Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Químicas

Tesis presentada para obtener el grado de Licenciatura en Químico Farmacobiólogo

Estudio de la frecuencia de *Salmonella* spp. en heces de perros domésticos de la colonia de San José Vista Hermosa, ciudad de Puebla

Presenta:
Alumna: María Elizabeth Ramos Bonilla
Directora: D.E.D Claudy Lorena Villagrán Padilla
Asesor de Tesis: D.C. Alma López García

Fecha: Enero 2024

ÍNDICE

RESUMEN *4*

INTRODUCCIÓN *5*

MARCO TEÓRICO *6*

Características de *Salmonella* spp. 6

Epidemiología de *Salmonella* spp. en México 10

Etiología de salmonelosis en perros 11

Manifestaciones clínicas en perros 12

Aislamiento e identificación de *Salmonella* 14

MARCO DE REFERENCIA *16*

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA *19*

JUSTIFICACIÓN *20*

OBJETIVOS *21*

Objetivo General 21

Objetivos Específicos 21

HIPÓTESIS *22*

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN *23*

MATERIALES Y METODOLOGÍA *25*

DISCUSIÓN DE RESULTADOS *34*

CONCLUSIONES *36*

PERSPECTIVAS *37*

BIBLIOGRAFÍA *37*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 26
Figura 2.....28
Figura 3 28
Figura 4 28
Figura 5 29

RESUMEN

La salmonelosis, causada por *Salmonella* spp., representa una preocupación significativa para la salud pública a nivel mundial. De hecho, esta enfermedad afecta a una parte considerable de la población anualmente, resultando especialmente peligrosa para niños pequeños y ancianos. En particular, la presencia de *Salmonella* spp. en perros domésticos plantea interrogantes sobre posibles riesgos para la salud pública en la ciudad de Puebla, México. Sin embargo, a pesar de la relevancia de este tema, la información específica sobre la frecuencia de *Salmonella* spp. en perros en esta región es limitada. Por consiguiente, este estudio se enfocó en investigar la frecuencia de *Salmonella* spp. en perros domésticos en la colonia San José Vista Hermosa, Puebla. Para ello, se analizaron 100 muestras de heces de perros, pero no se encontraron casos positivos de *Salmonella* spp. Estos resultados resultados destacan la importancia de seguir explorando diferentes técnicas para mejorar la detección de *Salmonella* en perros, así como la necesidad de concientizar a los propietarios de mascotas sobre prácticas de higiene alimentaria para mitigar los riesgos de transmisión de *Salmonella* spp. en la ciudad de Puebla y otras comunidades similares.

INTRODUCCIÓN

La salmonelosis, causada por *Salmonella* spp., es una de las principales preocupaciones para la salud pública a nivel global, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Alrededor del 10% de la población contrae esta enfermedad, teniendo como resultado 550 millones de personas enfermas al año; este impacto es notablemente alto en los niños pequeños, ya que *Salmonella* spp. está entre las cuatro principales causas de enfermedades diarreicas a nivel mundial. (OMS, 2018).

Así también, *Salmonella* spp. comprende una amplia variedad de más de 2500 serotipos distintos y es una bacteria resistente que se encuentra en todas partes y aunque algunos serotipos particulares pueden ser letales, la mayoría provoca gastroenteritis. Así pues, entre los serotipos que más comúnmente se transmiten de animales a humanos se encuentran *Salmonella* Enteritidis y *Salmonella* Typhimurium (OMS, 2018).

Por esta razón, es importante saber que la salmonelosis se manifiesta con fiebre, dolor abdominal, diarrea, náuseas y vómitos, generalmente apareciendo de 6 a 72 horas después de la exposición a *Salmonella* spp., y aunque muchos casos son leves, la deshidratación resultante puede ser grave, especialmente en niños y ancianos (FDA, 2023).

Las fuentes de *Salmonella* spp. son diversas, desde animales comestibles hasta mascotas como perros y gatos. La bacteria puede propagarse a través de alimentos contaminados y contacto directo con animales infectados, contribuyendo así a su presencia en hogares y comunidades.

Este estudio se enfoca en conocer la frecuencia de *Salmonella* spp. en perros de la ciudad de Puebla, México. La información recopilada de diversos estudios, incluyendo investigaciones en Texas, Brasil, Irak, el Reino Unido y México, proporciona una base sólida para evaluar el riesgo de salmonelosis en la comunidad poblana. La conciencia sobre la zoonosis y prácticas de higiene alimentaria son fundamentales para mitigar la propagación de *Salmonella* spp. y salvaguardar la salud pública.

MARCO TEÓRICO

Salmonella, llamada así en honor a el veterinario Daniel E. Salmon, es una de las cuatro principales causas de enfermedades diarreicas transmitida por alimentos (OMS, 2018). Así mismo, es una bacteria que abarca un conjunto de microorganismos con implicaciones significativas en la salud humana y animal (Contreras *et al*, 2019).

Así pues, presencia de *Salmonella* spp. en perros constituye una preocupación global en el ámbito de la salud pública y veterinaria, dada la capacidad de estos animales para actuar como portadores asintomáticos y diseminar la bacteria en su entorno (Mughini *et al,* 2022). Por esa razón, a medida que la interacción cercana entre perros y seres humanos se intensifica, se ha despertado un interés significativo en comprender la epidemiología y la diversidad de *Salmonella* spp. en estas mascotas.

Características de *Salmonella* spp.

Salmonella spp. engloba diversos serotipos, siendo *Salmonella* Entérica una de las más relevantes en relación con las infecciones en perros (Pires *et al*, 2014).

El género *Salmonella* spp., parte de la familia Enterobacteriaceae, es un bacilo gramnegativo, anaerobio facultativo y no esporulado, que típicamente posee flagelos que les confieren movilidad. Utiliza el citrato como su única fuente de carbono y muestra un metabolismo tanto oxidativo como fermentativo. Para su crecimiento, no depende del cloruro de sodio, aunque puede desarrollarse en concentraciones de este compuesto que oscila entre el 0.4% y el 4%. (González et *al,* 2014)

La mayoría de los serotipos de *Salmonella* spp. se desarrollan dentro de un rango que va de 5°C a 47°C, con una temperatura óptima entre 35°C y 37°C. Algunos serotipos pueden tolerar temperaturas extremas, desde 2°C o 4°C hasta 54°C. (González *et al,* 2014)

Estos microorganismos tienen un diámetro que varía aproximadamente entre 0.7 y 1.5 µm, con una longitud de 2 a 5 µm. Muestran predominantemente motilidad perítrica (refiriéndose a la capacidad de

movimiento que presentan algunas bacterias debido a la presencia de flagelos alrededor de la superficie celular) (Fàbrega *et al*, 2013).

La clasificación del género *Salmonella* ha sido definida y actualizada por el Centro Colaborador de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para Referencia e Investigación sobre *Salmonella* en el Instituto Pasteur de París, Francia, basada en el esquema de Kauffmann-White. Este género comprende dos especies: *Salmonella enterica* y *Salmonella bongori*. Las subespecies de *Salmonella enterica* incluyen *Salmonella enterica* subsp. Enterica, *Salmonella enterica* subsp. Salamae, *Salmonella enterica* subsp. Arizonae, *Salmonella enterica* subsp. Diarizonae, *Salmonella enterica* subsp. Houtenae y *Salmonella enterica* subsp. Índica (Fàbrega *et al,* 2013).

Inicialmente considerada otra subespecie, *Salmonella* Bongori ahora se clasifica por separado del resto de los linajes de *S.* Entérica como una especie distinta. Las subespecies de *Salmonella*, junto con *Salmonella* Bongori, rara vez se aíslan de muestras clínicas, pero se encuentran principalmente en vertebrados de sangre fría y fuentes ambientales. En consecuencia, la gran mayoría de los organismos de *Salmonella* que causan enfermedades en humanos y animales domésticos pertenecen a *Salmonella* Entérica subsp. Entérica (Fàbrega *et al,* 2013).

Los antígenos presentes en la superficie bacteriana de *Salmonella* spp. son esenciales para su identificación y clasificación. Estos incluyen el lipopolisacárido (O), las proteínas flagelares (H) y las cápsulas bacterianas (K). El lipopolisacárido, también conocido como antígeno somático O, forma parte de la membrana externa de la bacteria. Las proteínas flagelares, o antígeno H, son responsables de la movilidad bacteriana y su capacidad de colonización y virulencia. Por otro lado, las cápsulas bacterianas, o antígeno K, contribuyen a la resistencia de *Salmonella* spp. frente al sistema inmunitario del hospedero y a su patogenicidad (Cuenca *et al,* 2020).

La patogenia de *Salmonella* spp. se centra en invadir la barrera intestinal y en interactuar con células del sistema inmunitario, actuando como un parásito intracelular. Se pueden identificar dos grupos principales de factores de virulencia (Calvete *et al,* 2015):

- Estructuras superficiales de la bacteria:

- Lipopolisacárido (LPS): Posee actividad tóxica debido al lípido A.
- Flagelos: Son responsables de dirigir la bacteria hacia el epitelio e inducir la inflamación.
- Cápsula: Relacionada con la capacidad invasiva.
- Fimbrias: Contribuyen a la adherencia a las células hospedadoras.

