

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Sede Atenas

Carrera de Medicina Veterinaria con énfasis en Buiatría

**DETERMINACIÓN DE LOS UMBRALES IRRITANTES DE CUATRO EXTRACTOS
ALERGÉNICOS AMBIENTALES CAUSANTES DE DERMATITIS ATÓPICA EN
EQUINOS**

**Trabajo final de graduación para optar por el grado de
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA CON ÉNFASIS EN BUIATRÍA**

JIMENA ALEXANDRA MARTÍNEZ PANIAGUA

ATENAS, COSTA RICA

2024

DECLARACIÓN JURADA

Yo Jimena Alexandra Martínez Paniagua, portadora de la cédula de identidad número 1-1746-0828, estudiante de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Medicina Veterinaria con Énfasis en Buiatría, conocedora de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante el Director de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN, así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los veintidós días del mes de agosto del 2024.

Jimena Alexandra Martínez Paniagua

1-1746-0828

HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Medicina Veterinaria con Énfasis en Buiatría.

MV. Dr. Josué Rivera Castillo
Director de Carrera

MV. Dra. Ana Laura González Arias
Tutor del TFG

MV. Dr. Arturo Trejos Soto
Lector TFG

MEd. María Alejandra Castillo Cordero
Lector TFG

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia, sobre todo a mis papás y abuelos (especialmente a mi Papito, quien desde el cielo y en primera fila me está viendo cumplir mi más grande sueño, te amo y te extrañaré toda la vida, sé que vives dentro de mí). También a mi familia “postiza”, los amo enormemente. Por último, también lo dedico a la persona más importante de mi vida, a mí misma, a mi niña interna, quien desde que tenía uso de razón anhelaba curar el dolor y la enfermedad de todos los animales del mundo, a lo largo de estos 5 años crecimos más que toda la vida, no solo nos convertimos en profesionales, sino también en grandes, fuertes y valientes mujeres, este es solo uno de todos los sueños que vamos a cumplir juntas, somos capaces de todo lo que esté en nuestro corazón, incluso aquellos sueños más descabellados.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por escuchar tantas oraciones donde pedía convertirme en una gran veterinaria, te siento en cada paso que doy, soy lo que soy gracias a ti. También a mi familia, por darme el apoyo y sustento necesario para conllevar estos 5 años de estudio.

Asimismo, a los profesores con quienes coincidí, que me enseñaron tantas cosas, no solo profesionales, sino también enseñanzas para toda la vida (especialmente a Jose Pablo Carvajal, Arturo Trejos Soto, Daisy Fallas Elizondo y Alejandra Castillo), quienes siempre me motivaron a ir detrás de todo aquello que estuviese dentro de mi corazón, gracias por darle sentido a la pedagogía y marcar mi vida, me llevo frases y palabras en el corazón que cada uno de ustedes me dijo a lo largo de estos años.

Gracias a mi tutora, Ana Laura González, quien con humildad y carisma me acompañó en cada una de las giras que realizamos y compartió conmigo todo el conocimiento que por años le tomó aprender.

Gracias a Ricardo García y Natalia Pérez, dos amigos que hace 7 años me abrieron las puertas de su clínica, sin yo saber absolutamente nada y confiaron en mí. Los quiero con todo el corazón y los llevo conmigo siempre.

Gracias a mis amigos, Kory, Raque, Kei, Steven, Karla, Alexa, Dianna, Abi, Mau y Nati, que montón de risas y momentos especiales vivimos, los amaré por siempre. Gracias a Fernando, mi fiel compañero, mi fan número 1 y también mi gran apoyo, nada de todo esto hubiese sido igual de especial sin ti.

RESUMEN

Título: Determinación de los umbrales irritantes de cuatro extractos alergénicos ambientales causantes de dermatitis atópica en equinos.

Autor: Jimena Alexandra Martínez Paniagua.

