

## Efecto de aditivos lácteos en la fermentación y la estabilidad aeróbica en ensilajes de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).

### Effect of dairy additives on the fermentation and aerobic stability in kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) and orange peel (*Citrus sinensis*) silages.

Daniel S. Díaz Reyes<sup>1</sup>; Jady M. Beltrán López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué.

[jadymbeltran@ut.edu.co](mailto:jadymbeltran@ut.edu.co)

#### Resumen

La conservación de forrajes mediante el ensilaje como estrategia para garantizar la disponibilidad de alimento continuo durante épocas de escasez, es la mejor alternativa para los ganaderos sin importar la extensión de su producción. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de aditivos lácteos en la fermentación, las características organolépticas y la estabilidad aeróbica en ensilajes de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), realizado en la ciudad de Bogotá (Colombia). Se evaluaron características organolépticas, materia seca, pH, temperatura a 5 tiempos de fermentación (día 0, día 5, día 10, día 15 y día 21). Se evaluaron 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, cuya masa base fue 70% de pasto kikuyo y 30% de cáscara de naranja. El tratamiento (T1) consistió en ensilaje sin inóculo como tratamiento control; tratamiento (T2) ensilaje adicionado con inóculo de kéfir; y el tratamiento (T3) ensilaje adicionado con inóculo de yogurt comercial. Además, se evaluó estabilidad aeróbica posapertura. Se concluye que el uso de aditivos lácteos favorece el proceso fermentativo del ensilaje, permitiendo rápida estabilización de este y conservando características óptimas de calidad incluso en la posapertura

**Palabras clave:** fermentación láctica, pasto, frutales, lactobacilos.

#### Abstract

The conservation of forages through silage as a strategy to guarantee the availability of continuous feed during times of scarcity, is the best alternative for farmers regardless of the extent of their production. This study aimed to evaluate the effect of the inclusion of milk additives in fermentation, the organoleptic characteristics and aerobic stability in silages of kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) and orange peel (*Citrus sinensis*), carried out in the city of Bogotá (Colombia). Organoleptic characteristics, dry matter, pH, temperature at 5 fermentation times (day 0, day 5, day 10, day 15 and day 21) were evaluated. 3 treatments were evaluated with 3 repetitions each, whose base mass was 70% kikuyo grass and 30% orange peel. Treatment (T1) consisted of silage without inoculum as a control treatment; treatment (T2) silage added with kefir inoculum; and treatment (T3) silage added with commercial yogurt inoculum. In addition, post-opening aerobic stability was evaluated. It is concluded that the use

of dairy additives favors the fermentation process of the silage, allowing rapid stabilization of this and preserving optimal quality characteristics even in the post-opening.

**Keywords:** lactic fermentation, grass, fruits tree, lactobacillus.

## Introducción

La ganadería es una de las actividades de mayor importancia para la economía en Colombia, representando aproximadamente el 66% del PIB pecuario, cifra que a su vez representa el 3,6% del PIB nacional y generando hasta 950 mil empleos, principalmente en el sector rural (Martínez, 2018). En términos generales, los sistemas de producción de rumiantes en Colombia sustentan su manejo nutricional con el uso del forraje disponible, gramíneas y leguminosas, sin embargo, la disponibilidad forrajera está condicionada por las propiedades del suelo, por el manejo que le proporcione el productor, y principalmente, por las condiciones medioambientales y meteorológicas de los territorios, factor que representa un impacto de hasta el 5% sobre la producción de carne a nivel nacional, y cerca del 30% para la producción de leche (Ramírez, 2016). Todos estos factores limitan la disponibilidad constante de forraje a lo largo del año, por tal motivo se genera la necesidad de buscar estrategias de conservación de forrajes que permitan garantizar un suministro efectivo de forraje de buena calidad y a bajo costo en periodo de escasez, limitando así el impacto negativo en los indicadores productivos del sistema (Pérez, 2013).

Así, el ensilaje constituye la técnica más efectiva para conservación de forrajes para tiempos de escasez, ya que permite conservar el valor nutricional y los componentes energéticos de la materia prima mediante procesos de fermentación anaeróbica, manteniéndolo estable por mucho tiempo. Adicionalmente, esta técnica no se limita únicamente al uso de pasturas, sino que permite el aprovechamiento de cultivos forrajeros producidos en la época de lluvia, residuos de cosechas y desechos de la industria alimentaria (Franco *et al.*, 2007).

Algunos sistemas agroforestales, además de producir bienes alimenticios, generan residuos ricos en nutrientes y energía que tradicionalmente se desperdician; es el caso de los residuos de cosecha de los cultivos permanentes de frutales como la citricultura. En Colombia, la producción de frutales, especialmente cítricos es un renglón productivo emergente, aunque por la informalidad del sector, actualmente, no se cuenta con las cifras discriminadas por producto, sin embargo, se sabe que en el año 2020 el área sembrada ascienda a 97.000 ha, con una producción anual de 1.257.474 con un rendimiento de 15, 2 t/ha, siendo Santander y el Valle del Cauca los departamentos con mayor volumen de producción (Minagricultura, 2020). No obstante, de acuerdo a las cifras transadas en las principales plazas mayoristas del país, se estima que el 47% de la producción corresponde a naranjas, el 27% a mandarinas y el 26% a limón, siendo este producto el de mayor crecimiento en área sembrada en los últimos dos años y mayor visión exportadora; la citricultura en 2019 alcanzó cifras de 18.789 y 18.789 t. exportadas de limón Tahití y naranja, respectivamente, siendo Estados Unidos y Ecuador los principales destinos (Legiscomex, 2020).

