

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de los Microorganismos de Montaña Activados (MMA) en la
alimentación de vacas lecheras en la Escuela Agrícola Panamericana
Zamorano**

Estudiante

Diana Sofía Cruz Ibarra

Asesores

Marielena Moncada Laínez, Ph.D.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, junio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL OMAR CASTILLO RAMÍREZ

Director del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Anexos.....	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación del estudio.....	13
Recolección y preparación de los microorganismos de montaña	13
Selección de los animales	14
Aplicación de los MMA a la dieta de las vacas y recolección de datos.....	15
Grupo control.....	15
Grupo tratamiento.....	16
Recolección de datos	16
Análisis de resultados	17
Variables analizadas.....	17
Análisis estadístico y diseño experimental	18
Resultados y Discusión.....	19
Producción diaria de leche.....	19
Composición de leche	20
Condición corporal.....	22
Peso corporal	24
Conclusiones	25

	4
Recomendaciones.....	26
Referencias.....	27
Anexos.....	30

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Preparación de los Microorganismos de Montaña (MM) en un medio sólido.	14
Cuadro 2 Preparación de los Microorganismos de Montaña Activados (MMA).	14
Cuadro 3 Preparación de la Ración Totalmente Mezclada (RTM) por grupo.	15
Cuadro 4 Cantidad de Ración Totalmente Mezclada (RTM) ofrecido por vaca en cada jornada de alimentación.	15
Cuadro 5 Dosis de MMA incorporado a la dieta.	16
Cuadro 6 Comparación de producción de leche diaria en ambos tratamientos.	20
Cuadro 7 Cambios generados en la composición básica de la leche en ambos tratamientos.	22
Cuadro 8 Comparación de la condición corporal de ambos tratamientos.	23
Cuadro 9 Comparación del peso corporal de ambos tratamientos.	24

Índice de Anexos

Anexo A Preparación de Microorganismos de Montaña Activados.	30
Anexo B Solución de Microorganismos de Montaña Activados después de 5 días en ambiente anaerobio.....	31
Anexo C Solución de Microorganismos de Montaña Activados listo para utilizar	32
Anexo D Alimentación matutina y vespertina.	33
Anexo E Bomba de mochila lista para la aplicación de Microorganismos de Montaña en los comederos	34
Anexo F Bebedero con solución de Microorganismos de Montaña Activados.	35
Anexo G Análisis de la composición básica de la leche en el Laboratorio de Análisis de Alimento Zamorano.....	36
Anexo H Análisis de la composición básica de la leche con el Ekomilk Ultra	37

Resumen

El uso de Microorganismos de Montaña Activados (MMA) es una alternativa que se está implementando en alimentación animal, con el fin de mejorar la productividad a un menor costo y siendo ambientalmente sostenible. Esta investigación evaluó el efecto de los MMA en el desempeño productivo, peso y condición corporal en vacas lecheras Jersey y encastes de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se utilizaron 22 vacas divididas en dos grupos: 11 tratamiento y 11 control. Ambos grupos fueron alimentados después de cada ordeño con la misma ración totalmente mezclada (RTM) de ensilado de sorgo, y concentrado Alta Producción (AP) Zamorano. Al lote tratamiento se le aplicaron los MMA en su RTM y bebederos diariamente. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) y un análisis de varianza (ANDEVA) con medidas repetidas en el tiempo. Las variables evaluadas fueron producción diaria, peso y condición corporal, y se analizaron con una probabilidad exigida de $P \leq 0.05$ con el paquete estadístico "Statistical Analysis System" versión 9.4. Según los resultados obtenidos no se mostró diferencia ($P > 0.05$) en las variables de peso y condición corporal. Sin embargo, la variable de productividad diaria presentó diferencia ($P \leq 0.05$) de una manera negativa, debido a que el control presentó valores superiores. La implementación de MMA en la alimentación de vacas lecheras no generó ningún cambio en el peso y condición corporal. En cambio, presentó un efecto negativo en la producción diaria.

Palabras clave: Bacterias lácticas, grasa, levaduras, proteína.

Abstract

The integration of Active Mountain Microorganisms (AMM) in animal feed is a new alternative developed to improve milk productivity while lowering costs and offering a sustainable option to the environment. This study evaluated the effects of MM on milk yield, body condition, and weight of lactating Jersey cows and their crossbreeds at Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. The experiment included 22 cows divided into two (2) groups, 11 under treatment and 11 as control. Each group was fed after each milking. Both groups received a Total Mixed Ration (TMR) composed of ingredients that included sorghum silage and EAP Zamorano's High Production concentrate. MM was applied daily to the treatment group's TMR and water trough. The experiment was carried out using a Completely Randomized Design (CRD) and a Repeated Measures Analysis of Variance (ANOVA). The variables evaluated in this experiment were daily milk yield, body condition, and weight which were analyzed with the Statistical Analysis System version 9.4, using a probability of $P \leq 0.05$. According to the obtained results, no difference ($P > 0.05$) was observed in the variables of body condition and weight. However, a negative difference ($P \leq 0.05$) was observed in the results for daily milk yield, since the control group presented higher values. In conclusion, the implementation of MM in dairy cows feeds does not cause any change in body composition, and weight; nonetheless, it presented a negative effect on daily milk yield.

Keywords: Fat, lactic bacteria, protein, yeast.

Introducción

La lechería es una actividad de pequeños y medianos productores tanto en países desarrollados y en vías de desarrollo de América Latina, Asia y África. Alrededor de 150 millones de hogares en todo el mundo se dedican a la producción de leche, y esta contribuye a los medios de vida, la seguridad alimentaria y la nutrición de los hogares (FAO 2021). En América Latina y el Caribe, la ganadería lechera es un sector de gran importancia económica, social y territorial en casi todos los países de la región y la mayoría es producida por pequeños ganaderos los cuales han venido innovando con técnicas para mejorar los niveles de producción de sus hatos a partir de un menor costo.

