

**Efecto de la exposición a música a ≤ 100 ppm y
 ≤ 80 db en el desempeño productivo y evaluación
de las características físico-químicas de la
leche en vacas Holstein**

Jorge Roberto Romero García

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSRIA ALIMENTARIA

**Efecto de la exposición a música a ≤ 100 ppm y
 ≤ 80 db en el desempeño productivo y evaluación
de las características físico-químicas de la
leche en vacas Holstein**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Jorge Roberto Romero García

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Efecto de la exposición a música a ≤ 100 ppm y ≤ 80 db en el desempeño productivo y evaluación de las características físico-químicas de la leche en vacas Holstein

Jorge Roberto Romero Garcia

Resumen. La producción de leche a nivel mundial no está creciendo igual de rápido que su demanda, por lo que es necesario buscar alternativas para mejorarla en el ámbito productivo y cualitativo. El estudio fue desarrollado en la sección de ordeño de la Escuela Agrícola Panamericana Inc., ubicada en el Valle del Yeguaré km 30 carretera a Danlí. Su objetivo fue evaluar música a ≤ 100 pulsaciones por minuto (ppm) y ≤ 80 decibeles (db) como un factor estimulante en la producción de leche en vacas Holstein y su efecto en las características físico-químicas de la misma. En este estudio se instalaron dos parlantes de 1500 watts, uno en la sala de ordeño y otro en un corral acondicionado para el estudio. En este experimento se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 10 unidades experimentales. Se utilizó dos grupos de diez vacas Holstein. Uno de ellos se expuso a música 12 horas al día, y el otro grupo fue el control. Luego de tres semanas, se dio una semana de re-aclimatación antes de invertir el tratamiento. Los análisis realizados fueron producción de leche, grasa, punto de congelación, acidez y proteína cruda. La música tuvo un efecto positivo causando un incremento en producción ($P \leq 0.05$), sin embargo, no demostró diferencias significativas en las propiedades físico-químicas.

Palabras clave: Acidez, estímulo, grasa, producción, proteína, punto de congelación.

Abstract. Milk production worldwide is not growing as fast as its demand, therefore, it is necessary to seek alternatives to improve its productivity and its quality. The following experiment was developed in the milking unit of Escuela Agrícola Panamericana Inc., located in Valle de Yeguaré 30th kilometer, road to Danlí. Its objective was to evaluate music at ≤ 100 beats per minute (ppm) and ≤ 80 decibels (db) as a stimulating factor in milk production in Holstein cows and its effect on the physicochemical characteristics of the same. In this study, two 1500-watt speakers were installed, one in the milking parlor and another in an acclimatized corral for the experiment. In this experiment of a Random Complete Blocks (RCB) design with 10 experimental units was used. Two groups of ten Holstein cows were used. One of them was exposed to music 12 hours a day, and the other group was not. After three weeks, a week of re-acclimatization was given before reversing treatment between the groups. Laboratory tests performed were milk production, fat, freezing point, acidity and crude protein. The music had a positive effect causing an increase in production between 5 and 7%, however, it did not show significant differences in the physical-chemical properties.

Keywords: Acidity, fat, freezing point, production, protein, stimulation.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES	11
5. RECOMENDACIONES	12
6. LITERATURA CITADA	13
7. ANEXOS	16

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Tabla de diseño experimental	6
2. Efecto de la música en la producción de leche en Grupo A (litros/día).....	7
3. Efecto de la música en la producción de leche en Grupo B (litros/día).	8
4. Efecto de la música en la grasa de leche en Grupo A.	8
5. Efecto de la música en la grasa de leche en Grupo B.....	8
6. Efecto de la música en la proteína de leche en Grupo A.....	9
7. Efecto de la música en la proteína de leche en Grupo B.	9
8. Efecto de la música en el punto de congelación de la leche en Grupo A.....	10
9. Efecto de la música en el punto de congelación de la leche en Grupo B.....	10
10. Efecto de la música en la acidez de la leche en Grupo A.....	10
11. Efecto de la música en la acidez de la leche en Grupo B.	10

Anexos	Página
1. Ejemplo de canciones extraídas de la lista de producción utilizada.....	16
2. Captura de Pantalla de la aplicación utilizada para medir ppm.....	17
3. Captura de pantalla de la aplicación utilizada para medir decibeles.	17