La naranja es el fruto de un árbol que pertenece al género *Citrus* de la familia de las rutáceas, el *Citrus sinensis*; estos frutos, llamados hespérides, tienen la particularidad de que su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo. De un color anaranjado, al que deben su nombre, aunque algunas especies son casi verdes cuando están maduras y el sabor puede variar desde el amargo hasta el dulce (Carrillo, 2019). Este es un sistema agroforestal, el cual normalmente apunta a la producción de pulpa, pero que los residuos pueden constituir un recurso alimenticio importante.

Los residuos resultantes de la extracción del zumo de la naranja se componen principalmente de

membranas residuales de endocarpios (pulpa), vesículas (gajos), albedo (membrana blanca de la cáscara), semillas y exocarpio que representa la cáscara propiamente dicha, este subproducto puede ser utilizado en fresco, ensilado o deshidratado. El contenido promedio de materia seca (MS) de la cáscara de naranja es de 18,83 % (Abonado, 2016). Con una proteína que ronda al 6,2±0,2%; carbohidratos 89±1,1% y lignina el 3,2±0,4% (Davila, 2018). Tales cifras denotan un potencial de nutrientes ensilables en los residuos de cosecha de este sistema.

Sin embargo, el componente fibroso y energético de un ensilaje tradicionalmente han sido las gramíneas y cereales, por lo cual en este trabajo se considera el uso de *Pennisetum clandestinum* como base del ensilaje, el cual por ser una gramínea aporta energía y fibra al rumiante. Esta es una gramínea perenne ampliamente distribuida en la región andina del país, representando hasta el 80% de las pasturas presentes (Mojica, 2009); esto se debe a que su hábito de crecimiento lo hace sumamente agresivo ante la invasión de otras forrajeras, y presenta alta resistencia al pisoteo, respondiendo positivamente a la fertilización orgánica y química (Correa, 2008).

Este ensilaje, puede mejorar su capacidad fermentativa mediante el uso de inóculos. El Kéfir es una bebida láctea fermentada resultante de la actividad fermentativa (predominantemente ácido láctico y, en una mínima proporción, alcohólica) de los microorganismos que constituyen los granos de kéfir, luego de ser inoculados en la leche. Los granos de kéfir están constituidos por un conjunto microorganismos que se encuentran embebidos en una matriz de exopolisacáridos proteínas y lípidos formando pequeños nódulos irregulares entre 0,3 y 3,5 cm, semiduros, insolubles en agua y de color blanco-amarillento como se observa en la figura 2 (Pretell, 2012).

El nódulo de kéfir presenta una amplia variedad de microorganismos que lo componen y que han sido aislados y estudiados por diversos autores, sin embargo, entre los géneros dominantes son *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y

*Leuconostoc*.; y entre el 37 al 90% de las especies presentes se encuentran: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Streptococcus termophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei* subsp. *pseudoplantorum*, *Lactobacillus Kefiri*, *Lactobacillus kéfir* y *Lactobacillus brevis* (León, 2013). Diversos estudios in vitro e in vivo han demostrado la capacidad que tiene el kéfir para promover la salud a través de la presencia de péptidos bioactivos; por tal motivo se le han atribuido múltiples bioactividades: antioxidante, antihipertensiva, hipocolesterolémica, antimicrobiana, antiinflamatoria y antitumoral, entre otras (Rodríguez, 2017).

Adicionalmente se le ha atribuido al kéfir una alta actividad antimicrobiana contra un amplio rango de bacterias Gram positivas, Gram negativas, hongos y como secuestradores de micotoxinas (Anselmo, 2010). Se ha demostrado mediante pruebas realizadas in vitro con extractos libres de células de kéfir, el crecimiento *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* y *Listeria monocytogenes* fueron inhibidos (Wyk, 2000). Anselmo y Viora (2010) publicaron los resultados de un estudio en el que comprobaron el efecto antagónico del Kéfir sobre endosporas y células vegetativas de *Bacillus Cereus* y *Clostridium Perfringens*.

Dentro de las principales características fisicoquímicas del kéfir (bebida preparada) encontramos un contenido de ácido láctico de 0,7 a 1,0%, aunque no suele sobrepasar el 0,5%, proteína del 3 al 3,4% y pH se encuentra entre 4,0 y 4,6, el contenido de ácidos grasos dependerá del tipo de leche con el que sea preparado (Pretell, 2012).

Comercialmente hay alimentos de origen lácteo acidificado, formulado con adición de vitamina C, zinc y cultivos probióticos de *Lactobacillus gasseri* y *Lactobacillus coryniformis*. Trabajos de investigación realizados por el departamento de Inmunología y Estudios preclínicos de empresa Puleva Biotech en Granada - España han demostrado que la administración conjunta de estos microorganismos mejora la función intestinal de adultos sanos y

estimula la respuesta inmunitaria innata y también la específica (Villoslada, 2007).

