

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA - UNIAGRARIA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN BIENESTAR ANIMAL Y ETOLOGÍA



Institución Universitaria Personería Jurídica N° 2599-86 M.E.N.

TRABAJO PRESENTADO COMO OPCIÓN DE GRADO

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN BIENESTAR ANIMAL Y
ETOLOGÍA

**“EFECTO DE LA MÚSICA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN BOVINOS:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA CON META-ANALISIS”**

ESPECIALIZACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL Y ETOLOGÍA

REALIZADO POR: **JUAN CAMILO OROZCO HERNÁNDEZ, MVZ**

BOGOTÁ, COLOMBIA

AÑO 2024

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA - UNIAGRARIA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN BIENESTAR ANIMAL Y ETOLOGÍA



Institución Universitaria Personería Jurídica N° 2599-86 M.E.N.

TRABAJO DE GRADO

**“EFECTO DE LA MÚSICA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN BOVINOS:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA CON META-ANÁLISIS”**

ESPECIALIZACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL Y ETOLOGÍA

REALIZADO POR: **JUAN CAMILO OROZCO HERNÁNDEZ, MVZ**

TUTOR: **SANTIAGO HENAO VILLEGAS, MVZ, MSC, PHD**
COTUTOR: **JUAN PABLO OROZCO, MD, MSC, NEURÓLOGO**

BOGOTÁ, COLOMBIA

AÑO 2024

Agradecimientos

Agradezco inmensamente el apoyo de mis padres que con nobleza, trabajo y dedicación hicieron un esfuerzo significativo para lograr mi formación académica de posgrado. También a Dios que sin él nada de esto sería posible.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

1. Resumen.....	1
2. Introducción	2
3. Planteamiento del Problema	3
4. Pregunta de Investigación.....	4
5. Justificación	5
6. Objetivos.....	6
6.1 Objetivos Generales.....	6
6.2 Objetivos Específicos	6
7. Marco Teórico	7
7.1 Música: Historia y definición	7
7.2 Efectos de la música en el cerebro.....	7
7.3 Evidencia de las IBM en humanos	8
7.4 Fisiología de la producción de la leche	9
7.5 Evidencia de las IBM en producción de leche en vacas.....	10
8. Metodología.....	12
8.1 Protocolo y registro	12
8.2 Criterios de elegibilidad	12
8.3 Fuentes de información y estrategia de búsqueda	12
8.4 Selección de los estudios	13
8.5 Proceso de almacenamiento de datos	14
8.6 Evaluación de la calidad metodológica y del riesgo de sesgos	15
8.7 Análisis estadístico	15
9. Resultados.....	16
10. Discusión	23
11. Conclusiones.....	27
12. Referencias	28

1. Resumen

Las intervenciones basadas en música (IBM) han demostrado efectos positivos tanto en humanos como en animales en cuanto al tratamiento de múltiples enfermedades, así como, un método de enriquecimiento ambiental que puede mejorar el bienestar animal. El objetivo de este estudio fue evaluar si las IBM están asociadas a cambios significativos en las variables cuantitativas y/o cualitativas de la leche producida por ganado Bovino. Se realizó una revisión sistemática en las bases de datos de Scielo, Scopus, Medline y Embase, entre los años 1980-2023, en idiomas español, inglés y portugués. Se identificaron 181 artículos, de los cuales se incluyeron 5 artículos a la síntesis cualitativa y cuantitativa. Los estudios fueron experimentales evaluando el efecto de la música clásica e instrumental india en la cantidad de leche producida además de otros desenlaces. Se realizó un meta-análisis de efectos aleatorios con evidencia de una alta heterogeneidad de los estudios (I^2 : 95,3%, $p < 0,001$), sin observar una diferencia estadísticamente significativa entre las IBM y la cantidad de leche producida en ganado bovino (diferencia de medias estandarizada global: 0,91, IC95%: -1,14 – 2,97, p : 0,383) pero con una tendencia a favor de la música. Por lo que se requieren de más estudios a futuro experimentales aleatorizados para resolver esta pregunta.

2. Introducción

Las intervenciones basadas en música (IBM) son todos los protocolos experimentales que utilizan la música en diversas formas para estudiar sus efectos terapéuticos (1). En humanos las IBM han demostrado efectos benéficos en rehabilitación y tratamiento de varias patologías neurológicas como el ataque cerebrovascular, las demencias y la lesión cerebral traumática, así como, patologías psiquiátricas como la depresión y el autismo, sin evidenciar efectos adversos en los pacientes y siendo altamente costo-efectivas (2). En animales se ha estudiado su efecto en el bienestar animal, como un elemento de enriquecimiento ambiental, ya que podría actuar a través de la reducción de hormonas relacionadas con el estrés (3, 4), generar cambios cerebrales en plasticidad sináptica y función neuronal (5, 6) e incrementar la productividad (7, 8).

Según un estudio publicado en el año 2018 por la Food and Agriculture Organization (FAO, por sus siglas en inglés) alrededor de 150 millones de hogares en todo el mundo se dedican a la producción de leche, siendo un gran porcentaje de estos hogares de países en vía de desarrollo, siendo un sustento económico importante para estas familias. Además, agrega que en los últimos 30 años la producción lechera mundial aumentó más del 59%, pasando de 530 millones de toneladas en 1988 a 843 millones de toneladas en el 2018, teniendo como mayores productores a la India con el 22% de la producción total, seguida de Estados Unidos, China, Pakistán y Brasil (9). En el mercado el precio va determinado por la calidad de la leche, ya sea desde las características sanitarias de esta, hasta su composición. En Colombia, aquellos productores que se encuentren certificados en buenas prácticas ganaderas reciben un valor agregado a sus productos (10).

Algunos estudios han observado que las IBM podrían incrementar la cantidad de leche en ganado bovino de forma segura y a bajo costo (11, 12), asimismo, se ha encontrado que podría modificar la composición de la leche en humanos como el nivel de grasas, proteínas, minerales, entre otros (13, 14). Sin embargo, no se sabe con certeza los efectos en la cantidad y/o características de la leche en bovinos por lo cual el objetivo de este estudio es realizar una revisión sistemática de la literatura sobre los efectos de las IBM en la cantidad de leche y contenido graso del ganado bovino.

3. Planteamiento del Problema

Hoy en día es indispensable producir alimentos que puedan proveer proteínas de origen animal a los consumidores a bajo costo, y contribuir en la erradicación del hambre en el mundo. Las exigencias del mercado actual son enormes en cuanto a la manera como se producen, se busca un equilibrio en las practicas productivas, donde la sostenibilidad ambiental, animal y humana sean la base piramidal de los sistemas de producción. (6)

No es claro si la exposición a los efectos de la música afecta la producción y calidad de la leche en bovinos. El tema es de gran relevancia ya que es una intervención de bajo costo, segura, y podría incrementar la producción y/o calidad de la leche para consumo humano (11, 12). Asimismo, podría tener otros beneficios secundarios como mejorar la interacción humano-animal con los ordeñadores, el bienestar animal general del animal y/o del ordeñador, reducir los niveles de hormonas de respuesta al estrés del animal y/o ordeñador, etc (15). Considerando que aún existen vacíos en el conocimiento científico, se plantea la presente revisión, buscando contrastar desde diferentes fuentes con alto rigor científico los principales puntos afines al tema.

4. Pregunta de Investigación

¿Las intervenciones basadas en música están asociadas a cambios significativos en la producción de leche de ganado Bovino tipo Hembras en producción de razas lecheras?