1. INTRODUCCIÓN

El bienestar animal cada vez más se ha convertido en un tema de mayor relevancia entre diferentes comunidades y rubros profesionales. Además del estado del animal, las acciones del personal obrero pueden conllevar a repercusiones en la productividad y rendimiento de las materias primas. El vacuno de carácter lechero es un buen ejemplo, ya que es un animal que diariamente produce leche, y es fácilmente medible. El estrés durante el ordeño reduce la producción de leche a través de una inhibición central de la secreción de oxitocina, así como por los efectos periféricos de las catecolaminas (Temple *et al.* 2014a).

La industria láctea no puede alejarse del desarrollo en general de la economía. Hay factores importantes que deben ser tomados en consideración, estos incluyen la urbanización, cambios en hábitos, maneras de sustento y la globalización de la economía. Desde el punto de vista económico, las zonas más beneficiadas por el incremento de la demanda mundial de leche y sus productos derivados son las que presentan menor costo de producción, altos rendimientos y alta capacidad tecnológica. “En los últimos 24 años, el total de la producción de leche a nivel mundial ha aumentado en un 32% mientras que la producción mundial de leche per cápita ha disminuido un 9%, lo que indica que la producción de leche no ha mantenido el paso del aumento de la población mundial” (Franco y Quero 2017).

La industria láctea alrededor del mundo afronta desafíos, el más difícil es satisfacer la creciente demanda, que ronda el 2.1% anualmente (OCDE/FAO 2017). Siempre existe la preocupación que la disponibilidad de leche no crezca a la misma velocidad que lo hace la demanda, como en Argentina, un importante productor que sufrió condiciones climáticas adversas en el año 2016, lo que generó una baja de 14% en su producción (OCDE/FAO 2017).

Debido a la situación descrita, surge la necesidad de generar nuevas técnicas de manejo del hato. La aplicación de música puede ser una opción viable tanto para granjas grandes de alta producción como pequeñas de baja producción. La música para la relajación del animal durante el ordeño y el estabulado puede representar una mejora en la relajación del animal, incrementando así la producción, por medio de reducción de estrés. Se espera, que además de un cambio en la producción, también se encuentre cambios positivos en las características físico-químicas, para obtener una leche mejor pagada por las plantas procesadoras; lo cual prioriza la investigación de diferentes técnicas para control de estrés en el animal durante el ordeño. Según Temple *et al.* (2014b), en condiciones comerciales, 30% de la variabilidad entre granjas en cuanto a la producción de leche, se atribuye a una diferencia en el grado de miedo de las vacas. La música puede tener efecto positivo en otros aspectos, como lo es el confort del mismo personal obrero, y la disposición del animal a entrar a la sala de ordeño por su propia cuenta.

Existe un número muy reducido de estudios sobre el efecto de la música en la producción de leche, y no se ha encontrado uno que estudie el efecto en las características fisicoquímicas, hasta donde conocemos, el presente estudio es el primero en evaluar dichas características. En los años 90, el doctor y psicólogo Adrian North, junto con su colega MacKenzie (2001), en ese entonces ambos de la universidad de Leicester, realizaron un experimento donde se le colocó música a 1000 vacas. El género musical fue variado y aplicado por 12 horas durante nueve semanas. De la misma forma, Toledo *et al.* (1994), con su investigación titulada “Efecto de diferentes tipos de música sobre la producción en vacas Jersey puras y Holstein mestizas bajo el efecto de diferente duración de la prueba” evaluaron diferentes géneros musicales durante 124 días. La música clásica obtuvo respuestas positivas en menor tiempo.

Esta investigación se realizó a partir de la necesidad de demostrar la importancia del bienestar del vacuno de carácter lechero, a la hora de ser ordeñado, y que al manejar el animal de manera correcta y responsable se puede obtener mayores beneficios. De acuerdo con Mellor (2000), “Un animal entra en un estado de distrés cuando es expuesto a experiencias dañinas que producen respuestas fisiológicas, independientemente de si el estímulo es emocional (miedo); físico (ejercicio intenso) o ambos (dolor)”. Teniendo en consideración que los bovinos tienen un oído más sensible que el humano, pudiendo detectar hasta 8,000 Hz (Contexto Ganadero 2017), podemos entender por qué estos animales son más propensos a desarrollar una inconformidad por el sonido. Se propone el uso de música como una opción de bajo costo a largo plazo, y disponible tanto para grandes como pequeños productores, y que les ayudara a evitar o disminuir el uso de medicamentos para mejorar la producción de leche.