El abordaje de la dermatitis atópica en caballos requiere la identificación del alérgeno causal, destacándose la prueba intradérmica como técnica ideal. No obstante, se han reportado falsos positivos al realizar esta prueba, debido a múltiples factores como la utilización de sustancias irritantes, lo que justifica establecer umbrales de irritación en animales sanos previo a la aplicación en caballos atópicos.

Se evaluó la reactividad cutánea de 30 equinos sanos frente a cuatro alérgenos causantes de dermatitis atópica (*Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Curvularia* y *Alternaria* spp) para determinar la concentración ideal a utilizar en las pruebas intradérmicas. La inoculación de los alérgenos se llevó a cabo en 4 provincias de Costa Rica, utilizando diferentes diluciones. Las reacciones se evaluaron 30 minutos después, subjetiva y objetivamente. El umbral irritante fue la mayor concentración aplicada de cada alérgeno a la cual $\leq 10\%$ mostró positividad.

Se determinó el umbral irritante para *D. farinae* (1/100 p/v), mientras que con *D. pteronyssinus* se observó una excesiva reactividad, por lo que se sugiere que el umbral irritante se encuentra entre $< 1/100$ p/v y $> 1/40\ 000$ p/v. En el caso de los mohos (*Alternaria* y *Curvularia* spp), no se obtuvo ninguna reacción calificada como positiva, lo cual se relacionó con la utilización de extractos alergénicos altamente diluidos, debido a una baja disponibilidad local de los mismos.

Palabras clave:

Dermatitis atópica, atopía, umbral irritante, equinos, intradermorreacción.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Problemática.....	11
1.2. Justificación.....	12
1.3. Antecedentes.....	13
1.4. Objetivos.....	15
1.4.1. Objetivo general.....	11
1.4.2. Objetivos específicos.....	11
1.5. Objeto de investigación.....	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Definición dermatitis atópica.....	16
2.2. Etiología.....	16
2.3. Fisiopatología.....	17
2.4. Signos clínicos.....	18
2.5. Diagnóstico.....	19
2.6. Tratamiento.....	23
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	25
3.1. Ubicación.....	25
3.2. Muestra.....	25
3.3. Materiales y métodos.....	25
3.4. Recolección de datos.....	30
3.5. Análisis de datos y método estadístico.....	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	34
4.1. Descripción de la muestra.....	34
4.2. Hallazgos del examen subjetivo.....	35
4.3. Umbrales irritantes.....	45
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	46
5.1. Hallazgos del examen subjetivo.....	46
5.2. Hallazgos del examen objetivo.....	46
5.3. Umbrales irritantes.....	46
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	51
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES.....	52
Anexos.....	52
Apéndices.....	82
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Causas de reacciones falsas negativas en la prueba de intradermoreacción en equinos.....	21
Tabla 2. Causas de reacciones falsas positivas en la prueba de intradermoreacción en equinos.....	22
Tabla 3. Concentraciones probadas en la prueba de intradermoreacción para <i>D. farinae</i> y <i>D. pteronyssus</i>	29
Tabla 4. Concentraciones probadas en la prueba de intradermoreacción para <i>Alternaria spp</i> y <i>Curvularia spp</i>	30
Tabla 5. Calificación de la turgencia de las erupciones cutáneas.....	32
Tabla 6. Medición de los controles negativos, positivos y Cut Off de la población de estudio.....	38
Tabla 7. Tamaño en centímetros de las erupciones cutáneas provocadas por las diluciones de <i>D. farinae</i>	39
Tabla 8. Tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por las diferentes diluciones utilizadas para <i>D. pteronyssus</i>	41
Tabla 9. Tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por las diferentes diluciones utilizadas para <i>Alternaria spp</i>	42
Tabla 10. Tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por las diferentes diluciones utilizadas para <i>Curvularia spp</i>	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona y longitud de la tricotomía realizada para la prueba intradérmica.....	27
Figura 2. Representación gráfica de la preparación de la zona, numeración de los alérgenos y controles.....	28
Figura 3. Inoculación intradérmica de los alérgenos.....	29
Figura 4. Representación gráfica de las mediciones de las erupciones cutáneas.....	30
Figura 5. Evaluación objetiva (tamaño) de las erupciones cutáneas inducidas.....	31
Figura 6. Evaluación subjetiva (elevación, turgencia y eritema) de las erupciones cutáneas inducidas.....	33
Figura 7. Frecuencia de presentación de niveles de turgencia presentados por los animales de la muestra.....	36
Figura 8. Frecuencia de presentación de la elevación y eritema presentados por los animales que reaccionaron positivamente.....	37

ABREVIATURAS

EOG: Examen objetivo general.