*Lactobacillus gasseri*, es un microorganismo Gram-positivo que constituye la mayor parte de las especies de *Lactobacillus* homofermentativas que ocupan el tracto gastrointestinal humano, productor de ácido láctico, péptidos antibacterianos, bacteriocinas y responsable de la inducción de producción de IgA a nivel intestinal, un factor importante en la prevención de la invasión patógena a través de las células epiteliales en el intestino delgado (Jurado Gámez, 2017). *Lactobacillus coryniformis* es homofermentativo cuyas células en forma de bastones cortos, a menudo cocoides, se presentan individualmente, en pares o en las cadenas cortas. La mayoría de las cepas requiere de ácido pantoténico, niacina, riboflavina, biotina y el ácido p-aminobenzoico para su crecimiento, sin embargo, pueden hacerlo en ausencia de ácido fólico, piridoxina, tiamina y vitamina B 12. Las cepas se aislaron de material ensilado, estiércol de vaca, el aire del establo lechero y las aguas residuales. Se reconocen dos subespecies, *Lactobacillus coryniformis coryniformis* y *Lactobacillus coryniformis torquens* (Wood, 1995). Estudios en animales han demostrado que el *L. coryniformis* no produce bacteriemia ni resistencia a antibióticos tras su consumo durante 30 días, ni efectos tóxicos en el crecimiento y desarrollo de los animales (Users, 2019).

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de la adición de dos fusntes de lactobacillus sobre la dinámica fermentativa del ensilaje de pasto *Pennisetum clandestinum* en mezcla con cáscara de *Citrus sinensis*.

## Metodología

### Materiales y Métodos

**Localización:** El estudio se realizó en un predio de la ciudad de Bogotá; a 2650 msnm; 4°35'56"N y 74°04'51"O. El clima de Bogotá se clasifica como cálido y templado y pertenece a la clasificación climática Cfb según Köppen-Geiger (Climate-

Data.Org, s.f.). La temperatura promedio es de 13.5 °C, con una precipitación anual que alcanza los 866 mm y humedad relativa entre el 60 y 90%.

**Período experimental:** La duración del experimento fue de 26 días; los primeros 21 días se tomaron como el periodo de fermentación del ensilaje, y desde el día 21 al día 26 se realizó valoración de la estabilidad aeróbica posapertura del ensilaje.

### Sustrato

Se usó pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), de aproximadamente 60 días de edad, recolectado de una zona de usos común de un barrio en Bogotá. La cáscara de naranja fue recolectada en un local de venta de jugos naturales del sector. Tanto el forraje como la cáscara de naranja fueron recolectados el día 22 de Julio del 2020 y fueron sometidos a oreo durante 12 horas, posteriormente el material fue cortado de forma manual con tijeras y cuchillos a un tamaño de partícula entre 2 y 3 cm.

**Ensilaje:** Para el ensilaje se realizó la mezcla de 18,9 kilogramos de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y 8,1 kilogramos de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*); garantizando así una proporción de 70% pasto kikuyo y 30% cáscara de naranja. Se probaron 3 tratamientos, cuya base fue la mezcla de pasto kikuyo y cáscara de naranja: el T1, ensilaje sin inóculo como tratamiento control; T2, la misma mezcla con inóculo de kéfir; y T3 la misma mezcla con inóculo de yogurt comercial YOX de alpina. Los inóculos se aplicaron en una proporción del 3% con relación al peso de cada microsilo.

Se realizaron 3 repeticiones por tratamiento las cuales fueron evaluadas en cada tiempo de fermentación así: día 0, día 5, día 10, día 15 y día 21. El material fue empacado en doble bolsa negra de polietileno de bajo calibre, con capacidad de 1000 gramos y se compacto manualmente; las bolsas fueron selladas herméticamente y almacenadas en una cajonera plástica de 3 gavetas (cada tratamiento se dispuso en un nivel). La cajonera se ubicó en una habitación con temperatura ambiente entre promedio de 20°C y humedad 58%. Los cajones fueron rotados de posición cada 24 horas.

**Aditivos:** Para mejorar la fermentación, se usó Kéfir aislando 70 gramos de nódulos mezclados con 700 ml de leche entera comercial a temperatura ambiente y almacenados en un recipiente de vidrio tapado con papel absorbente; el recipiente se mantuvo a la sombra durante 48 horas a temperatura y humedad promedio de 20°C y 60% respectivamente. Pasadas las 48 horas se filtró el fermentado separando los nódulos de la parte líquida; se maceraron 10 gramos de nódulos y se mezclaron con el fermentado obtenido. Para el inóculo de yogurt comercial se usaron 3 unidades del producto “YOX” de la marca Alpina.

### **Análisis fisicoquímico de los microsilos**

Los microsilos fueron sometidos a evaluación de pH, temperatura (T°C), materia seca (MS) y características organolépticas (olor, color, textura y humedad) durante los 5 tiempos de fermentación; finalmente, se realizó evaluación de la estabilidad aeróbica durante 5 días posapertura. El pH fue medido en el laboratorio de investigación, diagnóstico y control de calidad – IDC, en Bogotá, con un potenciómetro marca Schott Instruments - Handylab pH 11.

