

Correlación entre los hallazgos imagenológicos y las características histopatológicas de adenocarcinomas de glándulas mamarias caninas: estudio de un caso clínico

Correlation between imaging findings and histopathological characteristics of canine mammary gland adenocarcinomas: clinical case study

Correlação entre os resultados de exames de imagem e as características histopatológicas dos adenocarcinomas da glândula mamária canina: estudo de caso clínico

Ruiz-Arellano R¹ <https://orcid.org/0009-0005-0273-0837>, Rondón-Volcanes A¹ <https://orcid.org/0009-0002-8140-1481>, Paniagua L² <https://orcid.org/0009-0004-6777-645X>, Moreno F³ <https://orcid.org/0009-0004-2911-6696>, Colmenares M¹ <https://orcid.org/0009-000-9786-132X>, Peña-Contreras Z¹ <https://orcid.org/0000-0003-3398-5996>

¹ Universidad de Los Andes, Centro de Microscopia Electrónica “Dr. Ernesto Palacios Prü”. Mérida, Venezuela.

² Clínica Veterinaria Mascota Planet C.A. Mérida, Venezuela.

³ Universidad de Los Andes, Facultad de Medicina. Mérida, Venezuela.

Correo electrónico: rominarruiz@gmail.com

DOI: <http://doi.org/10.19137/cienvet.v28.9575>

Fecha de recibido: 18 de diciembre de 2025 Fecha aceptado para su publicación: 03 de marzo de 2026

Resumen

Los adenocarcinomas mamarios caninos constituyen la neoplasia más frecuente, con un 50% de casos malignos. Aunque la escisión quirúrgica es el tratamiento principal y la quimioterapia adyuvante mejora la supervivencia, el pronóstico suele ser desfavorable, con alta tasa de metástasis a ganglios linfáticos y pulmones. Este estudio correlaciona hallazgos obtenidos por medio de técnicas de imagenología con análisis histopatológico en un caso clínico de un can femenino Husky Siberiana de 10 años de edad. Las radiografías descartaron metástasis a distancia. La ecografía mamaria reveló masas heterogéneas, de bordes irregulares y mal definidos, con áreas hipoeoicas e hiperecoicas, vascularización aumentada, microcalcificaciones y áreas anecoicas por



necrosis. Este patrón ecográfico fue altamente sugestivo de malignidad, lo que coincidió con el análisis histopatológico que confirmó la presencia de un carcinoma de tipo complejo, una neoplasia epitelial maligna caracterizada por dos poblaciones celulares. Las características ecográficas se correlacionaron directamente con la histología, las áreas hipoeoicas con el componente epitelial maligno y la necrosis, y las hiperecoicas con el estroma fibroso benigno, lo que nos permite concluir que la ecografía, una herramienta de rutina accesible, puede proporcionar un diagnóstico presuntivo altamente confiable de adenocarcinoma mamario maligno. El patrón descrito justificaría la recomendación de una extirpación quirúrgica total, pudiendo la biopsia histológica reservarse para la confirmación definitiva y la determinación del grado tumoral, crucial para el pronóstico y el tratamiento posterior. Esta correlación mejora el diagnóstico y contribuye a la oncología comparativa, que aprueba el uso de modelos caninos para el estudio del cáncer de mama

Palabras claves: Neoplasia, tumores caninos, rayos X, ecografía, histología

Abstract

Canine mammary adenocarcinomas are the most common neoplasm, accounting for 50% of malignant cases. Although surgical excision is the main treatment and adjuvant chemotherapy improves survival, the prognosis is usually poor, with high metastasis to lymph nodes and lungs. This study correlates findings obtained through imaging techniques with histopathological analysis in a clinical case of a 10-year-old female Siberian Husky. Radiographs ruled out distant metastasis. Breast ultrasound revealed heterogeneous masses with irregular and poorly defined edges, hypoechoic and hyperechoic areas, increased vascularization, microcalcifications, and anechoic areas due to necrosis. This ultrasound pattern was highly suggestive of malignancy, which coincided with histopathological analysis confirming the presence of a complex carcinoma, a malignant epithelial neoplasm characterized by two cell populations. The ultrasound characteristics correlated directly with the histology, with the hypoechoic areas corresponding to the malignant epithelial component and necrosis, and the hyperechoic areas corresponding to the benign fibrous stroma. This allows us to conclude that ultrasound, an accessible routine tool, can provide a highly reliable presumptive diagnosis of malignant mammary adenocarcinoma. The described pattern would justify the recommendation of total surgical removal, with histological biopsy reserved for definitive confirmation and determination of tumor grade, which is crucial for prognosis and subsequent treatment. This correlation improves diagnosis and contributes to comparative oncology, which supports the use of canine models for the study of breast cancer

Keywords Neoplasia, canine tumors, X-rays, ultrasound, histology

Resumo

Os adenocarcinomas mamários caninos constituem a neoplasia mais frequente, com 50% dos casos malignos. Embora a excisão cirúrgica seja o tratamento principal e a quimioterapia adjuvante melhore a sobrevida, o prognóstico geralmente é desfavorável, com alta taxa de metástase para os gânglios linfáticos e pulmões. Este estudo correlaciona os resultados obtidos por meio de técnicas de imagem com a análise histopatológica em um caso clínico de uma cadela Husky Siberiana, com 10 anos de idade. As radiografias descartaram metástases à distância. A ultrassonografia mamária revelou massas heterogêneas, de bordas irregulares e mal definidas, com áreas hipoeoicas e hiperecoicas, vascularização aumentada, microcalcificações e áreas anecoicas por necrose. Este padrão ecográfico era altamente sugestivo de malignidade, o que coincidiu com a análise histopatológica que confirmou a presença de um carcinoma do tipo complexo, uma neoplasia epitelial maligna caracterizada por duas populações celulares. As características ecográficas correlacionaram-se diretamente com a histologia, as áreas hipoeoicas com o componente epitelial maligno e a necrose, e as hiperecoicas com o estroma fibroso benigno, o que nos permite concluir que a ecografia, uma ferramenta de rotina acessível, pode fornecer um diagnóstico presuntivo altamente confiável de adenocarcinoma mamário maligno. O padrão descrito justificaria a recomendação de uma extirpação cirúrgica total, podendo a biópsia histológica ser reservada para a confirmação definitiva e a determinação do grau tumoral, crucial para o prognóstico e o tratamento posterior. Esta correlação melhora o diagnóstico e contribui para a oncologia comparativa, que aprova o uso de modelos caninos para o estudo do câncer da mama