El presente estudio, busca evaluar los efectos de la música a ≤ 100 ppm y ≤ 80 db en las características fisicoquímicas de la leche. Se evaluó el punto de congelación, acidez, grasa, proteínas y sólidos totales. De igual manera, se estudió los efectos de la misma en la producción. Los objetivos de la investigación son los siguientes:

- Evaluar el efecto de la música a ≤ 100 ppm y ≤ 80 db durante el ordeño y estabulado en la producción de leche de vacas Holstein en la Escuela Agrícola Panamericana Inc.
- Determinar el efecto de la música a ≤ 100 ppm y ≤ 80 db en las características físico-químicas de la leche de vacas Holstein en la Escuela Agrícola Panamericana Inc.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. El experimento se llevó a cabo en la unidad de ganado lechero ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana Inc., situada en el Valle del Yeguaré a una altitud 767 metros sobre el nivel del mar; donde predomina el clima tropical y las temperaturas entre 20 y 33 °C durante la época de invierno, que está comprendida entre mayo y noviembre del 2019. Los análisis de punto de congelación, acidez y grasa se realizaron en el laboratorio de la Planta de Lácteos de la misma universidad, y el análisis de proteína cruda en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ).

La investigación se dividió en tres fases.

Fase I. Preparación de campo y selección de animales.

Fase II. Toma de muestras.

Fase III. Análisis de Resultados.

Fase I. Preparación de campo y selección de animales.

Preparación de campo. Se prepararon dos lotes en dos lugares distintos. Estos lotes se dividieron con las delimitaciones adecuadas con cercas móviles, se les instaló un comedero que se llenaba con concentrado en polvo y Maxi-Leche® peletizado dos veces al día (mañana y tarde) y una fuente de agua *ad libitum*. La suplementación de alimento fue basada a razón de 0.41 kilogramos de concentrado por litro de leche producido. Fue necesario encontrar un lugar donde los animales de ambos lotes pudieran tener acceso a sombra para cubrirse del sol y otros factores ambientales. A uno de estos lotes, se le instaló un parlante de 1500 watts que sería la fuente de la música. El parlante fue puesto en una caja de madera para protegerlo de factores ambientales. En la sala de ordeño, se instaló un parlante idéntico, para proveer el efecto sonoro durante el ordeño del grupo experimental, este también fue puesto en un cajón de madera.

Selección de animales. Las vacas utilizadas en este estudio fueron escogidas de acuerdo a criterios de producción, días de lactancia, y número de partos. Fueron seleccionadas vacas pertenecientes al grupo de élite o alta producción que se encontraban en el pico más alto de su curva de producción, entre 60-90 días de haber dado a luz y 2-3 lactancias. Una vez seleccionados los animales, estos fueron separados en dos grupos de 10 animales cada uno, buscando la mayor uniformidad posible, por ejemplo, si en un grupo había dos vacas de segunda lactancia, el otro debía tener dos vacas de segunda lactancia también.

Selección musical. La música que se utilizó fue previamente seleccionada en una lista de reproducción de la aplicación Spotify que se instaló en la computadora del establo. Esta lista de reproducción se conformó por canciones seleccionadas y analizadas manual e individualmente con el objetivo de que cumplieren con los parámetros necesarios. En este caso, las vacas prefieren pulsaciones $x \leq 100$ ppm (North y Mackenzie 2001; Friend 2004), y una exposición a ella de 12 horas diarias (5:00 am -5:00 pm). Los decibeles no sobrepasaron los 85, ya que, según Castillo (2014), entre los 85 y 95 db hay cambios en el comportamiento del animal, a los 97 db, se detectan cambios en los parámetros de la composición sanguínea como incremento en el recuento de células somáticas, y a 105 db hay una disminución en la producción de leche, flujo de leche y tasa de consumo de alimento. Para la medición de decibeles, se utilizó la aplicación Decibel – Threshold Sound Meter (Noise Level) versión 2.8. y para medir las ppm se utilizó la aplicación The Metronome by Soundbrenner versión 1.17.10.