HPI: Hipersensibilidad a la picadura de insectos.

IgE: Inmunoglobulina E.

PNU/mL: Unidad de proteína nitrogenada por mililitros.

P/v: Peso por volumen.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La dermatitis atópica es una patología heredable, caracterizada por una reacción de hipersensibilidad mediada por la IgE (Inmunoglobulina E) frente a alérgenos ambientales. Se asocia principalmente a cuadros de prurito y/o urticaria en los animales afectados. Los signos clínicos pueden ser estacionales o perennes, de acuerdo con los alérgenos causales, siendo los ácaros del polvo doméstico o de almacenamiento, pólenes y mohos los más frecuentemente implicados en caballos (Van-Damme et al., 2020; Marsella et al., 2022; Wilkołek et al., 2017).

El diagnóstico se basa en la historia, los signos clínicos y el empleo de herramientas laboratoriales que permiten excluir otros cuadros pruríticos y determinar el alérgeno implicado, destacándose la prueba intradérmica como técnica ideal para su identificación (Loeffler et al., 2018; Van-Damme et al., 2020). No obstante, se ha encontrado reactividad positiva en animales sanos al llevar a cabo esta prueba; dicho hallazgo podría ser resultado de múltiples factores, entre ellos la aplicación de sustancias excesivamente concentradas, que generan irritación, lo cual justifica la necesidad de estandarizar la concentración de alérgenos utilizados (Baxter y Volgenest, 2008; Lane et al., 2017).

Los estudios sobre el umbral irritante buscan determinar la concentración aproximada de alérgeno a inocular que genere una reacción positiva en un bajo porcentaje de la población y así reducir la incidencia de falsos positivos o irritantes durante la aplicación de la técnica en cuestión (Baxter y Volgenest, 2008; Lane et al., 2017).

1.1. Problemática

La dermatitis atópica es una patología asociada con elevada morbilidad en equinos. Aunque las opciones de tratamiento son limitadas y en muchos casos se requieren de por vida, la identificación de los alérgenos causantes del cuadro alérgico a partir de pruebas de intradermorreacción permite establecer protocolos de restricción e inmunoterapia, que bajo un enfoque multimodal mejoran las condiciones de vida de los pacientes a largo plazo (Wilkołek et al., 2017; White, 2023).

Lamentablemente, la confiabilidad de la prueba intradérmica se ve afectada por distintos factores. Se ha comprobado que el empleo de soluciones no estandarizadas y/o muy concentradas, incluso utilizadas en otras especies o regiones, es capaz de provocar un grado de irritación en pacientes sanos que podría confundirse con una verdadera reacción (falso positivo). Dicho hallazgo justifica la determinación de los umbrales irritantes para cada alérgeno (Roberts et al., 2014).

A nivel internacional, se han escrito pocas investigaciones dirigidas a determinar las concentraciones umbrales irritantes de alérgenos en equinos (Lane et al., 2017). Dentro del territorio nacional no se ha desarrollado ningún estudio similar, lo cual limita el empleo de dicha herramienta diagnóstica.

En consecuencia, la no estandarización de esta prueba en el país conduce al establecimiento de protocolos terapéuticos ineficientes e insostenibles, lo cual no solo afecta directamente el bienestar y la calidad de vida de los afectados, sino que impide el control de la patología en cuestión (Roberts et al., 2014; Lane et al., 2017).