Palavras-chave Neoplasia, tumores caninos, raios X, ecografia, histologia

Introducción

Los adenocarcinomas mamarios se reconocen como la neoplasia más frecuente en hembras caninas no castradas, presentándose con carácter maligno en aproximadamente el 50% de los casos. ^[1] El riesgo de desarrollar este tipo de tumores mamarios está asociado con los niveles hormonales, la susceptibilidad de la raza, la dieta y la edad, siendo la edad media de los perros afectados de 10 a 11 años^[2], aunque recientemente se han descrito alteraciones genéticas relacionadas con cánceres de mama caninos. ^[3] Si bien la escisión quirúrgica es el tratamiento más utilizado, las terapias quimioterapéuticas coadyuvantes ofrecen beneficios en cuanto a supervivencia. No obstante, el pronóstico sigue siendo desfavorable, con una esperanza de vida significativamente reducida y un impacto considerable en la calidad de vida de los pacientes y sus dueños. ^[4]

Histopatológicamente, casi el 90 % de los tumores surgen de las células epiteliales, de las cuales cerca del 50 % son malignas,^[5] Se ha reportado que más del 50 % de los tumores diagnosticados han hecho metástasis al momento del examen inicial, llegando a sitios

principalmente linfogénicos. Vale la pena resaltar que estos tumores, también se asocian con ulceración de la piel y sangrado, y pueden producir olores desagradables, que reducen la calidad de vida del paciente y sus tutores. [2]

Para el diagnóstico de esta patología es fundamental la realización de estudios de imagenología, como rayos X y ultrasonido, debido a sus características no invasivas y bien toleradas. [6] Sin embargo, para algunos autores, estas técnicas carecen de efectividad para detectar ciertas características de las lesiones y optimizar las estrategias de tratamiento, por lo que recomiendan la toma de muestras para estudios histopatológicos. [7]

Si bien existe una creciente cantidad de información sobre las técnicas de diagnóstico de los adenocarcinomas de glándulas mamarias caninas, no se han reportado resultados sobre su precisión y la correlación entre ellos para mejorar el diagnóstico de lesiones de alto riesgo. Además, se han publicado pocos estudios sobre la histopatología de tumores mamarios caninos, a pesar de su uso generalizado como modelo animal para el estudio del cáncer de mama. [8]

Con miras a realizar un aporte para la optimización del diagnóstico y tratamiento de los adenocarcinomas de glándulas mamarias caninas, en este trabajo se analizan los estudios de imagen de rutina de un caso clínico estándar y se correlacionan sus hallazgos con las alteraciones morfológicas del tejido afectado, identificadas mediante microscopía de luz de alta resolución.

Materiales y Métodos

Las características clínicas que permiten reconocer, diagnosticar y diferenciar de otras condiciones, la presencia de adenocarcinomas de glándulas mamarias fue reportada en una perra de raza Husky Siberiano de 10 años de edad, la cual presentó un peso de 15,4 kg y valores de química sanguínea, hematología completa y recuento diferencial de leucocitos dentro de los rangos normales.

El diseño y desarrollo experimental, así como la toma quirúrgica de material biológico para el desarrollo de esta investigación, fue debidamente evaluado para garantizar el cumplimiento de los principios éticos establecidos, asegurando el bienestar del paciente involucrado y la validez científica de los procedimientos realizado. Asimismo, se contó con el consentimiento informado del tutor responsable.

Estudios imagenológicos

El espécimen canino fue sometido a la toma de radiografía torácica con proyección ventrodorsal y radiografía abdominal con proyección lateral con una resolución espacial de la imagen de 0,15 mm/pixel, usando el equipo *Digital X-ray Imaging Product Solutions de Innovation*. Además, se realizó una exploración ultrasónica abdominal en Modo B, con un FPS de 60, frecuencia del transductor 7.0-9.0 MHz, CGR de 4, persistencia nivel 4, ganancia de 153, potencia de emisión del 70% y una distancia máxima visualizada de 13.5 cm, para ello se utilizó el equipo *Sonoscape A6V* con transductor micro convexo multi frecuencia.

Análisis histopatológico

Una vez que se evaluó la tolerancia del animal a un procedimiento quirúrgico se procedió a realizar una tumorectomía, en la que se extrajo la totalidad del tejido neoplásico, el cual fue sumergido en una mezcla de fijación que contenía glutaraldehído 3% y formaldehído 3% en tampón cacodilato de sodio 0,1M con pH de 6,3 y se mantuvo a 4°C por aproximadamente 12 horas. Posteriormente, el tejido fue diseccionado en pequeños segmentos y postfijado por 15 horas con tetraóxido de osmio al 1%.

Transcurrido el tiempo de postfijación, las muestras fueron lavadas en solución tampón y deshidratadas empleando concentraciones crecientes de etanol y óxido de propileno. Seguidamente, el tejido fue infiltrado con resina epoxídica (Epon 812) y se incluyó en moldes especiales para formar pirámides que fueron talladas, pulidas y cortadas utilizando el ultramicrotomo Sorvall Porter-Blum MT2-B, para obtener secciones de tejido de 1 µm de espesor.

