



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAS DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

MONOGRAFÍA:
RELACIÓN ENTRE LA MICROBIOTA, PERSONALIDAD Y
ESTRÉS EN LOS PERROS.

Yanira Andrea Jofré Gallardo

Memoria para optar al título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Ciencias
Biológicas Animales

PROFESOR GUÍA: RIGOBERTO ANTONIO SOLÍS MUÑOZ

Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias

Universidad de Chile

SANTIAGO, CHILE

2023



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAS DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

MONOGRAFÍA:

**RELACIÓN ENTRE LA MICROBIOTA, PERSONALIDAD Y
ESTRÉS EN LOS PERROS.**

Yanira Andrea Jofré Gallardo

Memoria para optar al título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Ciencias
Biológicas Animales

Nota Final _____

Prof. Guía Rigoberto Solís Muñoz _____

Profesor Corrector Ricardo Olivares Pérez-Montt _____

Profesor Corrector René Quispe Valdés _____

Santiago, Chile

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis profesores, quienes a lo largo de mis años de estudio me brindaron su apoyo y contribuyeron a mi formación académica y personal, en especial a mi profesor guía, quien me brindó su apoyo y conocimientos durante todo el proceso de investigación. También quiero agradecer a mi familia y amigos por su amor, paciencia y motivación constante, gracias a su apoyo emocional, pude superar los momentos difíciles. Gracias a mi padre, quien ya no está con nosotros, le dedico este trabajo con todo mi corazón. Él fue mi inspiración y mi guía en la vida, y siempre me alentó a seguir mis sueños y a perseguir mis metas. A pesar de su ausencia física, su presencia en mi vida sigue siendo muy importante. Gracias a su ejemplo y su enseñanza, hoy puedo culminar este importante logro en mi vida. Gracias a mi madre y hermano, quienes siempre han estado a mi lado, les agradezco por su apoyo incondicional. Finalmente, quiero agradecer a todas mis mascotas, en especial a Zanahoria, que ya no está acá físicamente y a mis dos gatos que me esperan siempre con alguna travesura, Naranjito y Aria, gracias por su compañía, su presencia en mi vida ha sido fundamental para mi bienestar emocional y han sido mis compañeros fieles durante todo este proceso.

ÍNDICE

| | |
|--------------------------------------|-----|
| ÍNDICE TABLAS | iii |
| ÍNDICE FIGURAS | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 2 |
| - EJE MICROBIOTA CEREBRO INTESTINO | 2 |
| - TIPOS DE PERSONALIDAD | 3 |
| - FACTORES QUE AFECTAN LA MICROBIOTA | 3 |
| OBJETIVO GENERAL | 5 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 6 |
| - FUENTES DE INFORMACIÓN | 7 |
| - CRITERIOS DE INCLUSIÓN | 7 |
| - CRITERIOS DE EXCLUSIÓN | 7 |
| - PALABRAS CLAVES | 7 |
| - TABULACIÓN DE DATOS | 7 |
| - ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN | 8 |
| RESULTADOS GENERALES | 9 |
| RESULTADOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 13 |
| - OBJETIVO ESPECÍFICO N°1 | 13 |
| - OBJETIVO ESPECÍFICO N°2 | 16 |
| - OBJETIVO ESPECÍFICO N°3 | 19 |
| DISCUSIÓN | 23 |

| | |
|--------------|----|
| CONCLUSIÓN | 25 |
| BIBLIOGRAFÍA | 26 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|---|
| TABLA N ^{ro} 1: Ejemplo de tabla | 8 |
| TABLA N ^{ro} 2: Número de artículos encontrados asociados a las principales palabras claves y sus combinaciones | 9 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA N ^o 1: Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes fases de una revisión sistemática | 6 |
| FIGURA N ^o 2: Proporción de artículos relacionados con los tópicos de interés de esta memoria | 10 |
| FIGURA N ^o 3: Tipos de estudios consultados | 10 |
| FIGURA N ^o 4: Sexo sujetos experimentales | 11 |
| FIGURA N ^o 5: Números de artículos publicados, agrupados por periodos de cinco años. | 12 |
| FIGURA N ^o 6: Bacterias presentes en estómago | 14 |
| FIGURA N ^o 7: Bacterias presentes en el intestino delgado | 14 |
| FIGURA N ^o 8: Bacterias presentes en el intestino grueso | 15 |
| FIGURA N ^o 9: Relación entre las estrategias de afrontamiento y las concentraciones de cortisol | 18 |
| FIGURA N ^o 10: Microbiota Perros sanos (control) | 20 |
| FIGURA N ^o 11: Microbiota Perros con enfermedad inflamatoria intestinal (EII) | 21 |

RESUMEN

La microbiota intestinal es la colección de todos los microorganismos que residen en el tracto gastrointestinal y los filos de bacterias más predominantes en perros son los Firmicutes, Fusobacteria y Bacteroidetes. Cuando se altera la condición de homeostasis, se produce disbiosis, la cual consiste en un desequilibrio en la composición bacteriana, sus actividades metabólicas y/o su distribución en el intestino. El sistema gastrointestinal de los perros está poblado principalmente de bacterias anaerobias y aerobias. La ansiedad y el estrés pueden desencadenar trastornos gastrointestinales funcionales, dependiendo de la raza y de la personalidad esta se manifiesta de distinta forma. De la revisión realizada, se puede inferir que la composición de la microbiota de un perro sano es compleja y variada, en comparación con un animal estresado. Los animales muestran diferentes estilos de afrontamiento ante situaciones estresantes, los cuales son proactivo y reactivo. Además, se ha descrito un tercer estilo de afrontamiento como lo es el ambivalente. Por ello se concluye que el estrés y la personalidad afectan la microbiota intestinal.

Palabras claves: *disbiosis, estilo de afrontamiento, enfermedad, estrés, intestino delgado, microbiota, perros.*

ABSTRACT

The intestinal microbiota is the collection of all microorganisms residing in the gastrointestinal tract, and the most predominant bacterial phyla in dogs are Firmicutes, Fusobacteria, and Bacteroidetes. When the homeostasis condition is altered, dysbiosis occurs, which consists of an imbalance in the bacterial composition, its metabolic activities and/or its distribution in the intestine. The gastrointestinal system of dogs is populated primarily by anaerobic and aerobic bacteria. Anxiety and stress can trigger functional gastrointestinal disorders, depending on the race and personality, this manifests itself differently. From the review carried out, it can be inferred that the microbiota composition of a healthy dog is complex and varied, compared to a stressed animal. Animals show different coping styles in stressful situations, which are proactive and reactive. In addition, a third coping style has been described as the ambivalent. Therefore, it is concluded that stress and personality descend from the intestinal microbiota.

Keywords: *copying style, disease, dogs, dysbiosis, microbiota, small intestine, stress.*

INTRODUCCIÓN

La microbiota intestinal es la colección de todos los microorganismos que residen en el tracto gastrointestinal y microbioma es la colección de todos sus genes. Estos microorganismos, que tienen un papel positivo en los procesos vitales y la salud del huésped, habitan en distintos sitios del cuerpo, principalmente tracto gastrointestinal y piel (Suchodolski, 2011). La diversidad genética de la microbiota en el intestino garantiza la presencia de muchas enzimas y vías metabólicas, que de otra manera el huésped no poseería (Mondo *et al.*, 2019).

El microbioma intestinal canino contribuye a la digestión alimentaria y la absorción de nutrientes para la producción de energía del huésped, y está estrechamente relacionado con algunas enfermedades gastrointestinales. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la microbiota intestinal también puede interactuar con otros órganos y ser el principal factor de influencia en la salud mental y el comportamiento del huésped (Tuniyazi *et al.*, 2022).

La microbiota del intestino es la más numerosa y compleja. Nuevos enfoques de identificación bacteriana han revelado que la microbiota gastrointestinal de perros es, al igual que la de los humanos, un ecosistema complejo, que comprende varios filos bacterianos diferentes (Honneffer *et al.*, 2014).