- Genes de virulencia localizados en el cromosoma o en plásmidos:

Estos genes codifican factores que modifican la fisiología celular del hospedador o protegen a la bacteria de los sistemas antimicrobianos. Pueden estar agrupados en pequeñas agrupaciones (islotes) o en agrupaciones mayores (islas de patogenicidad) (Calvete *et al,* 2015).

De acuerdo con Chaudhary y colaboradores los genes de virulencia de *Salmonella* y sus funciones son (Calvete *et al, 2015)*:

- *inv*A: Este gen, localizado cromosómicamente, codifica una proteína en la membrana interna de la bacteria que es necesaria para la invasión de las células epiteliales.
- *spv*RABCD: Se trata de un operón presente en plásmidos asociados comúnmente con algunos serotipos de *Salmonella*. Una de las principales funciones de este operón es potenciar la propagación sistémica del patógeno.
- *spv*C: Es un gen relacionado con la virulencia presente en el plásmido y es necesario para la supervivencia dentro de la célula huésped.
- *fim*A: Codifica la proteína FimA, que es esencial para la formación de las fimbrias tipo 1 en *Salmonella* spp., y estas fimbrias son importantes para la adhesión inicial a la mucosa intestinal del huésped durante la patogénesis bacteriana (Kolenda *et al,* 2019).
- *stn*: Es responsable de la producción de enterotoxinas, lo que desempeña un papel significativo en la gastroenteritis causada por *Salmonella*.

Las islas de patogenicidad (IPS) son largas secuencias de genes que contribuyen a un fenotipo de virulencia específico, que suele manifestarse en momentos críticos del proceso infectivo (Calvete, 2015).

Se identifican cinco islas de patogenicidad en *Salmonella*: SPI-1, SPI-2, SPI-3, SPI-4, y SPI-5, cada una con diferentes funciones y localizaciones genómicas.
Estas islas contienen genes que codifican factores de virulencia y están involucradas en diversas etapas del proceso infeccioso (Herrera *et al,* 2015).

Cada isla tiene una función específica en la patogenicidad en *Salmonella*, como la translocación de moléculas en el citoplasma, la supervivencia intracelular, la secreción de toxinas y la adaptación a diferentes ambientes intracelulares y extracelulares (Herrera *et al,* 2015).

La patogenia de *Salmonella* spp. comienza cuando se ingiere una gran cantidad de microorganismos, la dosis infectiva para producir una infección sintomática es de 10^6- 10^9 microorganismos, que luego se adhieren al enterocito y activan el receptor del factor de crecimiento epidérmico (EGF). Esto conduce a cambios en la concentración de Ca^{2+} dentro de la célula y a la reorganización del citoesqueleto de actina, permitiendo que la bacteria se internalice y sobreviva dentro de las vacuolas fagocíticas. Después, *Salmonella* spp. libera toxinas y se mueve hacia la lámina propia, desencadenando una respuesta quimiotáctica y causando infecciones locales o regionales. La bacteria también puede infectar otros órganos al sobrevivir dentro de las vacuolas fagocíticas de los macrófagos, evitando ser destruida por las enzimas lisosomales (Herrera *et al,* 2015).

La infección por *Salmonella* spp. depende de varios factores, como la cantidad de bacterias ingeridas, su capacidad para atravesar las defensas del huésped y su habilidad invasiva. Generalmente, se necesita una gran cantidad de bacterias para causar una infección sintomática, aunque en ciertas situaciones, como cuando la acidez del estómago está disminuida, se puede necesitar menos cantidad de bacterias para causar la enfermedad (Herrera *et al,* 2015).

Salmonella se propaga a través de la ruta fecal-oral, tanto directamente como a través de los alimentos. Esta bacteria es capaz de resistir la acidez estomacal y las condiciones osmóticas del intestino delgado. Luego, se internaliza en las células epiteliales del intestino delgado, especialmente en el íleon, y evade la fagocitosis por parte de células dendríticas y macrófagos. Una vez dentro del organismo, coloniza tejidos linfoideos y ganglios linfáticos mesentéricos. Se dirige principalmente a los macrófagos, estableciéndose

en una vacuola ácida, donde evita la degradación lisosomal y se replica. Esto resulta en infecciones locales o sistémicas en el tejido intestinal u otros órganos del huésped (Barreto *et al,* 2016).

Las defensas naturales del cuerpo contra *Salmonella* spp. incluyen la acidez gástrica, el movimiento intestinal que arrastra los microorganismos y la presencia de bacterias benignas en el colon que impiden que *Salmonella* spp. se adhiera a la mucosa. Además, la inmunidad específica (IgA) evita que las bacterias se adhieran a las células intestinales (Herrera *et al,* 2015.

Después de ser ingeridas, pueden invadir y multiplicarse en las células M ubicadas en las placas de Peyer del intestino delgado. Estas placas son parte del tejido linfoide del intestino y están cubiertas por una capa especial de células que facilitan la entrada de las bacterias (Herrera *et al,* 2015).

Epidemiología de *Salmonella* spp. en México

Los géneros de *Salmonella* Bongori y *Salmonella* Enterica, siendo esta última dividida en seis subespecies: *Salmonella* Entérica, *Salmonella* Salamae, *Salmonella* Arizonae, *Salmonella* Diarizonae, *Salmonella* Houtenae e *Salmonella* Índica, destaca por su amplia diversidad con más de 2,600 serotipos, causantes de numerosas infecciones anuales en humanos, desde casos leves de gastroenteritis hasta formas graves como la fiebre tifoidea. Los síntomas principales de la salmonelosis no tifoidea incluyen inflamación gastrointestinal, diarrea, vómitos, dolor de cabeza y calambres abdominales. Aunque la infección suele resolverse por sí sola en individuos sanos, puede ser grave e incluso fatal en grupos vulnerables como niños, ancianos e inmunocomprometidos (Contreras *et al*, 2019).

Los serotipos *Salmonella* Typhimurium y *Salmonella* Enteritidis son responsables de la mayoría de los brotes diarreicos y se consideran los principales causantes de la salmonelosis (Contreras *et al*, 2019).

Contreras y colaboradores en el 2019 mencionaron que los sistemas de vigilancia epidemiológica, eficaces en países desarrollados, presentan limitaciones en países en desarrollo como México. Estas limitaciones se relacionan con la falta de interés de la población en buscar atención médica debido a la percepción de que la enfermedad se resuelve sola, y las deficiencias en los sistemas de salud pública. Sin embargo, en México, el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) ha mejorado

significativamente en la recolección de datos sobre eventos epidemiológicos, incluidos los casos de salmonelosis, que se reportan regularmente según la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-1994 (NOM 1994) (Contreras *et al*, 2019).

Etiología de salmonelosis en perros

Las infecciones por *Salmonella* spp. en perros suelen originarse a partir de la ingestión de alimentos crudos contaminados, como carne, huevos o productos lácteos (FDA, 2023). La transmisión fecal-oral es común, y el contacto directo entre perros o con entornos contaminados puede favorecer la propagación de la bacteria.

Salmonella spp. en perros tiene una etiología específica que se relaciona con la exposición y la ingestión de la bacteria. La principal vía de infección en perros es la ingestión de alimentos contaminados con *Salmonella* spp. Esto incluye alimentos crudos o mal cocidos, como carne, huevos y productos lácteos, que pueden albergar la bacteria. El agua contaminada también puede ser una fuente de infección para los perros. Si el agua que consumen está contaminada con *Salmonella* spp., puede dar lugar a la infección (OMS, 2018).

Salmonella spp. puede transmitirse entre perros a través del contacto directo con animales infectados o con sus secreciones, como heces. El lamido mutuo, jugar con perros infectados o compartir espacios contaminados aumenta el riesgo de transmisión. Entornos contaminados, como áreas donde se acumulan heces de animales infectados, pueden servir como fuente de *Salmonella* spp. Perros que exploran o consumen materiales de áreas contaminadas tienen un mayor riesgo de infección (OMS, 2018).

Algunos perros pueden actuar como portadores asintomáticos de *Salmonella* spp., albergando la bacteria en su tracto intestinal sin mostrar signos clínicos. Estos perros, aparentemente sanos, pueden ser fuentes de infección para otros animales y humanos (OMS, 2018). En residencias donde se opta por alimentar a los perros con dietas a base de alimentos crudos, existe una probabilidad más elevada de estar expuesto a *Salmonella* spp., dado que las carnes sin cocinar proporcionan un entorno favorable para el crecimiento de esta bacteria (FDA, 2023).

Perros que viajan o experimentan cambios en su rutina pueden estar expuestos a nuevas fuentes de *Salmonella* spp., especialmente si se encuentran en entornos donde la higiene y el control de la infección son deficientes (FDA, 2023La prevención de *Salmonella* spp. en perros implica una combinación de medidas, incluyendo la adopción de prácticas de manejo adecuadas, la promoción de buenas prácticas de higiene y la concienciación sobre los riesgos asociados con determinados alimentos y entornos.

Manifestaciones clínicas en perros:

Los canes y felinos, por lo general, no manifiestan síntomas de *Salmonella* spp., pero pueden ser portadores de la bacteria. Esto implica que, aunque las mascotas no evidencien signos de infección, aún pueden excretar *Salmonella* spp. a través de sus heces, propagando así la bacteria en su entorno, afectando a personas y otras mascotas en el hogar.