1.2. Justificación

El desarrollo del presente estudio experimental constituye la primera fase requerida para la estandarización de la prueba intradérmica en equinos del país y permitirá determinar el umbral irritante para cuatro alérgenos ambientales asociados con el cuadro de dermatitis atópica, convirtiéndose en una de las cuatro investigaciones que abordan esta temática a nivel mundial (Baxter y Volgenest, 2008; Roberts et al., 2014; Lane et al., 2017).

El valor que ofrece la determinación del umbral irritante para cada uno de los alérgenos descritos con anterioridad es la aproximación a la concentración ideal del alérgeno a utilizar durante la prueba. Dicho hallazgo resulta fundamental, pues al obtener evidencia científica y regionalizada se maximiza la consistencia y precisión de las eventuales pruebas intradérmicas, reduciendo la incidencia de falsos positivos asociados con el empleo de soluciones alérgicas excesivamente concentradas (Roberts et al., 2014; Lane et al., 2017).

Por otra parte, realizar esta investigación también conlleva un impacto desde el punto de vista terapéutico, pues al identificar de manera eficiente los alérgenos causales, se favorece indirectamente el futuro establecimiento de terapias dirigidas y eficientes, ya sea inmunoterapia o restricción, enfocadas en aminorar el cuadro clínico característico de dicha patología, la cual empobrece de manera directa e importante los índices de salud y bienestar animal de los equinos afectados en el territorio costarricense (Danme et al., 2020; Lane et al., 2017).

1.3. Antecedentes

Baxter y Volgenest (2008) evaluaron la concentración del umbral irritante en 41 caballos normales, habitantes de Sídney, Australia, a través de la inoculación intradérmica de 27 alérgenos causantes de dermatitis atópica en esta especie y el análisis subjetivo de las erupciones cutáneas provocadas. Los resultados encontrados fueron los siguientes: para los pólenes, de 2000 a >6000 PNU/mL; para los mohos, de 4000 a >6000 PNU/mL; para los insectos, de 125 PNU/mL a 1000 PNU/mL; y para los ácaros de almacenamiento, 1/10 000 p/v.

Mediante un estudio llevado a cabo por Roberts et al. (2014) en Ohio (Estados Unidos), durante primavera y finales de verano, se determinaron las concentraciones de umbrales irritantes de diferentes alérgenos en 38 caballos sanos, a través de mediciones subjetivas y modelos estadísticos. Los resultados inmediatos fueron los siguientes: 1/80 000 p/v para *Dermatophagoides farinae* en ambas estaciones; 1/80 000 p/v en primavera y 1/60 000 p/v a finales de verano para *Dermatophagoides pteronyssinus*; 1/40 000 p/v en primavera y 1/20 000 p/v a finales de verano para *Acarus siro*; 1/20 000 p/v para *Lepidoglyphus destructor* en ambas estaciones; y 1/20 000 p/v en primavera y 1/10 000 p/v a finales de verano para *Tyrophagus putrescentiae*.

Lane et al. (2017) evaluaron las concentraciones umbrales irritantes de 26 alérgenos distintos, incluyendo árboles, hierbas, malezas y mohos. Esta investigación se realizó con 24 equinos sanos habitantes del sur de Estados Unidos (Baton Rouge). La medición subjetiva de las reacciones inmediatas determinó el umbral irritante de 8 alérgenos arbóreos (1000 a 4000 PNU/mL),

2 gramíneas (250 a 500 PNU/mL), 2 malezas (500 a 1000 PNU/mL) y 1 moho llamado *Curvularia* spp (8000 PNU/mL).

Foust-Wheatcraft et al. (2017) evaluaron y describieron las concentraciones umbrales irritantes en 20 caninos sanos, residentes de Indianápolis, Estados Unidos. Se utilizaron 9 alérgenos de 2 casas comerciales distintas. Los resultados se evaluaron subjetivamente (calificación del 1 al 4) y objetivamente (diámetro horizontal de la erupción). Los hallazgos se resumen a continuación: >2000 PNU/mL (*Alternaria*), <1/10 000 p/v (*D. farinae*), <6000 PNU/mL (*Chenopodium album*, *Xanthium strumarium*, *Morus alba* y *Phleum pratense*, *Cynodon dactylon*) y <500 PNU/mL (*Prosopis glandulosa*).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar los umbrales irritantes de cuatro extractos alergénicos ambientales causantes de dermatitis atópica en equinos mediante la administración de los alérgenos preparados a diferentes concentraciones para su utilización como referencia en el desarrollo de la estandarización de la prueba de intradermorreacción.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar las erupciones cutáneas inducidas con cuatro extractos alergénicos ambientales preparados a diferentes concentraciones a través de los métodos objetivo y subjetivo para la caracterización de reacciones intradérmicas en equinos sanos.