Es así como, cuando se altera la condición de homeostasis, se produce disbiosis, la cual consiste en un desequilibrio en la composición bacteriana, sus actividades metabólicas y/o su distribución en el intestino (Álvarez *et al.*, 2021). Esta condición puede manifestarse con alteraciones en la conducta y personalidad de los perros, que se hacen particularmente evidentes en situaciones y contextos estresantes.

En esta Memoria de Título se indaga, mediante una revisión bibliográfica sistemática y actualizada, la relación entre la microbiota de los perros, su personalidad y reacción frente a situaciones de estrés.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el perro doméstico (*Canis familiaris*), el estrés puede manifestarse en forma de patrones de comportamiento anormales, teniendo un efecto adverso sobre la salud (Franklin & Salazar, 2017). En este contexto, estudios recientes indican una relación entre la personalidad y el tipo de afrontamiento o la manera en que los animales enfrentan el estrés. De esta forma, se distinguen dos tipos principales de personalidad, proactiva y reactiva (Sih *et al.*, 2004), que además de sus diferencias conductuales, también las presentan a nivel fisiológico. Por otra parte, en varios estudios se ha establecido que ambos tipos de personalidad o afrontamiento se asocian con microbiotas específicas, lo que ha llevado a desarrollar el concepto de enterotipo (Arumugam *et al.*, 2011).

Eje microbiota cerebro intestino

La vía principal, a través de la cual se cree que la microbiota intestinal afecta el comportamiento, son los metabolitos producidos por las bacterias que habitan el intestino. Algunas de ellas, como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, pueden producir neurotransmisores u otras moléculas, incluido el ácido γ -aminobutírico (GABA), derivados de aminoácidos (Ej. serotonina, melatonina e histamina), derivados de ácidos grasos (Ej. acetilcolina) o catecolaminas (Ej. dopamina y norepinefrina) (Barrett *et al.*, 2012). Por lo tanto, se ha postulado que existe una vía reguladora entre el sistema nervioso entérico del tracto gastrointestinal (TGI) y el sistema nervioso central (SNC) (Huang & Wu, 2021).

El eje microbiota-cerebro-intestino, constituye un mecanismo bien conocido, que podría regular la función intestinal. La interrupción de este eje puede estar involucrada en enfermedades intestinales agudas y crónicas (Wen *et al.*, 2021), ya que consiste en una red compleja y bidireccional de interacciones entre la microbiota intestinal y el cerebro, que impacta su funcionamiento. En la última década, varios estudios en humanos y animales, ha reportado vínculos entre el microbioma intestinal y enfermedades relacionadas con el cerebro como la ansiedad y la depresión, constatándose la participación de la microbiota intestinal en estos trastornos. Estudios recientes proporcionan evidencia que sugiere que el estrés, la

dieta y la microbiota intestinal, generan un bucle de retroalimentación patológica que contribuye a los trastornos depresivos, a través del sistema endocannabinoide central (Kraimi *et al.*, 2021).

Tipos de personalidad

Según algunos investigadores, los animales muestran diferentes estilos de afrontamiento ante situaciones estresantes. En el caso de los carnívoros sociales, el estrés social, es una parte sustancial de la carga de estrés general. Investigaciones previas, han establecido dos estilos de afrontamiento extremos, proactivo y reactivo, en varias especies animales. Sin embargo, aún no se han investigado el mecanismo para hacer frente al estrés social, en el caso de los perros (Horváth *et al.*, 2007).

Los estilos de afrontamiento proactivos, se caracterizan por un alto nivel de agresión, corta latencia de ataque, intentos activos de contrarrestar los estímulos estresantes, baja reactividad del eje hipotálamo-pituitaria-adrenal (HPA) y alta activación del sistema simpático-adrenomedular. El afrontamiento reactivo o pasivo, implica inmovilidad, bajos niveles de agresión, latencia de ataque prolongada, mayor activación del eje HPA y mayor reactividad parasimpática (Koolhaas *et al.*, 1999).

Factores que afectan la microbiota

Entre otros, los alimentos consumidos por un mamífero, influyen en su microbiota intestinal. Por ejemplo, las dietas ricas en fibra vegetal promueven una microbiota intestinal que es considerablemente diferente de la microbiota que se encuentra en las dietas ricas en grasa animal (David *et al.*, 2014). De esta forma, se establece una interacción y equilibrio en la microbiota, que favorece la homeostasis fisiológica que, frente a situaciones adversas o estresantes, puede producir una disbiosis que afecta la manifestación de la conducta. Además, se ha postulado que la manipulación de proteínas y carbohidratos de la dieta en animales, induce cambios en el comportamiento, asociados con la microbiota (Martin & Mayer, 2017).

Otro aspecto que ha adquirido gran relevancia, a medida que avanzan las investigaciones, son los cambios que ocurren en el transcurso de la ontogenia o historia de los individuos. La estructura de la microbiota es dinámica y, además de la alimentación, también es afectada por la edad del animal, aunque los estudios

sobre la microbiota de los perros y su conexión con la prevalencia de enfermedades y el envejecimiento, son todavía escasos (Mizukami *et al*, 2019). Sin embargo, se ha sugerido que los suplementos nutricionales, pueden mejorar algunos de los síntomas del deterioro cognitivo patológico, relacionado con la edad en los perros (Pilla & Suchodolski, 2020). Además, se ha observado un incremento acelerado en la complejidad de la microbiota, a partir del nacimiento de los individuos, hasta alcanzar un máximo en la etapa juvenil, a partir de la cual se inicia una progresiva pérdida de complejidad y diversidad de la comunidad bacteriana intestinal (Cryan *et al.*, 2019).

En base de toda esta evidencia, se demuestra la importancia de la microbiota en la expresión de la conducta y personalidad de los perros bajo situaciones de estrés. No obstante, si bien ha avanzado el conocimiento de estos temas, se requiere un enfoque integrador, a partir del cual, se pueda obtener una mejor comprensión de sus interacciones y consecuencias para la salud y bienestar de los perros.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la evidencia científica disponible, que relaciona la microbiota, la personalidad y el modo de afrontamiento en los perros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar la microbiota gastrointestinal en perros.
2. Categorizar el perfil conductual de distintas razas de perros frente al estrés
3. Establecer asociaciones entre la microbiota, la personalidad de los perros y su conducta frente al estrés y su entorno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se realizó una revisión bibliográfica sistemática cualitativa. Esta revisión fue realizada basándose en el sistema PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis*; Moher *et al.*, 2009), adoptando sus principales etapas y siguiendo el esquema propuesto para este tipo de revisiones (Figura N^{ro}1).

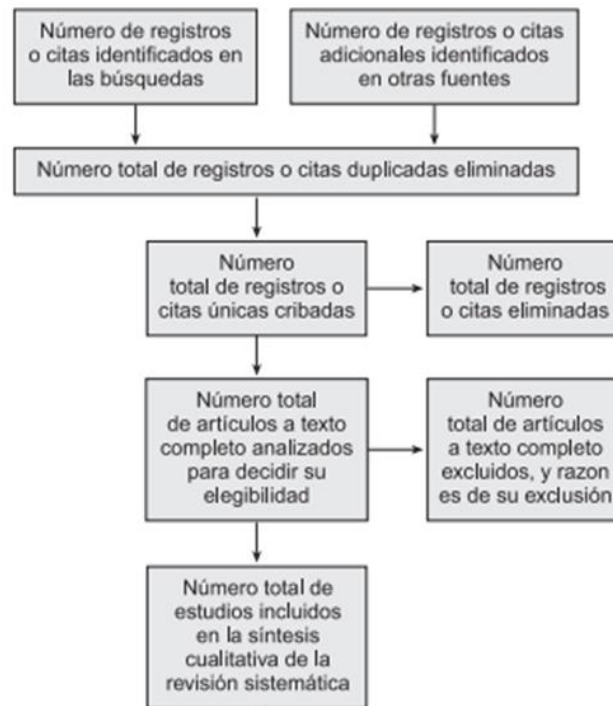


Figura N^{ro}1. Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes fases de una revisión sistemática. (Fuente: Pardal-Refoyo & Pardal-Peláez, 2020)

Fuentes de Información: Se consultaron las bases de datos electrónicas disponibles y otras dispuestas en la Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. Entre éstas se pueden mencionar: PUBMED, SCIELO, SCIENCE DIRECT, SCOPUS, EBSCO, NATURE, CATÁLOGO BELLO, FRONTIERS, MDPI, NCBI.