En producción animal, los alimentos representan el área más importante dentro de los costos diarios, tanto en sistemas de producción de leche como en los de carne, por lo que es necesario utilizarlos de forma óptima y balancearlos, de manera que sean bien orientados para un objetivo específico de producción (Cerdas Ramírez 2013). La alimentación de las vacas lecheras es uno de los factores que tiene mayor incidencia en la producción y calidad de leche, el cual representa alrededor de 30-55% de los costos totales (Klein 2001). Las nuevas alternativas que los ganaderos están buscando se basan en dietas económicas que tengan excelentes resultados en producción y mejora en la calidad de leche. Una de las alternativas viables que se están estudiando es el uso de microorganismos benéficos o eficientes y se han obtenido excelentes resultados con un bajo costo y siendo ambientalmente sostenible, en el cual los productores están interesados en maneras y mecanismos para controlar microorganismos benéficos del suelo como un importante componente de la agricultura limpia (Higa y Parr 2018).

Los microorganismos se encuentran en todas partes de la naturaleza y estos cumplen roles importantes para el equilibrio ecológico, dentro de estos, están los denominados microorganismos eficientes los cuales se encuentran en la hojarasca de bosques vírgenes. Los microorganismos eficientes contienen alrededor de ochenta tipos de microorganismos, siendo en su mayoría bacterias fototróficas o fotosintéticas, bacterias del ácido láctico, hongos, levaduras, actinomicetos, levadura

de cerveza, bacilos lácteos y bacterias que se encuentran en la naturaleza, y cuyo fin es descomponer materia orgánica (Calero Hurtado et al. 2018). Los microorganismos eficientes son un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros, estos al ser inoculados en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinérgica por su acción en comunidad (Morocho y Leiva Mora 2019). Estos se empezaron a usar en la agricultura para mejorar las condiciones de suelo y hoy en día son también utilizados en la ganadería para múltiples objetivos (Charquero 2018). Esta producción de microorganismos benéficos ha sido últimamente uno de los procesos con mayor importancia en la agricultura orgánica, llegando a ser económicos debido a que la mayor parte de la materia prima se encuentra en la hojarasca de montañas por lo que se le conocen como microorganismos de montaña (MM).

Los MM son todos aquellos que viven naturalmente en los bosques cumpliendo diferentes roles benéficos en los procesos biológicos de los suelos y agroecosistemas. Estos son encontrados en la capa superficial y orgánica de todo suelo de un ecosistema natural donde no haya ocurrido intervención depredadora del hombre. Los MM contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de unos 10 géneros pertenecientes a bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico y levaduras (Tencio 2015).

Las bacterias fotosintéticas son un grupo de microorganismos que sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, azúcares de las secreciones provenientes de las raíces y materia orgánica (Monjarás 2016). Las bacterias lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares, este ácido actúa como compuesto esterilizante ayudando a prevenir el crecimiento de microorganismos dañinos, además es promotor de la descomposición y fermentación de materiales como lignina y celulosa; las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales útiles para las bacterias ácido-lácticas y actinomicetos. Los hongos de fermentación y levaduras como la *Saccharomyces* spp. son los que sintetizan sustancias antimicrobianas, aminoácidos y azúcares (Morocho y Leiva Mora 2019). Los actinomicetos de igual

manera producen sustancias antimicrobianas que suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas. El uso de estos MM ha tenido resultados benéficos en el mejoramiento de suelos, manejo de residuos agropecuarios, tratamientos de aguas residuales, alimentación de animales y aditivos en biofertilizantes para optimizar la productividad agrícola. Hasta el momento en nutrición animal se han encontrado resultados de investigaciones realizadas en engordes de cerdos, pollos, y tilapia. En la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Camagüey en España, se realizó un experimento en donde se obtuvieron resultados positivos, en este se evaluó el efecto de estos microorganismos como promotores de crecimiento en los cerdos hasta el destete, en el cual se concluyó que el uso de MM es una alternativa de fácil realización que posibilita incrementos en la ganancia de peso corporal superiores a los referidos cuando se emplean antibióticos en concentraciones subletales, y sin sus efectos colaterales adversos (Rodríguez Torrens et al. 2013).

De igual manera en la Universidad Nacional Agraria en Nicaragua, se evaluó el uso de los microorganismos de montaña como probióticos naturales líquidos y sólidos en pollos de engorde y se observaron cambios significativos en ganancia media diaria y peso vivo a los 42 días, donde el tratamiento con mejores resultados fue el uso de MM líquido (Castillo Amador y Urbina Zambrana 2014). Por otro lado, en la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda EARTH, analizaron el uso de microorganismos eficientes en la alimentación de la tilapia gris *Oreochromis niloticus* y contemplaron que el alimento fermentado mejoró el peso de los peces tratados (Balan 2007).

Las investigaciones que se han realizado haciendo uso de microorganismos de montaña han demostrado que estos tienen grandes beneficios, tales como ayudar a balancear la microflora en el tracto digestivo de los animales, aumentar la eficiencia de la conversión alimenticia, reducir olores emanados de los desechos logrando disminuir el estrés en animales y humanos producidos por la inhalación de gases tóxicos.