Pregunta PICO:

-P (población): Ganado Bovino (Hembras en producción)

-I (intervención): Intervenciones basadas en música

-C (control): Sin exposición a música o otras intervenciones de enriquecimiento ambiental

-O (outcome/Desenlace): Producción de leche (litros/día o litros/mes)

5. Justificación

La musicoterapia es barata, en general es segura (dependiendo de la exposición y los niveles de decibeles) algunos estudios han evidenciado un efecto estresor con altos decibeles afectando el bienestar animal, también se ha observado un posible incremento en la producción de leche en vacas cuando se intervienen con cierto tipo de música a determinados decibeles (11, 12).

Es necesario investigar el efecto del uso de la música en la producción de leche en ganaderías destinadas a este fin, pues en una manera sencilla, novedosa e innovadora de lograr aumentos de volúmenes en la producción de leche, donde los ganaderos podrían utilizar este método de acompañamiento en el ordeño y pueden generar mayor ganancia económica, con esta práctica, sin afectar el bienestar de los animales, por el contrario, posiblemente mejorándolo (15).

Existen otras intervenciones para el incremento de la productividad de leche en las vacas tales como, manejo nutricional con mayor porcentaje de concentrado las cuales han demostrado ser costo-efectivas, sin embargo, adicionan un mayor costo inicial para los productores, especialmente en regiones de bajos ingresos (16). Asimismo, los tratamientos basados en genética también han sido una gran opción para el aumento en la leche en vacas, sin embargo, este debe ir acompañado de una nutrición adecuada que pueda permitir expresar dicha genética (17). Por lo tanto, las IBM son una alternativa económica y viable, con estudios de costo-efectividad que lo han demostrado en diferentes escenarios médicos (18, 19) y siendo asequible para cualquier tipo de productor, sea pequeño, mediano o grande de la industria animal.

6. Objetivos

6.1 Objetivo General

-Determinar si las intervenciones basadas en música están asociadas a la producción de leche de ganado Bovino tipo Hembras en producción de razas lecheras (Taurus)

6.2 Objetivos Específicos:

-Establecer el nivel de impacto de la música como enriquecimiento ambiental sobre la cantidad de leche producida

-Analizar desenlaces comportamentales derivados de la exposición a IBM en el ganado bovino

Analizar desenlaces fisiológicos derivados de la exposición a IBM en el ganado bovino

-Realizar una síntesis cuantitativa (meta-análisis) de la evidencia sobre producción de leche en ganado bovino expuesta a IBM.

7. Marco Teórico

7.1 Música: Historia y definición

La palabra música proviene del griego y significa “Arte de las Musas”. En la mitología griega existe información de cómo la música puede modificar la conducta humana. En la leyenda de Orfeo y Eurídice, vemos que Orfeo, hijo de Apolo y de la musa Calíope, hereda de ellos el don de la música y la poesía. Cuando tocaba su lira, los hombres impresionados con su música se reunían para oírlo y pacificar su alma. De esa manera enamoró a la bella Eurídice y logró dormir al terrible Cerbero, cuando bajó al inframundo a intentar resucitarla (20).

La música es una forma de expresión artística, de comunicación, autoexpresión y autodescubrimiento, así como, una forma de arte auditivo. Usa variaciones en el tono y el ritmo que se componen o improvisan con el propósito de inducir respuestas emocionales. Tiene usos sociales (ej: cultura, religión), educativos, de productividad (ej: cantidad de leche en ganado) y terapéuticos (21).

7.2 Efectos de la música en el cerebro

Gran parte de la investigación sobre los efectos fisiológicos de la música se ha centrado en el cerebro. Múltiples estudios han evaluado el efecto de la música en el desarrollo del cerebro y la neuroplasticidad de los animales, en roedores se ha observado un incremento en la neurogénesis en el hipocampo y una mayor capacidad de aprendizaje espacial cuando fueron sometidos a música “cómoda”(22). Otros estudios muestran que escuchar música puede afectar el desarrollo y la neuroplasticidad del cerebro, con evidencia de mejoría en pruebas de aprendizaje y memoria, aunque estos efectos dependen de la especie que se esté estudiando y del tipo de música proporcionada (22). Además, se ha

observado que la exposición a música activa múltiples redes neuronales, incrementando el flujo sanguíneo cerebral a través de la arteria cerebral media, entre estas redes neuronales se encuentra el lóbulo frontal, parietal, el núcleo amigdalino, el hipocampo, entre otros (1, 23).

En roedores, se ha demostrado que la música puede reducir el efecto inmunosupresor del estrés según el tipo de música al cual se exponen (24), también hubo indicios de un efecto reductor del estrés, como la disminución de la presión arterial sistólica y niveles más altos de dopamina en modelos de ratas con hipertensión arterial (25)

7.3 Evidencia de las IBM en humanos

Por otra parte, la investigación en IBM en humanos ha sido más relevante en los últimos años, donde se ha evaluado sus efectos fisiológicos, neurológicos y psicológicos, algunos de los cuales también se están investigando en especies animales individuales. En humanos, se han realizado meta-análisis en diferentes patologías, donde se ha encontrado que en ataque cerebrovascular (26) mejora lo puntajes de calidad de vida (diferencia de media (DM) de 24 puntos en escala de calidad de vida usada, IC95%: 0.32-1.46) y la velocidad de la marcha (DM: 11.3 metros, IC95%: 8-14). Además, en demencia se ha observado mejoría en el comportamiento social (DM: 0.54 puntos en escala validada, IC95%: .06-1.02), en los síntomas depresivos y una tendencia a la mejoría de síntomas cognitivos (27).

También, algunas enfermedades psiquiátricas en humanos han sido estudiadas en meta-análisis como la depresión donde se observó mejoría en severidad de síntomas

depresivos y ansiosos (28), así como en la esquizofrenia, con evidencia de reducción en síntomas positivos y el funcionamiento social (29).

7.4 Fisiología de la producción de la leche

Existen varias situaciones que generan el estímulo neurológico para la producción de leche, las cuales son: la visualización del ternero, el masaje de la ubre, sonidos que el animal asimila a la hora del ordeño u otros impulsos (30). Estos impulsos llegan al cerebro a regiones como el hipotálamo, el cual controla la hipófisis posterior liberando oxitocina la cual contrae los lóbulos de las glándulas mamarias para la expulsión de la leche, estos estímulos se dan cada 60 segundos por un periodo de 6-8 minutos debido a que la concentración de oxitocina en la sangre disminuye rápidamente, por lo tanto se debe aprovechar y pasar de la estimulación al ordeño y así aprovechar el potencial productivo genético del animal. Asimismo, la prolactina se produce en la adenohipófisis por los prolactocitos, y está induce cambios morfológicos de crecimiento epitelial de los lobulillos mamarios(31). Todo esto sumado a una buena alimentación, y un animal libre de estrés y enfermedad se tendrá un animal en condiciones óptimas para producción de leche.

Para que una vaca produzca 1 litro de leche, es necesario que fluyan a través de la ubre 400 litros de sangre, por esto se requiere una dieta balanceada, suficiente agua limpia y que el animal esté libre de estrés y enfermedad. La sangre al llegar al alveolo convierte los nutrientes de la leche como la glucosa que pasa a ser lactosa, los aminoácidos pasar a ser caseína y los ácidos grasos en grasa de la leche; el alveolo almacena la leche para que el momento de apretar el pezón se abra la cisterna y salga el chorro de leche (30).

7.5 Evidencia de las IBM en producción de leche en vacas

Se ha observado que el efecto de la música en la producción de leche en animales es específico de la especie y varía entre positivo, negativo y nulo. El tipo de música influye la respuesta en el comportamiento, escuchar la música adecuada tiene un efecto calmante y reduce el estrés, lo cual podría aumentar la producción de leche en bovinos. Por el contrario, el ruido no adecuado podría aumentar el estrés y generar reducciones en la producción como por ejemplo los gritos de humanos, los aviones cercanos a las granjas productoras, el sonido de golpes a puertas metálicas y el llanto (15).