Establecer el valor umbral irritante para cuatro extractos alergénicos ambientales mediante la determinación de la frecuencia de reactividad en equinos sanos para su utilización como referencia en el desarrollo de la estandarización de la prueba de intradermorreacción.

1.5. Objeto de investigación

¿Cuál es el umbral irritante de cuatro alérgenos (*Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides pteronyssus*, *Alternaria* spp y *Curvularia* spp) causantes de dermatitis atópica en equinos?

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de dermatitis atópica

La dermatitis atópica es una patología hereditaria y recidivante que responde a un cuadro de hipersensibilidad tipo 1 frente a los alérgenos ambientales (Lane et al., 2017). Se asocia con un incremento en la producción de IgE, desgranulación de células secretoras de mediadores e hiperreactividad cutánea (Chiara et al., 2014). A pesar de la ausencia de reportes oficiales, según informes anecdóticos, la dermatitis atópica constituye la segunda alergia más común en la especie equina (Marsella et al., 2022).

2.1.1 Etiología

La predisposición genética a la atopía se asocia con un gran número de genes polimórficos que alteran la función de la respuesta inmunitaria innata y adquirida, así como la estructura y función de la barrera cutánea (Hallamaa et al., 2016). Los alérgenos más comúnmente implicados son los ácaros (del polvo y almacenamiento), malezas, el polen de las gramíneas, árboles y mohos (Jensen-Harolim et al., 2015; Van-Damme et al., 2020; Wilkołek et al., 2019). No se ha demostrado que exista algún tipo de predisposición en cuanto al sexo; sin embargo, existen controversias en lo que respecta al componente racial, ya que, aunque algunos autores no están de acuerdo, otros sugieren que los caballos de raza morgan, finlandeses, suecos, oldenburgo, hackney, de paso, árabes y pura sangre están sobrerrepresentados (Jensen-Harolim et al., 2015; Loeffler et al., 2018).

2.1.2 Fisiopatología

Es importante mencionar que hay una carencia de información sólida sobre la patogénesis de la dermatitis atópica en equinos y, por tanto, su comprensión se apoya en investigaciones llevadas a cabo en otras especies. Se cree que la patogenia está mediada inicialmente por una respuesta inmunitaria sesgada a los linfocitos auxiliares tipo 2 y la producción de IgE-alérgeno específica por una hipersensibilidad de tipo 1 (Marsella et al., 2022).

Estudios realizados en hipersensibilidad a la picadura de insectos (HPI), otro ejemplo de hipersensibilidad de tipo 1, demuestran un sistema inmunitario desbalanceado, donde las citoquinas Th2 (IL-4, 5, 6, 13 y 31) están reguladas al alza, lo que apoya lo anteriormente descrito (Olomski et al., 2020). Se cree que la falta de supresión de las células T reguladoras es parte de la patología; sin embargo, se desconoce si es causa o resultado de esta. Asimismo, resulta preciso destacar que en la presente enfermedad existe una compleja interacción entre el sistema inmune y el nervioso, lo cual favorece el prurito, siendo la interleucina-31 la principal involucrada al unirse con los receptores en las fibras nerviosas. La histamina, proteasas, sustancia P, opioides y otros neuropéptidos también poseen un papel importante en este signo clínico (Godoy et al., 2014; Radwanski et al., 2019).