Cuando se observa la enfermedad en perros o gatos adultos, es común que el animal presente simultáneamente otra afección. En cachorros y gatitos, hay mayores posibilidades de mostrar signos de enfermedad. Los indicadores de una infección por *Salmonella* spp. en perros (FDA, 2023):

- Vómitos.
- Diarrea, que podría tener presencia de sangre.
- Elevación de la temperatura corporal (fiebre).
- Disminución del apetito.
- Reducción de la actividad, mostrando menor interés por el juego y mayor propensión a descansar más de lo usual. (FDA, 2023)

Un portador asintomático es un individuo que alberga un organismo patógeno, en este caso, la bacteria *Salmonella* spp., en su cuerpo sin mostrar signos clínicos de la enfermedad. Es decir, a pesar de estar infectado, el portador asintomático no presenta síntomas evidentes de la infección. Un portador asintomático se refiere a perros que albergan *Salmonella* spp. en su intestino sin mostrar signos clínicos de la enfermedad como vómitos, diarrea, fiebre u otros signos gastrointestinales. Estos perros pueden parecer sanos y actuar de manera normal, lo que dificulta la detección de la presencia de la bacteria (FDA, 2023). Esto plantea desafíos en términos de diagnóstico y control. Además, la zoonosis, la capacidad de

Salmonella spp. para transmitirse entre animales y humanos, subraya la importancia de abordar esta problemática desde una perspectiva integral.

Aunque el portador asintomático no manifieste síntomas, puede excretar la bacteria en sus heces, saliva u otras secreciones corporales, lo que representa un riesgo potencial de propagación de *Salmonella* spp. a otros animales o incluso a seres humanos. La presencia de portadores asintomáticos destaca la importancia de prácticas de higiene y medidas preventivas para reducir la transmisión de la bacteria (FDA, 2023).

La zoonosis se refiere a las enfermedades que pueden transmitirse entre animales y humanos (FDA, 2023). Estas enfermedades pueden ser causadas por bacterias, virus, parásitos u otros agentes infecciosos y son un importante tema de preocupación en la salud pública. *Salmonella* spp., en el contexto de perros y otros animales, es un ejemplo de una zoonosis potencial.

El diagnóstico microbiológico de *Salmonella* spp. implica emplear métodos tradicionales que no están destinados al recuento bacteriano, sino que se centran en detectar cualitativamente la presencia o ausencia de esta bacteria en diversas matrices. Esta detección se basa en el uso de medios de cultivo selectivos y en la posterior caracterización de las colonias mediante pruebas bioquímicas y serológicas (González *et al,* 2014).

El método estándar en la clínica para el diagnóstico de *Salmonella* es el coprocultivo, el cual es valioso en estudios epidemiológicos, pero su eficacia suele ser limitada debido a su carga de trabajo, costo y volumen. La positividad del coprocultivo varía entre el 1.8% y el 4.4%, y el porcentaje de recuperación de *Salmonella* de los medios de cultivo utilizados es bajo, oscilando entre el 4% y el 10%. Esta baja sensibilidad se atribuye al número de microorganismos presentes en las heces, la competencia con otros microorganismos y los cambios físicoquímicos del medio de cultivo y/o del ambiente (González *et al,* 2014).

Sin embargo, en la actualidad, las evaluaciones de riesgos microbiológicos requieren datos cuantitativos para estimar el riesgo de salmonelosis por el consumo de alimentos contaminados. La Association of Official Analytical Chemist (AOAC) describe un protocolo que puede tardar entre 4 y 5 días en obtener resultados precisos (González *et al*, 2014).

Aislamiento e identificación de *Salmonella*

El proceso consta de cuatro etapas (González et *al,* 2014):

- Etapa de pre-enriquecimiento. Esta fase tiene como objetivo normalizar metabólicamente las células de *Salmonella* spp. presentes en la muestra para su posterior desarrollo. Se lleva a cabo mediante la incubación de la muestra en medios de cultivo no selectivos como agua peptonada, caldo nutritivo, caldo lactosado o agua destilada estéril adicionada con solución de verde brillante al 0.1% durante 18 a 24 horas a 37°C.

- La etapa de enriquecimiento selectivo en donde se emplean medios de cultivo selectivos que estimulan el crecimiento de *Salmonella* spp. mientras inhiben la microbita. Estos medios incluyen el caldo tetrationato-bilis-verde brillante, el caldo Rappaport-Vasiliadis, y el caldo selenito cistina.

- La etapa de aislamiento en medios selectivos. Esta fase permite diferenciar las colonias de *Salmonella* spp. de otras bacterias presentes en la muestra. Se utilizan medios de cultivo que contienen sustancias inhibitorias y los más comunes son el agar Entérico Hektoen, el agar Xilosa, Lisina, Desoxicolato y el agar Bismuto sulfito.

- Pruebas bioquímicas diferenciales: Se llevan a cabo en medios como el agar entérico Hektoen y el agar Xilosa Lisina Desoxicolato para diferenciar las colonias de *Salmonella* spp. por su actividad metabólica. Además, se utilizan medios diferenciales como el agar triple azúcar hierro y el agar Lisina hierro, así como pruebas bioquímicas complementarias para confirmar la identificación de *Salmonella*.

Estos métodos combinados proporcionan un enfoque integral para la detección y confirmación de *Salmonella* spp. en muestras clínicas y alimentarias, permitiendo una evaluación precisa del riesgo microbiológico asociado con la presencia de esta bacteria.

MARCO DE REFERENCIA

Estudios realizados en distintos países, como México, Brasil, Estados Unidos y Europa, han abordado la prevalencia, los factores de riesgo y la diversidad genética de *Salmonella* spp. en perros (FDA, 2023), constituyendo trabajos de investigación relevantes en este ámbito. Cada uno de estos estudios ha empleado enfoques metodológicos variados, que incluyen técnicas microbiológicas, genéticas y epidemiológicas, proporcionando así una panorámica integral del problema.

Viegas y col. en Brasil en el 2020 motivaron a los dueños de los perros para adoptar dietas basadas en carne cruda y su conocimiento sobre los riesgos asociados, así como la evaluación de enteropatógenos como *Salmonella* spp., *C. perfringens* y *C. difficile* en las heces de perros alimentados con diferentes dietas. En esta investigación se encontró que los perros alimentados con dietas crudas eran 30 veces más propensos a ser positivos para *Salmonella* spp., en comparación con aquellos alimentados con dietas convencionales. Se identificaron serovares asociados con salmonelosis humana y resistencia a múltiples medicamentos (Viegas *et al,* 2020).

Núñez y col. en el 2019 reportaron la prevalencia y los factores de riesgo asociados con *Salmonella* spp. en perros callejeros en Mexicali, México. De mayo de 2014 a febrero de 2015 muestrearon 385 perros mediante muestreo de hisopado rectal y técnicas bacteriológicas convencionales. Se aplicaron técnicas moleculares, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), para la identificación de *Salmonella* spp. Este estudio reveló una prevalencia del 6.27% de *Salmonella* spp. en perros callejeros, con serotipos zoonóticos identificados. No se encontraron diferencias significativas entre áreas urbanas, rurales y costeras (Núñez *et al,* 2019).

Usmael y col. en el 2022 investigaron la prevalencia de *Salmonella* spp. en perros, evaluaron los factores de riesgo y analizaron los patrones de resistencia antimicrobiana. En este estudio se encontró que el 6.3% de las muestras de heces de perros estaban positivas para *Salmonella*, con una mayor prevalencia

en perros con diarrea (15.2%). Se identificaron factores de riesgo como el sexo femenino y el consumo de despojos (Usmael *et al*, 2022).

Contreras y col. en el 2019 hicieron una revisión de trabajos realizados en México que revelaron la presencia de al menos 216 serotipos de *Salmonella*, con alimentos de origen animal como la principal fuente de aislamiento (Contreras *et al,* 2019).

Cummings y col. en el 2020 secuenciaron genomas completos para caracterizar aislados de *Salmonella* spp. en perros de refugios, destacando la diversidad y resistencia antimicrobiana. Este estudio reveló varios serotipos de *Salmonella* spp. en perros de refugios, algunos relacionados con aislados clínicos humanos. Se encontró resistencia a múltiples antimicrobianos. El 15% de los aislados mostró genes de resistencia antimicrobiana (AMR), siendo la fosfomicina y los biocidas *qac*EΔ1 los más notables. Específicamente, dos aislados fueron resistentes a la fosfomicina debido al gen fosA7, y uno fue resistente a los biocidas debido al gen qacEdelta1(Cummings *et al*, 2020).

Al-Rubaye y col. en el 2023 detectaron genes de virulencia y resistencia antibacteriana en *Salmonella* spp. aislada de perros en la ciudad de Bagdad. Se destaca que el 6.4% de las muestras fueron positivas para *Salmonella*, y se identificaron genes de virulencia y resistencia a ciprofloxacina (Al-Rubaye *et al,* 2023).

Reimschuessel y col. en el 2017 en un estudio realizado en Estados Unidos entre 2012 y 2014 revelaron una prevalencia del 2.5% de *Salmonella* spp. en perros. Se observó un mayor riesgo de infección en perros que consumían alimentos crudos. Sorprendentemente, la mitad de los perros positivos no presentaban diarrea (Reimschuessel *et al,* 2017).

