedios con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente, Tukey (P<0.05)



**Figura 1.** Forraje de maíz ensilado, valores de pH a los 30 días de fermentación más la inclusión de inoculantes bacterianos Sil- All y Lactosilo

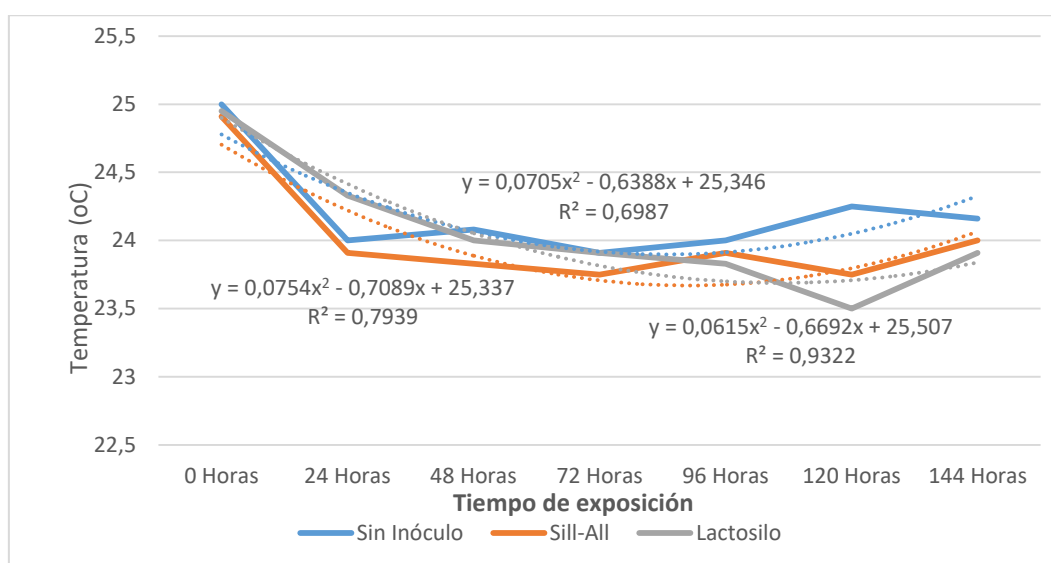
## Temperatura

En el Cuadro 4 y Figura 2 se muestra la temperatura de los microsilos de los ensilados de forraje de maíz con 30 días de fermentación. Se observa que en la temperatura a las 0, 48, 72, 96, 120 y 144 horas no existe diferencia estadísticas entre los tratamientos ( $P>0.005$ ), a las 24 horas presentó diferencias ( $p<0,005$ ) el T2 con los T1 y T3, se puede decir que los valores de temperatura obtenidos están dentro del rango considerado como óptimo (20-30°C) para garantizar una anaerobiosis rápida y la estabilización de la masa ensilada Betancourt *et al.* (2003).

**Cuadro 4.** Temperaturas de los ensilados de forraje de maíz a los 30 días de fermentación más la inclusión de inoculantes bacterianos Sil- All y Lactosilo

| Horas de estabilidad aeróbica | T1      | T2      | T3      | CV%  | EEM  | Probabilidad |
|-------------------------------|---------|---------|---------|------|------|--------------|
| 0 Horas                       | 25.00   | 24.91   | 24.95   | 0.55 | 0.01 | 0.5833       |
| 24 Horas                      | 24.00ab | 23.91 b | 24.33 a | 1.09 | 0.06 | 0.0356       |
| 48 Horas                      | 24.08   | 23.83   | 24.00   | 1.53 | 0.13 | 0.5055       |
| 72 Horas                      | 23.91   | 23.75   | 23.91   | 1.44 | 0.11 | 0.6368       |
| 96 Horas                      | 24.00   | 23.91   | 23.83   | 1.72 | 0.16 | 0.7851       |
| 120 Horas                     | 24.25   | 23.75   | 23.50   | 2.59 | 0.38 | 0.1363       |
| 144 Horas                     | 24.16   | 24.00   | 23.91   | 1.33 | 0.10 | 0.4103       |

EEM = error estándar de la media; CV% = coeficiente de variación; <sup>1/</sup> Promedios con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente, según Tukey ( $P<0.05$ )



**Figura 2. Temperaturas de los ensilados de forraje de maíz a los 30 días de fermentación más la inclusión de inoculantes bacterianos Sil- All y Lactosilo.**