Fase II. Toma y análisis de muestras.

Recolección de muestras. El jueves de cada semana, se tomaron muestras individuales de las 20 diferentes vacas. Todas las vacas utilizadas en este estudio, fueron ordeñadas a las 6:00 a.m. y 2:00 p.m.. Una vez recolectadas las muestras eran puestas a temperaturas de refrigeración, para luego ser transportadas a los laboratorios de la Escuela Agrícola Panamericana para su análisis, donde primero, en la Planta de Lácteos, se realizaron los análisis de acidez, punto de congelación y grasa. El análisis de proteína cruda se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos. La toma de muestras tuvo una duración seis semanas, desde el inicio del estudio.

Análisis de acidez. En el laboratorio de lácteos, se realizó el análisis de acidez por el método de ATECAL (Acidez Titulable Expresado como Ácido Láctico) (AOAC 947.05) (AOAC 1990). Con una pipeta se vertieron 9 ml de leche cruda en recipientes, a esto se le agregó tres gotas de fenolftaleína previo a su agitación. Con un titulador completamente lleno de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 0.1 N, se agregó gota por gota mientras se agitaba de manera lenta, hasta que la leche tornó color rosado claro. La cantidad titulada en la pipeta ya estandarizada fue la acidez de la leche. Cada muestra se realizó por duplicado.

Análisis de grasa. El contenido de grasa se analizó por el método de Babcock (AOAC 989.04) (AOAC 2000). Este consistió en tomar un butirómetro con escala 0-8% y adicionándole 17.6 ml de leche cruda. A esto se le adicionó 10 ml de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) al 95.9% antes de ser colocado en un agitador por un minuto. Seguido, se colocó el butirómetro en la centrifuga por cinco minutos. Al finalizar este tiempo se agregó agua a 60 °C hasta el cuello del butirómetro, para luego ser centrifugado por un minuto más. La grasa, por densidad flotó, y la escala graduada mostró el contenido de la misma en porcentaje. Cada muestra, se realizó por duplicado.

Análisis de punto de congelación. En el laboratorio de la Planta de Lácteos, se utilizó el método de crioscopio (AOAC 990.22) (AOAC 1995) C1 de Gerber Instruments que da los resultados en m °C, y este mismo se dividió entre 1000, para obtener los resultados en °C. Para este análisis se calibró el instrumento previo a cada uso, cada muestra se analizó por

duplicado, y cada repetición consistió en 2 ml de leche cruda en un frasco que luego era insertado en la máquina.

Análisis de proteína cruda. El análisis de proteína cruda se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano. Se utilizó el método Kjeldahl (AOAC 2001.11) (AOAC 2002). Utilizando micropipetas, se colocaron 1.20 ml de leche, en un vaso de precipitado, luego esta cantidad fue vertida en un tubo de muestras para el instrumento Kjeltech. Se volvió a pesar el vaso de precipitado y la diferencia de peso, representaba el peso exacto de la muestra. A cada muestra se le agregaron entre 15 y 20 ml de agua desionizada. A cada tubo se le agregaron 6.8 g de sulfato de potasio, y 1 g de sulfato de cobre, que funcionan como catalizadores. El digestor se encendió con una hora de anticipación, y antes de meter las muestras se le agregó a cada tubo 12 ml de ácido sulfúrico al 90 – 95%. La digestión duró una hora, y el enfriamiento de las muestras cuatro horas. Cada tubo y su contenido fue destilado, la purga fue titulada con NaOH 0.25 mol/l, y la cantidad descargada (T), se utilizaba en la ecuación 1, expresada a continuación.

$$\%N = \frac{(T - B) \times N \times 14.007}{M \times 10}$$

$$\%Proteína = \%N \times 6.38$$

Donde:

T= Volumen de NaOH descargado

B= Volumen de NaOH utilizado para los blancos

N= Normalidad del NaOH estandarizado

M= Peso de la muestra

Los análisis químicos se resumen en los siguientes.

- Acidez titulable: ATECAL (Acidez Titulable Expresado como Ácido Láctico) (AOAC 947.05)
- Grasa: Babcock (AOAC 989.04)
- Punto de congelación: Crioscopio (AOAC 990.22)
- Proteína cruda: Kjeldahl (AOAC 2001.11)

Fase III. Análisis de resultados.