Se ha demostrado que los caballos con dermatitis atópica presentan alteraciones en las láminas lipídicas (cuerpos lamelares retenidos y lípidos amorfos), así como niveles de fosfolípidos séricos disminuidos (fosfatidilcolina y esfingomielina) (Marsella et al., 2014; Roberts et al., 2014). Por otro lado, Chiara et al. (2014) y Roberts et al. (2014) mencionan que otras anomalías en

la barrera cutánea, como la desorganización del estrato córneo junto a las alteraciones lipídicas mencionadas anteriormente, podrían favorecer la absorción cutánea de proteínas alergénicas.

A nivel celular, los alérgenos son captados por las células dendríticas, quienes los transportan a los ganglios linfáticos, donde los linfocitos naïve o ingenuos (Th0) se activan y, debido a la respuesta anómala de los Th2, se estimula una sobreproducción de IgE (Godoy et al., 2014; Radwanski et al., 2019). Seguidamente, dicha inmunoglobulina se une a los mastocitos, basófilos y células de Langerhans, permitiendo la captación del alérgeno de manera eficaz y promoviendo la amplificación de la respuesta alérgica a nivel local a través de una desgranulación y liberación de mediadores inflamatorios en la próxima exposición (Roberts et al., 2014).

2.1.3 Signos clínicos

Los signos se presentan como estacionales o perennes según los alérgenos involucrados. Además, suelen manifestarse a partir de los 18 meses y hasta los siete años de vida de los equinos (Marsella et al., 2022; Wilkolek et al., 2017).

El prurito constituye el principal signo clínico de esta enfermedad, y la mayoría de los signos macroscópicos observables son secundarios al rascado. Entre estos se destacan el eritema, urticaria, alopecia, excoriaciones y lesiones crónicas como liquenificación e hiperpigmentación. Los sitios de predilección de las lesiones comprenden la cara, pabellones auriculares, cuello, crin, abdomen, región inguinal, cola y miembros distales (Jensen-Harolim et al., 2015).

Es preciso destacar que el autotraumatismo facilita el desarrollo de piodermas secundarias, lo cual empeora el cuadro (Scott et al., 2011). Además, la molestia asociada con el prurito incesante puede provocar pérdidas de condición corporal e incluso cambios en el comportamiento de los animales afectados (Lane et al., 2017).

2.1.4 Diagnóstico

El esquema diagnóstico se basa principalmente en antecedentes, presentación clínica, exclusión de otras patologías cutáneas pruriginosas (piodermas, infestaciones por ectoparásitos, hipersensibilidad a los culicoides, reacciones adversas a los alimentos) y pruebas específicas (Loeffler et al., 2018; Van-Damme et al., 2020).

En cuanto a las pruebas, estas se emplean para detectar la IgE específica de cada alérgeno. No obstante, es preciso señalar que, ya sean serológicas o intradérmicas, toda reacción positiva debe correlacionarse con la estacionalidad y el entorno en que se desarrolla el paciente (Radwanski et al., 2019; Scott, 2011).

Prueba cutánea de intradermoreacción

Es el método preferido para identificar los alérgenos causales en caballos atópicos y desarrollar el protocolo de inmunoterapia y/o restricción (Van-Damme et al., 2020). El principio de esta técnica se basa en la detección de la IgE alérgeno-específica cutánea (Chiara et al., 2014). Dicho de otra forma, tras la inoculación de los extractos alérgicos, esta inmunoglobulina se une al receptor de alta afinidad (FcεRI), ubicado en la superficie de los mastocitos, activando una cascada de transducción de señales que finalmente provoca la

degranulación de los mastocitos y la liberación de diversos mediadores inflamatorios, lo cual da lugar al desarrollo de erupciones cutáneas medibles (Lo Feudo et al., 2021).

En esta técnica, comúnmente se requiere sedación, y los fármacos recomendados para desarrollar la prueba son butorfanol, detomidina o xilacina endovenosa. Asimismo, deben evitarse los fenotiazínicos (clorhidrato de clorpromazina y maleato de acepromacina), ya que podrían alterar las reacciones intradérmicas (Radwanski et al., 2019; Scott, 2011).