Para la coloración de los cortes histológicos se utilizó paradifeniletildiamina 1% y para realizar las observaciones pertinentes, generando un registro fotográfico, se empleó el microscopio *Axiophot- Zeiss* acoplado a una cámara *Infinity X* y al Software *DeltaPix Insight* (V 2017). Las imágenes fueron editadas y procesadas utilizando el programa *Image J* (V K1.45).

Resultados

Estudios imagenológicos

Las imágenes radiológicas sirvieron para evaluar la extensión local y regional de la enfermedad, ayudando a identificar evidencias de metástasis. La radiografía torácica (ver figura 1A) permitió evaluar la integridad de los pulmones, no mostró evidencia de nódulos pulmonares múltiples, adenomegalia mediastínica o derrame pleural, que forman el patrón metastásico. De manera similar, la radiografía abdominal (ver figura 1B) permitió asegurar que no existía metástasis hepáticas/esplénicas o invasión local, al

mostrar al espécimen canino sin hepatomegalia y esplenomegalia, presencia de masas abdominales o calcificaciones. La toma de imágenes radiográficas de la región mamaria no se consideró necesaria debido a las limitaciones de la técnica para distinguir la naturaleza y condición de las lesiones neoplásicas.

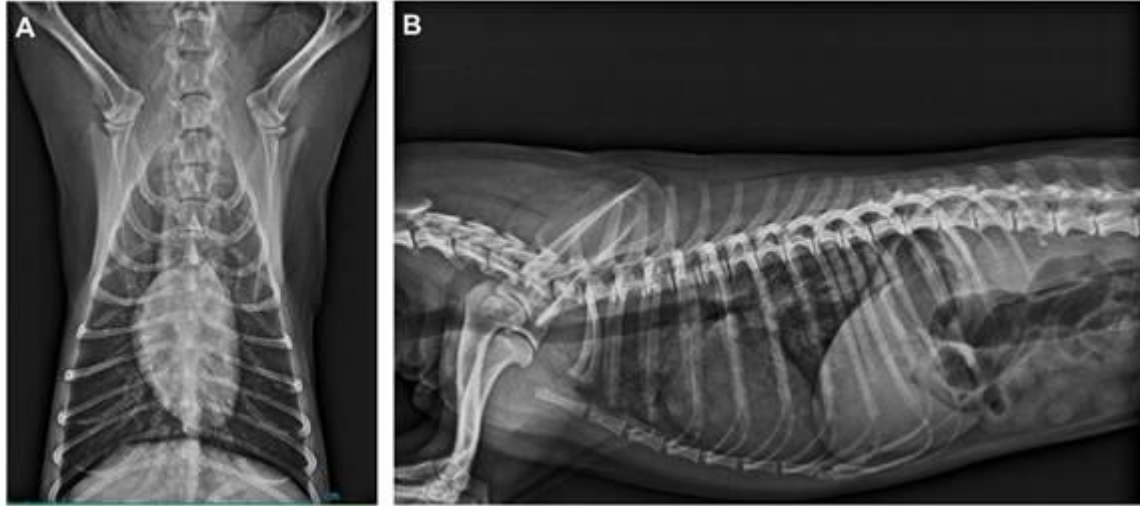


Figura 1. Imágenes radiológicas de un canino hembra Husky Siberiano de 10 años de edad. (A) Radiografía torácica con proyección ventrodorsal, (B) Radiografía abdominal con proyección lateral.

La ecografía abdominal se realizó con el fin de evaluar el estado de salud general del animal, vascularización de las tumoraciones, invasión local y metástasis en órganos. La exploración ecográfica mostró el hígado con bordes definidos, ligeramente aumentado de tamaño, con impresión hepatorenal con riñón derecho, con parénquima homogéneo y trayecto vascular visible. La vesícula biliar se observó distendida con contenido anecoico y partículas en suspensión hipoeoica con paredes regulares e hiperecoica. El estómago presentó tamaño, paredes y grosor dentro de límites normales, no distendido con contenido mixto y movimiento. El bazo se observó con bordes lisos, de buen tamaño, parénquima y ecotextura heterogénea, con presencia de lesión focal hiperecoica sugestiva de masa en el cuerpo del bazo que podría estar en relación con tumor graso benigno tipo lipoma. El riñón izquierdo mostró bordes regulares, de buen tamaño con alteración en la relación cortico medular a favor de corteza y el riñón derecho con bordes irregulares, con lesiones anecoica en corteza renal sugestivo a quiste simple y alteración cortico medular a favor de corteza. Por último, se evaluó la integridad de la vejiga urinaria, reportándose distendida con contenido anecoico con muchas partículas en suspensión.

La figura 2 correspondiente a las imágenes del examen ecográfico abdominal que muestra al explorar la glándula mamaria lesiones compatibles con carcinoma sin evidencia de condición metastásica. Se reporta la presencia de masas heterogéneas de estructura irregular con áreas hipoeoicas e hiperecoicas con bordes mal definidos, vascularización aumentada, microcalcificaciones y áreas anecoicas dentro del tumor

debido a degradación tisular. No se observa invasión local con extensión a tejidos adyacentes o alteración de los ganglios linfáticos regionales.