Análisis estadístico. El experimento constó de un diseño de Bloques Completos al Azar con 10 unidades experimentales, y dos tratamientos, un grupo con exposición musical, y otro sin exposición musical. Los dos diferentes grupos llevaron el nombre de Grupo A y Grupo B. El experimento tuvo una duración de siete semanas. El experimento constó con dos fases experimentales, la primera el grupo A estuvo expuesto a música por tres semanas, y el grupo B no. A la cuarta semana ningún grupo tuvo tratamiento, y fue semana de re-aclimatización. Las últimas tres semanas, el tratamiento con música fue aplicado al grupo

B, y el grupo A no recibió estímulo alguno. El diseño experimental, se muestra en el Cuadro 1.

Los resultados se introdujeron en el programa digital de análisis estadísticos Statistical Analysis Software (SAS), donde se corrió un análisis de varianza ANDEVA. Seguido, se evaluaron diferencias significativas por medio de una prueba DUNCAN. Para determinar cuál de los parámetros a evaluar se vio más afectado por el tratamiento, se realizó un análisis de correlación.

Cuadro 1. Tabla de diseño experimental

# de semanas	Con música	Sin música	Duración
1-3	A	B	3 semanas
4	semana de re-aclimatación		1 semana
5-7	B	A	3 semanas

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fase de 1-3 semanas, el grupo A fue expuesto a 12 horas diarias de música, entre 5 a.m. y 5 p.m., durante el estabulado y durante el ordeño, contrario al grupo B que no fue expuesto a música. Las muestras fueron recolectadas los días jueves, y analizadas entre el viernes y el domingo de la misma semana. El factor producción, se tomaba tres veces a la semana, generalmente los días lunes, miércoles y sábado.

El tratamiento con música presentó un aumento de 7% en la producción de leche del grupo A (Cuadro 2) y un 5% en el grupo B (Cuadro 3). Según Nosal y Bilgery (2014), las vacas pueden presentar signos de estrés por ruidos ambientales, estos signos son los siguientes: Vacas se niegan a ingresar a la sala de ordeño y vacas defecan antes y durante el ordeño.

El estrés, es causante de una reducción en la producción de leche, y por ello, nace la importancia de la presencia de música en los establos de ordeño, ya que esto “ahoga” los ruidos ambientales para mantener un ambiente armónico y constante durante el ordeño (Dumont 2014). La música a la cual fueron expuestas las vacas ayuda a reducir su estrés, opacando ruidos ambientales, como también lo demostró un estudio japonés donde los días que se ponía música en el establo de ordeño, incremento el número de vacas que se aproximaban al establo de ordeño por su propia cuenta de $22 \pm 15.1\%$ a $45 \pm 18\%$ ($P < 0.01$). En días, en los que no había música, el incremento fue mucho menos pronunciado, incrementando de $27 \pm 13.7\%$ a $35 \pm 15.4\%$ ($P < 0.150$) (Uetake *et al.* 1997).

Cuadro 2. Efecto de la música en la producción de leche en Grupo A (litros/día).

Tratamiento	Media (I) \pm DE
Con música	22.61 ± 0.4486^a
Sin música	20.97 ± 0.7940^b
CV (%)	6.75

^{a-b} Medias en la misma columna con distinta letra denotan diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Efecto de la música en la producción de leche en Grupo B (litros/día).

Tratamiento	Media (l) ± DE
Con música	22.94 ± 0.1920 ^a
Sin música	21.81 ± 1.5757 ^b
CV (%)	6.96

^{a-b} Medias en la misma columna con distinta letra denotan diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

Los sólidos de la leche evaluados en el experimento, los cuales incluyen grasa y proteína (Cuadros 4, 5, 6 y 7), no fueron afectados por el tratamiento. Tanto el grupo A como el grupo B, no mostraron diferencias significativas entre el efecto de la música. La leche está constituida en un 85-90% de agua, y el 10-15% restantes por lo que se le conoce como sólidos totales (Saborío 2011). Según Saborío (2011), el porcentaje de sólidos totales lácteos es afectado por el nivel de producción de leche, la razón por la cual esto sucede es debido a un efecto de dilución. Por lo tanto, variaciones en el porcentaje de sólidos lácteos pueden estar asociados a la producción de las vacas. En este caso la producción aumento sin disminuir la grasa ni proteína que son el segundo y tercer mayor constituyente de los sólidos totales en respectivo orden (Saborío 2011).