Criterios de inclusión: Sólo se consideró artículos escritos en inglés o español publicados entre los años 2000 y 2022, en revistas indexadas y con comité científico editorial. Además, no se discriminó por razas de perros conocidas, sexo, edad y condición reproductiva (entero/esterilizado). Se consideraron algunas excepciones que incluyeron 3 artículos que son de los años 1975, 1994 y 1999 respectivamente.

Criterios de exclusión: No se consideraron investigaciones que reporten alteraciones conductuales derivadas de traumas, comorbilidades o animales en tratamiento farmacológico.

Palabras claves: Los términos y combinaciones utilizados para las búsquedas realizadas incluyeron los siguientes, entre otras: *dog - perro, microbiota, microbioma, stress - estrés, distress, anxiety - ansiedad, behavior - comportamiento, behavioural disorder - trastorno del comportamiento, intestine - intestino, disease - enfermedad, geriatric - geriátrico gut-brain axis - eje intestino-cerebro, personality - personalidad, coping style - estilo de afrontamiento*, etc. Además, para orientar hacia puntos específicos, se utilizaron los conectivos *and* y *or*.

Tabulación de datos: Se confeccionó una planilla Excel (Tabla 1), con múltiples columnas, en las que se registró información y datos tales como: autor, título, año de publicación, raza, sexo, condición del perro (entero/castrado), edad, microbiota reportada (filo, familia, etc.), personalidad (pro/reactiva), tipo de estudio (encuesta/experimental/otro), etc.

RESULTADOS GENERALES

Al iniciar la búsqueda de información para esta monografía se usaron diferentes palabras clave, de las cuales en la tabla 2, se indican las que generaron la mayor cantidad de artículos relacionados con la temática de esta memoria.

Tabla N°2. Número de artículos encontrados asociados a las principales palabras clave y sus combinaciones

| Palabras claves | N° de artículos |
|--|------------------------|
| <i>Microbiota</i> | 113.624 |
| <i>Microbiota and stress</i> | 10.488 |
| <i>Microbiota and dog</i> | 983 |
| <i>Microbiota and small intestine and stress</i> | 234 |
| <i>Copying style and stress</i> | 57 |

Como resultado general de la búsqueda se obtuvieron más de 120.000 artículos, antes de descartar los que aparecían repetidos en más de una base de datos. Luego de realizar un primer tamizaje, el número de publicaciones se redujo a 153. Finalmente, se seleccionaron 30 artículos para elaborar esta memoria. Los 123 artículos restantes, se eliminaron porque no cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. Además, la gran mayoría no abarcaba con profundidad el tema objetivo de la búsqueda.

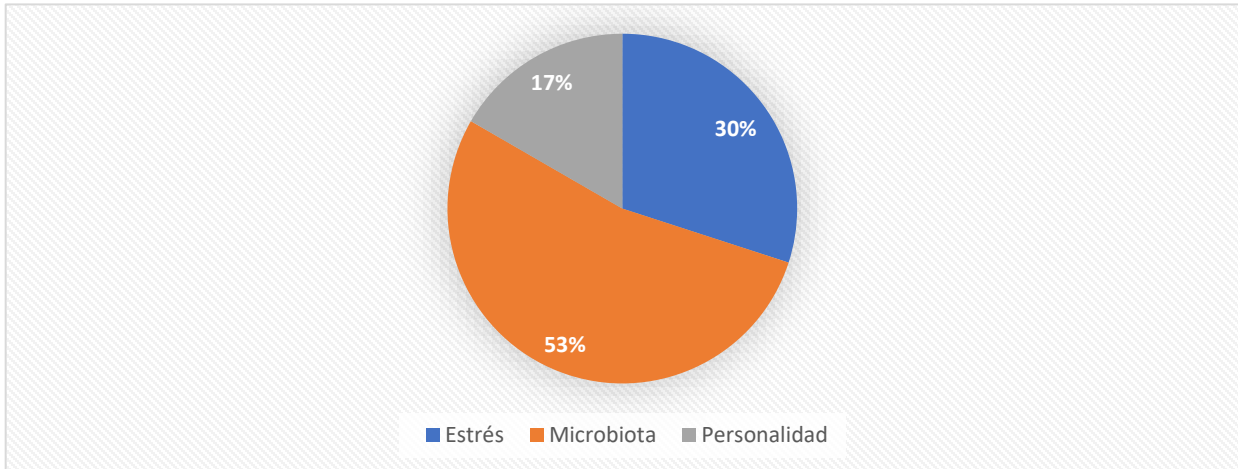


Figura N^o2: Proporción de artículos relacionados con los tópicos de interés de esta memoria.

Como se aprecia en la Figura 2, de los 30 artículos seleccionados, la mayoría estuvieron relacionados con la microbiota intestinal, correspondiendo a un 53% (16) del total, mientras que 30% (9) de éstos, estaban relacionados con el estrés en animales y el 17% (5) restante, discutían sobre la personalidad de los perros.

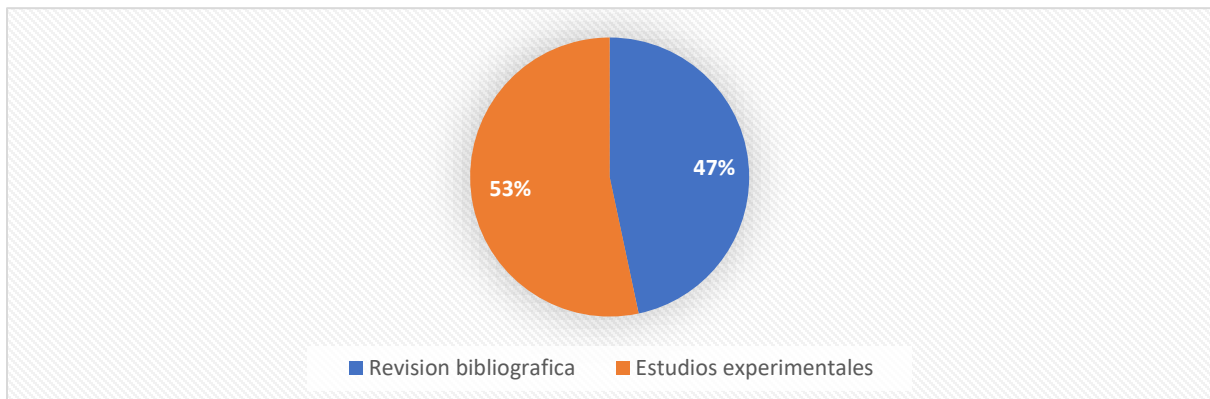


Figura N^o3: Tipos de estudio consultados.

En la Figura N^o3 "Tipos de estudio consultados" muestra que, de los 30 artículos utilizados, el 53% (16) fueron estudios experimentales y el 47% (14) revisiones bibliográficas.

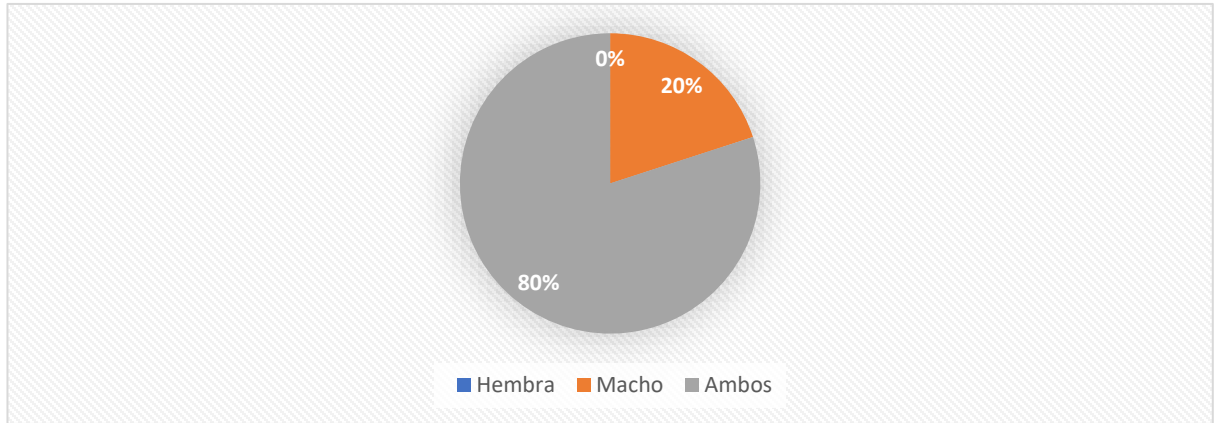


Figura N^o4. Sexo de los sujetos experimentales.