Lowden y col. en el 2015 mostraron que, aunque la prevalencia de *Salmonella* spp. en perros en Reino Unido es baja, la detección de *Salmonella* spp. aún se da. Subrayaron la importancia de considerar diferentes condiciones de vida de los perros y destacan la posibilidad de *Salmonella* spp. en perros sin síntomas de diarrea. En este estudio, la prevalencia de *Salmonella* spp. en perros de diferentes entornos fue baja (0.23%), pero se detectó la excreción de *Salmonella* spp. (Lowden *et al,* 2015*).*

Askari y col. en el 2020 examinaron la prevalencia de *Salmonella* spp. en perros callejeros en refugios de Teherán y su relación con los hallazgos clínicos y paraclínicos. De las muestras fecales recolectadas, se encontró que el 11% de las muestras del grupo de casos y el 4% del grupo de control fueron positivas para *Salmonella* spp. Además, se observó que el 12% de las muestras del grupo de casos y solo el 5% del grupo de control fueron positivas en la prueba de aglutinación en tubo para *Salmonella* spp. Los resultados también mostraron que la resistencia antibiótica fue más alta contra la gentamicina y más baja contra la ciprofloxacina en el grupo de casos. Estos hallazgos resaltan la preocupación de salud pública que representa la infección por *Salmonella* spp. en perros callejeros, subrayando la importancia de monitorear regularmente a estos animales debido a su papel como portadores de *Salmonella* spp.(Askari *et al,* 2020).

González y col. en el 2014 analizaron la detección de *Salmonella* spp. destacaron que los métodos tradicionales de aislamiento presentan limitaciones en sensibilidad y especificidad, además de requerir mucho tiempo. Discutieron los avances en métodos moleculares, como la PCR, que ofrecen alta sensibilidad y especificidad, aunque a un costo más elevado. Subrayaron la importancia de estos métodos en el diagnóstico rápido y preciso de *Salmonella* spp., lo que beneficia tanto al sector salud como al productivo al permitir una liberación más rápida de productos alimenticios al mercado. La revisión destaca las ventajas y desventajas de los métodos microbiológicos tradicionales y moleculares, y resalta la necesidad de evaluar estrategias óptimas para la detección y diagnóstico de esta bacteria de importancia en salud pública (González *et al,* 2014).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La coexistencia de perros como mascotas en hogares de la ciudad de Puebla, México, plantea interrogantes sobre la posible presencia de *Salmonella* spp. y su impacto en la salud pública local. Aunque diversos estudios han documentado la capacidad de los perros para portar y diseminar *Salmonella* spp., la información específica para la población canina en esta región es limitada.

La salmonelosis representa una preocupación global en salud pública, afectando aproximadamente al 10% de la población anualmente según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta enfermedad, que incluye síntomas como fiebre, dolor abdominal y diarrea, puede ser especialmente grave en niños pequeños y ancianos. *Salmonella* spp., con más de 2500 serotipos, se encuentra en diversas fuentes, desde alimentos hasta mascotas como perros y gatos, y puede transmitirse a través del consumo de alimentos contaminados y el contacto directo con animales infectados.

El presente estudio se centra en investigar la frecuencia y características de *Salmonella* spp. en perros domésticos en la ciudad de Puebla, México. La importancia de este estudio radica en proporcionar datos específicos sobre la situación local en Puebla, lo que permitirá comprender mejor los riesgos potenciales asociados con la convivencia entre humanos y perros en entornos domésticos. Los resultados obtenidos contribuirán al diseño de estrategias de prevención específicas y a la concienciación de los propietarios de mascotas para mitigar los posibles riesgos de transmisión de *Salmonella* spp. en la ciudad de Puebla por lo cual nos planteamos las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la frecuencia de *Salmonella* spp. en perros domésticos en la colonia de San José Vista Hermosa, Puebla?

JUSTIFICACIÓN

La investigación sobre la presencia de *Salmonella* spp. en perros domésticos en la ciudad de Puebla surge de la necesidad de comprender y abordar posibles riesgos para la salud pública derivados de la convivencia estrecha entre humanos y mascotas. A pesar de que estudios previos han revelado la capacidad de los perros para albergar y transmitir *Salmonella* spp., existe una carencia significativa de datos específicos en el área en la que se hará el estudio. La justificación para llevar a cabo este estudio se basa en varios elementos fundamentales:

Salmonella spp. es una de las principales causas de enfermedades diarreicas, y su transmisión puede tener consecuencias graves para la salud humana. Comprender la frecuencia de *Salmonella* spp. en perros domésticos permitirá evaluar los riesgos y adoptar medidas preventivas adecuadas para la Salud Pública.

La falta de datos específicos sobre *Salmonella* spp. en perros domésticos en Puebla crea un vacío en la comprensión de la epidemiología local de esta bacteria. Este estudio busca llenar ese vacío, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones informadas.

Dada la proximidad entre perros y sus dueños en entornos domésticos, la presencia de *Salmonella* spp. en perros podría representar un riesgo significativo de transmisión a los humanos. Esta investigación ayudará a evaluar cómo el estilo de vida de los perros y su entorno doméstico impactan en la prevalencia de *Salmonella* spp.

Los resultados obtenidos contribuirán a la concientización de los propietarios de mascotas sobre posibles riesgos y prácticas preventivas. Esto es esencial para mitigar la propagación de *Salmonella* spp. y promover la salud tanto de los animales como de las personas.

La información generada servirá como base para el desarrollo de estrategias específicas de salud pública en Puebla, dirigidas a reducir la incidencia de *Salmonella* spp. en perros domésticos y, por ende, minimizar los riesgos asociad

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Estudiar la frecuencia de *Salmonella* spp. en heces de perros domésticos de la colonia de San José Vista Hermosa

Objetivos Específicos:

- Aislar e identificar *Salmonella* en heces de perros
- Obtener la frecuencia de *Salmonella* en heces de perros
- Realizar los perfiles de sensibilidad antimicrobiana a las cepas de *Salmonella* aisladas

HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación

La frecuencia de *Salmonella* spp. en perros domésticos de la ciudad de Puebla es alta.

Hipótesis Nula

La frecuencia de *Salmonella* spp. en perros domésticos de la ciudad de Puebla es baja o nula.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

a) Tipo de estudio:

Este estudio es observacional, transversal y descriptivo.

b) Universo del estudio:

Heces de perros domésticos de la ciudad de Puebla.

c) Tamaño de muestra:

Muestreo aleatorio de 100 perros.

d) Sede y lugar del estudio:

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología, en la Facultad de Ciencias Químicas de La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Las muestras de heces se recolectaron directamente de perros en la colonia San José Vista Hermosa.

e) Criterios de selección:

Criterios de inclusión:

Heces de perros domésticos de cualquier raza y edad de la colonia San José Vista Hermosa.

Criterios de exclusión:

Heces de perros que hayan recibido tratamiento con antibióticos en el último mes.

Perros con dueños que no estén dispuestos a colaborar activamente en el estudio.

f) Recursos humanos:

La investigación fue dirigida por la alumna María Elizabeth Ramos Bonilla, D.E.D. Claudy Lorena Villagrán Padilla y D.C. Alma López García.

g) Recursos financieros:

Los recursos financieros necesarios incluyeron material de laboratorio, reactivos para el aislamiento de *Salmonella* spp. corrieron por cuenta del tesista María Elizabeth Ramos Bonilla.

h) Diseño estadístico:

Se utilizó un diseño estadístico descriptivo.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Materiales:

- Recipientes herméticos estériles.
- Tubos de ensayo estériles.
- Medios de cultivo MacConkey (MC)
- Medios de cultivo *Salmonella Shigella* (SS)
- Incubadora
- Asa de siembra
- Microscopio
- Reactivos de tinción

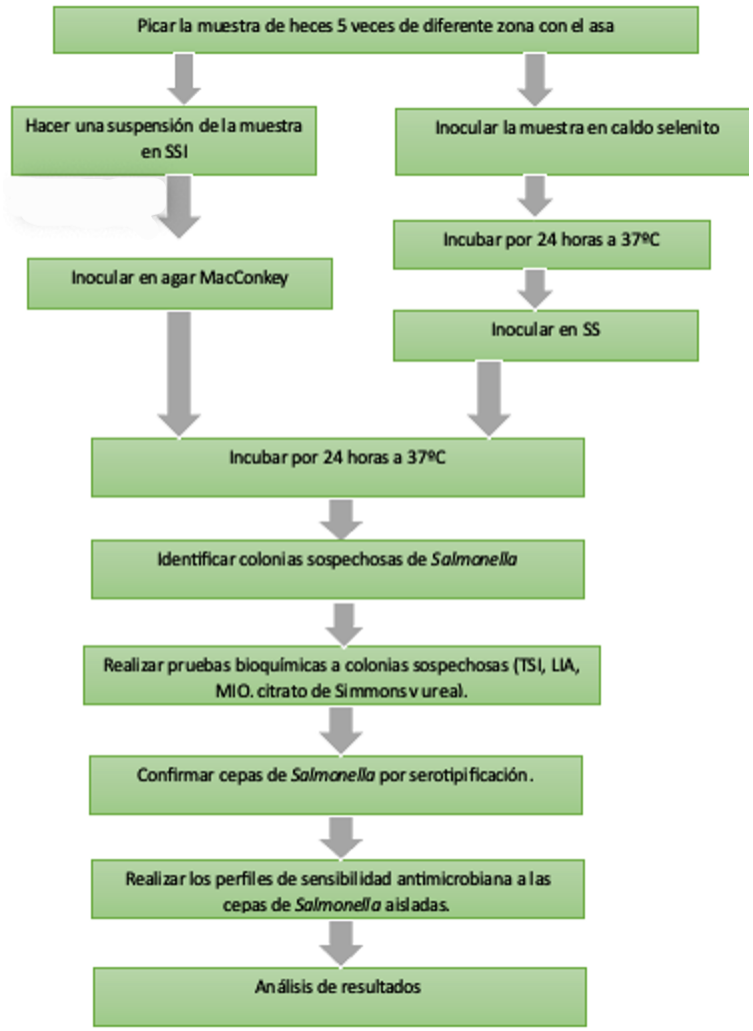
Tipos de Muestras:

Muestras de heces de perros domésticos: Recolectadas en recipientes herméticos estériles.