Previo a la inoculación de los alérgenos, se debe rasurar la zona, preferiblemente con una cuchilla de 40, y no se debe aplicar ningún tipo de solución limpiadora. El sitio de predilección para la administración de los alérgenos es la región cervical lateral, sobre el surco yugular, entre la mandíbula y el hombro (Radwanski et al., 2019; Scott, 2011).

Respecto a los alérgenos, el panel varía dependiendo de la región; sin embargo, siempre se utiliza un control positivo (histamina) y un control negativo (solución salina fenolada estéril) (Baxter y Volgenest, 2018; Roberts et al., 2014; Lane et al., 2018). En cuanto al volumen de los alérgenos y controles, se aplica entre 0,05-0,1 mL de cada uno, vía intradérmica, con una distancia de entre 2-3 cm entre sí para evitar la superposición e interpretación errónea. Los resultados se evalúan entre 15-30 minutos después de la inoculación y se clasifican según el tamaño, turgencia, elevación y eritema de las erupciones, en comparación con el control positivo y negativo (Radwanski et al., 2019; Scott, 2011).

Existen una serie de factores descritos que podrían asociarse con falsos positivos o negativos en los resultados de la prueba intradérmica (Tabla 1 y 2). Ante ello, se recomienda retirar los corticosteroides, antihistamínicos o inmunomoduladores orales o tópicos 14-60 días antes de efectuar las pruebas, utilizar alérgenos estandarizados y manejarlos de forma correcta, y evitar su realización en pacientes gestantes o bajo protocolos hormonales, con ectoparasitismo o dermatopatías específicas como el dermatografismo (Marsella et al., 2022; Radwanski et al., 2019; Scott, 2011).

Tabla 1

Causas de reacciones falsas negativas en la prueba de intradermorreacción en equinos

Factor	Causa
Alérgenos	Empleo de alérgenos combinados, caducados, muy diluidos, o inoculación de volúmenes muy bajos.
Fármacos	Uso de glucocorticoides, antihistamínicos, tranquilizantes, compuestos hormonales.
Anergia	Realización de la prueba en pico de hipersensibilidad.
Post-temporada	Realización de pruebas de 1-2 meses después de que los signos clínicos desaparecieron.
Condiciones del paciente	Altos niveles de cortisol por estrés severo o enfermedades sistémicas.

Fuente: Adaptado de Scott et al. (2019).

Tabla 2

Causas de reacciones falsas positivas en la prueba de intradermorreacción en equinos

Factor	Causa
Alérgenos	Empleo de alérgenos muy concentrados (irritantes) o contaminados.
Técnica incorrecta	Trauma con aguja durante inoculación, uso de aguja deteriorada, inyección de más volumen de recomendado, inyección de aire.
Fármacos	Aplicación de drogas que interfieran con la liberación de histamina, como los narcóticos (morfina, metadona, fentanilo y meperidina).
Condiciones cutáneas	Piel altamente irritada o dermatografismo.
Ecto/Endoparasitismo	Reacción cruzada con ácaros del polvo y almacenamiento.

Fuente: Adaptado de Scott et al. (2019).

Prueba serológica de IgE

Estas pruebas miden la IgE alérgeno-específica circulante a través de metodologías radioalergoabsorbentes (RAST), inmunoenzimáticas (ELISA) y del receptor Allercept Heska. No obstante, sus resultados se consideran menos fiables en comparación con la prueba intradérmica (Van-Damme et al., 2020). Por tanto, a pesar de las numerosas ventajas que poseen (menor riesgo anestésico, comodidad, etc.), los falsos positivos son extremadamente frecuentes (Marteles et al., 2019; Radwanski et al., 2019).

2.1.5 Tratamiento

Primeramente, cabe mencionar que la dermatitis atópica se considera una enfermedad incurable, que requiere de terapia de por vida para la mayoría de los afectados (Loeffler et al., 2018).