La Figura N^o4 muestra que en los 16 estudios experimentales que se revisaron, el 80 % incluyeron ambos sexos sin hacer diferencias, el 20% fueron sólo estudios en machos y no hubo ningún estudio que solo incluyera hembras.

En la Figura N^{ro}5, se muestra la progresión del número de artículos publicados cada año, observándose que el interés por los temas aquí abordados se ha incrementado en la última década. De tal manera, en el año 2021 se produjo la mayor cantidad de artículos revisados.

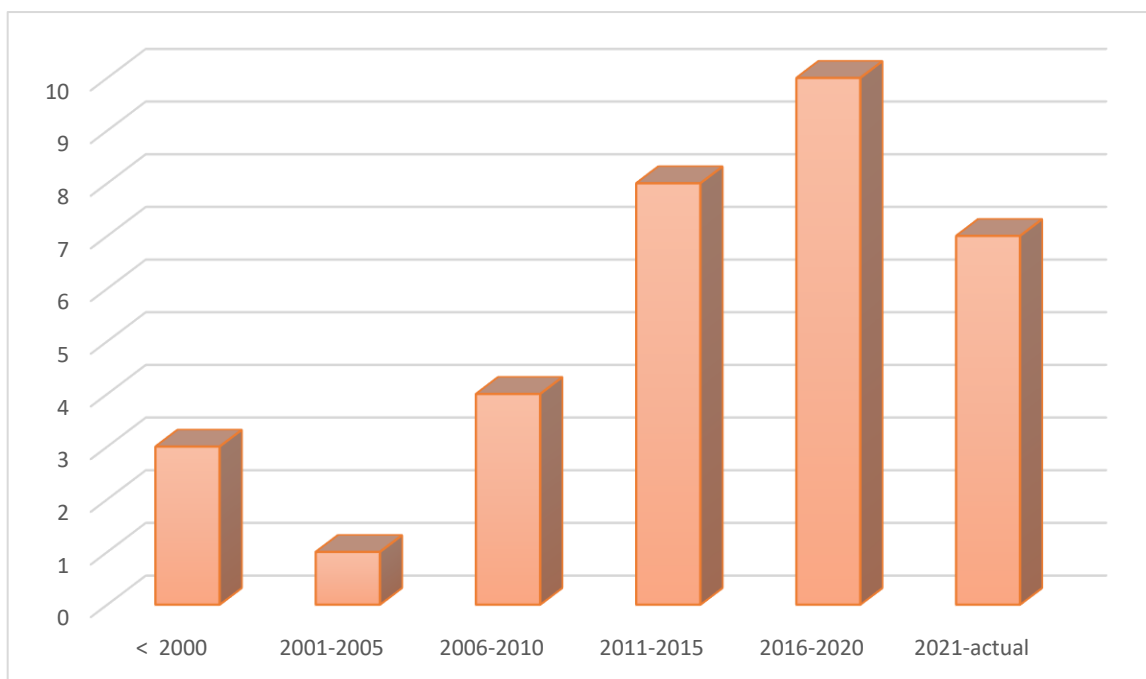


Figura Nro5: Números de artículos publicados, agrupados por períodos de cinco años.

Resultados objetivos específicos

1. Caracterizar la microbiota gastrointestinal de los perros.

Los Firmicutes, Fusobacteria y Bacteroidetes, son los filos más predominantes en la microbiota intestinal de los perros. Una microbiota equilibrada ejerce una función beneficiosa en la salud del huésped, ya que modula el sistema inmunológico, defiende contra patógenos intestinales y proporciona vitaminas y nutrientes esenciales (Honneffer *et al.*, 2014; Suchodolski, 2021).

Los estudios en perros, han demostrado que los cambios en la microbiota intestinal no solo están presentes en enfermedades gastrointestinales, sino que también están asociados con trastornos de otros sistemas, como enfermedad renal crónica, enfermedad cardíaca, trastornos neurológicos, diabetes mellitus y obesidad (Suchodolski, 2021). Además, se ha demostrado que la dieta influye en la composición y función bacteriana en perros (Liu *et al.*, 2021).

El estómago canino, alberga solo unos pocos tipos de bacterias que pueden sobrevivir en un ambiente ácido, entre las cuales se encuentra la *Helicobacter spp* (Figura 6). El intestino delgado contiene una mezcla de bacterias anaeróbicas y aeróbicas, mientras que, el intestino grueso está compuesto principalmente de bacterias anaeróbicas (Suchodolski,2021).

En un ensayo clínico realizado por Kubinyi *et al.*, (2020), se demostró que la composición de la microbiota intestinal, está asociada con la edad y el rendimiento de la memoria en perros domésticos. En este estudio, se estableció que a medida que aumentaba la edad, disminuía la diversidad de la microbiota intestinal y la abundancia de lactobacilos. Además, se observó una disminución significativa en Fusobacterias con la edad, lo cual no había sido descrito anteriormente en la literatura (Kubinyi *et al.*, 2020).

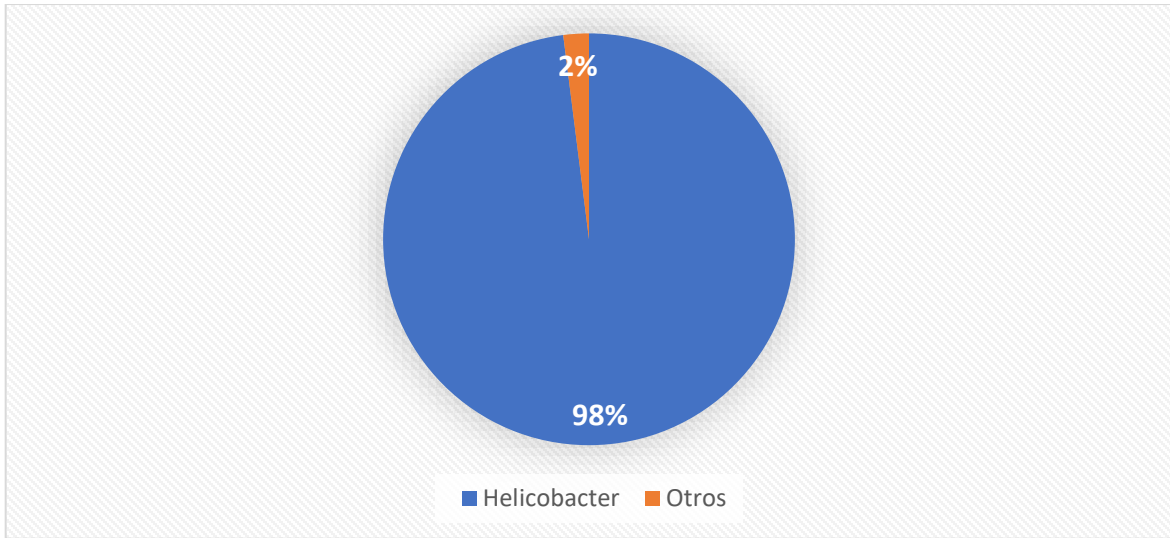


Figura N^{ro}6: Bacterias presentes en estómago (García & Minamotob, 2013).