El monitoreo de la temperatura se realizó cada hora durante las primeras 12 horas y luego cada 6 horas hasta las 24 horas de preparación del ensilaje, para ello se utilizó un termómetro digital de cocina marca Brixco. La evaluación de la temperatura durante los tiempos de fermentación establecidos se realizó en el laboratorio IDC con potenciómetro marca Schott Instruments - Handylab pH 11.

La determinación de materia seca se realizó en un horno microondas marca Samsung modelo AMW-784W; para el procedimiento se tomó una muestra de 50 gramos por tratamiento y se dispuso en un plato de cerámica con un vaso de agua, cada muestra fue sometida a ciclos continuos de 3 minutos en el microondas, luego de cada ciclo se realizó el pesaje del material, el proceso se repitió con todas las muestras hasta que los últimos pesos no mostraron diferencias.

### **Evaluación organoléptica**

Teniendo en cuenta los criterios de calificación organoléptica de ensilajes de Betancourt (2001), se elaboró un formato de evaluación que fue entregado a 5 evaluadores al azar para que de acuerdo con su percepción realizaran la calificación del olor, color, textura y humedad de los ensilajes. Posteriormente se realizó una equivalencia cuantitativa de la calificación, estableciendo puntajes de 16 a 20 como excelente, puntaje de 11 a 15 como bueno, puntaje de 6 a 10 como regular y puntajes menores a 6 como malo, así para los criterios de olor, color y humedad; para el criterio de textura se estableció puntaje de 11 a 15 como bueno - excelente, puntaje de 6 a 10 como regular y puntajes menores a 6 como malo.

### **Estabilidad aeróbica**

De acuerdo con la técnica utilizada por Quiroz (2009), cada microsilo de 600 g fue colocado, inmediatamente después de la apertura en cajas de poliestireno expandido debidamente identificadas. Las cajas se mantuvieron abiertas y se dispusieron aleatoriamente en una habitación. Posteriormente con un termómetro digital de cocina marca Brixco se realizó monitoreo de la temperatura de cada microsilo, cada 2 horas, durante las primeras 12 horas, luego cada 6 horas hasta la hora 24 y posteriormente cada 24 horas hasta las 120 horas (quinto día de apertura). Al cumplir las 120 horas se realiza una última medición del pH. Durante los 5 días se monitoreo la temperatura y la humedad ambiente de la habitación con termómetro e higrómetro de pared, obteniendo temperatura promedio de 21,1°C y humedad del 59,8%.

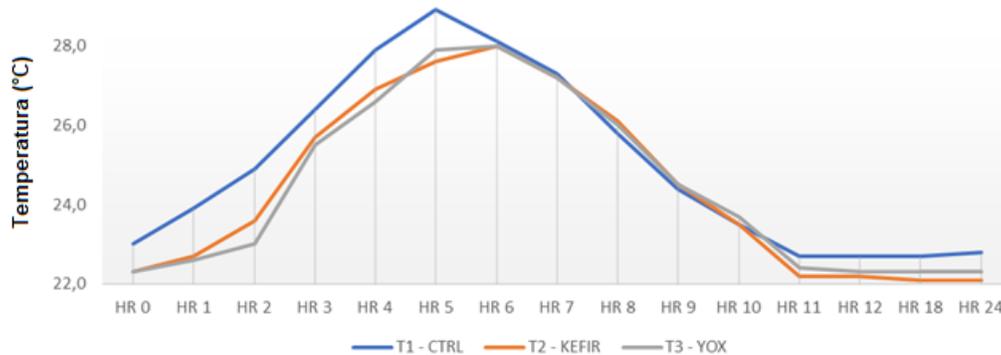
### **Análisis estadístico.**

Los datos de las variables analizadas fueron ordenados en una hoja de Microsoft Excel®, posteriormente con el software de análisis estadístico Infostat® se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey para establecer la diferencia de

medias. Se realizó una prueba de hipótesis haciendo uso del software estadístico Infostat, determinando una significancia basada en el p valor de la media de las variables MS, pH y temperatura

**Resultados**

En el seguimiento de la temperatura durante las primeras 24 horas, se observó un pico de  $28,1^{\circ}\text{C} \pm 0,8$  de temperatura en la hora 5, presentando un descenso constante hasta  $22,4^{\circ}\text{C} \pm 0,5$  hasta la hora 11, a partir de esta hora se mantuvo una constante de  $22^{\circ}\text{C}$  en promedio (Figura 1).