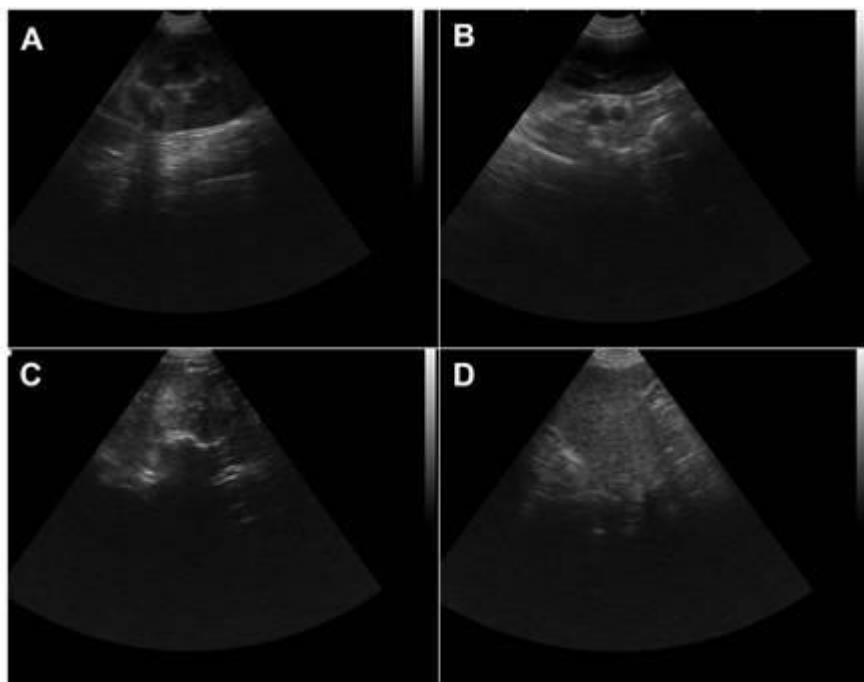


Figura 2. Imágenes de ecografía abdominal de un canino hembra Husky Siberiano de 10 años de edad. (A) Riñón izquierdo, (B) glándula mamaria, (C) glándula mamaria, (D) bazo.

Análisis histopatológico

El análisis de cortes histológicos nos ha permitido hacer una comparación con la primera "Clasificación Histológica Internacional de Tumores de Animales Domésticos" publicada en 1974 por la Organización Mundial de la Salud (Hampe & Misdorp, 1974), la modificación de 1999 (Misdorp et al., 1999) y la propuesta de Goldschmidt et al. (2011)^[9] que incluye la clasificación histológica y nomenclatura de neoplasias y displasias de la glándula mamaria canina.

Las imágenes que se muestran en la figura 3 son clasificadas dentro del grupo de las Neoplasias Epiteliales Malignas como Carcinoma de Tipo Complejo, en donde el componente epitelial es maligno y el mioepitelio es benigno.^[9]

Esta neoplasia maligna se caracteriza por la presencia de dos poblaciones celulares sostenidas por un estroma fibroso moderado. La primera población está compuesta por células epiteliales cuboidales y columnares dispuestas en túbulos y nidos irregulares (ver figura 3A). Los bordes de estas células son poco definidos, se observa abundante citoplasma con pequeñas y numerosas vacuolas que, en la mayoría de los casos, desplazan al núcleo hacia la periferia (ver figura 3B). Estos núcleos son redondos u ovalados con nucleolos prominentes y en algunos casos cromatina finamente punteada. Expandiendo

el intersticio, periféricamente a los túbulos y nidos, se puede observar la segunda población de células mioepiteliales, que tienen forma de huso (Figura 3C). Esta población celular puede presentar núcleos vesiculares ovalados a fusiformes con un nucléolo visible. Los tipos celulares observados exhiben anisocariosis y anisocitosis, y se encuentran números variables de mitosis. Es importante destacar que alrededor de las células se exhibe un escaso material fibrilar (ver figura 3D).