Por otro lado, un estudio realizado en 2013 por García & Minamotob se estableció que el estómago de perros sanos alberga una microbiota que consta de al menos 4 filos. Sin embargo, un solo género (*Helicobacter spp*) fue predominante, representando alrededor del 98% de toda la microbiota gástrica, Figura N^{ro}6 (García & Minamotob, 2013).

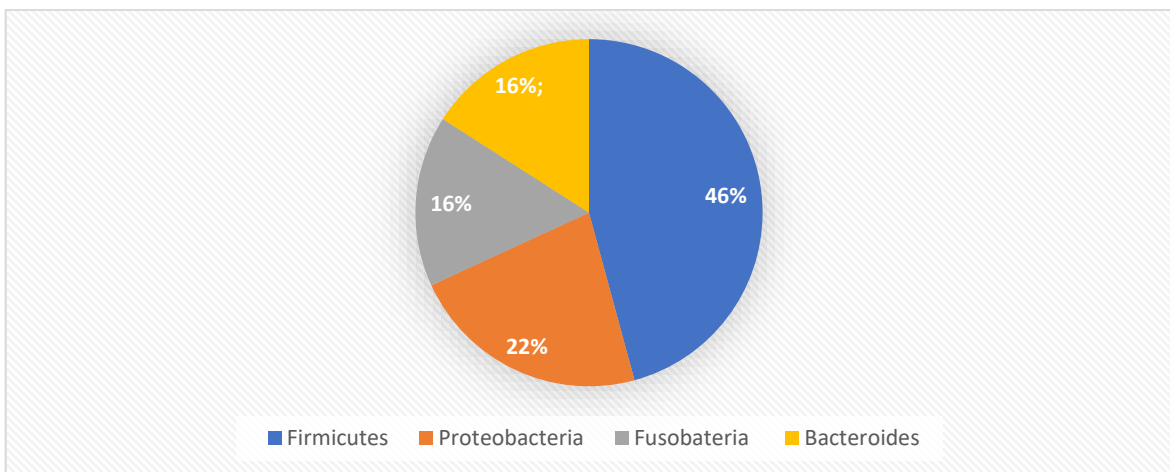


Figura N^{ro}7: Bacterias presentes en el intestino delgado (García & Minamotob, 2013).

En el intestino delgado, se han realizado estudios recientes utilizando técnicas moleculares, que han identificado la presencia de al menos cuatro filos bacterianos diferentes, en el tracto intestinal de los perros. Estos filos incluyen 46% de Firmicutes, 22% Proteobacteria, 16% de Fusobacteria y 16% de Bacteroidetes (Figura N^o7). De manera similar, en otro estudio, se identificaron diez filos bacterianos en yeyuno de perros, aunque más de la mitad estos filos se encuentran en proporciones muy bajas (García & Minamotob, 2013).

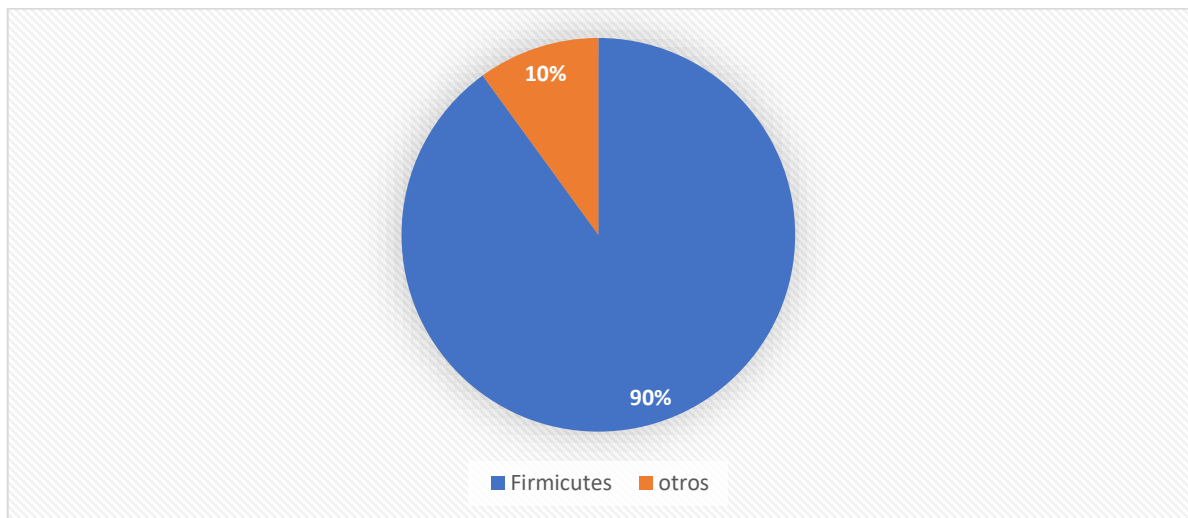


Figura N^o8: Bacterias presentes en el intestino grueso (García & Minamotob, 2013).

Algunos estudios sugieren que, en las heces de los perros, los Firmicutes representan la gran mayoría (>90 %), de la microbiota presente en el intestino grueso (Figura 8). Sin embargo, una investigación de tipo metagenómico reciente sugirió que los filos bacterianos dominantes en las heces de los perros eran Bacteroidetes y Firmicutes (~ 35 %), seguidos de Proteobacteria (~ 15 %) y Fusobacteria (~ 8 %) (García & Minamotob, 2013). Estos hallazgos sugieren que la composición de la microbiota intestinal en perros, puede variar según la ubicación dentro del tracto gastrointestinal y los métodos de estudio específicos utilizados (Suchodolski,2021).

2.- Categorizar el perfil conductual de las diferentes razas de perros frente al estrés

Los estudios sobre el comportamiento de los perros muestran una clara relación entre el nivel de agresividad y el aumento de los niveles de cortisol en sangre y saliva. En el estudio realizado por Rosado *et al.*, (2010), se encontró que los perros con agresividad hacia las personas tenían niveles más altos de cortisol en sangre en comparación con los perros no agresivos al momento de tomar la muestra por venopunción. Algo similar, se observó en el estudio del año 2016 realizado por Wormald *et al.*, en perros galgos, donde se demostró que el 21,2% de los perros que presentaron signos de agresión hacia un perro desconocido, también tenían un aumento de cortisol salival, en comparación con los que se comportaron de manera amistosa (63,8%), el 15% restante, presentaron signos excesivos de miedo y ansiedad y falta de interacción con el perro desconocido (Wormald *et al.*, 2016).

Como en otras especies, en los perros se reconocen dos estilos de afrontamiento, denominados proactivo y reactivo, que se corresponden con individuos audaces o tímidos y agresivos o no agresivos, respectivamente (Wilson *et al.*, 1994). Sin embargo, en el año 2007 se logró identificar, por primera vez, lo que podría corresponder a un tercer estilo de afrontamiento. Tres grupos experimentales de perros policía (Pastores Alemanes), se caracterizaron por miedo, agresividad o ambivalencia, lo que permitió trazar posibles correspondencias entre la agresividad y proactividad, miedo y reactividad (pasividad), constituyendo la ambivalencia un tercer estilo de afrontamiento, respectivamente (Horváth *et al.*, 2007; Figura N^o9).

En el estudio antes señalado, los perros del Grupo 1, se caracterizaron por los valores más altos de 'miedo'. Eran los menos activos y tenían una latencia de ataque más larga. La estimulación social resultó en un aumento bajo, pero significativo, de las concentraciones de cortisol post estresor, lo que indica una reacción de estrés moderada en estos sujetos. Sin embargo, es importante señalar que, si bien este grupo obtuvo la puntuación media más alta en 'miedo', también obtuvo una puntuación alta en el factor de 'agresividad' (Horváth *et al.*, 2007; Figura N^o9).

Los perros del Grupo 2 se caracterizaron por puntuaciones altas de "agresividad", que se correlacionaron con puntuaciones bajas en los otros dos factores. Los perros de este grupo se comportaron de forma muy activa durante la prueba. Estaban paseando, ladrando (lo que indica emoción) y reaccionaron ante el humano que se acercaba, atacando con la latencia más corta. Es importante destacar que sus concentraciones hormonales no cambiaron significativamente como resultado de la amenaza del extraño, lo que podría representar un estado de estrés (Selye, 1975; Horváth et al., 2007; Figura N^o9).