Kenison *et al.*, realizó un estudio experimental en 144 vacas de raza Holstein en centros de ordeño automático expuestas a IBM donde se observó que con la exposición prolongada a música clásica durante 14 días continuos con 7 días de reposo que fueron usados como control (no exposición a música), las vacas presentaron un aumento constante en la producción de leche, sin embargo no hubo diferencias en la cantidad de leche producida en los casos expuestos y no expuestos ($t= 1.61$, $df= 28$, $p= 0.199$), donde al parecer este aumento de producción se genera acostumbrando a los animales y concluye que este aumento se genera a lo largo del tiempo y no con la inmediatez a la exposición, también mostró que la ubicación del parlante es fundamental, si se ubica directamente al sistema de ordeño es más efectivo su efecto, mientras que si está en zonas más alejadas es menor e insignificante para obtener resultados positivos (11).

Moreagonkar. *et al.* Realizaron un estudio exponiendo vacas con aplicación intermitente de música instrumental india, en un periodo de un año, donde observaron un incremento general en la producción de leche en las vacas expuestas de 12,6% siendo mayor en diciembre y menor en febrero, también observaron que estaban más dóciles y más tranquilas cuando estaban sometidas a la música instrumental (32).

Liu *et al.* realizaron un experimento aleatorizado a 4 brazos (4 grupos) de 16 vacas Holstein lecheras de similares características de base a diferentes IBM, entre ellas la música relajante, clásica, original y un grupo sin música. La exposición se realizó durante 2 horas en la mañana, tarde y noche. Se observó que los tipos de género musical ligera y de Mozart versus el grupo sin musical presentaron mayores niveles de producción de leche a los 20 días de seguimiento (22.92 litros/día \pm 0.4 versus 21,38 \pm 0.4, $p < 0.05$), sin diferencias a los 60 días de seguimiento entre los distintos géneros musicales y el control. Asimismo en este estudio demostraron efectos fisiológicos antioxidantes incrementados en aquellas vacas expuestas a la música, lo cual daría un sustento parcial del mecanismo de acción biológico de la música en estos animales (12).

Zhao *et al.* realizaron un estudio similar, en el cual incluyeron a 40 vacas lecheras de raza Holstein, y fueron divididas en 4 grupos experimentales, expuestas a música clásica, pop, rock y sin música (control). Con exposición de 30 minutos en la mañana, tarde y noche. Se observó que a comparación del grupo control sin música, todos los grupos con intervención musical incrementaron la producción de leche, siendo el grupo expuesto a rock el de mayor incremento en un 18% (33).

8. Metodología

8.1 Protocolo y registro

Este protocolo siguió las recomendaciones establecidas por la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (34), y fue registrado en la base de datos del International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO).

8.2 Criterios de elegibilidad

Incluimos artículos publicados revisados por pares que contenían información acerca de las IBM y la productividad de leche en ganado bovino, así como, cambios en su composición, que incluyen el contenido graso. Otros desenlaces secundarios en relación a los efectos de la IBM evaluados en los estudios también fueron incluidos. Para evaluar los efectos de la música en la productividad de leche y su composición, los diseños de estudio elegibles fueron estudios tanto observacionales (series de caso, casos y controles o cohortes) y experimentales (ensayos clínicos o estudios cuasi-experimentales). El idioma de los estudios incluidos fue el español, portugués e inglés, y se incluyeron publicaciones desde el 1 de enero de 1980 hasta el 01 de diciembre de 2023. Se excluyeron artículos de revisión, artículos de opinión y cartas al editor que no presentaran datos originales, así como estudios que reporten casos con información incompleta.

8.3 Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión sistemática utilizando las bases de datos de Medline/PubMed, Scopus, SciELO y EMBASE. Se utilizaron los siguientes términos de búsqueda: “Music AND milk

production”, “Music AND dairy cattle”, “Music AND lactation”, “Music AND cows”, “welfare AND music AND Cattle” y “welfare AND music AND Cow”, Así mismo se utilizaron los mismos términos de búsqueda en español los cuales fueron: "Música AND producción de leche", "Música AND ganado lechero", "Música AND lactancia", "Música AND vacas", "bienestar AND música AND ganado" y "bienestar AND música AND vacas" Las búsquedas concluyeron el 05 de diciembre del 2023 y tres investigadores diferentes evaluaron de forma independiente los resultados de la búsqueda.

8.4 Selección de los estudios

Luego de la búsqueda sistemática en las bases de datos, se removieron los manuscritos duplicados. Posteriormente, los resultados de la estrategia de búsqueda inicial se tamizaron primero por título y resumen. Luego, se revisaron los textos completos de los artículos relevantes para los criterios de inclusión y exclusión. Según los hallazgos se evaluó además de una síntesis cualitativa de los estudios incluidos, la pertinencia de una síntesis de tipo cuantitativa (meta-análisis). Ver Figura 1.