Toma de muestra:

- Identificación del perro: Se hizo la identificación del perro que cumpla con los criterios de inclusión para toma de muestra.
- Registro de datos del perro: Se registró nombre, edad, raza y dieta del perro.
- Recolección de heces: Utilizando un recipiente estéril, se recogió un aproximado de 3g directamente del suelo con un abatelenguas inmediatamente después de la defecación del animal.
- Etiquetado del recipiente: Cada recipiente utilizado para la recolección de muestras se etiquetó correctamente con la información del perro y la fecha de recolección. Se recomienda incluir al menos el nombre del perro, la fecha y la ubicación de la recolección. Esto garantizó una identificación precisa de la muestra durante el transporte y el análisis posterior en el laboratorio.
- Almacenamiento y transporte adecuados: Una vez recolectada la muestra, se selló correctamente el recipiente y se almacenó en un lugar fresco. La muestra se tomó el mismo día en que se iniciaron las pruebas por lo que el transporte al laboratorio fue inmediatamente después de la recolección de muestras y no hubo necesidad de refrigeración.

Diagrama general de trabajo



El proceso de detección de S*almonella* spp. consta de cuatro etapas principales (González et al, 2014) previamente mencionadas. Para la etapa de pre-enriquecimiento, utilizamos caldo lactosado debido a que este medio es rico en nutrientes y no contiene inhibidores del crecimiento bacteriano, lo cual es crucial para recuperar células injuriadas y diluir sustancias tóxicas o inhibitorias presentes en la muestra. Además, el caldo lactosado favorece el desarrollo de *Salmonella* en comparación con otras bacterias. Su composición incluye extracto de carne y peptona como fuentes de carbono y nitrógeno, mientras que la lactosa actúa como el hidrato de carbono fermentable, produciendo ácido y gas durante su fermentación. Esto permite una recuperación efectiva de *Salmonella* spp. y prepara las células bacterianas para las etapas

posteriores de enriquecimiento y aislamiento (Laboratorio Britannia, 2021). Posteriormente, en la etapa de enriquecimiento selectivo, empleamos caldo Selenito Cistina el cual se utiliza para el enriquecimiento selectivo de *Salmonella* spp. a partir de heces, alimentos y otros materiales de importancia sanitaria. Este medio de cultivo contiene peptona, que proporciona los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano, y lactosa, que actúa como hidrato de carbono fermentable. El selenito de sodio presente en el medio inhibe la flora grampositiva y la mayoría de la flora entérica, exceptuando *Salmonella* spp., durante las primeras 8-12 horas de incubación. Además, la inclusión de L-cistina, recomendada por la FDA, actúa como agente reductor, disminuyendo la toxicidad del selenito de sodio y mejorando así la recuperación de especies de *Salmonella* (Laboratorio Britannia, 2021). Para la etapa de aislamiento en medios selectivos, utilizamos agar MacConkey ya que este se utiliza para el aislamiento de bacilos gramnegativos permitiendo distinguir entre colonias fermentadoras de lactosa (rosas) y no fermentadoras (incoloras) (Laboratorio Britania, 2021). Y agar SS, que contiene sales biliares y verde brillante para inhibir bacterias grampositivas, coliformes y *Proteus* spp. El tiosulfato de sodio permite la formación de sulfuro de hidrógeno, visible como precipitados negros de sulfuro de hierro. La lactosa, un carbohidrato fermentable, diferencia bacterias fermentadoras (colonias rosadas o rojas) de las no fermentadoras (colonias transparentes) que permiten diferenciar las colonias de *Salmonella* spp. de otras bacterias presentes.

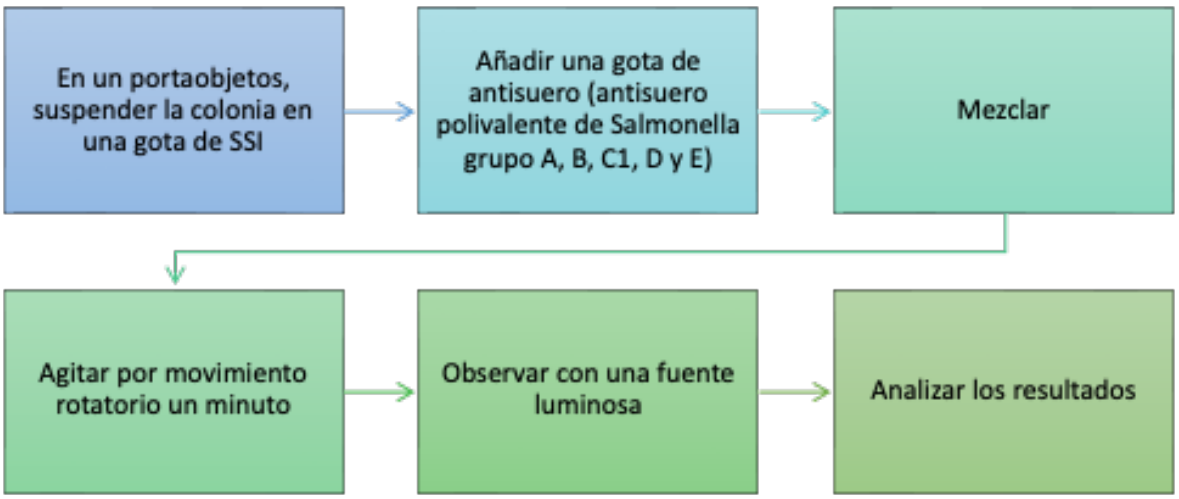
Finalmente, realizamos pruebas bioquímicas diferenciales para confirmar la identificación de *Salmonella* spp.

Pruebas bioquímicas para la identificación de *Salmonella*

- TSI: *Salmonella* no fermenta lactosa, fermenta glucosa hay producción de H_2S, positiva a producción de gas.
- LIA: *Salmonella* es lisina positiva, con producción de H_2S.
- Citrato de Simmons: *Salmonella* utiliza al citrato como única fuente de carbono.
- MIO: *Salmonella* es móvil por la presencia de flagelos, descarboxila a la ornitina y presenta a la enzima triptofanasa.
- Urea*:* *Salmonella* es negativa, esta bacteria no tiene la enzima ureasa.

En caso de aislar *Salmonella* spp. Se debe llevar a cabo la aglutinación con antisueros específicos como parte del protocolo de diagnóstico. Esta prueba se realizará de acuerdo con el esquema 1 a las cepas sospechosas de *Salmonella*.

La aglutinación con antisueros específicos permite identificar el serotipo al que pertenecen las cepas de *Salmonella* en las muestras clínicas. Al observar si las bacterias se aglutinan o no en presencia del antisuero, se puede determinar si Salmonella está presente y, en caso afirmativo, a qué serotipo pertenece. Esta información es fundamental para comprender la diversidad de serotipos de *Salmonella* presentes en la población canina y para implementar medidas adecuadas de prevención y control de la infección (González *et al,* 2014).