Cuadro 4. Efecto de la música en el porcentaje de grasa de leche en Grupo A.

Tratamiento	Media (%) ± DE
Con música	3.92 ± 0.0952 ^a
Sin música	3.90 ± 0.2413 ^a
CV (%)	15.16

^{a-b} Medias en la misma columna con la misma letra denotan no diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 5. Efecto de la música en el porcentaje de grasa de leche en Grupo B.

Tratamiento	Media (%) ± DE
Con música	3.97 ± 0.0592 ^a
Sin música	3.69 ± 0.2106 ^a
CV (%)	15.38

^{a-b} Medias en la misma columna con la misma letra denotan no diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Según Campabadall (1999), los sólidos en la leche dependen un 20-30% de la genética, y de 55-60% de factores ambientales extrínsecos. Estos factores ambientales incluyen alimentación y nutrición, prácticas de ordeño, época del año, duración del intervalo de ordeño, duración del ordeño, frecuencia de ordeño entre otros (Salvador y Martínez 2007).

Ninguno de los factores antes mencionados fue diferente en ambos grupos experimentales, los grupos fueron homogéneos en cuanto a que los grupos fueron evaluados paralelamente (misma época del año), igual frecuencia y duración del ordeño y el personal realizando el ordeño fue el mismo durante las siete semanas experimentales. Las vacas tenían agua *ad libitum*, su dieta era la misma con diferencia en proporciones dependiendo en cuanto leche producían como grupo. Semanalmente, se hizo un balance de alimentación para determinar cuál serían las proporciones de su alimentación por el resto de la semana.

Cuadro 6. Efecto de la música en el porcentaje de proteína de leche en Grupo A.

Tratamiento	Media (%) ± DE
Con música	2.9764 ± 0.0834 ^a
Sin música	2.9353 ± 0.0266 ^a
CV (%)	8.31

^{a-b} Medias en la misma columna con la misma letra denotan no diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 7. Efecto de la música en el porcentaje de proteína de leche en Grupo B.

Tratamiento	Media (%) ± DE
Con música	2.8589 ± 0.2356 ^a
Sin música	2.8769 ± 0.1896 ^a
CV (%)	7.12

^{a-b} Medias en la misma columna con la misma letra denotan no diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

El punto de congelación de la leche es un parámetro importante a la cual refiere la calidad de la leche, y ha sido adoptado como un parámetro esencial para determinar posibles adulteraciones de la leche. Según Gómez *et al.* (2005), los rangos del punto de congelación de la leche están entre -0.510 y -0.590 °C. Rangos entre estos, hacen noción a una leche a la que no se le ha adicionado agua, para aumentar su volumen, por ende, reduciendo su punto de congelación.

El tratamiento con música no obtuvo diferencias significativas en dicho parámetro (cuadros 8 y 9). Los rangos en punto de congelación de ambos grupos están dentro de los rangos aceptables. La producción aumentó su volumen mostrando diferencias estadísticamente significativas, y aunque de igual forma también lo hicieron los sólidos proteicos y grasas, estos dos últimos parámetros no mostraron diferencias estadísticamente significativas. La leche no perdió su calidad, y no sufrió dilución.

Cuadro 8. Efecto de la música en el punto de congelación de la leche en Grupo A.

Tratamiento	Media (°C) ± DE
Con música	-0.525 ± 0.0092 ^a
Sin música	-0.519 ± 0.0036 ^a
CV (%)	2.86

^{a-b} Medias en la misma columna con la misma letra denotan no diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 9. Efecto de la música en el punto de congelación de la leche en Grupo B.

Tratamiento	Media (°C) ± DE
Con música	-0.535°C ± 0.0022 ^a
Sin música	-0.538°C ± 0.0104 ^a
CV (%)	3.35

^{a-b} Medias en la misma columna con la misma letra denotan no diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

El parámetro de acidez fue el único parámetro evaluado que se inclina más a los parámetros de inocuidad de la leche. (Cuadro 10 y 11) Acidez tampoco demostró diferencias significativas entre tratamientos. La leche era sometida a temperaturas de refrigeración apenas las vacas eran ordeñadas, y se realizaban los análisis de acidez el mismo día. De esta forma se pudo obtener resultados de acidez más asemejados a la leche recién ordeñada.