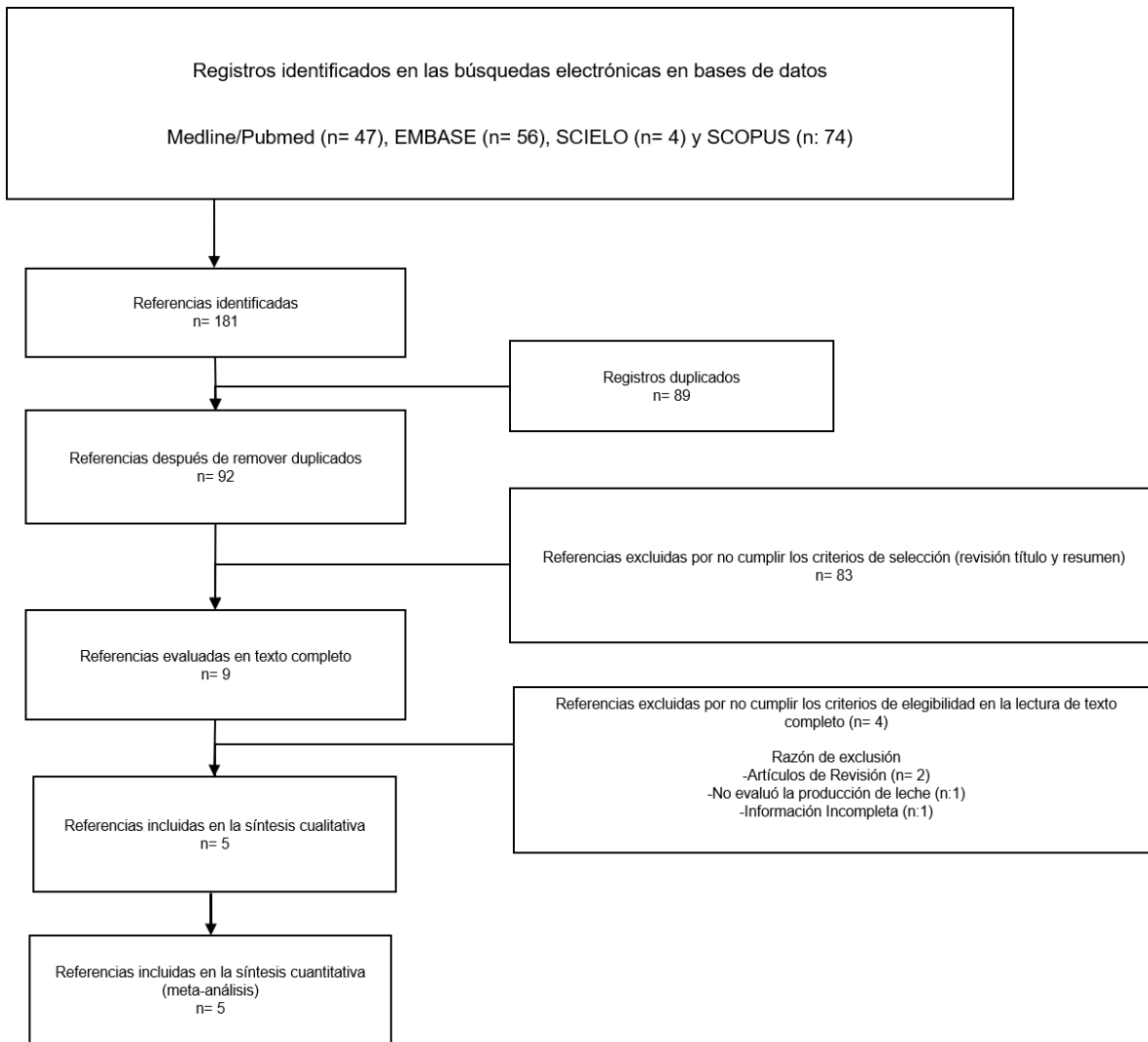


Figura 1. Flujograma PRISMA de la revisión sistemática de la literatura

8.5 Proceso de almacenamiento de datos

Los formularios de extracción de datos incluirán variables como el año de publicación, el diseño del estudio, el número de sujetos estudiados, edad, comorbilidades, cantidad de leche producida (en litros/día, litros/mes o kg/día), calidad de la leche (contenido graso en mg/dL), tiempo de seguimiento (meses o años), tipo de IBM (género músico, decibeles utilizados, tipo de amplificación, localización o distancia del baffle, horario de exposición a música), fueron llenados de forma independiente por dos investigadores. Un tercer investigador

verificó la lista de artículos y las extracciones de datos para asegurarse de que no hubiera artículos duplicados o información duplicada del mismo estudio y también resolvió las discrepancias sobre la inclusión del estudio.

8.6 Evaluación de la calidad metodológica y del riesgo de sesgos

Para la evaluación de la calidad, utilizamos la lista de verificación de evaluación de la calidad de los estudios cuasi-experimentales y estudios experimentales aleatorizados de la universidad de Adelaida en Australia (35, 36). El sesgo de publicación se evaluó mediante un gráfico en embudo (Funnel Plot). También se realizó la prueba de Egger para el sesgo de publicación.

8.7 Análisis estadístico

La discordancia de unidades para las variables se resolvió convirtiendo todas las unidades a una medida estándar para esa variable. Se calcularon porcentajes y medias \pm desviación estándar (DE) para describir las distribuciones de variables categóricas y continuas, respectivamente. Los datos de la línea de base se analizaron utilizando Stata versión 14.0, con licencia de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Para la realización del meta-análisis se utilizó Stata con el comando “meta”. Se usaron diferencias de medias estandarizadas por el método de Cohen y sus intervalos de confianza del 95 % (IC del 95 %) para resumir el tamaño del efecto ponderado para cada variable de agrupación del estudio mediante el modelo de efectos aleatorios. Se calcularon e informaron las medidas de heterogeneidad, incluida la estadística Q de Cochran, el índice I² y la prueba de tau cuadrado.

9. Resultados

9.1 Selección de los estudios

Un total de 181 artículos fueron identificados utilizando la estrategia de búsqueda. Después de tamizar por título y resumen, solo 9 artículos fueron seleccionados para la evaluación por texto completo. De estos, se excluyeron 4 artículos, 2 por ser artículos de revisión narrativa, otro por información incompleta y el último por la ausencia de desenlace de producción de leche. Por lo tanto, se incluyeron 5 artículos en la síntesis cualitativa. Las principales características de los estudios incluidos se pueden ver en la Tabla 1 y 2.

9.2 Características de los estudios

Los estudios incluidos fueron realizados en India (n:1), Sudáfrica (n:1), Finlandia (n:1), Brasil (n:1) y Malasia (n:1). Todos fueron en idioma inglés y publicados entre los años 2021 al 2023. Por otro lado, el total de bovinos incluidos en los estudios fue de 111 y la duración de los estudios tuvo un rango entre 13 a 105 días. Las intervenciones fueron con música clásica (n: 4) y música instrumental india (n:1), todas con una intensidad entre 40-85 decibeles y con diferentes diseños experimentales en cuanto al tiempo de exposición. Ver Tabla 1 y 2

Tabla 1. Características generales y score de calidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Autor	Revista	Fecha	País	Tipo de estudio	N	Score de Calidad	Referencia
Kochewad <i>et al.</i>	Trop Anim Health Prod	28/06/2022	India	Experimental (cuasi-experimental)	21	7*	(37)
Erasmus <i>et al.</i>	Domest Anim Endocrinol	8/09/2022	Sudáfrica	Experimental (cuasi-experimental)	9	8*	(3)
Lemcke <i>et al</i>	Dairy	1/02/2021	Finlandia	Experimental (cuasi-experimental)	17	6*	(38)
Lemes-Lechuga <i>et al.</i>	Animals Journal of Tropical Agricultural	27/11/2023	Brasil	Experimental(aleatorizado)	40	8**	(7)
Shamshul-Kamar <i>et al.</i>	Science	29/03/2023	Malasia	Experimental (cuasi-experimental)	24	6*	(39)

*Escala de evaluación crítica de estudios cuasi-experimental (puntuación entre 0 a 9 puntos)

**Escala de evaluación crítica de estudios experimentales aleatorizados (puntuación entre 0-13 puntos)

Tabla 2. Características metodológicas de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Autor	Fecha	N	Edad	Raza	Sistema de Ordeño	Tipo de IBM	Tiempo de exposición IBM	Duración del Estudio	Referencia
Kochewad <i>et al.</i>	28/06/2022	21	Sin dato	Vacas cruzadas Vrindavani	Automático	Música Instrumental India (Yaman raga) a 40-60 dB, 3 grupos de 7 vacas c/u (# 1 y 2 intervención y #3 control)	10 min antes del ordeño y durante todo el ordeño	105 días	(37)
Erasmus <i>et al.</i>	8/09/2022	9	Mediana: 51,6, Rango: 43-56 meses	Holstein	Automático	Música clásica (Beethoven, Mozart's, Bach's) con un promedio de 85 bpm (tempo) y 80 dB (intensidad)	3 veces al día (06:00, 12:00 y 18:30)	84 días	(3)
Lemcke <i>et al.</i>	1/02/2021	17	7 primiparas y 10 multiparas (entre 28 y 341 días de lactancia)	Holstein-Friesian	Automático	Música clásica (Beethoven), Blues (Areta Flanklins), Rock ("Everybody hurts" by R.E.M), con un promedio de 100 bpm, 65 - 70 dB y frecuencia entre 200 Hz a 16 Hz	Se reprodujeron canciones aleatorias durante 4 días con posterior periodo sin música (se repitió una vez)	16 días	(38)
Lemes-Lechuga <i>et al.</i>	27/11/2023	40	36-42 meses	Vacas Mestizas (Jersey-Holstein)	Automático	Música Clásica (Beethoven, Mozart, Mendelssohn), tempo: 75-107bpm, Intensidad: <75 dB	Durante el periodo de ordeño	39 días	(7)
Shamshul-Kamar <i>et al.</i>	29/03/2023	24	10 vacas de primer parto y 14 vacas multiparas	Jersey	Automático	Música clásica (Mozart, piano francesa, Richard Clayderman) con intensidad <85 dB y frecuencia 23-35 KHz	5 días sin música y luego 8 días con música (durante el ordeño y 3 horas luego)	13 días	(39)

Abreviaturas: FR: Frecuencia respiratoria (resp por min); TR: temperatura rectal; TU: temperatura de la ubre; fGCM: metabolitos de glucocorticoides fecales

9.3 Producción de Leche

De los estudios incluidos, el efecto de la IBM, demostró un incremento en la cantidad de leche en dos (n:2), una reducción en la cantidad en uno (n:1) y no diferencias estadísticamente significativa en dos (n:2). La diferencia de medias en el estudio de Lemes-Lechuga *et al.* fue de 2,14 litros/día (p:0,003), y en el estudio de Erasmus *et al.* según el horario de ordeño fue de 1,6 L/día matutino, 0,6 L/día en la tarde y 0,6 L/día en la noche. Otros desenlaces de productividad se pueden ver en la Tabla 3.