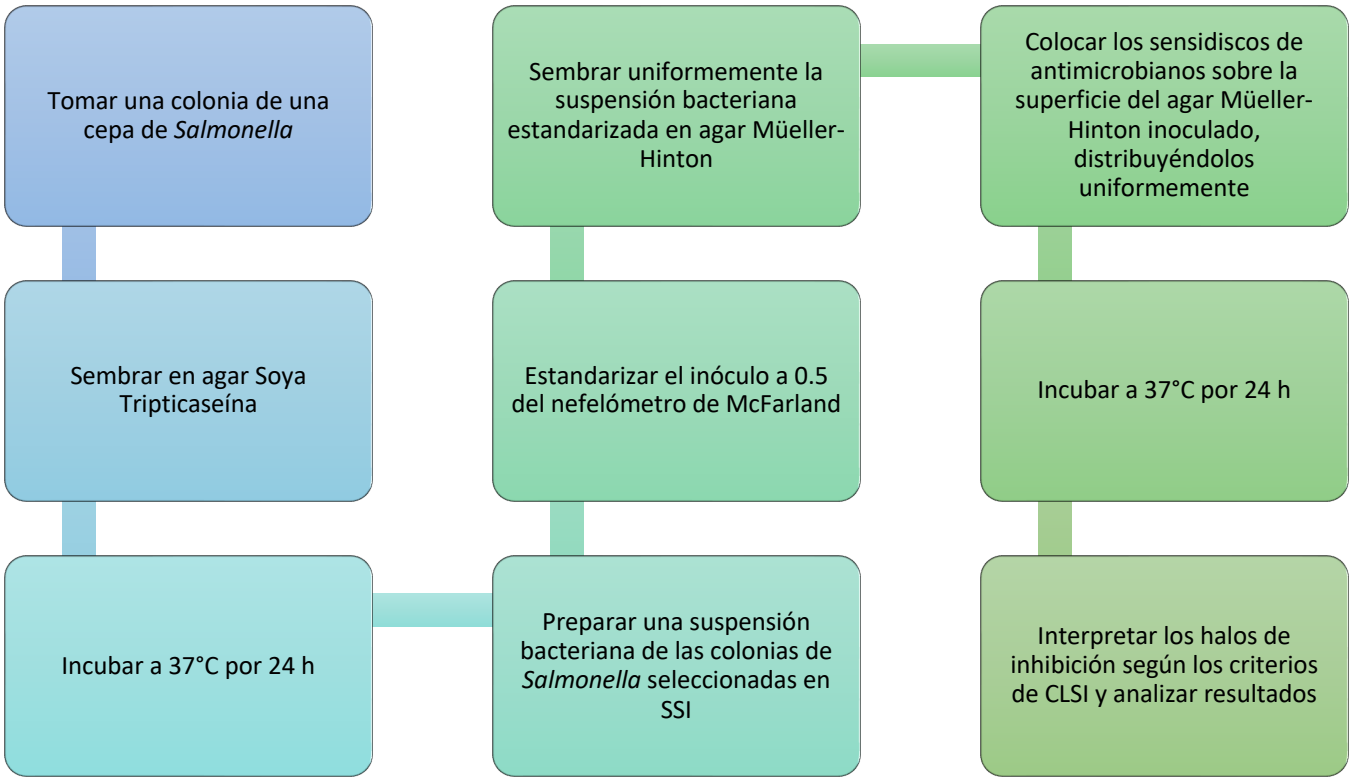
Esquema 1. Esquema de trabajo para aglutinación de antisueros específicos.

En caso de asilar e identificar a *Salmonella* spp. se debe realizar el perfil de sensibilidad por el método de Kirby-Bauer (esquema 2), siguiendo las recomendaciones del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2023). Se utilizará un total de 12 antibióticos de cinco familias diferentes: aminoglucósidos (estreptomicina y gentamicina), carbapenémicos (imipenem y meropenem), cefalosporinas (cefalotina, cefotaxima, cefuroxima, ceftriaxona y cefepima), penicilina (amoxicilina/ácido clavulánico) y dos

quinolonas (levofloxacina y ciprofloxacina). Con los datos obtenidos, se clasificará la sensibilidad de la bacteria a cada antibiótico probado en sensible y resistente como se muestra en la (Figura 1), (CLSI, 2023).

Tier 1: Antimicrobial agents that are appropriate for routine, primary testing and reporting	Tier 2: Antimicrobial agents that are appropriate for routine, primary testing but may be reported following cascade reporting rules established at each institution	Tier 3: Antimicrobial agents that are appropriate for routine, primary testing in institutions that serve patients at high risk for MDROs but should only be reported following cascade reporting rules established at each institution	Tier 4: Antimicrobial agents that may warrant testing and reporting by clinician request if antimicrobial agents in other tiers are not optimal because of various factors
Ampicillin			
Ciprofloxacin Levofloxacin			
Trimethoprim-sulfamethoxazole			
Cefotaxime or ceftriaxone			Ertapenem[c] Imipenem[c] Meropenem[c]
	Azithromycin[d]		
			Tetracycline[e]

Figura 1. Antibióticos y concentraciones utilizadas para las pruebas de susceptibilidad para *Salmonella* tomada del CLSI 2023 (CLSI, 2023).



Esquema 2. Diagrama de trabajo para realización de antibiograma por el método de Kirby-Bauer.

RESULTADOS

Se analizaron 100 muestras de heces de perros (anexo 1) que habitan en la colonia San José Vista Hermosa, ciudad de Puebla (Figura 2). Esta colonia es caracterizada con un estatus socioeconomico que oscila entre la clase media y la clase media alta.

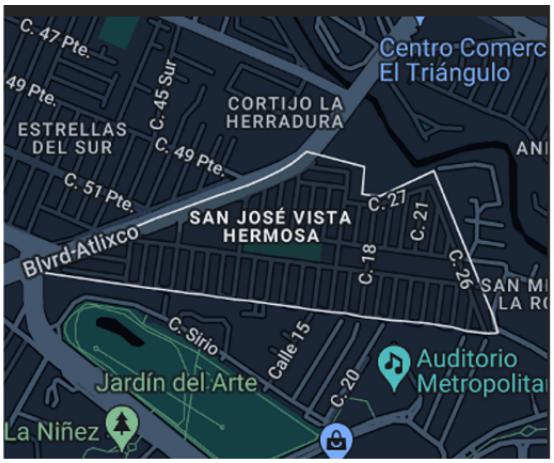


Figura 2. Mapa de la colonia San José Vista Hermosa.

El estudio notó que en esta comunidad existe una notable conciencia sobre la alimentación y el bienestar de los perros. Esta conciencia se hace evidente en la forma en que los dueños cuidan a sus animales en los espacios públicos, como los parques. Además, la elección de alimentos para sus mascotas refleja un compromiso con la nutrición y el cuidado de los animales, evidenciando una preocupación genuina por su salud y bienestar. Es importante destacar que en este estudio no se realizó una selección específica basada en la raza, edad o dieta de los perros. Se reclutaron muestras de heces de perros domésticos buscados al

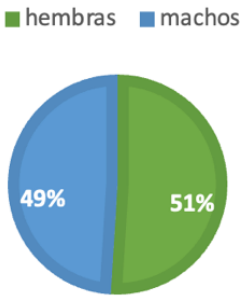


Figura 3. Porcentaje de perros machos y hembras en el estudio.

azar que residían en la colonia, sin distinción de características particulares más allá de su condición de ser animales domésticos. Se recolectaron 51 muestras de hembras y 49 muestras de machos (Figura 3).

Las edades de los perros variaron de 7 meses a 15 años (Figura 4), con una edad promedio de aproximadamente 6 años.

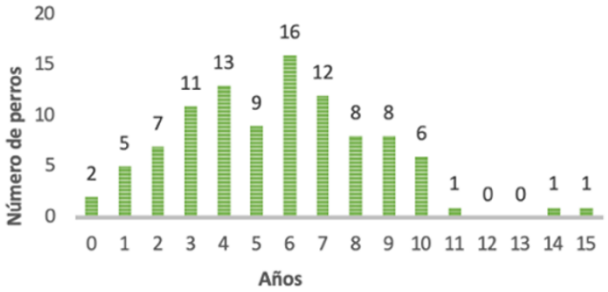


Figura 4. Edad de los perros muestreados.

La mayoría de los perros consumían principalmente comida seca (croquetas), mientras que otros tenían dietas mixtas (croquetas y alimento húmedo para perro que viene en latas o sobres) que incluían comida seca y comida húmeda, otros perros consumían croquetas con pollo o huevo cocidos, lo que se categorizó como dieta 'seca y comida cocida', y en menor medida, huesos crudos y huevo crudo, lo cual categorizamos como 'alimentos crudos' (Figura 5).

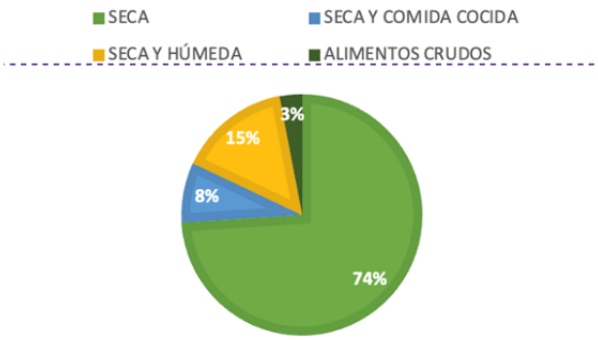


Figura 5. Dieta de los perros muestreados.

Por otro lado, de los perros muestreados, solo cuatro perros presentaron síntomas de diarrea, mientras que los demás no mostraron síntomas aparentes.

Las 100 muestras analizadas se sembraron en agar MacConkey y *Salmonella-Shigella* para identificar colonias que fueran lactosa negativa y productoras de ácido sulfhídrico. Tras 24 horas de incubación, se identificaron 13 colonias sospechosas. A estas colonias colonias se les realizó tinción de Gram para confirmar la presencia de bacilos gramnegativos. A las cepas identificadas como bacilos gramnegativos se les realizó la prueba de oxidasa, ya que *Salmonella* es una bacteria anaerobia facultativa y da un resultado negativo en esta prueba. Posteriormente, se realizaron pruebas bioquímicas a las 13 cepas sospechosas. Los resultados obtenidos se compararon con una cepa de control (identificada por aglutinación de *Salmonella*, y ninguna de las cepas analizadas resultó positiva para *Salmonella*).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los estudios consultados se observó que la alimentación con alimentos crudos se asoció con un mayor riesgo de *Salmonella*, mientras que la alimentación con alimentos cocidos y la administración de probióticos se relacionaron con un menor riesgo (Reimschuessel *et al,* 2017).