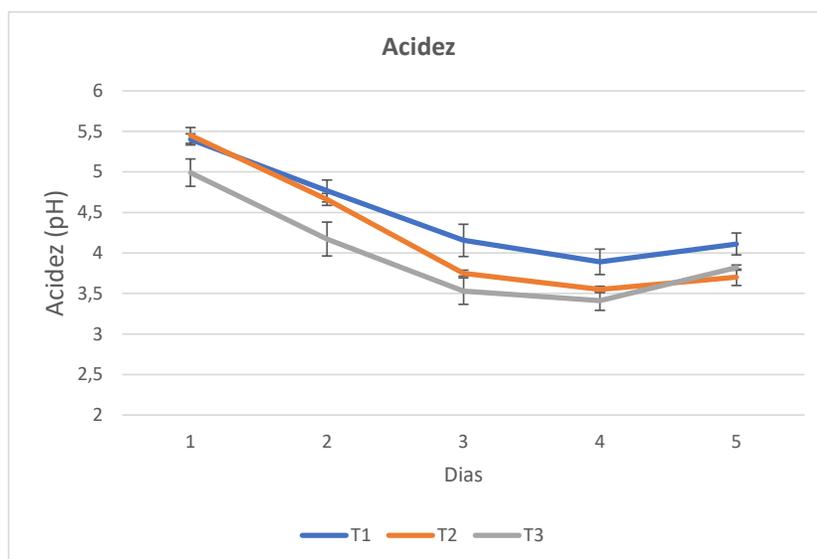


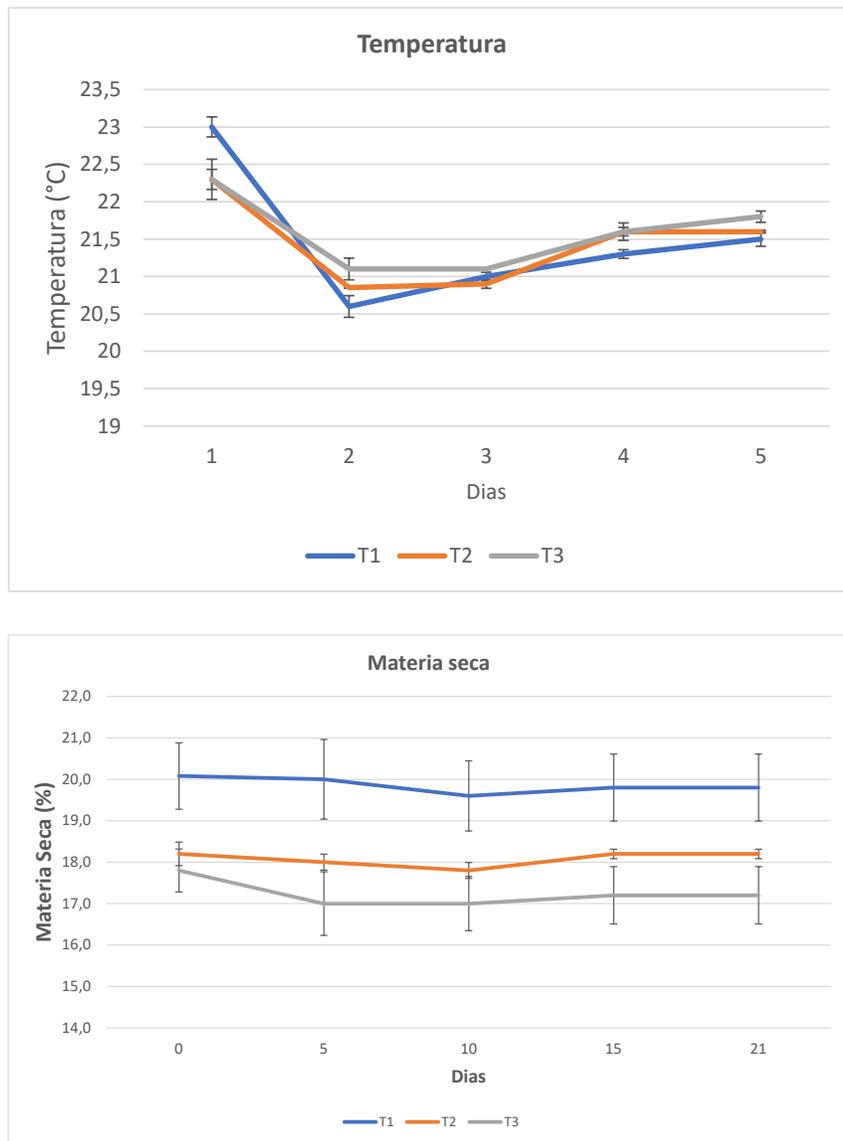
**Figura 1.** Comportamiento de la temperatura durante las primeras 24 horas.

El contenido de humedad del pasto kikuyo disminuyó de 86% a 84% y para la cáscara de naranja se observó una disminución de 72 a 70,4% luego de 12 horas de aireación.

no se encontraron variaciones notorias en los tiempos de fermentación. Es importante tener en cuenta que en la variable pH se observó un cambio significativo en los tratamientos 2 y 3 respecto al testigo, lo cual indica un buen proceso de acidificación del ensilaje.