9.4 Otros desenlaces

No se identificaron estudios que evaluaran los cambios en la composición de la leche como efecto de una IBM dentro de la revisión sistemática. Se evaluaron desenlaces comportamentales en relación a la IBM en todos los estudios. Kochewad *et al.* observó que la música se asoció a mayor calma en la sala de ordeño y menor movimiento de cabeza y extremidades (p<0,05). Asimismo, Erasmus *et al.* identificaron que la música se asoció con menor actividad física (promedio de pasos: 85 vs 88 por vaca). Por otro lado, el estudio de Lemes-Lechuga *et al.* no identificó diferencias en las variables comportamentales. En cuanto a variables fisiológicas, algunos estudios evaluaron la función tiroidea y el cortisol (n:1), metabolitos de glucocorticoides fecales (n:1) y niveles de serotonina en suero (n:1), identificando mayores niveles de serotonina y menores niveles de glucocorticoides fecales en los individuos expuestos a IBM (p<0,05). Ver Tabla 3

Tabla 3. Desenlaces de la revisión

Autor	Fecha	N	Producción diaria Individual de Leche (media de L/día, DE)	Composición de leche	Otros Desenlaces de Productividad	Otros Desenlaces Fisiológicos	Otros Desenlaces Comportamentales	Referencia
Kochewad <i>et al.</i>	28/06/2022	21	Grupo #1 = 12,59 ± 0,09 (Música) Grupo #2 = 12,85 ± 0,07 (Música) Grupo #3 = 12,57 ± 0,05 (Sin Música) -No diferencias entre grupos (p:0,055)	Sin dato	*Duración del Ordeño (min), media (DE): #1: 10.67 ± 0.06, #2: 10.70 ± 0.05 y #3: 10.98 ± 0.06	*FR: #1: 22,73 ± 0,34, #2: 22,2 ± 0,41 y #3: 23,47 ± 0,35 *TR: #1: 100,08 ± 0,14, #2 99,82 ± 0,13 y #3, 100,06 ± 0,15 *Hormonas Tiroideas y Cortisol: No diferencias Significativas (p>0,05)	La música se asoció a mayor calma en la sala de ordeño y menor movimiento de cabeza y extremidades (p<0,05)	(37)
Erasmus <i>et al.</i>	8/09/2022	9	Ordeño matutino: 12,3 vs 10,7 (Música vs sin música) Ordeño en tarde: 5,4 vs 4,8 Ordeño nocturno: 6,1 vs 5,5 -Música se asoció con incremento en las 3 sesiones de ordeño (p<0,05)	Sin dato		Disminución del 16,3% en fGCM con exposición constante a música clásica (media= 0,1634 µg/g vs 0,1952 µg/g).	La música se asoció con menor actividad física (promedio de pasos: 172 vs 176 por vaca)	(3)
Lemcke <i>et al.</i>	1/02/2021	17	Con música: 37,0 ± 9,32, sin música: 36,55 ± 9,0, valor p: 0,494	Sin dato	*Frecuencia de ordeño (vaca/día): Con música: 3.03 vs sin música 2,81, p: 0,011		*Ingreso a Sala de Ordeño (# accesos/vaca/día): con música 15,7 vs sin música 13,7, p: 0,002),	(38)
Lemes-Lechuga <i>et al.</i>	27/11/2023	40	Las vacas expuestas a música (con o sin estímulo táctil), tuvieron 50-65% mayor producción de leche) *Solo música 5,63 vs 3,49 sin música, p: 0,003	Sin dato	*Leche residual (L/día): Con música 1,75 vs sin música 3,02, p: 0,02 *Duración del ordeño (seg): con música 654 vs sin música 633, p: 0,834	*Serotonina plasma (ng/ml): Con música sola 383 vs sin música 213, p: <0,001 *FR: Música sola 29 vs sin música 27, p: 0,39 *TU: Música sola 32,6 vs sin música 32,3, p: 0,72	No hubo diferencias en las variables comportamentales	(7)
Shamshul-Kamar <i>et al.</i>	29/03/2023	24	Con música 2,70 ± 0,22 vs sin música 3,45 ± 0,26, p:0,041	Sin dato			La música se asoció a menor frecuencia de alimentación y rumiación (p<0,05)	(39)

Abreviaturas: FR: Frecuencia respiratoria (resp por min); TR: temperatura rectal; TU: temperatura de la ubre; fGCM: metabolitos de glucocorticoides fecales

9.5 Calidad de los estudios y riesgo de sesgos

Se utilizaron las herramientas de evaluación crítica de la universidad de Adelaida, Australia para diseños cuasi-experimentales (n:4) y un diseño experimental aleatorizado (n:1). El estudio de Lemes-Lechuga *et al.* utilizó una aleatorización simple, sin ocultamiento o cegamiento de la misma. Ninguno de los estudios comparó las características de la línea de base (n: 5). Asimismo, ninguno de los estudios describen la presencia de co-intervenciones (n: 5). Dos estudios (lemcke y Shamsul-Kamar *et al*) utilizaron una evaluación pre y post de la intervención, sin un grupo control independiente. Todos los estudios incluidos finalizaron el tiempo de seguimiento pre-especificado sin perdidas de seguimiento. La medición de la cantidad de leche producida fue realizada por un software de sistemas de ordeño automáticos (n:3), por una regla de medición en el tanque de recolección (n: 1), no se reporta en otro estudio (n: 1). Ver Tabla 1

9.6 Meta-análisis (síntesis cuantitativa)

Se llevó a cabo un modelo de meta-análisis con efectos aleatorios de los estudios experimentales incluidos donde se observa una alta heterogeneidad de los estudios (I^2 : 95,3%, Test Q con valor $p < 0,001$, Tau: 4,88), evaluando la diferencia de medias estandarizada con un estimado global de 0,91 (IC95%: -1,14 – 2,97, p : 0,383), por lo cual, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre el uso de IBM y la cantidad de leche producida diariamente en el ganado bovino estudiado, sin embargo se observa una tendencia a favor de la IBM (Figura 2). Se evaluó el sesgo de publicación con un Funnel Plot que se observa asimétrico (Figura 3), y el test de Eger que sugiere que no hay un sesgo de publicación significativo (p : 0,38).