Cuadro 10. Efecto de la música en el porcentaje de acidez de la leche en Grupo A.

Tratamiento	Media (% ATECAL) ± DE
Con música	0.1600 ± 0.0069 ^a
Sin música	0.1450 ± 0.0077 ^a
CV (%)	7.48

^{a-b} Medias en la misma columna con la misma letra denotan no diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 11. Efecto de la música en el porcentaje de acidez de la leche en Grupo B.

Tratamiento	Media (% ATECAL) ± DE
Con música	0.1533 ± 0.0078 ^a
Sin música	0.1500 ± 0.0145 ^a
CV (%)	8.22

^{a-b} Medias en la misma columna con la misma letra denotan no diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

4. CONCLUSIONES

- La música a ≤ 100 ppm, y ≤ 80 db, tiene un efecto positivo en la producción total de leche, aumentando entre 5 y 7% la producción.
- La música a ≤ 100 ppm, y ≤ 80 db, no tiene efecto en los parámetros físico-químicos de la leche, que incluyen grasa, punto de congelación, proteína y acidez.
- La exposición a música a ≤ 100 ppm, y ≤ 80 db durante el ordeño y estabulado, aumenta la producción sin sacrificar la calidad físico-química de la leche.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar un sistema de sonido multidireccional, con diferentes fuentes de sonido y parlantes elevados a una altura que dependa del área que se desea cubrir.
- Realizar un análisis de costo-beneficio para saber si el incremento en producción cubre la inversión de un óptimo sistema de sonido.
- Evaluar la calidad microbiológica de la leche, incluyendo análisis de células somáticas.
- Repetir el mismo experimento con diferentes razas y tipo de alimentación.

6. LITERATURA CITADA

- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 1990. Acidity of Milk 947.05 [internet]. Titrimetric Method. Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 805 pp. [Consultado el 22 de oct. de 2019]. <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=22571>.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemist. 2000. Babcock Method 989.04. 17th Ed., Gaithersburg, MD, sec. 33.2.27, Revised First Action 1997. [Consultado el 22 de oct. de 2019]. <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=22877>.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 2002. Crude protein 2001.11 [internet]. [Consultado el 22 de oct. de 2019]. <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=32924>.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 1995. Freezing point of milk 990.22 [internet]. 16th edn. Volume 2. Thermistor Cryoscope Method. AOAC, Arlington, VA, 33, pp. 5–7. [Consultado el 22 de oct. de 2019]. <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=22554>.
- Campabadal C. (1999). Factores que afectan el contenido de sólidos en leche. *Nutrición Animal Tropical*. 5(1):67-92.
- Campo (2012, 09 de septiembre). Cómo aumentar la concentración de sólidos en la producción de leche. Recuperado de [Consultado el 04 de ago. de 2019]. <https://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2013/09/09/Como-aumentar-la-concentracion-de-solidos-en-la-produccion-de-leche.aspx>
- Castillo A. 2014. Vibrations, stray voltage, noise ... and dairy cows. California: DairyBusiness. 2 p. [Consultado el 23 de jul. de 2019]. <https://www.dairybusiness.com/seo/printable.php?table=features&id=300>.
- Contexto Ganadero. 2017. ¿Cómo funciona el oído de las vacas? Colombia: [sin editorial]. [Consultado el 15 de jun. de 2019]. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-funciona-el-oido-de-las-vacas>.
- Cortés M, Iglesias M. 2004. Generalidades sobre Metodología de la Investigación: Colección Material Didáctico. Universidad Autónoma Del Carmen. 105 p.
- Dumont PA, González S. 2014. Música Maestro: La música y su efecto en la producción de leche. *Dlece*. 10(76):6–10.