## **CONCLUSIONES**

El valor nutritivo y la fermentación del ensilaje de maíz pueden ser mejorados por el tratamiento con inoculantes bacterianos. La aplicación de inoculantes microbianos influyó estadísticamente en las variables de estudio, sin embargo no fue sustancial sobre las características nutricionales materia seca, materia orgánica, proteína, ceniza, pH y temperatura aunque en la medida que adicionaron los inoculantes microbianos aumento la concentración de materia seca presentando el valor más alto el silage con Lactosilo (31.14%) y proteína en el tratamiento con Lactosilo (12.29%). Todos los ensilajes alcanzaron temperaturas alrededor de 25° C al tiempo de fermentación (30 días), temperatura ideal para que el proceso se lleve a cabo de una manera adecuada y el material ensilado pueda conservar sus propiedades tanto organolépticas como nutritivas, de igual forma el pH estuvo dentro de los niveles establecidos y permitidos como indicador de fermentación el valor más bajo de pH registrado fue el ensilaje con Sill-All (4.66).

## **LITERATURA CITADA**

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1990. Official Methods of analysis (15 ed). Washington, DC. 1298 p.
- Ávila. C., Pinto, j., Figueiredo' H., Morais,A., Odilon Gomes Pereira y Schwan, R. 2009. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. Revista Brasileira de Zootecnia, 38(5): 779-78
- Official Methods of Analysis of AOAC International. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Washington, EUA, 13<sup>a</sup> Edition.
- Contreras, F. y Muck, R. 2006. Inoculantes Microbiales para ensilaje. Focus and Forage 8 (4): 1-4. University of Wisconsin Board of Regents,

- Cubero, J., Rojas, A. y Wingching, R., 2010. Uso del inóculo microbial elaborado en finca en ensilaje de maíz (*Zea mays*). Valor nutricional y fermentativo. *Agronomía Costarricense*, 34 (2): 237-250
- Betancourt, M., Martínez de Acurero, M. Clavero M., Razz, R., Pietrosevoli S. y Araujo-Febres, O. 2003. Efecto de la melaza, ácido fórmico y tiempo de fermentación sobre el pH y temperatura en microsilos de *Leucaena leucocephala*. *Revista Facultad de Agronomía* 20 (4).
- Filya, I. 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal Dairy Science* 86 (11): 3575-3581.
- Garcés, A., Berrio, L., Ruiz, S., Serna, J., Builes, A., 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallana de Investigación* 1 (1): 40-50
- Gutiérrez, L. 2008. Efecto de la aplicación de un inoculante bacteriano en la calidad nutricional y fermentativa: silaje de soja. *Revista Argentina de Producción Animal*. 1 (28): 109-112
- Jaurena, G. 2008. Contribución de la inoculación bacteriana a la fermentación de silajes de planta entera de maíz y sorgo. *Revista Argentina de Producción Animal* 28(1): 21-29.
- Jones, R. 1995. Role of biological additives in crop conservation. In: *Biotechnology in the feed industry. Proceedings of Alltech's 11th Annual Symposium*. Ed. Lyons, T.P. y K.A. Jaques. Nottingham University Press. Nottingham, UK. p. 465-482.
- Jobim, C., Nussio, G., Reis, R. y Schmidt, P. 2007 Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Rev. Brasileira Zootecnia*. 36 (suppl.):101-119.
- Muck, R.E. 2010. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39 (Suplemento especial): 183-191.

- Muck., R.E. and L. Kung Jr. 1997. Effects of silage additives on ensiling. In: Proceedings Silage: Field to Feedbunk. Conference. Feb. 11-13, Hershey, Pennsylvania. p. 187-199.
- Noriega, A., Silva, R. y García, M. 2009. Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootecnia Tropical* 27(2): 135-141
- O'kiely, P., Clancy, M. y Doyle, E. 2001. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: International grassland congress. São Pedro-SP. Piracicaba-FEALQ. p. 794-795.
- Rojas C, y Manríquez M. 2001. Comparación de ensilaje de trigo y de maíz en la engorda invernal de novillos. *Agricultura técnica* 61(4): 444-451.
- Ruiz, B., Castillo, Y., Anchondo, A., Rodríguez, C., Beltrán, R., La O. y Payán J. 2009. Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje de maíz. *Archivos de Zootecnia* 58(22): 163-172.
- SAS. 1999. SAS. User's guide: Statistics [CD-ROM Computer file]. Version 8. Statistical Analysis System Institute. Cary, NC.
- Somarribas, M. 2007. Efecto de diferentes densidades de maíz y diferentes agotamientos del agua disponible en el suelo sobre la producción de forraje de maíz asociado con mucuna. Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 90 p.
- Villa, A.F., Meléndez, A.P., Carulla, J.E., Pabón, M.L., Cárdenas, E.A. 2010. Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 23(1): 65-77.