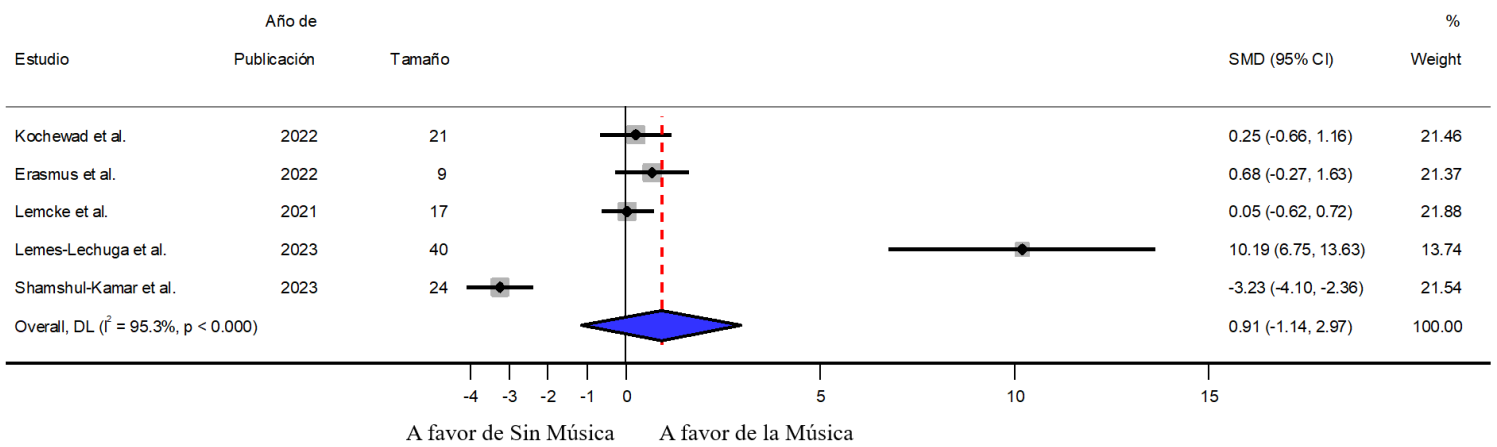


Figura 2. Meta-análisis de efectos aleatorios del efecto de la música en la cantidad de leche producida en ganado bovino (SMD: diferencia de medias estandarizada)

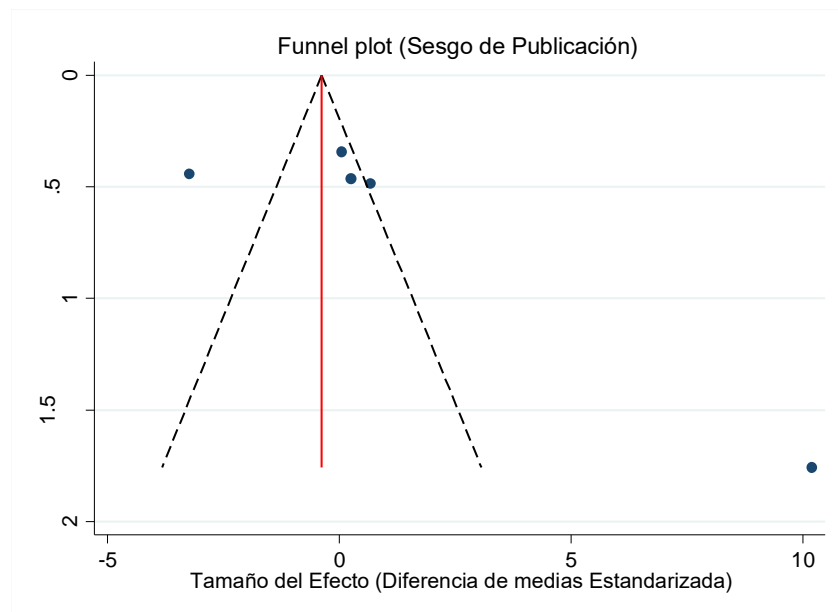


Figura 3. Sesgo de Publicación (Funnel Plot) de la revisión sistemática con pseudo-intervalos de confianza al 95%

10. Discusión

A la fecha actual esta es la primera revisión sistemática que evalúa el efecto de las IBM sobre la producción y características de la leche en ganado bovino en la literatura. El principal hallazgo de esta revisión sistemática con meta-análisis fue la identificación de que las IBM no están asociadas a la cantidad de leche que produce el ganado bovino (diferencia de medias estandarizada global: 0,91, IC95%: -1,14 – 2,97, p: 0,383), sin embargo, se observa una tendencia hacia un efecto positivo de las IBM sobre la leche producida, además de otros desenlaces fisiológicos y comportamentales que sugieren un posible impacto benéfico sobre el bienestar animal del ganado bovino.

Las IBM han demostrado beneficios en la salud humana y animal en diferentes estudios (1, 12, 26-28). La mayoría de estudios se ha enfocado en estudiar la efectividad de las IBM, sin estudiar a fondo sus mecanismos (23). El estudio de los mecanismos involucrados en el efecto de la música se han estudiado principalmente en humanos, donde varios autores proponen que la música actúa a través de 7 capacidades, las cuales son la emocional, física, sincrónica, atractiva, personal, social y persuasiva e inducen múltiples respuestas en los seres vivos (40). Estas respuestas están relacionados a un aumento en la neuroplasticidad, la activación de múltiples redes neuronales entre ellas mesolímbica dopaminérgica, sistemas de recompensa, vigilia y emociones, además de generar respuestas autonómicas y endocrinas por sus conexiones al hipotálamo a través de la amígdala y la corteza del cíngulo (1, 15). En cuanto a la relación entre la música y la producción de leche, no está del todo claro los mecanismos por los cuales actúa, pero una hipótesis es el aumento de la secreción de oxitocina (7).

En cuanto a la alta heterogeneidad identificada en el meta-análisis, los estudios incluidos presentaron diferentes poblaciones (razas diversas, edades y estados de paridad diferentes), además de diferentes intervenciones (duración de los estudios, tiempo de exposición a las IBM, diseño cuasi-experimental o aleatorizado) y desenlaces (diversos desenlaces de productividad, fisiológicos o comportamentales). Esta heterogeneidad podría deberse a la ausencia de recomendaciones internacionales que estandaricen el diseño de estos estudios, y que la música contiene una amplia cantidad de intervenciones posibles debido a su alta variabilidad (géneros, elementos musicales). Por lo tanto, sugerimos la realización de un consenso de recomendaciones para el adecuado diseño metodológico y reducción de la heterogeneidad en los estudios que involucren IBM en animales.

Por otra parte, otro aspecto importante, es que la mayoría de autores no ha explicado las razones o criterios para la elección del género musical, teniendo en cuenta la alta diversidad en la música, donde las exposiciones pueden ser muy diferentes es un tema a analizar en futuros estudios. En esta revisión de los estudios incluidos la mayoría utilizó música clásica (3, 7, 38, 39) y solo un estudio música instrumental india (37). Asimismo, dentro de los elementos de la música, la intensidad medida en decibeles ha sido uno de los más relevantes, ya que las vacas tienen mayor capacidad para la recepción de sonidos de baja frecuencia que los humanos, con un umbral de 8590 dBs y se ha identificado que pueden ocasionar daño acústico a una intensidad mayor de 110 dB (3, 41).

En cuanto a los desenlaces fisiológicos, los estudios incluidos observaron que la música se asoció con una reducción significativa en los niveles de los metabolitos de glucocorticoides fecales (media= 0,1634 µg/g vs 0,1952 µg/g, p: 0,012) (3), un aumento de los niveles de

serotonina plasmática (383 ng/ml vs 213 ng/ml, $p < 0,001$) (7), sin afectar signos como la frecuencia respiratoria (29 resp/min vs 27 resp/min, $p: 0,39$), temperatura rectal, temperatura de la ubre (32,6 vs 32,3 °C, $p: 0,72$) y las hormonas tiroideas (7, 37). Estos biomarcadores del estrés se pueden alterar por una disminución en el estrés de los animales expuestos a la música, los glucocorticoides fecales y la medición de sus metabolitos ha sido evaluada en animales debido a su no-invasividad y fácil recolección (42). También, se ha observado que la serotonina es un neurotransmisor ampliamente estudiado como respuesta y afrontamiento al estrés, por lo que su medición en plasma puede ser útil como biomarcador de estrés (43), además, la serotonina se ha vinculado como regulador del metabolismo del calcio, aumentando los niveles de calcio plasmático que son requeridos para la formación de leche durante la lactancia a través del aumento en la liberación ósea mediada por el péptido relacionado con la hormona paratiroidea (PTHrP) (44, 45).