Al saber que el manejo alimenticio es el factor más influyente en la producción y calidad de la leche, y que este abarca gran parte de los costos de producción, con esta investigación se pretendió

encontrar una alternativa viable de alimentación, con un bajo costo y excelentes resultados, que beneficie a pequeños y grandes ganaderos a aumentar su producción y mejorar la calidad de la leche siendo ambientalmente sostenibles. Este proyecto contribuirá en la seguridad alimentaria de los países en vías de desarrollo de América Latina, y posiblemente a mejorar la situación económica de los pequeños productores, ya que se espera aumentar y/o sostener la producción a un costo favorable.

Los objetivos de esta investigación fueron: Evaluar el efecto de los Microorganismos de Montaña Activados (MMA) sobre la producción diaria de leche en vacas Jersey y sus encastes de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y definir si la implementación de los Microorganismos de Montaña Activados (MMA) en la alimentación genera cambios en el peso y condición corporal.

Materiales y Métodos

Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en la Unidad de Ganado Lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, situada en el Valle del Río Yegüare a una altitud de 783 metros sobre el nivel del mar, y temperaturas entre 20 y 33 °C. El estudio se realizó en la época lluviosa, a partir de septiembre 2020 hasta el mes de enero 2021. En esta zona se cuenta con una precipitación promedio anual de 1337 milímetros. La preparación del medio de cultivo para los microorganismos se elaboró en el mes de noviembre de 2019, lo que dio un lapso de 10 meses para que los microorganismos se reprodujeran en el medio sólido. Las pruebas y análisis de laboratorio al iniciar el experimento se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), al finalizar dichos análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la empresa LACTHOSA, ambos resultados fueron estandarizados con ayuda de un analizador ultrasónico de leche, Ekomilk Ultra.

Recolección y preparación de los microorganismos de montaña

Para reproducir los MM, se deben desarrollar dos fases. Inicialmente se elabora una mezcla con los microorganismos recolectados en la hojarasca del bosque, semolina de arroz, melaza y agua, los cuales aportan activación y propagación, aumentando la población microbiana existente. Esta primera fase se trata de la preparación de los MM en un medio sólido, en la cual se realiza la mezcla de los ingredientes hasta que quede con un 40% de humedad obteniendo un medio homogéneo, de consistencia firme, el cual se deposita y compacta en un barril plástico de 200 L creando un ambiente anaeróbico donde solo se reproducen los microorganismos benéficos. Este se deja reposar como mínimo 30 días (Villalobos y Ruiz 2016). La segunda etapa es la preparación de MM activados, la cual puede iniciar una vez transcurridos los 30 días, en esta fase se diluye una cantidad del medio sólido,

melaza y agua, una vez diluidos se deja reposar de 3 a 5 días en un ambiente anaeróbico y finalmente se obtiene una solución de Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

En este experimento se utilizó el medio sólido de MM realizado el año anterior por Angel Raudales y Jesús Ruiz quienes llevaron a cabo un experimento en el cual evaluaron el efecto de los MMA para el incremento en la producción y mejora en calidad de leche (Cuadro 1). Para la elaboración del medio líquido o de MMA, se colocó en un barril plástico de 200 L una cantidad de MM sólido, melaza y agua hasta llenarlo por completo (Cuadro 2), luego se procedió a sellar el barril para crear un ambiente anaerobio y se dejó reposar de 3 a 5 días. Esta preparación de MMA se realizó cada siete días con el objetivo de tener disponibilidad de este medio líquido durante todo el experimento.

Cuadro 1

Preparación de los Microorganismos de Montaña (MM) en un medio sólido.

Cantidad	Unidad	Material
6	Sacos de 14 kg	Microorganismos (hojarasca de bosque)
2	Sacos de 45.45 kg	Semolina de arroz
15.14	kg	Melaza

Nota. Tomado de Raudales Quijada y Ruiz Lara (2020)

Cuadro 2

Preparación de los Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

Cantidad	Unidad	Material
5.45	kg	MM sólido
3.78	kg	Melaza
180	kg	Agua

Nota. Tomado de Raudales Quijada y Ruiz Lara (2020)

MM= Microorganismos de Montaña

Selección de los animales

Las vacas se seleccionaron con ayuda del programa de registro VAMPP Bovino 3.0[®], de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: producción diaria (15 kg promedio), días de lactancia (más de 80 días), número de lactancias (2-5). Se utilizaron 22 vacas Jersey y sus encastes, de las cuales

11 pertenecieron al grupo control y 11 al grupo tratamiento. Cada vaca se consideró como una unidad experimental.

Aplicación de los MMA a la dieta de las vacas y recolección de datos

Grupo control

A las vacas del grupo control no se les administró ninguna dosis de la solución de MMA en la dieta, solamente se les proporcionó 41.20 kg diarios de Ración Totalmente Mezclada (RTM) de ensilado de sorgo y concentrado de alta producción (AP) Zamorano (Cuadro 3), la cual se distribuyó en las dos jornadas de alimentación AM y PM (Cuadro 4), la RTM brindada fue complementario a lo consumido en potreros debido a que el experimento se realizó con un sistema semiestabulado. La proporción de concentrado que se utilizó fue de 0.41 kg por litro de leche producido. Administrar una ración totalmente mezclada ayuda a la vaca lechera a dar su máximo rendimiento, debido a que se suministra una ración nutricionalmente balanceada todo el tiempo, logrando que la vaca consuma lo más cercano a su requisito de energía y mantenga las características físicas necesarias para la función correcta del rumen (Lammers et al. 2002).

Cuadro 3

Preparación de la Ración Totalmente Mezclada (RTM) por grupo.

Cantidad/día	Unidad	Material
385	kg	Ensilado de sorgo
68.18	kg	Concentrado Alta Producción (AP) Zamorano

Cuadro 4

Cantidad de Ración Totalmente Mezclada (RTM) ofrecido por vaca en cada jornada de alimentación.