Por otra parte, Lee y col. en el 2015 utilizaron diversos medios de pre enriquecimiento como caldo Rappaport-Vassiliadis para aislar *Salmonella,* mientras que en este estudio se empleó únicamente caldo lactosado para el pre enriquecimiento. Esta diferencia metodológica podría influir en la eficiencia del aislamiento y la identificación de *Salmonella* (Lee *et al,* 2015).

La dificultad para aislar *Salmonella* en las muestras fecales de los perros utilizando los métodos microbiológicos tradicionales se puede atribuir a varios factores según Gonzalez *et al.* y col. Primero, la complejidad de las muestras fecales como matrices biológicas con una alta diversidad de microorganismos puede dificultar el crecimiento y el aislamiento de *Salmonella*. Estas muestras albergan una competencia entre microorganismos por nutrientes y condiciones ambientales desafiantes, lo que puede afectar la capacidad de *Salmonella* para crecer en los medios de cultivo utilizados. Además, la baja sensibilidad de los medios de cultivo tradicionales, como el agar MacConkey-Hektoen, limita la capacidad de detectar *Salmonella.* Se menciona que el porcentaje de recuperación de *Salmonella* utilizando estos medios es solo del 4% al 10%, lo que sugiere que la mayoría de las veces, la bacteria puede no ser detectada con estos métodos. Por otro lado, las pruebas bioquímicas utilizadas para la identificación de *Salmonella* pueden presentar limitaciones. Algunos serotipos de *Salmonella* pueden tener características bioquímicas similares a otras bacterias, lo que puede llevar a interpretaciones incorrectas durante la identificación (González *et al,* 2024).

La identificación de *Salmonella* spp. en muestras fecales de perros mediante métodos convencionales es un desafío. La complejidad de las heces, con su diversidad microbiana y competencia por recursos, dificulta el crecimiento y aislamiento de la misma en medios de cultivo selectivos. Además, los medios tradicionales pueden tener una baja sensibilidad para detectar la bacteria, lo que limita su eficacia. Las pruebas bioquímicas, aunque útiles, también presentan limitaciones en la identificación precisa de

Salmonella, especialmente cuando se enfrentan con características similares en otras bacterias (González *et al*, 2024) .

Es importante destacar que diferentes estudios revisados para esta investigación sugieren que la frecuencia de *Salmonella* en perros puede variar según la ubicación geográfica, la alimentación y costumbres de cuidado de los dueños en la zona y debido a esto, el aislamiento de *Salmonella* puede ser menos probable (Reimschuessel *et al,* 2017). En este estudio no se logró aislar *Salmonella* probablemente por la ubicación geográfica, y con esto las costumbres de cuidado de los dueños de la zona en donde se recolectaron las muestras, siendo una colonia considerada como clase media-alta los dueños tienen la posibilidad de adquirir alimento de calidad para sus mascotas. También la baja sensibilidad de los medios tradicionales pudo jugar un papel importante en no haber aislado la bacteria.

CONCLUSIONES

En las 100 muestras de perros analizadas en la colonia San José Vista Hermosa, no se aisló *Salmonella* spp, sin embargo, los resultados deben interpretarse con precaución debido a las limitaciones de los métodos de detección utilizados y la posible variabilidad en la frecuencia de *Salmonella* según la ubicación geográfica y las prácticas de cuidado de los dueños.

La elección de alimentos para las mascotas, así como su estilo de vida y entorno doméstico, pueden influir en la frecuencia de *Salmonella* spp. en perros. Los desafíos en el aislamiento y la identificación de *Salmonella* en muestras fecales de perros son evidentes, destacando la necesidad de métodos de detección más sensibles y específicos. Aunque este estudio no encontró casos positivos de *Salmonella* en perros domésticos de la colonia San José Vista Hermosa, Puebla, proporciona una base importante para futuras investigaciones y para el diseño de estrategias de prevención específicas en la región.

PERSPECTIVAS

Realizar una investigación longitudinal:

- Tomar tres muestras del mismo perro en intervalos de tiempo específicos.

Esto incrementaria la probabilidad de detección:

- La investigación longitudinal aumentaría la probabilidad de detectar la presencia de *Salmonella*.
- Utilizar métodos de análisis adecuados para mejorar la detección.

Uso de Diferentes Medios de Cultivo:

- Considerar el uso de diferentes medios de cultivo como preenriquecimiento con caldo Rappaport Vasiliadis.
- Este método puede mejorar la sensibilidad para aislar *Salmonella.*

BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Rubaye, M. S., & Al-doori, A. A. (2023). Detection of some virulence, antibacterial resistance genes for *Salmonella* spp. isolated from dogs in Baghdad City. *Iraqi J.Agric. Sci*, 54(3), 741-747. https://doi.Org/10.36103/ijas.V54i3.1756

2. Askari, N., Mashhad Rafiee, S., & Amini, K. (2020). A case control study of *Salmonella* spp. infection in stray dogs in Tehran shelters and the correlation between paraclinical tests results and clinical findings. *Arch Razi Inst* 75(1), 93-99. DOI: 10.22092/ari.2018.123213.1242

3. Barreto, M., Castillo-Ruiz, M., & Retamal, P. (2016). *Salmonella enterica*: una revisión de la trilogía agente, hospedero y ambiente, y su trascendencia en Chile. *REVINF*, 33(5), 547-557.https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182016000500010

   Calvete, C., Colello, R., & Etcheverría, A. I. (2015). Detección y caracterización de *Salmonella* spp. en la cadena productiva porcina [Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Veterinarias]. Universidad Nacional

del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Recuperada de https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/44ab9696-4366-4e1f-9b9e-3c21419f1f84/content

4. Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI]. (2023). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing (33rd ed).

5. Contreras-Soto, M. B., Medrano-Félix, J. A., Ibarra-Rodríguez, J. R., Martínez-Urtaza, J., Chaidez, Q. C., & Castro-del Campo, N. (2019). Los últimos 50 años de *Salmonella* spp. en México: Fuentes de aislamiento y factores que influyen en su prevalencia y diversidad. *Revista bio ciencias*, 6(spe), e540. https://doi.org/10.15741/revbio.06.nesp.e540

6. Cuenca-Arias, P., Montaño, L. A., Villarreal, J. M., & Wiesner, M. (2020). Caracterización molecular y fenotípica de aislamientos clínicos de *Salmonella* spp. Typhimurium variante monofásica (1,4,[5],12:i) recuperados en Colombia. *Rev Bio Med*. *40*(4), 722–733. https://doi.org/10.7705/biomedica.5417

7. Cummings, K. J., Mitchell, P. K., Rodriguez-Rivera, L. D., & Goodman, L. B. (2020). Sequence analysis of *Salmonella* enterica isolates obtained from shelter dogs throughout Texas. *Vet Med Sci*, *6*(4), 975–979. https://doi.org/10.1002/vms3.320

8. Fàbrega, A., & Vila, J. (2013). *Salmonella enterica* serovar Typhimurium skills to succeed in the host: virulence and regulation. *Clin Microbiol Rev* 26(2), 308–341. https://doi.org/10.1128/CMR.00066-12

9. Food and Drug Administration. (2023). Conozca los datos sobre la *Salmonella.* Recuperado de https://www.fda.gov/animal-veterinary/animal-health-literacy/conozca-los-datos-sobre-la-*Salmonella*

10. Food and Drug Administration. (2024). Piense en la seguridad alimentaria y evite contraer la *Salmonella*. Recuperado de https://www.fda.gov/animal-veterinary/animal-health-literacy/piense-en-la-seguridad-alimentaria-y-evite-contraer-la-*salmonella*

11. Gonzalez-Pedraza, J., Pereira., N., Soto, V., Hernández, E., & Villarreal, C. José., (2014). Aislamiento microbiológico de *Salmonella* spp. y herramientas moleculares para su detección. *Rev S Uninorte*, 30(1), 73-94. Retrieved January 30, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522014000100009&lng=en&tlng=es.