Dentro de los desenlaces comportamentales, algunos de los estudios incluidos evidenciaron que la música se asoció a mayor calma en la sala de ordeño y menor movimiento de cabeza y extremidades ($p < 0,05$) (37), una ligera menor actividad física (promedio de pasos: 172 vs 176 por vaca diariamente, $p: 0,048$) (3), mayor frecuencia de ingreso voluntario a la sala de ordeño (15,7 vs 13,7 accesos por vaca diarios, $p: 0,002$) (38) y menor frecuencia de alimentación y rumiación ($p < 0,05$) (39). Estos resultados podrían explicarse debido al estímulo relajante que induce la música en los animales y una probable atracción por la música en la sala de ordeño (46), sin embargo este efecto puede variar según el género y los elementos musicales.

En otras especies se han evidenciado cambios comportamentales diversos cuando son expuestas a música, el estudio de Li et al. (47) en cerdos observó que dependiendo del tipo de música (aire o cuerda y el tempo) había diferentes respuestas en los animales, la música de cuerda y a bajo tempo inducía mayor reposo y comportamiento de exploración ($p < 0,05$) y la música de viento con tempo rápido aumentó significativamente la marcha, el acostarse, estar de pie y explorar ($P < 0,01$). Asimismo, se ha observado menos estereotipias en los elefantes (48) y reducción de la agresión y la agitación en los chimpancés (49); disminución del comportamiento ansioso en los gorilas (50); y reducción de los ladridos y aumento de los periodos de descanso en los perros (51) con diferentes IBM.

Por otro lado, dentro de la revisión realizada no se identificaron estudios que evaluaran el efecto de las IBM sobre la composición de la leche. Esto teniendo en cuenta que varios estudios epidemiológicos han observado que la leche de vaca tiene aportes nutricionales significativos según su composición en el ser humano(52), además de posibles efectos protectores como la reducción de riesgo de obesidad (53), diabetes mellitus tipo 2 (54), enfermedades cardiovasculares (55) y algunos tipo de cáncer como el colorrectal (56). Por lo que, se recomienda a futuro incluir el análisis de la composición de la leche en relación a la exposición a música.

Las principales limitaciones de este estudio fueron la inclusión de escasos estudios, con pequeños tamaños de muestra, tiempos de seguimiento cortos, la ausencia de análisis en la composición de la leche y la evidencia de una alta heterogeneidad reportada en el meta-análisis. Las fortalezas fueron una metodología sólida y confiable, una búsqueda en la

literatura amplia y rigurosa, un análisis de la calidad de la evidencia basada en herramientas validadas de evaluación crítica, un bajo riesgo de sesgo de publicación y los estudios incluyeron individuos de varias regiones geográficas del mundo.

A partir de estos datos, los autores recomiendan la realización de más estudios a futuro, idealmente experimentos aleatorizados con mayores tamaños de muestra y mayor tiempo de seguimiento (meses o años), además de evaluar como desenlace diferentes aspectos de la composición de la leche que son relevantes para definir su aporte en la dieta de los consumidores y desenlaces fisiológicos y/o comportamentales que sean de relevancia en el bienestar de los animales.

11. Conclusiones

Basados en la revisión sistemática con meta-análisis realizada, las intervenciones basadas en música no están asociadas a la cantidad de leche producida en ganado bovino, sin embargo, se observó una tendencia a favor de la exposición a la música en un posible incremento productivo además de otros desenlaces fisiológicos y comportamentales que sugieren un efecto positivo en el bienestar animal.

Se requiere de más estudios a futuro que evalúen esta pregunta de investigación con mejores diseños metodológicos, que incluyan desenlaces tanto cualitativos (composición de la leche) como cuantitativos, además de comportamentales y fisiológicos de relevancia, que midan de forma directa o indirecta un estado de bienestar animal y puedan establecer con un mayor nivel de evidencia, si existe un beneficio con estas intervenciones que pueda ser utilizado como herramienta en enriquecimiento ambiental.

Finalmente, basados en los resultados de este estudio, no se observa una asociación entre las IBM y la producción de leche, esperamos que a futuro con el desarrollo de más estudios y adecuados diseños metodológicos se logre establecer el papel de esta herramienta como posible método terapéutico y productivo en el sector pecuario tanto pequeños, medianos como grandes productores.

12. Referencias

1. Sihvonen AJ, Särkämö T, Leo V, Tervaniemi M, Altenmüller E, Soynila S. Music-based interventions in neurological rehabilitation. *The Lancet Neurology*. 2017;16(8):648-60.
2. Galińska E. Music therapy in neurological rehabilitation settings. *Psychiatria polska*. 2015;49(4):835-46.
3. Erasmus LM, van Marle-Köster E, Masenge A, Ganswindt A. Exploring the effect of auditory stimuli on activity levels, milk yield and faecal glucocorticoid metabolite concentrations in Holstein cows. *Domestic animal endocrinology*. 2023;82:106767.
4. Li J, Li X, Liu H, Li J, Han Q, Wang C, et al. Effects of music stimulus on behavior response, cortisol level, and horizontal immunity of growing pigs. *Journal of animal science*. 2021;99(5).
5. Olszewska AM, Gaca M, Herman AM, Jednoróg K, Marchewka A. How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity. *Frontiers in neuroscience*. 2021;15:630829.
6. Lippi ICC, Caldara FR, Almeida-Paz ICL, Morais HB, Odakura AM, Konkiewitz EC, et al. Effects of Music Therapy on Neuroplasticity, Welfare, and Performance of Piglets Exposed to Music Therapy in the Intra- and Extra-Uterine Phases. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2022;12(17).
7. Dos Santos Lemes Lechuga KK, Caldara FR, de Castro Burbarelli MF, Odakura AM, Dos Ouros CC, Garcia RG, et al. Music and Tactile Stimuli during Daily Milking Affect the Welfare and Productivity of Dairy Cows. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2023;13(23).
8. Gvaryahu, G.; Cunningham, D.L.; Van Tienhoven, A. Filial Imprinting, Environmental Enrichment, and Music Application Effects on Behavior and Performance of Meat Strain Chicks. *Poult. Sci*. 1989, 68, 211–217.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. Producción lechera. Italia: FAO; [consultado 12-7-23]. <http://www.fao.org/dairy-productionproducts/production/es/>.
10. Instituto Colombiano Agropecuario. La certificación ICA de fincas en Buenas Prácticas Agrícolas. 2021. [consultado 12-7-23]. Tomado de: <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-moderniza-normatividad-en-bpa-cumplir-requisit>
11. Kenison, L. (2016). The effects of classical music on Dairy Cattle. (Doctoral Degree Research), Alfred University.
12. LIU Jia-jia XC, LI Cui, ZHANG Bao-gang, WANG Zhuo-dong, WANG Cheng-cheng, YU Xiong. Effects of Different Types of Music on Lactation and Antioxidant Capacity of Dairy Cows. *Chinese Veterinary Medicine*. 2017;44(5):1388-92.
13. Keith DR, Weaver BS, Vogel RL. The effect of music-based listening interventions on the volume, fat content, and caloric content of breast milk-produced by mothers of premature and critically ill infants. *Advances in neonatal care : official journal of the National Association of Neonatal Nurses*. 2012;12(2):112-9.
14. SefidHaji S, Aziznejadroshan P, Mojaveri MH, Nikbakht HA, Qujeq D, Amiri SRJ. Effect of lullaby on volume, fat, total protein and albumin concentration of breast milk in premature infants' mothers admitted to NICU: a randomized controlled trial. *International breastfeeding journal*. 2022;17(1):71.