Cantidad/jornada	Unidad	Material
20.6/AM	kg	RTM
20.6/PM	kg	RTM

Nota. RTM = Ración Totalmente Mezclada

Grupo tratamiento

A las vacas de este lote se les incorporó los MMA en la RTM (Cuadro 3), y en cada tiempo de alimentación (Cuadro 4) se les aplicó 10 kg de solución de MMA, es decir 20 kg diarios (Cuadro 5). Para agregar los MMA se utilizó una bomba de asperjar marca Bellota®, con el objetivo de que se pudiera rociar la solución de microorganismos en toda la porción de alimento. Esta solución también se agregó al bebedero de las vacas (Cuadro 5), el cual tiene capacidad de 500 kg.

Cuadro 5

Dosis de MMA incorporado a la dieta.

Cantidad/día	Unidad	Lugar de aplicación	Material
20	kg	RTM	Solución MMA
2.5	kg	Bebedero	Solución MMA

Nota. MMA = Microorganismos de Montaña Activados
RTM = Ración Totalmente Mezclada

Recolección de datos

Todas las vacas de este estudio fueron ordeñadas a las 4:00 am y 3:30 pm. Estas se ordeñaron diariamente y la recolección de datos se realizó día de por medio. La leche de las 22 vacas se pesó en los dos ordeños del día. Esta toma de datos empezó desde el día 1 hasta la finalización de la investigación, la cual tuvo una duración de 17 semanas, sin embargo, las primeras 3 semanas del tratamiento fueron de adaptación y no se incluyeron en los resultados.

Para analizar la composición de la leche, se recolectaron muestras al inicio y al final del experimento. Se realizó una muestra por cada lote. Cada muestra constaba con leche de ambos ordeños (matutino y vespertino) de cada una de las 11 vacas pertenecientes a cada grupo. Las primeras fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y además se analizaron en el Ekomilk Ultra. Las segundas pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la empresa LACTHOSA y de igual manera se ejecutaron en el Ekomilk Ultra.

Para las variables de Condición Corporal y Peso Corporal, se realizaron tres mediciones durante todo el experimento, estas fueron evaluadas en las mismas condiciones para evitar variaciones entre cada recolección de datos. Cada medición se llevó a cabo en horas de la tarde, y para cumplir con las mismas condiciones se aseguró que todas estuvieran ordeñadas y alimentadas.

Análisis de resultados

Variables analizadas

Producción de leche.

Esta se analizó a partir del día 1 hasta el día 115. Los datos se tomaron día de por medio para evaluar la variación.

Cambios generados en la composición de la leche.

Se realizaron dos tomas de muestra por lote la cual incluía leche de las 11 vacas pertenecientes a cada grupo. A cada muestra se le evaluó proteína, grasa y sólidos no grasos (SNG). La primera fue en el período de adaptación y la segunda al finalizar el experimento.

Condición corporal.

Se evaluó la condición corporal de las 11 vacas de ambos grupos, utilizando la escala de 1 – 5 para vacas lecheras. Durante todo el experimento se realizó tres veces la evaluación de condición corporal, la primera al iniciar el experimento, la segunda en la semana 7 y la tercera en la última semana. Para evitar variaciones todas las mediciones fueron realizadas por la misma persona.

Peso corporal.

Las 22 vacas pertenecientes al experimento fueron pesadas con ayuda de barras pesadoras marca Gallagher[®]. Estas fueron pesadas al iniciar el tratamiento, en semana 7 y en la última semana del experimento.

Análisis estadístico y diseño experimental

El experimento constó de un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos y 11 repeticiones por tratamiento. Para la variable de producción de leche, condición corporal y peso corporal se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) con medidas repetidas en el tiempo utilizando el paquete estadístico “Statistical Analysis System” versión 9.4, con un nivel de significancia exigido de $P \leq 0.05$. Para las variables de composición de leche se realizó un análisis descriptivo.

Resultados y Discusión

Las ganaderías en América Latina son afectadas por el cambio climático, ya sea por sequías o lluvias prologadas generando problemas capaces de incrementar pérdidas en producción e ingresos. Por esta razón, durante este experimento el clima fue una limitante, debido a que se realizó en época lluviosa, en el cual las vacas estaban bajo un sistema semiestabulado, y en muchas ocasiones los potreros se encontraban con mucho lodo debido a las fuertes lluvias, aumentando así el riesgo de mastitis y disminuyendo la producción diaria de leche.

La segunda limitante presente en este experimento fue un brote de estomatitis vesicular el cual se presentó a mediados de la segunda semana de haber iniciado el experimento. La estomatitis vesicular es una enfermedad vírica que afecta principalmente al ganado bovino, porcino y equino, este se presenta con carácter enzoótico y algunas veces adquiere características epizoóticas. Clínicamente se presenta como afección de las mucosas de la cavidad bucal, la piel de las patas y los pezones de las ubres (Pérez 1970). En los bovinos la estomatitis vesicular no produce mortalidad y las secuelas son escasas. Las lesiones vesiculares de la boca curan rápidamente, pero en la mayoría de los animales afectados se observa pérdida de peso y una baja temporal en la producción de leche, y pocas veces ocurre mastitis como complicación (Mason 1978). Durante el experimento, todas las vacas de ambos grupos fueron afectadas por este virus, lo cual provocó una disminución en la producción de leche, y pérdida de peso.