En el Grupo 3, el factor conductual dominante fue la 'ambivalencia'. Los perros de este grupo eran incluso más activos que los perros del Grupo 1. Respondieron de manera ambivalente al ser humano amenazante; mientras el ser humano amenazante estaba relativamente lejos, estaban activos, corriendo, ladrando, pero a medida que se acercaba, los perros comenzaron a levantar las extremidades, lamerse la boca, apartar la mirada y retroceder, que a menudo se interpretan como signos de estrés agudo. El aumento de los niveles de cortisol en este grupo fue significativo y mucho más pronunciado que en el Grupo 1, aunque la diferencia entre los niveles post estrés en los dos grupos no pudo ser ratificada por el análisis estadístico (Horváth et al., 2007; Figura N^o9).

Por otro lado, en el año 2021, se analizó el comportamiento de un perro de terapia, (Labrador) que era frecuentemente separado de su familia adoptiva, observándose un aumento en la concentración de cortisol salival los lunes, día en que se separaba de su familia adoptiva. No obstante, se observó que los signos conductuales de estrés bajaban a medida que pasaban las sesiones (Menuge *et al.*, 2021), lo que sugiere la ocurrencia de cierto grado de habituación a la situación estresante.

En definitiva, los estudios mencionados ponen de manifiesto la importancia de los niveles de cortisol en la conducta de los perros, así como la relación existente entre el nivel de agresividad y los estilos de afrontamiento.

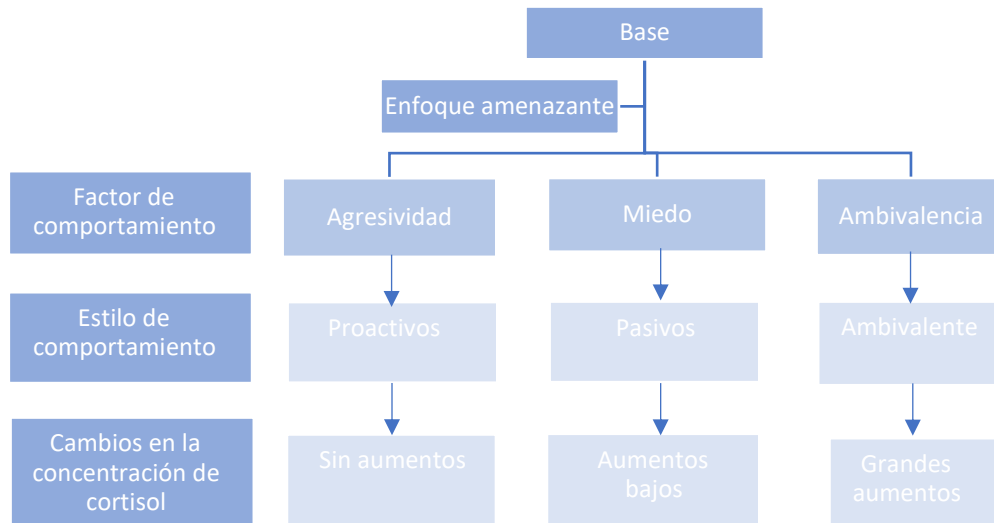


Figura N^o9. Relación entre las estrategias de afrontamiento y las concentraciones de cortisol (Horváth et al., 2007).

3.- Establecer asociaciones entre la microbiota, la personalidad de los perros y su conducta frente al estrés y su entorno.

El metabolismo microbiano intestinal, está relacionado directamente con la salud y las enfermedades del huésped. La microbiota puede producir muchos neurotransmisores y neuromoduladores, que regulan la transducción de señales del huésped. Se ha demostrado que *Lactobacillus spp* y *Bifidobacterium spp*, generan ácido gamma aminobutírico (GABA), en tanto que, *Escherichia spp* y *Saccharomyces spp.*, producen noradrenalina, *Bacillus spp* produce dopamina y *Lactobacillus spp* genera acetilcolina. Los metabolitos de los aminoácidos aromáticos, son convertidos por la microbiota intestinal y pueden regular la homeostasis de las células epiteliales intestinales y las respuestas inmunitarias, metabólicas y neuronales. Los neurotransmisores producidos por la microbiota en la luz intestinal, pueden estimular a las células epiteliales para que liberen moléculas, que a su vez inducen la señalización neuronal dentro del sistema nervioso entérico o actúan directamente sobre los axones aferentes primarios (Wen *et al.*, 2021).

En otro estudio realizado en el 2008 por Xenoulis *et al.*, en el cual compararon la microbiota intestinal de perros sanos (control) y perros con enfermedad inflamatoria intestinal (EII) evidenciaron que: la composición de la microbiota intestinal en perros sanos es del 47% de Firmicutes, 27% de Proteobacteria, 10% de Bacteroidetes, 10,3% de Spirochaetes, 4% de Fusobacterias y 1% de Actinobacteria (Figura N^{ro} 10).

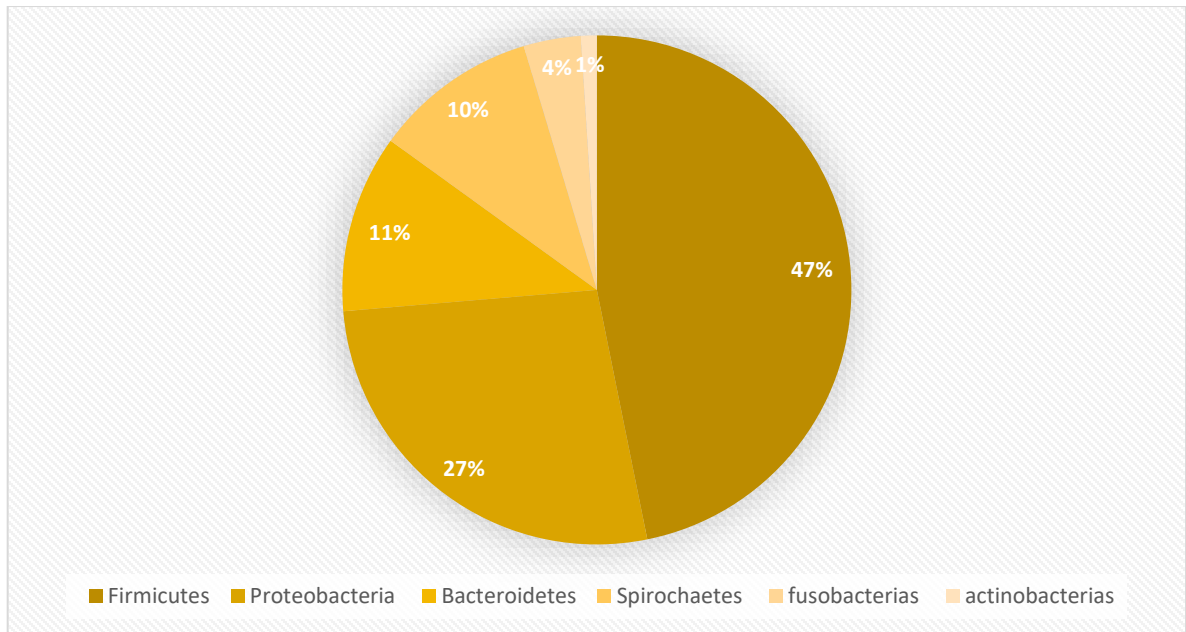


Figura N^o10. Microbiota perros sanos (control) (Xenoulis *et al.*, 2008).