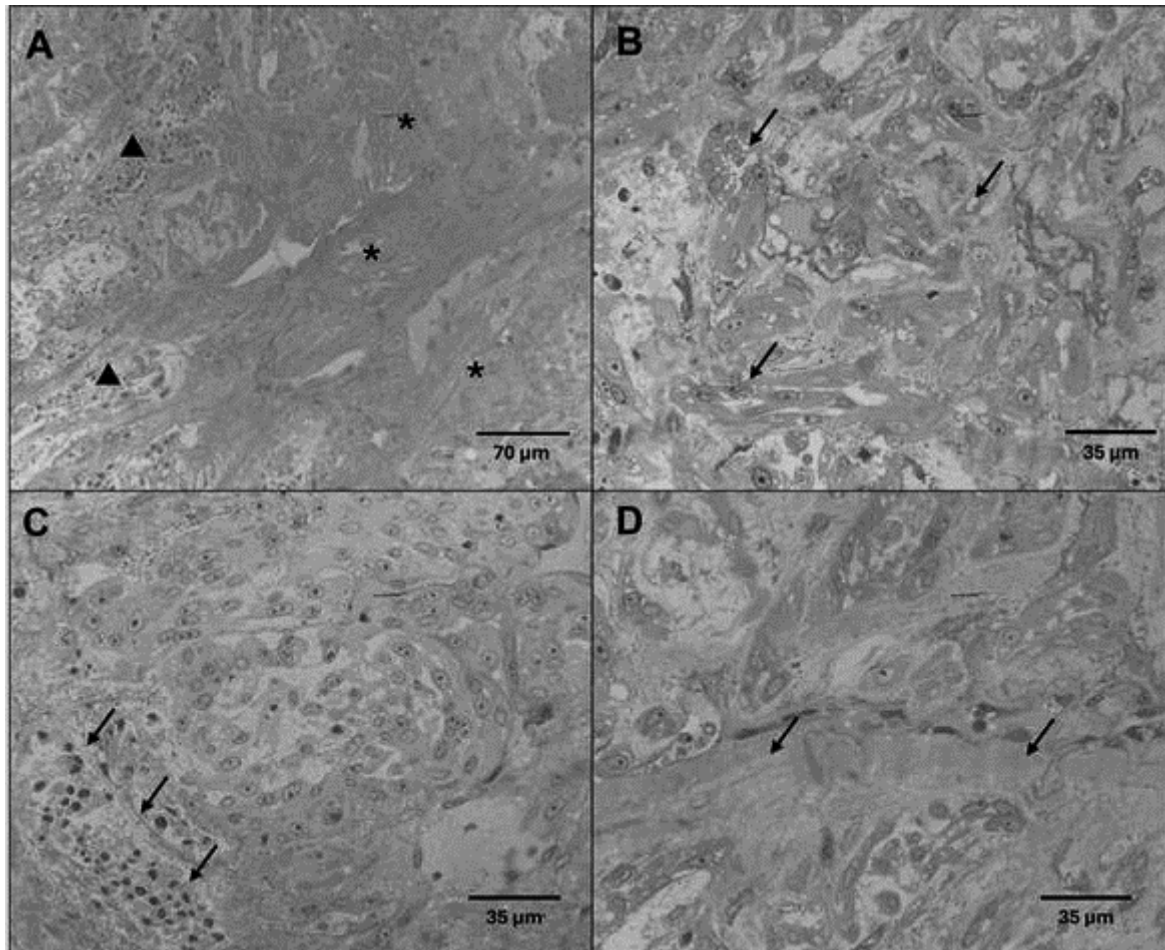


Figura 3. Imágenes de carcinoma complejo de glándula mamaria canina. (A) células malignas epiteliales dispuestas en nidos irregulares (*) y células benignas mioepiteliales (▲) en el intersticio, rodeadas por material fibrilar. (B) células epiteliales neoplásicas con abundante citoplasma que contiene numerosas vesículas (flechas). (C) células epiteliales malignas (*) y células mioepiteliales benignas (flechas). (D) material fibrilar que rodea los nidos de células malignas (flechas).

Discusión

A pesar de las ventajas que ofrece el análisis histopatológico, el diagnóstico de rutina en la práctica veterinaria se basa principalmente en técnicas de imagen, como rayos X y ultrasonido, por esta razón resulta valiosa la correlación entre las técnicas, que permita realizar una predicción de malignidad en masas mamarias sólidas con expresión ecográfica.

Mientras que los rayos X analizados en este estudio, solo permitieron asegurar que la paciente no sufría metástasis, la ecografía permite ahondar en el análisis de la enfermedad. El ultrasonido es un método complementario sencillo y de fácil acceso, por lo que se considera muy útil para el diagnóstico mamario.^[6] La mayoría de las lesiones mamarias benignas y malignas presentan una expresión ecográfica como masas hipoecoicas, sin embargo, varios autores han señalado características ecográficas que podrían ayudar a establecer el diagnóstico diferencial entre masas malignas y benignas, que, junto a las características clínicas de las pacientes, pueden ayudar a establecer conclusiones fiables en cuanto al riesgo de malignidad. ^[6, 10]

El estudio ecográfico del caso clínico analizado en este trabajo, muestra lesiones compatibles con carcinomas, reportándose la presencia de masas heterogéneas de estructura irregular con áreas hipoecoicas e hiperecoicas con bordes mal definidos, vascularización aumentada, microcalcificaciones y áreas anecoicas dentro del tumor debido a degradación tisular, lo que se correlaciona con el carcinoma de tipo complejo identificado por medio del análisis histológico.

Las masas heterogéneas de estructura irregular con áreas hipoecoicas e hiperecoicas se consideran un carácter distintivo de las neoplasias malignas. Las áreas hipoecoicas, se relacionan con el componente epitelial maligno y con áreas de degeneración tisular. Mientras que las áreas hiperecoicas, se correlacionan con el componente estromal benigno, rico en tejido fibroso y fibras de colágeno.^[11] Es importante resaltar que el estroma en los tumores complejos generalmente es proliferativo y reactivo, lo que contribuye con la apariencia heterogénea que puede ser observada mediante la ecografía.^[12]

Por otra parte, los bordes irregulares son un indicador de invasividad local.^[13] El componente epitelial maligno del adenocarcinoma tiene la capacidad de infiltrar el tejido mamario circundante y el estroma, sin formar una cápsula bien delimitada, lo que se refleja ecográficamente como bordes irregulares mal definidos en contacto con el tejido normal.

Además, la vascularización aumentada y la presencia de microcalcificaciones reportadas en la ecografía es típica de los tumores malignos debido a que este tipo de formación requieren un suministro de sangre mayor para sostener su rápido crecimiento ^[13],

mientras se acumula calcio debido a la necrosis tisular y propagación de células malignas que pueden secretar sustancias que favorecen las calcificaciones. [14]

Las áreas anecoicas dentro del tumor representan acumulación de líquido, que en un tumor maligno tiene origen en la necrosis por licuefacción o en la formación de quistes centrales. El componente epitelial maligno de este tipo de carcinoma, crece tan rápidamente que supera su aporte vascular, lo que lleva a la isquemia y muerte celular en el centro del tumor. [15]

La descripción ecográfica proporcionada coincide perfectamente con el perfil esperado del adenocarcinoma mamario canino maligno de tipo complejo descrito con el método histológico empleado. Por lo que el análisis apropiado del ultrasonido justificaría la recomendación de realizar una extirpación y quimioterapia pertinente, sin la necesidad prioritaria de confirmar el diagnóstico y obtener el grado tumoral por medio de biopsia, que, aunque adecuado para el pronóstico, en algunas ocasiones no resulta viable en el procedimiento veterinario.

Dado que la ecografía es una herramienta valiosa para la evaluación de lesiones neoplásicas en perros, es requerida la estandarización del proceso para clasificar tumores mamarios. Aun cuando, la mayoría de los criterios ecográficos no muestran una relación estadísticamente significativa con la malignidad, la presencia de alteraciones en los tejidos circundantes permite asociar la técnica imagenológica con el diagnóstico. [16]

Si bien la ecografía convencional y la radiografía son herramientas accesibles, es importante considerar que tecnologías de imagen más avanzadas como la tomografía computarizada y la elastografía por ultrasonido están cada vez más disponibles en centros veterinarios, ofreciendo información crucial para la estadificación, además de permitir la detección de metástasis pulmonares milimétricas y afectación linfática, lo que ha permitido a algunos autores diferenciar lesiones benignas de malignas en mamas caninas, correlacionándolas con hallazgos histopatológicos. [17, 18, 19]