Producción diaria de leche

En el Cuadro 6 se muestra el promedio de producción diaria de leche correspondiente a cada tratamiento, en el cual se puede observar que el grupo Control obtuvo mayor producción diaria al compararlo con el grupo alimentado con MMA, obteniendo diferencia ($P \leq 0.05$) en la producción diaria de leche. Es decir, la adición de MMA presentó un efecto negativo en la variable de producción diaria debido a que produjo menos kg de leche comparado con el grupo Control. Un estudio similar

fue realizado en la Universidad de la Salle, Colombia, donde se llevó a cabo un experimento en el cual se evaluó el efecto de los microorganismos eficientes sobre la calidad del ensilaje de maíz y su utilización en lechería tropical, y presenciaron que la adición de microorganismos eficientes al ensilaje de maíz no produjo diferencias significativas con respecto al tratamiento suplementado con ensilaje convencional para la variable de producción láctea (Londoño Gutiérrez 2008). Por otro lado, Raudales Quijada y Ruiz Lara (2020), evaluaron el efecto de los MMA para el incremento en la producción y mejora en calidad de leche y observaron un incremento en la producción diaria de leche en el grupo tratado con MMA al compararlo con el control, pero no lo suficiente para encontrar diferencia estadística. Sin embargo, en el presente estudio los resultados pudieron ser afectados debido a que en el grupo alimentado con MMA, cinco de las vacas a lo largo del experimento presentaron mastitis, teniendo como consecuencia disminución en la producción diaria de las mismas. La mastitis bovina es una enfermedad infectocontagiosa de la glándula mamaria, en la cual la inflamación se produce como respuesta a la invasión, a través del canal del pezón, de diferentes tipos de bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras y hasta algunos virus (Corbellini 2002).

Cuadro 6

Comparación de producción de leche diaria en ambos tratamientos.

Tratamiento	Producción diaria (kg/día)
MMA	13.0949
Control	14.7274
EE±	0.2213
Valor de P	<0.0001

Nota. MMA=Microorganismos de Montaña Activados

Composición de leche

Evaluar y conocer la composición básica de la leche es cada vez más importante debido a que la industria láctea está presentando preferencias por los diferentes sólidos presentes en esta, ofreciendo a los productores beneficios económicos a cambio de que el contenido de sólidos en la leche tales como grasa, proteína y SNG sea mayor, esto debido a que poseen beneficios nutricionales,

y porque en la industria son necesarios para mejorar la calidad de ciertos productos y obtener un mayor beneficio económico. La leche básicamente contiene tres componentes, siendo agua, sólidos grasos (SG), y SNG los cuales consisten principalmente de las proteínas tales como caseína, albumina, globulina; lactosa y los ácidos láctico y cítrico (Pineda Portugal 2014).

La composición de la leche no es estable a lo largo de la lactancia y puede verse afectada por factores internos y externos del animal; los sólidos totales varían por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente, el estado sanitario de la vaca, entre otros (Agudelo Gómez y Bedoya Mejía 2005). Los SNG se refiere a cuando se excluye el agua y la grasa, los cuales andan en valores próximos al 9%, en cambio el porcentaje de agua presente en la leche representa aproximadamente entre un 82 y un 82.5%, la grasa láctea la cual se sintetiza en su mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria constituye cerca del 3%, y la proteína láctea, que es una mezcla de numerosas fracciones proteicas y de pesos moleculares distintos varía desde el 2.9 al 3.9% (Agudelo Gómez y Bedoya Mejía 2005). La raza es de los principales factores por el cual la composición básica de la leche puede variar. La leche de vacas Jersey es la más rica en grasa y sólidos totales, poseen alrededor de un 3.7% de proteína, 4.7% de grasa, y los SNG totalizan un 9.7% obteniendo un promedio de 14.11% de sólidos totales (Laureano Miguel 2014).

El Cuadro 7 contiene los porcentajes de grasa, proteína y SNG de ambos tratamientos, obtenidos al iniciar y finalizar el experimento, se puede observar que, de acuerdo con los promedios de grasa, proteína y SNG de vacas Jersey, todos se encuentran por debajo de los porcentajes establecidos. Sin embargo, en el caso de los porcentajes de proteína y SNG se notó que hubo un ligero aumento en ambos tratamientos al comparar el inicio y el final, pero al ser ambos tratamientos los que presentaron dicho cambio se concluye que el adicionar MMA a la dieta de vacas lecheras no afecta el porcentaje de proteína y SNG, y que el aumento se pudo dar debido a otros factores.

Por otro lado, el contenido de grasa en los dos tratamientos presentó cierta disminución. En el grupo control el cambio es realmente mínimo, sin embargo, en el porcentaje de grasa del grupo

alimentado con MMA el cambio fue mayor. El contenido de grasa puede variar por factores como la raza, y las prácticas debidas de alimentación, además se mantiene constante en los diversos períodos de lactación, tan solo en el calostro parece disminuir su porcentaje, pero este puede verse afectado por el estado sanitario de la ubre presentando reducciones significativas cuando se presentan procesos inflamatorios o infecciosos (Agudelo Gómez y Bedoya Mejía 2005). La presencia de mastitis tiene como consecuencia disminuciones en los parámetros fisicoquímicos de la leche, debido a que, al estar infectadas las glándulas mamarias, se alteran las actividades normales de síntesis y se ven afectadas, por lo tanto, disminuye la concentración de proteína, lactosa y sólidos (Calderón et al. 2011). La disminución observada en el contenido de grasa del grupo alimentado con MMA, se pudo dar debido a que cinco vacas de este grupo presentaron mastitis durante el experimento, dando a entender de igual manera que los MMA no tienen ningún efecto en el contenido de grasa presente en la leche.

Cuadro 7

Cambios generados en la composición básica de la leche en ambos tratamientos.