- Franco L, Quero D. 2017. Efecto De La Música En La Producción Láctea Del Ganado Vacuno Mestizo [Investigación]. Venezuela: Universidad nacional experimental de los llanos occidentales. 72 p.
- Friend T. 2004. Section 6. *Meeting Physical needs: Environmental Management for Well-Being*. In Benson and Rollin Eds. *The Well-being of Farm Animals. Challenges and Solutions*. Blackwell Publishing.
- Gómez A, Divier A, Bedoya M, Oswaldo. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Antioquia, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista. 6 p. 2. [Consultado el 27 de abr. de 2019]. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf?fbclid=IwAR0FipVPxqyVdaHBjW9MhXxWWji-E4arQorE2m-4sIaYcu68nMVDYjRbJZ4>.
- Moberg GP, Mench JA, editores. 2001. *The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare*. Reprinted. Wallingford: CABI Publ. 377 p. ISBN: 0851993591. Eng.
- North A, MacKenzie L. 2001. *Música para ordeñar*. United Kingdom: BBC Mundo. [Consultado el 15 de jun. de 2019]. http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_1409000/1409957.stm.
- Nosal D, Bilgery E, 2004. Airborne noise, structure-borne sound vibration and vacuum stability of milking systems. *Czech Journal of Animal Science* 49(5): 226-230
- OCDE/FAO, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos/ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2017. “Lácteos y sus productos”, en OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas 2017-2026*,
- Saborio Montero, A. 2011. Factores que inclucionan el porcentaje de sólidos de la leche. *ECAG*, (56), 70–73. [Consultado el 15 de jun. de 2019]. Recuperado de http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Publicaciones/articulo_ecag_solidos_revisita_56.pdf
- Salvador A, & Martínez G. 2007. Factors that Affect Yield and Composition of Goat Milk: A Bibliographic Review. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela*. 48: 61-76.
- Temple D., Mainau E., Manteca X. 2014a. *Bienestar Animal en Bovinos de Leche: Problemas, Estrategias Y Valoracion*.
- Temple, D., Mainau, E. y Manteca, X. 2014b. *Bienestar durante el ordeño*. [Consultado el 25 de jun. de 2019]. Recuperado de https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/Nota-n-I-ordeo-Esp.pdf
- Toledo F, Diego F. 1994. Efecto de Diferente Tipo de Música Sobre la Producción en Vacas Jersey puras y Holstein Mestizas Bajo el Efecto de Diferente Duración de la Prueba [Investigación]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Consultado el 26 de jun. de 2019]. <http://bibliotecas.esepoch.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=42589>.

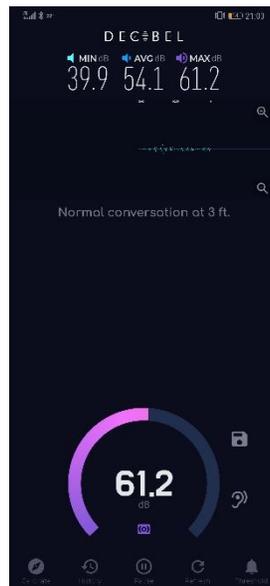
Uetake K, Hurnik J F, Johnson L. 1997. Effect of music on voluntary approach of dairy cows to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*. 53(3): 175-182.

7. ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de canciones extraídas de la lista de producción utilizada.

Canción	Artista	ppm
Notion	Tash Sultana	60
Wild Love	James Bay	70
Para Ayudarte a Reir	Pedro Capo	76
Dias Grandes	Fredi Leis	79
Air	Shawn Mendes	81
Bitácora de Amor	Ernesto Gefter	81
Frágiles	Jhoni The Voice, Motiff	82
Don't Dream It's Over	Cowded House	82
Arrullo de Estrellas	Zoé	82
Quimera	Jorge Drexler	87
Zun Da Da	Zion	88
Atrévete-Te-Te	Calle 13	88
Día Tras Día	Andres Cepeda	89
Sun Flower	Post Malone, Swae Lee	90
Flor (Benito Martínez)	Los Rivera Destino	91
Cuando Pase el Temblor	Soda Stereo	94
Si Te Dicen	Los Gatos Del Gitano	96
Mia (feat. Drake)	Bad Bunny	97
Niños	Nelson Padilla	98
Tabaco y Chanel	Bacilos	98

Anexo 2. Captura de pantalla de la aplicación utilizada para medir decibeles.



Anexo 3. Captura de Pantalla de la aplicación utilizada para medir ppm.