Mientras que la composición de la microbiota intestinal en perros con EII fue de 60% de Firmicutes, 30% de Proteobacterias, 4% de Bacteroidetes, 4% Fusobacteria y 2% de Actinobacteria (Figura N^o 11)

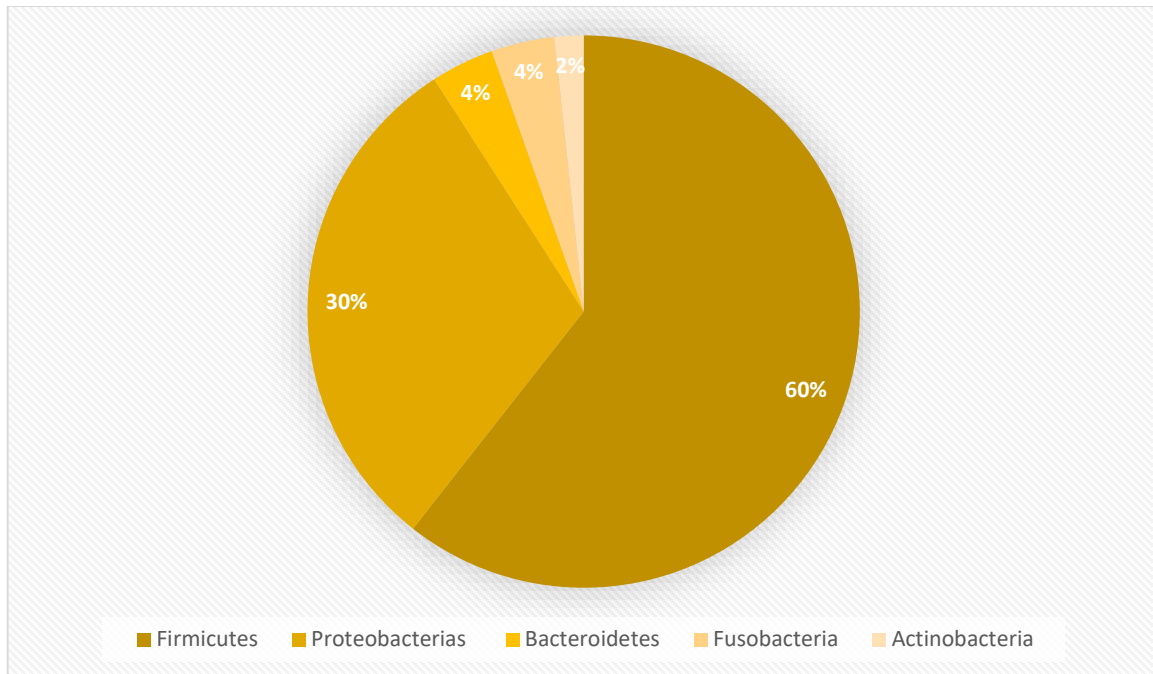


Figura Nro11. Microbiota presente en perros con enfermedad inflamatoria intestinal (EII) (Xenoulis *et al.*, 2008).

Un análisis de componentes principales reveló que las comunidades microbianas del intestino delgado de los perros con EII y la presente en los perros de control están compuestas por distintas comunidades microbianas. Se puede concluir que la diferencia más significativa fue la presencia de bacterias de la familia Enterobacteriáceas en los perros con EII (Xenoulis *et al.*, 2008).

Gabazza *et al.*, 2017, evaluaron las microbiotas de 33 perros, de los cuales 12 presentaban diagnósticos de linfoma multicéntrico y se encontraban en buenas condiciones generales durante el estudio. Ninguno de los perros presentó signos gastrointestinales ni había recibido antibióticos en al menos los dos meses previos a la recolección de muestras fecales. Los resultados de los análisis revelaron que la microbiota difería entre los perros de control sanos y los perros con linfoma. La abundancia del filo Fusobacteria mostró una tendencia hacia la disminución en los perros con linfoma, al igual que los fillos Bacteroidetes y Firmicutes, que también presentaron una disminución en comparación con los perros sanos. La presencia de un alto índice de disbiosis fecal en perros con linfoma multicéntrico fue de interés,

porque ninguno de los perros con linfoma mostró signos clínicos de enfermedad gastrointestinal.

DISCUSIÓN

Actualmente, se ha logrado identificar y caracterizar la microbiota del tracto digestivo del perro. En el estómago predomina la *Helicobacter spp* (Suchodolski,2021), a pesar de que se reportaron al menos 4 filos, la *Helicobacter spp* predomina en un 98% (García & Minamotob, 2013). La presencia de la *Helicobacter spp* en el estómago de los perros es un tema de interés, para la investigación en veterinaria y salud pública. A pesar de que se considera una parte normal de la microbiota gástrica canina, algunos estudios han sugerido que ciertas cepas de *Helicobacter*, pueden estar asociadas con enfermedades gastrointestinales, como la gastritis y la úlcera gástrica.

En cuanto al intestino delgado, se puede encontrar mayor complejidad y diversidad de bacterias, siendo las más características Firmicutes, Proteobacteria, Fusobacteria y Bacteroidetes, incluyendo bacterias aerobias y anaerobias. Estos filos de bacterias son importantes para mantener una microbiota intestinal saludable y equilibrada en los perros, y se han relacionado con varios aspectos de la salud gastrointestinal (García & Minamotob, 2013).

En tanto, en el intestino grueso, se puede encontrar una gran cantidad de bacterias anaerobias y los Firmicutes, representan la gran mayoría, con más del 90% de la microbiota fecal. Los Firmicutes que habitan en el intestino grueso tienen un papel fundamental en la digestión y absorción de nutrientes, así como en el mantenimiento de la salud del huésped (García & Minamotob, 2013).

En cuanto a la relación entre la personalidad y la microbiota en perros, aún existe falta de información y estudios en este campo, pero se puede interpretar que un individuo proactivo, presenta una microbiota más diversa y compleja que uno reactivo. Lo relevante es que las diferencias encontradas, sugieren una importante relación entre la personalidad y la existencia de “enterotipos” en los perros. Sin embargo, la información disponible no permite confirmar fehacientemente esta afirmación.

Es necesario investigar sobre los posibles tipos de enterotipos que existen en el perro doméstico. Sin embargo, no es una tarea fácil, ya que hay factores externos e

internos, que pueden determinar la manifestación de un enterotipo determinado. Entre estos factores, la alimentación es uno muy importante. En humanos, la diversidad bacteriana observada entre individuos, sugiere que la flora intestinal humana puede agruparse de acuerdo con estados de equilibrio o de simbiosis, que se corresponden con determinados enterotipos (Robles & Guarner, 2013).

Además, se puede concluir que cada personalidad tiene su propio enterotipo, entendido como el conjunto de microorganismos que predominan en el tracto intestinal de un individuo en particular. Sin embargo, aún es necesario investigar más a fondo, para determinar si hay una relación directa entre la personalidad y el enterotipo de un perro.

Es importante destacar que la mayoría de los estudios experimentales utilizan ambos sexos, lo cual es relevante ya que permite representatividad y generalización de los resultados. Sin embargo, hay una proporción significativa de estudios que sólo incluyen machos.

En el transcurso de la realización de esta monografía, se pudo constatar que el estudio de la relación entre personalidad, estrés y microbiota, es un tema emergente en la investigación científica. Aunque aún no hay estudios que hayan investigado directa y simultáneamente la relación entre personalidad, estrés y microbiota en perros. En cuanto a los estudios realizados específicamente en la relación entre microbiota y estrés, se enfocan principalmente en el estrés orgánico, como la enfermedad inflamatoria intestinal o el linfoma multicéntrico, sin hacer mención de la alteración conductual asociada.

CONCLUSIÓN

- En la microbiota canina predomina el filo Firmicutes.
- Se observan diferencias significativas en riqueza y diversidad entre perros sanos y aquellos que experimentan una alteración, tanto orgánica como conductual.
- Existe alguna evidencia, aunque insuficiente, que sugiere una relación entre personalidad, tipos de afrontamiento y estructura de la microbiota (enterotipo).