Los resultados obtenidos mostraron resultados de pH consecuentes con el comportamiento de un buen ensilaje, respecto a la materia seca y la temperatura,





**Figura 2.** Indicadores de calidad para los 3 tratamientos en los 5 tiempos de fermentación evaluados.

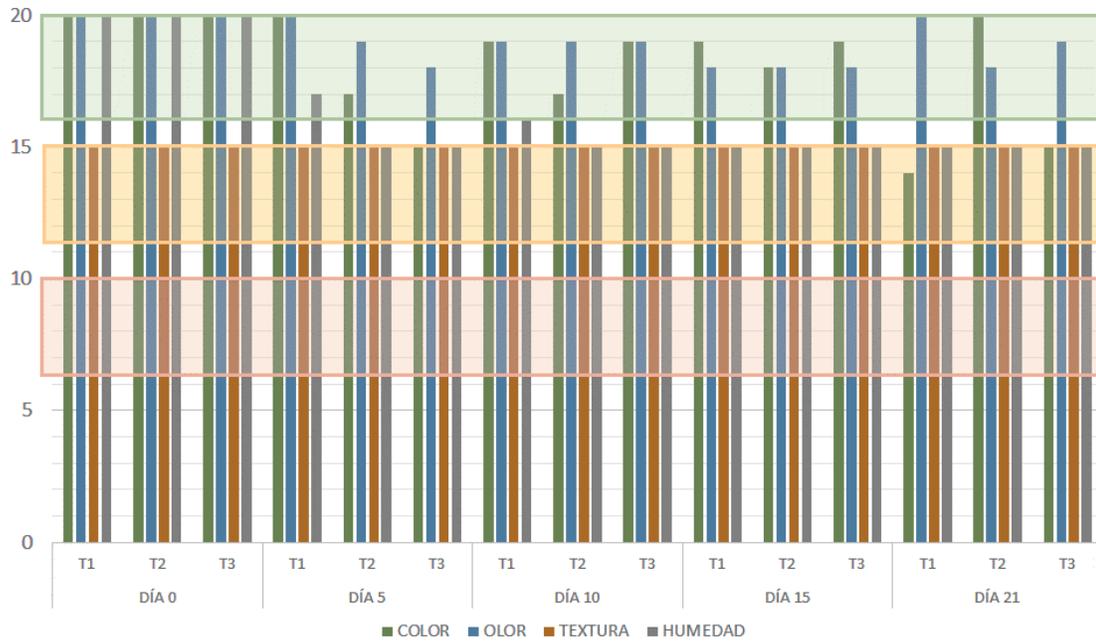
Los resultados obtenidos en las pruebas organolépticas mostraron un resultado “**Excelente - Bueno**” para las variables de color, olor, textura y humedad (prueba de puño) para los 3 tratamientos en los diferentes tiempos de fermentación evaluados (Figura 3).

En cuanto a la estabilidad aeróbica se pudo observar que el T2 presentó mejores valores, pues su temperatura permaneció siempre por debajo del promedio de temperatura ambiental, mientras que tanto T1 como T3 presentaron un incremento de la temperatura en relación con la temperatura ambiental luego de 72 hora de apertura del silo (Figura 4). Por otro lado, los valores pH para el día 26 incrementaron en 0,23 y 0,40 con relación al día 21

para T1 y T3 respectivamente, mientras que el incremento de T2 fue solo de 0,15 (Figura 4 y 5).

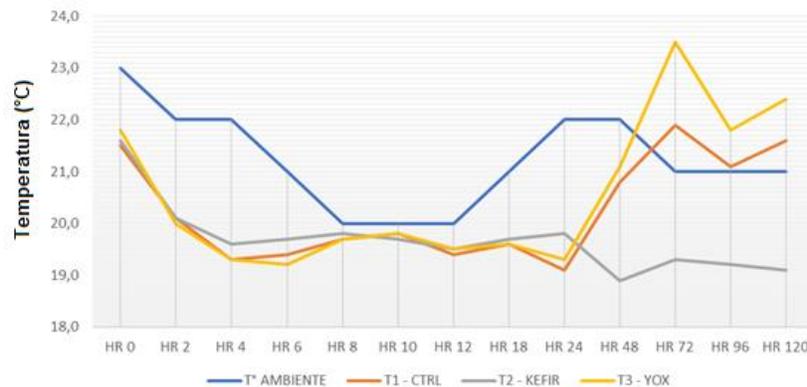
Adicionalmente, una vez retirada la bolsa, se observó la aparición de moho en las capas externas de la masa ensilada, siendo más significativa para T1 y

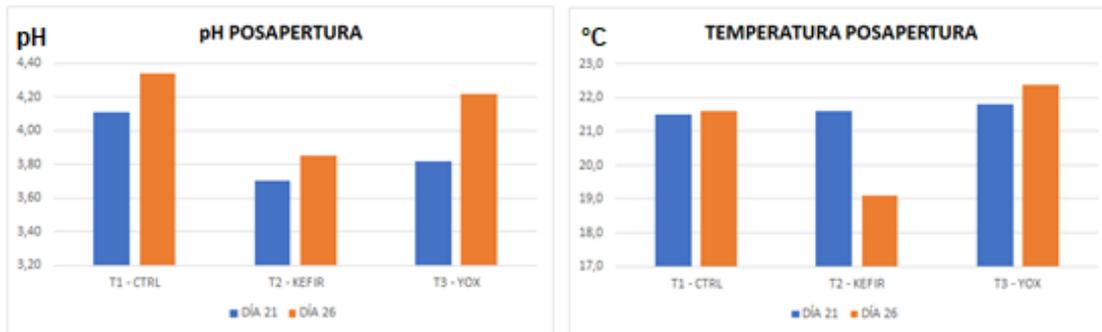
para T3, lo anterior se puede atribuir a la capacidad que tienen los microorganismos presentes en el kéfir para la inhibición del desarrollo fúngico y el secuestro de micotoxinas (León, 2013).