El Sistema de Informes y Datos de Imágenes Mamarias (*BI-RADS*, por sus siglas en inglés) del Colegio Americano de Radiología, ha presentado propuestas para la estandarización de las ecografías mamarias de humanos. Las principales características de carcinomas malignos identificadas en ecográficas han sido los márgenes no circunscritos, ecos internos heterogéneos y sombra acústica posterior. [20, 21] También, se ha reportado alto contraste entre la masa mamaria y el parénquima, presencia de un borde ecogénico delante de la masa y orientación vertical, se han sugerido otras características, como el engrosamiento de los ligamentos de Cooper, el engrosamiento de la piel y la distorsión acústica en el parénquima adyacente. [21] Aunque este sistema ha mejorado la comunicación y consistencia en el área, la estandarización de las correlaciones de estas características ha presentado ciertas dificultades. [10, 22] Existen informes con relación a que ciertos tipos de tumores pueden diagnosticarse erróneamente como benignos en la ecografía debido a que presentan márgenes más lisos. [23] Sin embargo, como en muchos

casos de masas mamarias sólidas, la ecografía es el único método de imagen disponible para evaluar la lesión, se han diseñado modelos exitosos predictivos. [24] Uno de estos es el *SONOBREAST*, derivado del análisis multivariante, que es capaz de predecir, con alta precisión y exactitud, el riesgo de cáncer de mama en masas mamarias sólidas con expresión ecográfica, por lo que se recomienda en la práctica clínica, ya que podría facilitar decisiones más cuidadosas sobre la realización o no de una biopsia, y en el caso de ser positivo, determinar cuál método de biopsia ofrece la mejor relación coste-beneficio para cada caso. [10]

En veterinaria, aunque no existe un sistema avalado oficialmente por asociaciones como la ACVR (*American College of Veterinary Radiologists*) o la ESVONC (*European Society of Veterinary Oncology*), se han propuesto esfuerzos para adaptar criterios similares al BI-RADS, utilizando características ecográficas como margen, ecogenicidad y arquitectura para categorizar el riesgo de malignidad. [25, 26] La validación y adopción generalizada de dicha guía es aún un área que requiere desarrollo.

La estadificación clínica es fundamental para el pronóstico y la toma de decisiones terapéuticas. El sistema TNM (Tumor, Nodo, Metástasis) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para tumores mamarios caninos, revisado y ampliamente adoptado, define criterios claros para evaluar el tamaño tumoral primario, la afectación de linfonodos regionales y la presencia de metástasis a distancia. [27, 28] Esta estadificación debe integrar hallazgos clínicos, de imagen y citológicos/histológicos de ganglios linfáticos. Respecto a la clasificación histopatológica, el consenso internacional liderado por Goldschmidt et al. [9] es el estándar actual. Este sistema clasifica los tumores según su origen histológico (epitelial, mioepitelial, mixto) y comportamiento biológico (benigno, maligno, borderline), e incluye el grado histológico (grading) para carcinomas, evaluando parámetros como la formación tubular, el pleomorfismo nuclear y el índice mitótico, lo que proporciona información pronóstica independiente. [29, 30]

Debido a que las neoplasias canina y felina [31] representan un modelo traslacional aceptado para el estudio del cáncer de mama humano, las investigaciones en este campo constituyen una contribución valiosa para la oncología comparativa. La investigación con sistemas de modelos animal ha sido fundamental para desarrollar mejores terapias contra el cáncer de mama, así como para generar nuevos conocimientos sobre los mecanismos que sustentan el desarrollo de la enfermedad. Actualmente, existe gran cantidad de modelos diferentes que reflejan distintos tipos y estadios de la enfermedad [8], la elección del modelo adecuado depende de las preguntas de investigación, ya que es necesario considerar las limitaciones de cada modelo y elegir el que mejor represente el proceso. Para el caso de diagnóstico, los modelos de cáncer de mama en animales *in vivo* han demostrado utilidad y se espera que sigan contribuyendo con la comprensión de la progresión de la enfermedad, la respuesta terapéutica y los mecanismos de resistencia. [8] Aunque no se ha descrito un modelo perfecto del cáncer de mama humano, la comparación con las lesiones en animales sigue siendo valiosas herramientas de investigación, complementadas con material clínico, sistemas *ex vivo* e *in vitro*, que

puedes aumentar el conocimiento y las tecnologías para seguir combatiendo la enfermedad.

Conclusiones

Las características ecográficas de los hallazgos mamarios referidos en este estudio pueden tomarse en cuenta para estudios de correlación entre técnicas de imagen y análisis histológicos, permitiendo establecer bases para el refinamiento del diagnóstico y el monitoreo de la progresión del cáncer mamario canino. Este reporte de caso clínico logró presentar una relación clara en un caso clínico particular, entre los hallazgos observados mediante ecografía, que en la práctica clínica veterinaria es usada de forma rutinaria, y el análisis histopatológico de tejidos mediante microscopia de luz de alta resolución, permitiendo identificar el tipo de neoplasia desarrollada por el animal y el grado de evolución de la enfermedad, dando lugar a una predicción más acertada del pronóstico de la paciente.

Los métodos empleados presentan limitaciones claras, entre las que pueden mencionarse para la microscopia óptica: la resolución, el aumento y la vista de superficie que pueden mostrar alteraciones o deficiencias. En cuanto a las técnicas radiológicas debemos mencionar la limitación en la detección de cuerpos que son débilmente radiopacos, además de que el ultrasonido es incapaz de mostrar características o cuerpos que se encuentran muy profundos en el cuerpo del paciente.

Sin embargo, el patrón ecográfico en el caso descrito es altamente sugestivo de un carcinoma mamario maligno de tipo complejo.