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J., Fernández, J., Guarner, F., Gueimonde, M., Rodríguez, J., Sáenz de Pipaon, M. & Sanz, Y. (2021) Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterología y Hepatología*, 44, 519-535.
- Arumugam, M., Raes, J., Pelletier, E., Le Paslier, D., Yamada, T., Mende, D., Fernández, G., Tap, J., Bruls, T., Batto, J., Bertalan, M., Borruel, N., Casellas, F., Fernández, L., Gautier, L., Hansen, T., Hattori, M., Hayashi, T., Kleerebezem, M., Kurokawa, K., Leclerc, M., Levenez, F., Manichanh, C., Bjorn, H., Nielsen, T., Pons, N., Poulain, J., Qin, J., Sicheritz-Ponten, T., Tims, S., Torrents, D., Ugarte, E., Zoetendal, E., Wang, J., Guarner, F., Pedersen, O., M. De Vos, W., Brunak, S., Dore, J., Consortium, M., Weissenbach, J., Dusko, S., Bork, P. (2011) Enterotypes of the human gut microbiome. *Nature*, 473, 174-180.
- Barrett, E., Ross, R., O'Toole, P., Fitzgerald, G. & Stanton, C. (2012) Y-Aminobutyric acid production by culturable bacteria from the human intestine. *Journal of Applied Microbiology*, 113, 411-417.
- Cryan, J., O'Riordan, K., Cowan, C., Sandhu, K., Bastiaanssen, T., Boehme, M., Codagnone, a., Cussotto, S., Fulling, C., Golubeva, A., Guzzetta, K., Jaggar, M., Long-Smith, C., Lyte, J., Martin, J., Molinero-Perez, A., Moloney, G., Morelli, E., Morillas, E., O'Connor, R., Cruz-Pereira, J., Peterson, V., Rea, K., Ritz, N., Sherwin, E., Spichak, S., Teichman, E., van de Wouw, M., Ventura-Silva, A., Wallace-Fitzsimons, S., Hyland, N., Clarke, G. & Dinan, T. (2019) The microbiota-gut-brain axis. *The American Physiological Society*, 99, 1877-2013.
- David, L., Maurice, C., Rachel, C., Gootenberg, D., Button, J., Wolfe, B., Ling, A., Devlin, A., Varma, Y., Fischbach, M., Biddinger, S., Dutton, R. & Turnbaugh, P. (2014) Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*, 505, 559-563.

- Franklin, R. & Salazar, R. (2017) Respuesta fisiológica y etológica al estrés por abandono en canino. *Universidad cooperativa de Colombia. Medicina Veterinaria Y Zootecnia.*, 16, 1-16.
- Garcia, J. & Minamoto, Y. (2013) Gastrointestinal microorganisms in cats and dogs: A brief review. *Archivos de medicina veterinaria*, 45, 111-124.
- Gavazza, A., Rossi, G., Lubas, G., Cerquetella, M., Minamoto, Y., Suchodolski. (2017) Faecal microbiota in dogs with multicentric lymphoma. *Veterinary and Comparative Oncology*, 16, E169–E175.
- Honneffer, J., Minamoto, Y. & Suchodolski, J. (2014) Microbiota alterations in acute and chronic gastrointestinal inflammation of cats and dogs. *World journal of gastroenterology*, 20, 16489-16497.
- Horváth, Z., Igyarto, B., Magyar, A., Miklosi, A. (2007) Three different coping styles in police dogs exposed to a short-term challenge. *Hormones and Behavior*, 52, 621-630.
- Huang, F. & Wu, X. (2021) Brain Neurotransmitter Modulation by Gut Microbiota in Anxiety and Depression. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 9, 1-6.
- Koolhaas, J., Korte, S., De Boer, S., Van Der Vegt, B., Van Reenen, C., Hopster, H., De Jong, C., Ruis, M. & Blokhuis, H. (1999) Coping styles in animals: Current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, 925-935.
- Kraimi, N., Lorman, F., Calandreau, L., Kempf, F., Zemb, O., Lemarchand, J., Constantin, P., Parias, C., Germain, K., Rabot, S., Philippe, C., Foury, A., Moisan, M., Carvalho, A., Coustham, V., Dardente, H., Velge, P., Chaumeil, T. & Leterrier, C. (2022) Microbiota and stress: A loop that impacts memory. *Psychoneuroendocrinology*, 136, 1-11.
- Kubinyi, E., Rhali, S., Sándor, S., Szabó, A. & Felföldi, T. (2020) Gut Microbiome Composition is Associated with Age and Memory Performance in Pet Dogs. *Animals*, 10, 1-10.
- Liu, Y., Liu, C., Hu, Y., Liu, C., Li, X., Li, X., Zhang, X., Irwin, D., Wu, Z., Chen, Z., Jin, Q. & Zhang, S. (2021) Differences in the gut microbiomes of

- dogs and wolves: Roles of antibiotics and starch. *BMC Veterinary Research*, 17, 112-122.
- Martin, C. & Mayer, E. (2017) Gut-Brain Axis and Behavior. *Nestlé Nutrition Institute Work*, 88, 45-53.
 - Menuge, F., Marcet-Rius, M., Chabaud, C., Teruel, E., Berthelot, C., Kalonji, G., Bienboire-Frosini, C., Mendonça, T., Lascar, E. & Pageat, P. (2021) Repeated separations between a future guide dog and its foster family modify stress-related indicators and affect dog's focus. *Applied Animal Behaviour Science*, 244, 1-7
 - Mizukami, K., Uchiyama, J., Igarashi, H., Murakami, H., Osumi, T., Shima, A., Ishihara, G., Nasukawa, T., Une, Y. & Sakaguchi, M. (2019) Age-related analysis of the gut microbiome in a purebred dog colony. *FEMS Microbiology Letters*, 366, 1-7.
 - Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, DG., Altman, D., Antes, G. (2009) Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Research methods & reporting*, 6, 1-8.
 - Mondo, E., Marliani, G., Accorsi, P., Cocchi, M. & Di Leone, A. (2019) Role of gut microbiota in dog and cat's health and diseases. *Open Veterinary Journal*, 9, 253-258.
 - Pardal-Refoyo, J., Pardal-Peláez, B. (2020) Anotaciones para estructurar una revision sistematica. *Rev. ORL*, 11, 155-160
 - Pilla, R. & Suchodolski, J. (2020) The Role of the Canine Gut Microbiome and Metabolome in Health and Gastrointestinal Disease. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 1-12.
 - Robles, V. & Guarner, F. (2013) Progreso en el conocimiento de la microbiota intestinal humana. *Nutrición hospitalaria*, 28, 553-557.
 - Rosado, B., García-Belenguer, S., Leon, M., Chacon, G., Villegas, A. & Palacio, J. (2010) Blood concentrations of serotonin, cortisol and dehydroepiandrosterone in aggressive dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 123, 124-130.

- Selye, H. (1975) Implications of stress concept. *New York State Journal of Medicine*, 75, 2139–2145.
- Sih, A., Bell, A., Johnson, J. & Ziemba, R. (2004) Behavioral syndromes: An integrative overview. *The Quarterly Review of Biology*, 79, 241-277.
- Suchodolski, J. (2011) Intestinal Microbiota of Dogs and Cats: A Bigger World than We Thought. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 41, 261-272.
- Suchodolski, J. (2021) Analysis of the gut microbiome in dogs and cats. *Veterinary Clinical Pathology*, 50, 6-17.
- Tuniyazi, M., Hu, X., Fu, Y. & Zhang, N. (2022) Canine Fecal Microbiota Transplantation: Current Application and Possible Mechanisms. *Veterinary sciences*, 9, 1-17.
- Wen, C., Wei, S., Zong, X., Wang, Y. & Jin, M. (2021) Microbiota-gut-brain axis and nutritional strategy under heat stress. *Animal Nutrition*, 7, 1329-1335.
- Wilson, G., Fullenkamp, P., Davis, I. (1994) Evoked potential, cardiac, blink and respiration measures of pilot workload in air to ground missions. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 65, 100–105.
- Wormald, D., Lawrence, A., Carter, G. & Fisher, A. (2016) Physiological stress coping and anxiety in greyhounds displaying inter-dog aggression. *Applied Animal Behaviour Science*, 180, 93-99.
- Xenoulis, P., Palculict, B., Allenspach, K., Steiner, J., Van House, A. & Suchodolski, J. (2008) Molecular-phylogenetic characterization of microbial communities imbalances in the small intestine of dogs with inflammatory bowel disease. *FEMS Microbiology Ecology*, 66, 579-589.