12. Herrera, B. Yonairo, & Jabib, R. Leonel. (2015). Salmonelosis, zoonosis de las aves y una patogenia muy particular. *Rev electrón vet*, 16(1), 1-19. Recuperado dehttp://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63638739002

13. Kolenda, R., Ugorski, M., & Grzymajlo, K. (2019). Everything you always wanted to know About *Salmonella* type 1 fimbriae, but were afraid to ask, *Front Microbiol*, 10, 1017. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01017

14. Laboratorio Britania. (2021) Selenito Cistina Caldo

15. Lee, K. M., Runyon, M., Herrman, T. J., Phillips, R., & Hsieh, J. (2015). Review of Salmonella detection and identification methods: Aspects of rapid emergency response and food safety. *Food Control, 47*, 264-276. https://doi.bibliotecabuap.elogim.com/10.1016/j.foodcont.2014.07.011

16. Lowden, P., Wallis, C., Gee, N., & Hilton, A. (2015). Investigating the prevalence of *Salmonella* spp. in dogs within the Midlands region of the United Kingdom, *BMC Vet Res*, 11(1), 239. https://doi.org/10.1186/s12917-015-0553-z

17. Mughini-Gras, L., van Hoek, A. H. A. M., Cuperus, T., Dam-Deisz, C., van Overbeek, W., van den Beld, M., Wit, B., Rapallini, M., Wullings, B., Franz, E., van der Giessen, J., Dierikx, C., & Opsteegh, M. (2021). Prevalence, risk factors and genetic traits of *Salmonella* infantis in Dutch broiler flocks, *Vet Microbiol*, *258*, 109120. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2021.109120

18. Núñez Castro, K. M., Trasviña Muñoz, E., García, G. F., Herrera Ramírez, J. C., López Valencia, G., Medina Basulto, G. E., Pujol Manríquez, L. C., & Rentería Evangelista, T. B. (2019). Prevalence, risk factors, and identification of *Salmonella* spp. in stray dogs of northwest Mexico, *AJVS* , 51(1), 0–0. https://doi.org/10.4067/s0719-81322019000100107

19. Organización Mundial de la Salud, OMS. (2018). *Salmonella* spp. (no tifoidea). Obtenido el 17 de Enero, 2024,.

20. Pires, S. M., Vieira, A. R., Hald, T., & Cole, D. (2014). Source attribution of human salmonellosis: an overview of methods and estimates. *Foodborne Pathog Dis*, *11*(9), 667–676. https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1744

21. Reimschuessel, R., Grabenstein, M., Guag, J., Nemser, S. M., Song, K., Qiu, J., ... Okwumabua, O. (2017). Multilaboratory survey to evaluate *Salmonella* spp. prevalence in diarrheic and nondiarrheic dogs and cats in the United States between 2012 and 2014. *J Clin Microbiol.* 55(5), 1350–1368. https://doi.org/10.1128/JCM.02137-16.

22. Secretaría de Salud. (1994). NOM-017-SSA2-1994: Para la vigilancia epidemiológica. Secretaría de Salud, México.

23. Usmael, B., Abraha, B., Alemu, S., Mummed, B., Hiko, A., & Abdurehman, A. (2022). Isolation, antimicrobial susceptibility patterns, and risk factors assessment of non-typhoidal *Salmonella* from apparently healthy and diarrheic dogs. *BMC Vet Res*, *18*(1), 37. https://doi.org/10.1186/s12917-021-03135-x

24. Viegas F., Ramos C., Xavier R., Lopes E., Junior C., Bagno R. M., et al. (2020) Fecal shedding of *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, and *Clostridioides difficile* in dogs fed raw meat-based diets in Brazil and their owners' motivation. *PLoS ONE* 15(4): e0231275. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231275

ANEXO 1

No.	Nombre del perro	Edad	Sexo	Raza	Dieta	Síntomas
1	Lucas	10 años	Macho	Mestizo	Seca	No
2	Lola	6 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
3	Shack	1 año	Macho	Mestizo	Seca y pollo cocido	No
4	Guayabo	6 años	Macho	Mestizo	Seca	No
5	Benito	4 años	Macho	Pug	Húmeda y Seca	No
6	Pepe	6 años	Macho	Schnauzer	Seca	No
7	Chiquis	4 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
8	Kai	2 años	Hembra	Chihuahua	Seca y húmeda	No
9	Minnie	5 años	Hembra	French Poodle	Seca	No
10	Donna	4 años	Hembra	Husky	Seca	No
11	Blacky	9 años	Macho	Mestizo	Seca	No
12	Coco	7 años	Macho	Border collie	Seca y húmeda	No
13	Tommy	8 años	Macho	Pomerania	Seca y pollo cocido	No
14	Rocky	4 años	Macho	Antiguo pastor inglés	Seca y húmeda	No
15	Yaya	9 años	Hembra	Schnauzer	Seca y húmeda	No
16	Princesa	11 años	Hembra	Yorkshire	Seca	No
17	Kiara	7 años	Hembra	Shih Tzu	Seca	No
18	Troy	4 años	Macho	Husky	Seca y comida cocida	No
19	Leo	3 años	Macho	Mestizo	Seca	No
20	Molly	1 año	Hembra	Pomerania	Seca y húmeda	No
21	Pimienta	8 años	Hembra	Chihuahua	Seca y húmeda	No

22	Lobo	5 años	Macho	Mestizo	Seca y pollo cocido	No
23	Chiquis	4 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
24	Bella	10 años	Hembra	Pitbull	Seca	No
25	Dolly	8 años	Hembra	Pitbull	Seca	No
26	Whisky	6 años	Macho	Spitz alemán	Seca	No
27	Beba	7 años	Hembra	French poodle	Seca	No
28	Toby	4 años	Macho	Basset hound	Seca	No
29	Mila	9 años	Hembra	Bulldog	Seca	No
30	Ginger	2 años	Hembra	Bulldog	Seca	No
31	Lila	5 años	Hembra	Golden retriever	Seca	No
32	Goldie	10 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
33	Dori	8 años	Hembra	Mestizo	Seca y húmeda	No
34	Marcus	6 años	Macho	Mestizo	Seca y huevo/pollo	No
35	Lia	6 años	Hembra	Pomerania	Seca y húmeda	Diarrea
36	Tobias	7 años	Macho	Cocker spaniel	Seca y húmeda	No
37	Polo	3 años	Macho	Schnauzer	Seca	No
38	Jack	7 años	Macho	Mestizo	Seca	No
39	Samantha	4 años	Hembra	Chihuahua	Seca	No
40	Pillo	2 años	Macho	Mestizo	Seca y comida cocida	Diarrea
41	Canela	6 años	Hembra	Pug	Seca	No
42	Teo	7 años	Macho	Bulldog	Seca	No
43	Pepito	6 años	Macho	Mestizo	Seca	No
44	Bonnie	3 años	Hembra	Shih tzu	Seca y húmeda	No
45	Taty	7 meses	Hembra	Shih tzu	Seca	No
46	Jack	5 años	Macho	Dálmata	Seca	No
47	Chispa	8 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
48	Joy	10 años	Macho	Schnauzer	Seca	No
49	Pointer	9 años	Macho	Labrador	Seca	No
50	Gigi	1 año	Hembra	Chihuahua	Seca	No
51	Alisha	5 años	Hembra	Chihuaua	Seca	No
52	Beba	3 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
53	Aisha	5 años	Hembra	Chihuahua	Seca	No
54	Rolly	9 años	Macho	Mestizo	Seca	No
55	Amira	7 años	Hembra	Schnauzer	Seca	No
56	Winnie	5 años	Macho	Mestizo	Seca y húmeda	No
57	Aline	10 años	Hembra	Schnauzer	Seca	No
58	Mocha	6 años	Hembra	Husky	Seca	No
59	Amy	10 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
60	Lia	14 años	Hembra	Basset Hound	Seca	No
61	Lucky	15 años	Macho	Schnauzer	Seca	No

62	Güera	7 años	Hembra	Mestizo	Seca y comida cocido	No
63	Benji	3 años	Macho	Mestizo	Seca y huevo	No
64	Mina	7 años	Hembra	Pomerania	Seca	Diarrea
65	Oli	2 años	Macho	Mestizo	Seca	No
66	Bruce	6 años	Macho	Chihuahua	Seca	No
67	Gala	3 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
68	Milo	6 años	Macho	Pomerania	Seca y comida cocida	Diarrea
69	Forest	3 años	Macho	Mestizo	Seca y huesos crudos	No
70	Mia	8 años	Hembra	Yorkshire	Seca	No
71	Koda	4 años	Macho	Antiguo Pastor Inglés	Seca	No
72	Oso	4 años	Macho	Mestizo	Seca	No
73	Bianca	4 años	Hembra	Mestizo	Seca	No
74	Kira	2 años	Hembra	French Poodle	Seca	No
75	Poki	2 años	Macho	Mestizo	Seca	No
76	Frida	1 año	Hembra	Pomerania	Seca	No
77	Ludwig	3 años	Macho	Shih Tzu	Seca y comida cocida	No
78	Daisy	7 meses	Hembra	Shih Tzu	Seca	No
79	Vadher	4 años	Macho	Basset Hound	Seca	No
80	Bruno	6 años	Macho	Mestizo	Seca	No
81	Tomás	5 años	Macho	Mestizo	Seca	No
82	Atreus	2 años	Macho	Golden Retriever	Seca	No
83	Jade	7 años	Hembra	Bulldog	Seca	No
84	Bruce	6 años	Macho	Pitbull	Seca y húmeda	No
85	Tom	9 años	Macho	Schnauzer	Seca	No
86	Luca	3 años	Macho	Shih tzu	Seca	No
87	Randall	8 años	Macho	Mestizo	Seca	No
88	Dexter	3 años	Macho	Mestizo	Seca	No
89	Sami	6 años	Macho	Pastor alemán	Seca	No
90	Juno	7 años	Hembra	Pitbull	Seca	No
91	Mia	9 años	Hembra	Pomerania	Seca	No
92	Ramona	4 años	Hembra	Yorkshire	Seca	No
93	Coqueta	6 años	Hembra	Cocker Spaniel	Seca y húmeda	No
94	Daisy	5 años	Hembra	Mestiza	Seca y húmeda	No
95	Bolt	7 años	Macho	Husky	Seca	No
96	Kiara	9 años	Hembra	Schnauzer	Seca	No
97	Kobe	3 años	Macho	Labrador	Seca	No
98	Wanda	7 años	Hembra	French poodle	Seca	No

99	Puca	6 años	Hembra	Mestiza	Seca	No
100	Toby	8 años	Macho	Shih tzu	Seca	No