Tratamiento	%Grasa		%Proteína		%SNG	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
MMA	4.34	3.75	3.04	3.25	7.98	8.61
Control	4.08	3.98	3.08	3.43	8.09	9.08

Nota. MMA= Microorganismos de montaña activados
SNG= Sólidos no grasos

Condición corporal

La evaluación de condición corporal en bovinos es un método utilizado para determinar el grado de reservas corporales independientemente de la estructura, peso vivo y tamaño del animal (Salgado O et al. 2008). La condición corporal ideal está dentro de un rango y es en función de la etapa de lactación en la que la vaca se encuentra. En todo sistema de producción de leche, las vacas pasan por periodos más o menos prolongados de pérdida y recuperación de peso como consecuencia del grado de cobertura de sus necesidades nutricionales fundamentalmente mantenimiento y nivel de

producción (García 1990). Según López (2006), vacas en los primeros 100 a 120 días de lactación deben obtener un registro entre 2.5 a 3.5 en la escala de 1 a 5.

El Cuadro 8 muestra los promedios obtenidos en las tres mediciones de condición corporal realizadas durante el experimento, y se observa que ambos grupos están dentro del rango adecuado, sin embargo, para la variable de condición corporal no se demostró ninguna diferencia ($P > 0.05$). De igual manera se observa que en semana 7 ambos grupos presentaron disminuciones en su condición corporal al compararlo con los promedios de semana 1, y al finalizar el experimento la condición corporal mejoró en ambos tratamientos. Estos resultados se pudieron dar debido a la presencia del virus de Estomatitis vesicular, el cual afectó todas las vacas del estudio a mediados de la segunda semana de haber iniciado el experimento. Los animales afectados por el virus de Estomatitis vesicular se recuperan aproximadamente entre dos a tres semanas (Harvey 2008). Por esta razón, se aseguró realizar la segunda medición cuando todas las vacas de ambos grupos estuvieran recuperadas, sin embargo, el virus dejó como consecuencia pérdidas de condición corporal, pero al finalizar el experimento la condición corporal de ambos grupos ya se había recuperado.

Cuadro 8

Comparación de la condición corporal de ambos tratamientos.

Tratamiento	Condición Corporal		
	Semana 1	Semana 7	Semana 16
MMA	3.11	2.98	3.48
Control	2.95	2.90	3.37
EE±			0.07219
Valor de P			0.1362

Nota. MMA=Microorganismos de Montaña Activado

En la Universidad EARTH, se realizó una evaluación del ensilaje de cáscara de banano maduro tratada con microorganismos eficientes y se encontró un incremento significativo en la condición corporal de las vacas, además de un aumento en la producción láctea durante las primeras semanas de suplementación (Gallo Lara y Mera Moya 2001). Siendo lo contrario a los resultados obtenidos en

esta investigación, en la cual no se encontró ningún efecto de los MMA para esta variable. Es importante mencionar que a pesar de la presencia de mastitis bovina en algunas vacas de grupo tratado con MMA, la condición corporal no fue afectada.

Peso corporal

Para la variable de peso corporal, el Cuadro 9 demuestra que no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre ambos tratamientos, es decir que el uso de los MMA no genera ningún cambio en esta variable. Al comparar los promedios obtenidos en los tres pesajes, se observa que, a pesar de la presencia del virus de Estomatitis vesicular en todas las vacas del estudio, la variable de peso corporal no se vio afectada. Por otro lado, en la Universidad de la Salle evaluaron el efecto de la utilización de microorganismos eficientes en levante de novillas Brahman bajo pastoreo semi-intensivo, y se demostró que el uso de los microorganismos eficientes mejoró la ganancia de peso y peso final de los animales en comparación a los que no se les adiciono ningún tratamiento (Bueno Lloreda y Lesmes Rodas 2007). Sin embargo, esta diferencia de resultados se pudo dar debido a que la finalidad de ambas ganaderías es distinta, y el peso de vacas lecheras más bajo que la de ganadería de engorde, debido a que estas utilizan todas sus reservas para la producción de leche por lo que se les hace más difícil la ganancia de peso.

Cuadro 9

Comparación del peso corporal de ambos tratamientos.

Tratamiento	Peso Corporal (kg)		
	Semana 1	Semana 7	Semana 16
MMA	437.81	440.91	439.68
Control	446.57	443.10	440.00
EE±			30.6174
Valor de P			0.7882

Nota. MMA=Microorganismos de Montaña Activado

Conclusiones

Bajo las condiciones del presente estudio la suplementación de Microorganismos de Montaña Activados en la alimentación de vacas lecheras Jersey y sus encastes mostró un impacto negativo en el desempeño productivo. Sin embargo, no se puede atribuir solamente al factor de la suplementación, ya que durante el experimento se presentaron factores ajenos que pudieron afectar indirectamente dicho resultado.

La adición de Microorganismos de Montaña Activados no mejoró las variables de peso y condición corporal en las vacas lecheras Jersey y sus encastes de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Recomendaciones

Realizar el mismo estudio evaluando el desempeño productivo y composición de la leche durante la época seca para reducir el riesgo de mastitis bovina.

Desarrollar un estudio con dosis más altas de Microorganismos de Montaña Activados en la alimentación de vacas lecheras para evaluar si tienen un efecto directo en la producción diaria.

Llevar a cabo un experimento utilizando vacas Jersey y Holstein para comparar el efecto de los Microorganismos de Montaña Activados en producción y calidad de la leche entre ambas razas.