15. Ciborowska P, Michalczuk M, Bień D. The Effect of Music on Livestock: Cattle, Poultry and Pigs. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2021;11(12).
16. Paternina-Acosta C, Ruiz-Meza J, Hernández-Mendo O. Feed costs analysis and reduction associated with dairy production in a semi-specialized bovine system using AHP method. *J Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2021;22.
17. Cole JB, Makanjuola BO, Rochus CM, van Staaveren N, Baes C. The effects of breeding and selection on lactation in dairy cattle. *Animal Frontiers*. 2023;13(3):62-70.
18. Chlan LL, Heiderscheit A, Skaar DJ, Neidecker MV. Economic Evaluation of a Patient-Directed Music Intervention for ICU Patients Receiving Mechanical Ventilatory Support. *Critical care medicine*. 2018;46(9):1430-5.
19. Amor Gaviola M, Searles A, Dilworth S, Higgins I, Holliday E, Jill Inder K. Estimating the cost of an individualised music intervention for aged care residents with dementia. *Nursing older people*. 2022;34(4):13-9.
20. Miranda MC, Hazard SO, Miranda PV. La música como una herramienta terapéutica en medicina. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*. 2017;55:266-77.
21. Levitin DJ, Tirovolas AK. Current advances in the cognitive neuroscience of music. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2009;1156:211-31.
22. Alworth LC, Buerkle SC. The effects of music on animal physiology, behavior and welfare. *Lab animal*. 2013;42(2):54-61.
23. Tramontano M, De Angelis S, Mastrogiacomo S, Princi AA, Ciancarelli I, Frizziero A, et al. Music-based techniques and related devices in neurorehabilitation: a scoping review. *Expert review of medical devices*. 2021;18(8):733-49.
24. Núñez MJ, Mañá P, Liñares D, Riveiro MP, Balboa J, Suárez-Quintanilla J, et al. Music, immunity and cancer. *Life sciences*. 2002;71(9):1047-57.
25. Sutoo D, Akiyama K. Music improves dopaminergic neurotransmission: demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation. *Brain research*. 2004;1016(2):255-62.
26. Magee WL, Clark I, Tamplin J, Bradt J. Music interventions for acquired brain injury. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2017;1(1):Cd006787.
27. van der Steen JT, van Soest-Poortvliet MC, van der Wouden JC, Bruinsma MS, Scholten RJ, Vink AC. Music-based therapeutic interventions for people with dementia. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2017;5(5):Cd003477.
28. Aalbers S, Fusar-Poli L, Freeman RE, Spreen M, Ket JC, Vink AC, et al. Music therapy for depression. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2017;11(11):Cd004517.
29. Mössler K, Chen X, Heldal TO, Gold C. Music therapy for people with schizophrenia and schizophrenia-like disorders. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2011(12):Cd004025.
30. McManaman JL, Neville MC. Mammary physiology and milk secretion. *Advanced drug delivery reviews*. 2003;55(5):629-41.
31. Truchet S, Honvo-Houéto E. Physiology of milk secretion. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*. 2017;31(4):367-84.
32. Moregaonkar, S. D., Bharkad, G. P., Patil, A. D., & Markandeya, N. M. (2006). Effect of Indian instrumental music on milk production related factors in Deoni cows (Abstract). *Livestock International*, 10, 2-5. .
33. Zhao, X. (2020). Different Music on Milk Performance of Dairy Cows (Abstract). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 30, 2126.

34. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*. 2009;6(7):e1000097.
35. Tufanaru C, Munn Z, Aromataris E, Campbell J, Hopp L. Chapter 3: Systematic reviews of effectiveness. In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBIManual for Evidence Synthesis*. JBI, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>.
36. Barker TH, Stone JC, Sears K, Klugar M, Tufanaru C, Leonardi-Bee J, et al. The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for randomized controlled trials. *JBIM evidence synthesis*. 2023;21(3):494-506.
37. Kochewad SA, Gaur GK, Maurya VP, Bharti PK, Sahoo NR, Pandey HO, et al. Effect of milking environment enrichment through music on production performance and behaviour in cattle. *Tropical animal health and production*. 2022;54(4):219.
38. Lemcke M-C, Ebinghaus A, Knierim U. Impact of Music Played in an Automatic Milking System on Cows' Milk Yield and Behavior—A Pilot Study. 2021;2(1):73-8.
39. Shamsul-Kamar NN, Md Yusof NN. The Impact of Music on Milk Production and Behaviour of Dairy Cattle. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 2023; 46 (2): 385-400. <https://doi.org/10.47836/pjtas.46.2.02>.
40. Brancatisano O, Baird A, Thompson WF. Why is music therapeutic for neurological disorders? The Therapeutic Music Capacities Model. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 2020;112:600-15.
41. Pšenka M, Šístková M, Mihina Š, Gálik R. Frequency analysis of noise exposure of dairy cows in the process of milking. *Res. Agric. Eng. J* 2016;62(4):185–9 .
42. Keay JM, Singh J, Gaunt MC, Kaur T. Fecal glucocorticoids and their metabolites as indicators of stress in various mammalian species: a literature review. *Journal of zoo and wildlife medicine : official publication of the American Association of Zoo Veterinarians*. 2006;37(3):234-44.
43. Puglisi-Allegra S, Andolina D. Serotonin and stress coping. *Behavioural brain research*. 2015;277:58-67.
44. Connelly MK, Cheng AA, Hernandez LL. Graduate Student Literature Review: Serotonin and calcium metabolism: A story unfolding. *Journal of dairy science*. 2021;104(12):13008-19.
45. Hernandez LL. TRIENNIAL LACTATION SYMPOSIUM/BOLFA: Serotonin and the regulation of calcium transport in dairy cows. *Journal of animal science*. 2017;95(12):5711-9.
46. Snowdon CT. Animal Signals, Music and Emotional Well-Being. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2021;11(9).
47. Li X, Zhao JN, Zhao P, Zhang X, Bi YJ, Li JH, et al. Behavioural responses of piglets to different types of music. *Animal : an international journal of animal bioscience*. 2019;13(10):2319-26.
48. Wells DL, Irwin RM. Auditory stimulation as enrichment for zoo-housed Asian elephants (*Elephas maximus*) *Anim. Welf*. 2008;17:335–340.
49. Howell S, Schwandt M, Fritz J, Roeder E, Nelson C. A stereo music system as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Lab animal*. 2003;32(10):31-6.
50. Brooker JS. An investigation of the auditory perception of western lowland gorillas in an enrichment study. *Zoo biology*. 2016;35(5):398-408.
51. Kogan LR, Schoenfeld-Tacher R, Simon AA. Behavioral effects of auditory stimulation on kennel dogs. *J. Vet. Behav*. 2012;7:268–275.

52. Pereira PC. Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif). 2014;30(6):619-27.
53. Vanderhout SM, Aglipay M, Torabi N, Jüni P, da Costa BR, Birken CS, et al. Whole milk compared with reduced-fat milk and childhood overweight: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*. 2020;111(2):266-79.
54. Gao D, Ning N, Wang C, Wang Y, Li Q, Meng Z, et al. Dairy products consumption and risk of type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis. *PloS one*. 2013;8(9):e73965.
55. Fontecha J, Calvo MV, Juarez M, Gil A, Martínez-Vizcaino V. Milk and Dairy Product Consumption and Cardiovascular Diseases: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Advances in nutrition* (Bethesda, Md). 2019;10(suppl_2):S164-s89.
56. Murphy N, Norat T, Ferrari P, Jenab M, Bueno-de-Mesquita B, Skeie G, et al. Consumption of dairy products and colorectal cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *PloS one*. 2013;8(9):e72715.