En este caso particular, el componente epitelial maligno es el principal responsable de las características agresivas. Nos referimos específicamente a la heterogeneidad, que se evidencia como áreas hipoeoicas celulares; los bordes mal definidos, relacionados con invasión del tejido, la inducción de vascularización o angiogénesis, y la degradación tisular, que se ponen en evidencia como áreas anecoicas por necrosis.

El componente mioepitelial y estromal benigno contribuye a la heterogeneidad general, añadiendo áreas de ecogenicidad variable debido a la producción de estroma y posiblemente a la reacción desmoplásica.

Debido a que la descripción ecográfica encaja con el perfil esperado de un adenocarcinoma mamario canino maligno, siendo el tipo complejo un diagnóstico histológico muy probable, podemos afirmar que el ultrasonido justificaría como recomendación la extirpación total, que puede ser complementada con el estudio de muestras para análisis histopatológico para confirmar el diagnóstico y permita

determinar el grado tumoral, lo que se consideraría crucial para el pronóstico y posterior tratamiento.

Bibliografía

1. Klopffleisch R, von Euler H, Sarli G, Pinho SS, Gärtner F, Gruber AD. Molecular carcinogenesis of canine mammary tumors: news from an old disease. *Vet Pathol.* (2011) 48:98–116. doi: 10.1177/0300985810390826.
2. Kawamura Y, Itou H, Kida A, Sunakawa H, Kawamura K. Microwave ablation for the control of bleeding from disintegrated mammary tumours in two dogs. *Vet Med Sci.* 2023;9:1062–1068. <https://doi.org/10.1002/vms3.1089>
3. Vinothini G, Balachandran C, Nagini S. Evaluation of molecular markers in canine mammary tumors: correlation with histological grading. *Oncol Res.* 2009;18:193–201. DOI: [10.3727/096504009x12596189659042](https://doi.org/10.3727/096504009x12596189659042)
4. Valdivia G, Alonso-Diez A, Pérez-Alenza D, Peña L. From Conventional to Precision Therapy in Canine Mammary Cancer: A Comprehensive Review. *Front Vet Sci.* 2021;8:623800. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.623800>
5. MacEwen E, Harvey H, Patnaik A, Mooney S, Hayes A, Kurzman I, Hardy W. Evaluation of effects of levamisole and surgery on canine mammary cancer. *J Biol Response Mod.* 1985;4:418–426. PMID: 4031952
6. González de Bulnes A, García Fernández P, Mayenco Aguirre AM, Sánchez de la Muela M. Ultrasonographic imaging of canine mammary tumours. *Vet Rec.* 1998;143(25):687-9. PMID: 9921624.
7. Massimini M, Gloria A, Romanucci M, Della Salda L, Di Francesco L, Contri A. Strain and Shear-Wave Elastography and Their Relationship to Histopathological Features of Canine Mammary Nodular Lesions. *Vet Sci.* 2022;9:506. <https://doi.org/10.3390/vetsci9090506>
8. Holen I, Speirs V, Morrissey B, Blyth K. *In vivo* models in breast cancer research: progress, challenges and future directions. *Dis Model Mech.* 2017;10(4):359-371. DOI: [10.1242/dmm.028274](https://doi.org/10.1242/dmm.028274)
9. Goldschmidt M, Peña L, Rasotto R, Zappulli V. Classification and Grading of Canine Mammary Tumors. *Vet Pathol.* 2011;48(1):117-131. DOI: [10.1177/0300985810393258](https://doi.org/10.1177/0300985810393258)
10. Paulinelli RR, Freitas-Junior R, de Lucena CÊ, Moreira MA, de Moraes VA, Bernardes-Júnior JR, da Silva Rocha Vidal C, Ruiz AN, Lucato MT, da Costa NG, Teixeira DA. Sonobreast: predicting individualized probabilities of malignancy in solid breast masses with echographic expression. *Breast J.* 2011;17(2):152-9. DOI: [10.1111/j.1524-4741.2010.01046.x](https://doi.org/10.1111/j.1524-4741.2010.01046.x)
11. Cassali GD, Lavalle GE, De Nardi AB, Ferreira E, Bertagnolli AC, Estrela-Lima A, et al. Consensus for the Diagnosis, Prognosis and Treatment of Canine Mammary Tumors. *Braz J Vet Pathol.* 2014;7(2):38-69.
12. Rueda JR, Porto CD, Franco RP, da Costa IB, Bueno LMC, Girio RJS, Manhoso FFR, Bueno PCDS, Repetti CSF. Mammary neoplasms in female dogs: Clinical, diagnostic and therapeutic aspects. *Vet Med (Praha).* 2024;26;69(4):99-114. DOI: [10.17221/4/2024-VETMED](https://doi.org/10.17221/4/2024-VETMED)