Referencias

- Agudelo Gómez DA, Bedoya Mejía O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 2(1):38–42. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>.
- Balan TL. 2007. Uso de microorganismos eficientes (EM) en la alimentación de la tilapia (*Oreochromis niloticus*). 57ª ed. Costa Rica: Universidad EARTH. PG 43 2007; [consultado el 28 de ago. de 2020]. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=earth.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008479>.
- Bueno Lloreda CA, Lesmes Rodas NH. 2007. Utilización de microorganismos eficientes en levante de novillas brahmán bajo pastoreo semi-intensivo suplementado en la región de Palmira, Valle del Cauca. Colombia: Universidad de la Salle. 87 p; [consultado el 1 de abr. de 2021]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1182&context=zootecnia>.
- Calderón A, Arteaga MR, Rodríguez VC, Arrieta GJ, Bermudez DC, Villareal VP. 2011. Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño. *Biosalud*; [consultado el 6 de may. de 2021]. 10(2):16–27. <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v10n2/v10n2a03.pdf>.
- Calero Hurtado A, Quintero Rodríguez E, Olivera Vicedo D, Pérez Díaz Y, Castro Lizazo I, López Dávila E. 2018. Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. *Cultivos Tropicales*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 39(3):5–10. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n3/ctr01318.pdf>.
- Castillo Amador CJ, Urbina Zambrana GA. 2014. Evaluación del uso de microorganismos de montaña como probióticos naturales líquidos y sólidos en pollos de engorde, finca Santa Rosa, Managua [Trabajo de graduación]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. 40 p; [consultado el 28 de ago. de 2020]. <https://repositorio.una.edu.ni/3152/1/tnq52c352.pdf>.
- Cerdas Ramírez R. 2013. Formulación de raciones para carne y leche. desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 14(29):128–153. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66629448009.pdf>.
- Charquero C. 2018. Microorganismos eficaces en ganadería de leche. Paraguay: ABC Color; [actualizado 2018; consultado el 28 de may. de 2021]. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/microorganismos-eficaces-en-ganaderia-de-leche---carlos-charquero--1677069.html>.
- Corbellini CN. 2002. La Mastitis Bovina y su Impacto sobre Calidad de Leche. Proyecto Lechero. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 12 p. INTA; [consultado el 30 de abr. de 2021]. <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2021. Producción y productos lácteos: Producción: Producción Lechera. [sin lugar]: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [actualizado 2021; consultado el 28 de ago. de 2020]. <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>.

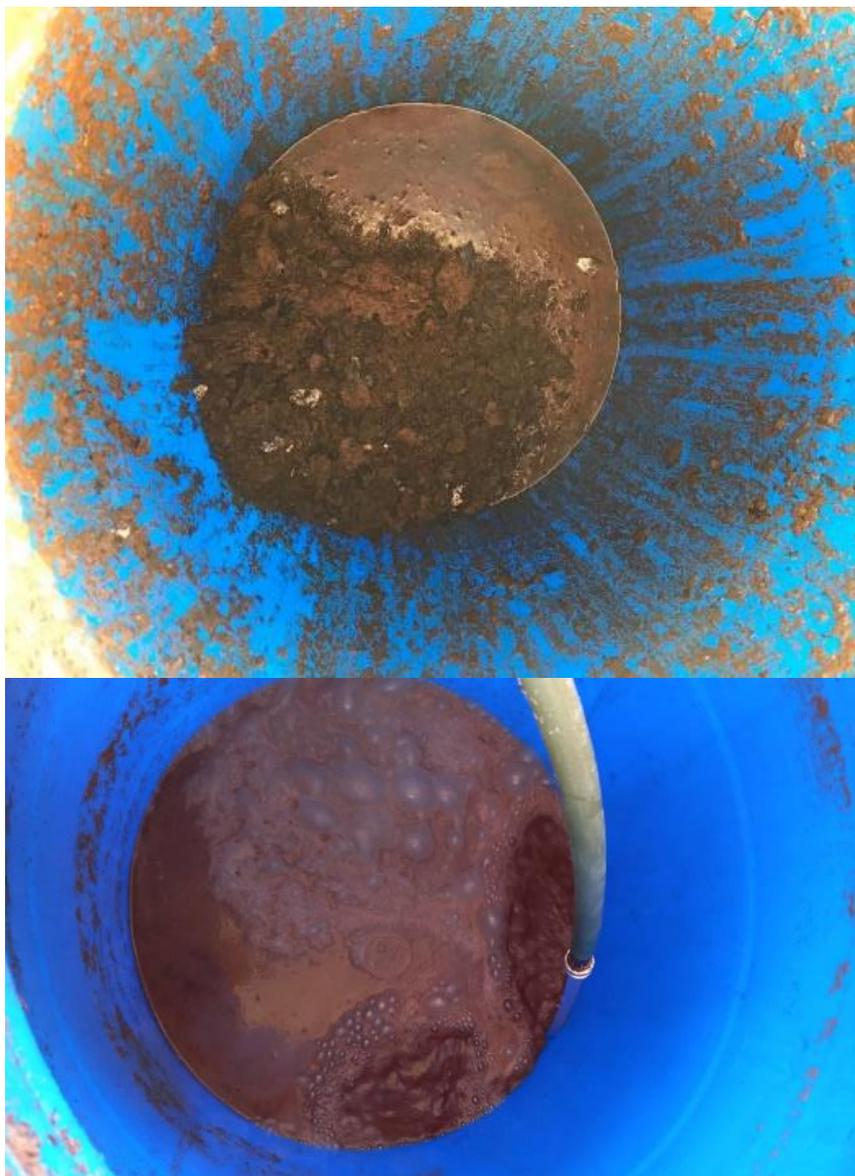
- Gallo Lara MA, Mera Moya MX. dic. 2001. Evaluación de cáscara de banano maduro para consumo de ganado bovino [Trabajo de Graduación]. Costa Rica: Universidad EARTH; [consultado el 28 de abr. de 2020]. <https://cutt.ly/3mANyIZ>.
- García JA. 1990. El Método de la Condición Corporal en Vacuno Lechero: Propuesta de una metodología unificadora. Investigación agraria. Producción y sanidad animales; [consultado el 31 de mar. de 2021]. 5(3):121–130. <https://ria.asturias.es/RIA/bitstream/123456789/2001/1/Archivo.pdf>.
- Harvey AK. 2008. Estomatitis Vesicular. Iowa: Iowa State University. 5 p; [consultado el 7 de may. de 2021]. https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/!replaced/!estomatitis_vesicular.pdf.
- Higa T, Parr J. 2018. Microorganismos beneficios y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Estados Unidos: Centro Internacional de Investigación de Agricultura Natural. 14 p; [consultado el 30 de may. de 2021]. <https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2018/10/MICROORGANISMOS-DEL-SUELO-PARA-LA-AGRICULTURA.pdf>.
- Klein F. 2001. Alimentación de Vacas Lecheras a Pastoreo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. [sin lugar]: INIA. 6 p. Serie Actas Informe no. 13; [consultado el 5 de may. de 2021]. <https://inia.prodigioconsultores.com/bitstream/handle/123456789/8758/NR27173.pdf?sequence=1>.
- Lammers BP, Heinrichs AJ, Ishler VA. 2002. Uso de Ración Total Mezclada (TMR) Para Vacas Lecheras. College of agricultural sciences. Estados Unidos: Pennstate. 10 p. Trabajo de Graduación; [consultado el 5 de abr. de 2021]. https://www.martinezystaneck.com.ar/upload/publicacion/USO_DE_RACION_TOTAL.PDF.
- Laureano Miguel NA. may. 2014. Evaluación de la Producción y composición de la leche de vacas Holstein y Jersey de primer parto, alimentadas con una ración totalmente mezclada. [Tesis]. Mexico: Universidad Autónoma del Estado de México. spa; [consultado el 30 de may. de 2021]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/68541>.
- Londoño Gutiérrez MA. 2008. Efecto de los microorganismos eficientes sobre la calidad del ensilaje de maíz y su utilización en lechería tropical [Trabajo de grado]. Colombia: Universidad de la Salle. 124 p; [consultado el 30 de abr. de 2021]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1294&context=zootecnia>.
- López FJ. 2006. Vista de Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas holstein. Facultad de Ciencias Agropecuarias; [consultado el 15 de abr. de 2021]. 4(1):77–86. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/640/272>.
- Mason J. 1978. La epidemiología de la estomatitis vesicular: Una revisión de literatura y propuestas para estudios de campo. Bln Centro Panamericano Fiebre Aftosa; [consultado el 30 de sep. de 2020]. (29-30):13–33. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50220/epidemiologiaestomatitis_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Monjarás JA. 2016. Microorganismos de Montaña - Vía Orgánica. México: Vía Organica; [actualizado el 20 de jul. de 2016; consultado el 30 de abr. de 2021]. <https://viaorganica.org/microorganismos-de-montana/>.