**Calificación organoléptica**

**Figura 3.** Calificación organoléptica. Zona verde – excelente; zona amarilla –buena; zona roja – regular; fuera de zona – mala.



**Figura 4.** Temperatura del silo abierto desde la hora 0 hasta la hora 120 de exposición aeróbica**Figura 5:** Comparativos del comportamiento de del pH y Temperatura para el día 21 y el día 26 para los 3 tratamientos.

### Discusión

La utilidad de los ensilajes como fuentes de alimento para los animales, está dada por la capacidad de ensilabilidad de los sustratos utilizados, es de gran importancia la utilización de herramientas de laboratorio como la evaluación bromatológica para lograr obtener una evaluación efectiva y en base en estos resultados, tomar las mejores decisiones, es por ello que en este trabajo, se desarrollaron las evaluaciones más básicas y se obtuvieron resultados concretos, los cuales permiten tomar decisiones con respecto al uso o no del ensilaje (Riofrio, 2008).

las características organolépticas de un ensilaje son básicas y muy fáciles de evaluar en campo, hablan mucho al productor sobre la calidad del ensilaje, da una visión de cómo se está desarrollando el proceso y si esta siendo efectivo, en ensilajes de kikuyo estas características se conservan de buen aspecto hasta sus primeras dos semanas, posterior a esto, se empieza a evidenciar una descomposición paulatina y una colonización de mohos, las características observadas en las dos primeras semanas son: color verde oliva, olor agradable y textura firme, características que se van deteriorando posterior a estas dos semanas, mostrando colores marrones,

ensilajes con olor pútrido y colonización de mohos (Riofrio, 2008).

La evaluación bromatológica reportada por los autores (Boschini Figueroa & Pineda Cordero, 2016) y (Vargas & Sierra, 2018) para ensilajes con kikuyo y ensilajes de cáscara de naranja, muestran una relación directa con los resultados obtenidos en este trabajo, porcentajes promedio de MS para el kikuyo de 17,36% y de 20,0% para la naranja, apoyan los resultados encontrados y son consecuentes con el comportamiento que se obtuvo en el ensilaje desarrollado en este trabajo.

La variación de la temperatura y el pH, demuestran la capacidad fermentativa de un sustrato, en este caso, la capacidad fermentativa de la cáscara de naranja es elevado, debido a su alto contenido de ácido ascórbico, en este sentido, este sustrato aporta nutrientes y un microambiente para el desarrollo propicio de bacterias ácido lácticas, la variación del pH esta entre 3,5 y 7,2, esta variación tan alta se debe a las capas de la cáscara de la naranja, observando en los resultados de ensilajes preparados con la capa mas externa de la naranja, datos de pH muy altos y en ensilajes preparados con la capa más interna, datos de pH bajos, pH que son los ideales para el correcto desarrollo de un buen

ensilaje (García Galindo, 2017) (Ashbell & Norberto, 1986).

La inoculación de bacterias ácido lácticas con la inclusión de aditivos al ensilaje, aumentan la capacidad fermentativa de este, en este caso con derivados lácteos como el kéfir y el yogurt. Estos aditivos aumentan el comportamiento en la fermentación anaerobia, obteniendo buenos resultados al final del proceso con pH bajos y agregando propiedades en la calidad final del ensilaje (Deng Hai-jun, 2013).

Teniendo en cuenta que la composición microbiológica del kéfir incluye tanto bacterias heterofermentativas, como bacterias homofermentativas, es posible explicar el mejor resultado en cuanto estabilidad aeróbica obtenido por el T2 inoculado con kéfir, ya que, pese a que el ácido láctico baja el pH de formas más rápida, disminuyendo la respiración de la planta y la actividad enzimática, logrando así la inhibición de otras bacterias; el ácido acético es un mayor inhibidor de levaduras y mantiene una mayor estabilidad aeróbica que el ácido láctico (Contreras, 2009).

Pese a que T1 y T2 presentaron incremento en la temperatura con respecto a la media ambiental, dicho aumento no es significativo y por lo tanto se considera que conservan valores aceptables de estabilidad aeróbica, pues de acuerdo a lo descrito por Kleinschmit y Kungen (2006), para considerar que hubo rompimiento de esta se debe presentar un incremento de 2 a 3 °C de la temperatura del ensilaje por encima de la temperatura ambiente, sostenido durante 3 días o más (Quiroz, 2009).

### Conclusiones

- La temperatura fue una variable que presentó cambios en las primeras horas, sin embargo, después de la hora 11 presentó una constante que se mantuvo hasta el último día de fermentación.

- La combinación de bacterias heterofermentativas y homofermentativas presentes en el kéfir permite obtener una rápida reducción inicial en el pH y posteriormente una buena estabilidad aeróbica.
- El uso de aditivos lácteos favorece el proceso fermentativo del ensilaje, permitiendo rápida estabilización de este y conservando características óptimas de calidad.