13. Feliciano MA, Vicente WR, Silva MA. Conventional and Doppler ultrasound for the differentiation of benign and malignant canine mammary tumours. *J Small Anim Pract.* 2012;53(6):332-7. DOI: [10.1111/j.1748-5827.2012.01227.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01227.x)
14. Mohammed SI, Meloni GB, Pinna Parpaglia ML, Marras V, Burrai GP, Meloni F, Pirino S, Antuofermo E. Mammography and ultrasound imaging of preinvasive and invasive canine spontaneous mammary cancer and their similarities to human breast cancer. *Cancer Prev Res (Phila).* 2011;4(11):1790-8. DOI: [10.1158/1940-6207.CAPR-11-0084](https://doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-11-0084)
15. Lana SE, Rutteman GR, Withrow SJ. Tumors of the Mammary Gland. In: Withrow SJ, Vail DM, editors. *Withrow and MacEwen's Small Animal Clinical Oncology*. 4th ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2007. p. 619-638. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-072160558-6.50029-0>.
16. Vannozzi I, Tesi M, Zangheri M, Innocenti VM, Rota A, Citi S, Poli A. B-mode ultrasound examination of canine mammary gland neoplastic lesions of small size (diameter < 2 cm). *Vet Res Commun.* 2018;42(2):137-143. doi: 10.1007/s11259-018-9716-2. Epub 2018 Mar 14. PMID: 29541992.
17. Avallone G, Pellegrino V, Fiore I, De Almeida M, Pivetta M, Cavicchioli L, et al. Computed Tomography Staging of Canine Mammary Tumors: A Comparative Study With Histopathology. *Front Vet Sci.* 2021; 8:751305. doi: 10.3389/fvets.2021.751305. (Demuestra la superioridad de la TC para la estadificación frente a rayos X).
18. Lee CH, Kim H, Lee HB. Clinical Utility of Thoracic Computed Tomography for Cancer Staging in Dogs with Malignant Mammary Glands. *J Vet Sci.* 2019;20(6): e68. doi: 10.4142/jvs.2019.20.e68. (Evalúa el papel de la TC torácica en la detección de metástasis ocultas).
19. Pastor N, Espadas L, Santella M, Ezquerro LJ, Tarazona R, Durán ME. Comparison between Histological Features and Strain Elastographic Characteristics in Canine Mammary Carcinomas. *Vet Sci.* 2021 Dec 28;9(1):9. doi: 10.3390/vetsci9010009. PMID: 35051093; PMCID: PMC8779832. (Correlaciona hallazgos de elastografía con características histológicas e inmunohistoquímicas).
20. Kobayashi T, Takatani O, Hattori N, Kimura K. Differential diagnosis of breast tumors. The sensitivity graded method ultrasonotomography and clinical evaluation of its diagnostic accuracy. *Cancer.* 1974;33(4):940-51. DOI: [10.1002/1097-0142\(197404\)33:4<940::aid-cnrcr2820330408>3.0.co;2-#](https://doi.org/10.1002/1097-0142(197404)33:4<940::aid-cnrcr2820330408>3.0.co;2-#)
21. Stavros EA, Thickman D, Rapp CL, Dennis MA, Parker SH, Sisney GA. Solid breast nodules: use of sonography to distinguish between benign and malignant lesions. *Radiology.* 1995;196:122-34.
22. Sickles EA, D'Orsi CJ, Bassett LW, et al. *ACR BI-RADS® Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System*. 5th ed. Reston, VA: American College of Radiology; 2013.
23. Rahbar G, Sie AC, Hansen GC. Benign versus malignant solid breast masses: US differentiation. *Radiology.* 1999;213:889-94.

24. Gail MH, Brinton LA, Byar DP, Corle DK, Green SB, Schairer C, Mulvihill JJ. Projecting individualized probabilities of developing breast cancer for white females who are being examined annually. *J Natl Cancer Inst.* 1989;81(24):1879-86. <https://doi.org/10.1093/jnci/81.24.1879>
25. Feliciano MAR, de Miranda BDSP, Aires LPN, Lima BB, de Oliveira APL, Feliciano GSM, Uscategui RAR. The Importance of Ultrasonography in the Evaluation of Mammary Tumors in Bitches. *Animals (Basel).* 2023 May 24;13(11):1742. doi: 10.3390/ani13111742. PMID: 37889644; PMCID: PMC10252055.
26. Feliciano MAR, Uscategui RAR, Maronezi MC, Simões APR, Silva P, Gasser B, Pavan L, Carvalho CF, Canola JC, Vicente WRR. Ultrasonography methods for predicting malignancy in canine mammary tumors. *PLoS One.* 2017 May 22;12(5):e0178143. doi: 10.1371/journal.pone.0178143. PMID: 28542533; PMCID: PMC5439728.
27. Owen LN. *TNM Classification of Tumours in Domestic Animals.* Geneva: World Health Organization; 1980.
28. Sorenmo KU, Worley DR, Goldschmidt MH. Tumors of the Mammary Gland. In: Withrow SJ, Vail DM, Page RL, editors. *Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology.* 6th ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2020. p. 604-625.
29. Karayannopoulou M, Kaldrymidou E, Constantinidis TC, Dessiris A. Histological grading and prognosis in dogs with mammary carcinomas: application of a human grading method. *J Comp Pathol.* 2005;133(4):246-52. DOI: [10.1016/j.jcpa.2005.05.003](https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2005.05.003)
30. Cassali GD, Jark PC, Gamba C, Damasceno KA, de Nardi AB, Ferreira E, et al. Methodological recommendations for studies using histological samples from canine mammary tumors. *Braz J Vet Pathol.* 2018;11(2):55-72.
31. Shafiee R, Javanbakht J, Atyabi N, Bahrami A, Kheradmand D, Safaei R, Khadivar F, Hosseini E. Comparative value of clinical, cytological, and histopathological features in feline mammary gland tumors; an experimental model for the study of human breast cancer. *Diagn Pathol.* 2016; 8:136. DOI: [10.1186/s13000-016-0574-3](https://doi.org/10.1186/s13000-016-0574-3)

Declaraciones:

Este trabajo fue apoyado por la Gerencia de Proyectos del FONACIT en Contrato CFP N°2024000272.

Conflicto de intereses

Los autores declaran la ausencia de conflictos de intereses.

Contribuciones de autores

Todos los autores contribuyeron a la concepción y el diseño del estudio. La preparación del material fue realizada por Luis Paniagua, la recopilación y el análisis de datos fueron realizados por Romina Ruiz-Arellano, Ana Volcanes, Melisa Colmenares, Franklin Moreno y Zulma Contreras. El primer borrador del manuscrito fue escrito por Romina Ruiz-

Arellano y todos los autores comentaron las versiones anteriores del manuscrito. Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Agradecimientos:

Agradecemos el financiamiento proporcionado por la Gerencia de Proyectos del FONACIT, bajo el marco de la Gran Misión Ciencia, Tecnología e Innovación “Dr. Humberto Fernández Morán” y el apoyo ofrecido por el personal de la Clínica Veterinaria Mascota Planet CA Mérida-Venezuela.