- Morocho T, Leiva Mora M. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*; [consultado el 30 de sep. de 2020]. 46(2):93–103. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>.
- Pérez E. 1970. La estomatitis vesicular como zoonosis. *Boletín de la oficina sanitaria panamericana*; [consultado el 5 de abr. de 2021]. 223–229. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/14504/v68n3p223.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pineda Portugal MM. 2014. Importancia de la leche y productos lácteos [Monografía]. Perú: Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. 197 p; [consultado el 7 de abr. de 2021]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5948/IApipomm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Raudales Quijada AA, Ruiz Lara JD. 2020. Efecto de los microorganismos de montaña activado para el incremento en la producción y mejora en calidad de leche [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 27 p; [consultado el 7 de abr. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6810/1/CPA-2020-T092.pdf>.
- Rodríguez Torrens HdC, Barreto Argilagos G, Bertot Valdés A, Vásquez Montes de Oca R, (Sin especificar). 2013. Los microorganismos eficientes como promotores del crecimiento en los cerdos hasta el destete. *REDVET Revista Electronica de Veterinaria*; [consultado el 7 de jun. de 2020]. 14(9):1–7. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63632376004.pdf>.
- Salgado O R, Vergara G O, Simanca S J. 2008. Relaciones entre peso, condición corporal y producción de leche en vacas del sistema doble propósito. *Revista MVZ Córdoba*; [consultado el 7 de jun. de 2020]. 13(2):1360–1364. <https://www.redalyc.org/pdf/693/69311191011.pdf>.
- Tencio R. 2015. Reproducción y aplicación de los microorganismos de montaña en la actividad agrícola y pecuaria. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería Región Central Oriental. 6 p. Información insumo para la competitividad; [consultado el 7 de jun. de 2021]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1847.pdf>.
- Villalobos N, Ruiz J. 2016. Elaboración de Microorganismos de Montaña. Agencia de Extensión San Isidro: Ministerio de Agricultura y Ganadería Región Central Oriental. 1 p. Hoja divulgativa Informe no. 40; [consultado el 7 de jun. de 2021]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-divulgativa-40-2016.pdf>.

Anexos

Anexo A

Preparación de Microorganismos de Montaña Activados.



Anexo B

Solución de Microorganismos de Montaña Activados después de 5 días en ambiente anaerobio.



Anexo C

Solución de Microorganismos de Montaña Activados listo para utilizar.



Anexo D

Alimentación matutina y vespertina.



Anexo E

Bomba de mochila lista para la aplicación de Microorganismos de Montaña en los comederos.



Anexo F

Bebedero con solución de Microorganismos de Montaña Activados.



Anexo G

Análisis de la composición básica de la leche en el Laboratorio de Análisis de Alimento Zamorano.



Anexo H

Análisis de la composición básica de la leche con el Ekomilk Ultra.