### Referencias

- Abonado, E. (2016). *Contexto ganadero*. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/propiedades-nutricionales-de-los-subproductos-citricos-para-el-ganado>
- Anselmo, R. J. (2010). Efecto Antagónico del Kefir sobre Endosporas y Células Vegetativas de *Bacillus Cereus* y *Clostridium Perfringens*. *Información Tecnológica*, 21(4).
- Ashbell, G., & Norberto, L. (1986). *Chemical and microbiological changes occurring in orange peels and in the seepage during ensiling*. Beit Dagan: Agricultural Research Organization.
- Betancourt, M. 2001. Efecto de la melaza, ácido fórmico y tiempo de fermentación sobre la ensilabilidad de la *Leucaena leucocephala*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Luz Maracaibo, Venezuela. 84p.
- Boschini Figueroa, C., & Pineda Cordero, L. (2016). *Ensilaje de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* o *Kikuyuocloa clandestina*) fermentado con tres aditivos*. Costa Rica: Agronomía Mesoamericana.
- Carrillo, A. C. (2019). Efecto de la suplementación con ensilaje de cáscara de naranja (*Citrus sinensis* L) sobre algunos parámetros

- metabólicos en vacas de leche. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 1494 - 1503.
- Climate-Data.Org. (s.f.). Recuperado el 5 de Agosto de 2020, de Climate-Data.Org: <https://es.climate-data.org/>
- Contreras, F. E. (2009). *Inoculantes microbiales para ensilaje: Su uso en condiciones de clima cálido*. Circular, Universidad de Nuevo Mexico, Facultad de Ciencias Agrícolas, Ambientales y del Consumidor .
- Correa, H. J. (2008). Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I - Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20, Article #59. Retrieved September 29, 2021, from <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/corra20059.htm>
- Davila, T. L. (2018). Revisión de alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9 - 32.
- Deng Hai-jun, Y. F.-y. (2013). *Effects of Three Additives on the Fermentation Quality of Alfalfa Silage*. Beijing: College of Animal Science and Technology.
- Franco, L. H., Calero, D., y Ávila, P (2007). *Alternativas para la conservación de forrajes*. UNAL-CIAL, Palmira, 20p..
- García Galindo, e. a. (2017). *Ensiling as bioprocess for bioconservation of citrus peels*. Mexico: Microbial Services in Restoration Ecology.
- Jurado Gámez, H. (2017). Determinación del efecto probiótico in vitro de *Lactobacillus gasseri* sobre una cepa de *Staphylococcus epidermis*. *Biosalud*, 16, 53 - 69. doi:10.17151/biosa.2017.16.2.6
- Kleinschmit, D. H. and Kung, Jr., L. (2006). A Meta-Analysis of the Effects of *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn and Grass and Small-Grain Silages. *Dairy Sci.* 89:4005–4013
- León, Á. M. (2013). *Estudio de la capacidad de los microorganismos del kéfir, para inhibir el desarrollo fúngico y para secuestrar micotoxinas*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata.
- LEGISCOMEX (2020) Normativa en Comercio Exterior. <https://www.legiscomex.com/>
- MINAGRICULTURA (2020) CADENA DEL CITRICOS Indicadores e Instrumentos. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 15 p. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Martínez, J. d. (2018). El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano. *Revista CES - Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 13, 137-156.
- Mojica, J. E. (2009). Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 81 - 90.
- Pérez, D. M. (2013). *Efecto de la utilización de cal viva como aditivo sobre los parámetros de fermentación y la calidad nutricional en el ensilaje de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), papa (*Solanum tuberosum*) y arveja (*Pisum Sativum*)*. Trabajo de GRado, Universidad de la Salle. Bogotá: Ciencia.
- Pretell, A. M. (2012). Características fisicoquímicas y aceptabilidad general de un kefir de leche de vaca (*Bos taurus*) y de cabra (*Capra hircus*).

- Quiroz, M. d. (2009). *Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica del ensilados en forma de microsilo para maíz forrajero*. Tesis de maestría, Universidad de Córdoba, Departamento de producción animal, Córdoba.
- Ramírez, A. F. (2016). *Los ensilajes : una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano*. Trabajo de Grado, Universidad de la Salle. Bogotá.
- Riofrio, G. L. (2008). *Elaboracion de ensilaje a base de kikuyo (Penisetum clandestinum), cortado del area urbana*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Rodríguez, J. C. (2017). Avances en el estudio de la actividad multifuncional del kéfir. *Interciencia*, 42(6), 347 - 354.
- Useros, N. R. (2019). *Efectos del consumo de probióticos y yogures sobre el sistema inmunitario y la microbiota intestinal de adultos sanos*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Madrid.
- Vargas, J., & Sierra, M. (2018). *El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano*. Medellín: Revista CES.
- Villoslada, F. L. (2007). Efectos beneficiosos en niños sanos del consumo de un producto lácteo que contiene dos cepas probióticas. *Lactobacillus coryniformis* CECT5711 y *Lactobacillus gasseri* CECT5714. *Nutrición Hospitalaria*, 469 - 502.
- Wood, B. J. (1995). *The lactic acid bacteria. The genera of lactic acid bacteria*. (Vol. 2).
- Wyk, J. V. (2000). The inhibitory activity and sensory properties of kefir, targeting the low-income african consumer market.