Un protocolo terapéutico satisfactorio se lleva a cabo a partir de un enfoque multimodal, en el cual se combinan la restricción de los alérgenos causales, inmunoterapia, tratamiento tópico, administración de ácidos grasos u otros coadyuvantes de la barrera cutánea y medicación sistémica (abordaje sintomático). Desafortunadamente, la mayoría de los fármacos utilizados sistémica y tópicamente, especialmente los esteroides, suelen asociarse con efectos secundarios significativos al utilizarse por largos periodos (Danme et al., 2020; Lane et al., 2017).

Terapia sintomática

El abordaje medicamentoso usualmente se acompaña de antihistamínicos, antidepresivos tricíclicos y esteroides. No obstante, es preciso mencionar que, si bien los últimos ofrecen beneficio y alivio temporal al cuadro prurítico, algunos autores consideran que podrían aumentar el riesgo de laminitis; por esta razón, deben utilizarse únicamente a corto plazo, con el objetivo de incrementar la comodidad y reducir el autotraumatismo e infecciones secundarias en los pacientes afectados, mientras se identifica el alérgeno causal y se establece un programa de restricción e inmunoterapia, y nunca con un enfoque “curativo” (Chiara et al., 2014; Loeffler et al., 2018).

Inmunoterapia

Es el enfoque principal para el control de alergias ambientales. Se indica cuando la evitación de los alérgenos es imposible y la enfermedad es grave. Su principio parte de la identificación de los antígenos causantes del cuadro alérgico y, a partir de ello, la formulación de compuestos que generen hiposensibilización y mejoren las consecuencias asociadas con una eventual exposición (Radwanski et al., 2019).

La inmunoterapia se aplica vía oral o subcutánea en cantidades crecientes de forma gradual, hasta alcanzar una dosis de mantenimiento que se administrará durante un periodo establecido (Marsella et al., 2022). La norma establece que la mayoría de los equinos mejoran entre los 3-6 meses de terapia; a pesar de ello, la misma debe continuarse hasta el año para garantizar sus beneficios (Radwanski et al., 2019).

Es preciso mencionar que el aspecto más importante al formular una inmunoterapia es la selección de los alérgenos de acuerdo con la estacionalidad y la exposición del paciente, con el propósito de incluir aquellos componentes que sean clínicamente relevantes para cada paciente individual (Radwanski et al., 2019; Scott, 2011).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

El presente proyecto se llevó a cabo en cuatro provincias del territorio costarricense (Alajuela, Puntarenas, San José y Cartago).

3.2. Muestra

Se inocularon 30 caballos, provenientes de las provincias antes citadas, durante el periodo comprendido entre noviembre del 2023 a enero del 2024.

3.2.1 Criterios de inclusión

Fueron considerados dentro de la presente investigación animales sanos, mayores a los 18 meses, cuyos parámetros fisiológicos evaluados en el examen objetivo general (EOG) se encontrarán dentro de rango y estuviesen libres de parásitos internos y externos.

3.2.2. Criterios de exclusión

No se tomaron en cuenta para la presente investigación animales con historia previa de afecciones dermatológicas (prurito, urticaria, alopecia), enfermedad respiratoria o hembras preñadas. Tampoco aquellos que hayan recibido fármacos que influyan con la respuesta inmunológica mediada por la IgE (hormonales, glucocorticoides, inmunomoduladores o antihistamínicos tópicos, orales o inyectables), durante al menos 60 días antes de las pruebas.

3.3. Materiales y métodos

3.3.1. Revisión previa

Se realizaron 9 visitas a diferentes fincas, donde se tomaron 70 muestras de heces del recto de los caballos y se analizaron a través de la técnica de Shether (con el propósito de evaluar si los pacientes se encontraban

libres de parásitos internos). La metodología utilizada para su análisis se detalla a continuación.

De acuerdo con Zajac et al. (2021), los pasos a seguir para llevar a cabo la técnica antes descrita son los siguientes:

- Mezclar 5 gramos de heces con una pequeña cantidad de solución hipersaturada de azúcar y homogenizar.
- Tamizar la muestra y verter en un tubo cónico de 6 mL.
- Centrifugar la muestra durante 5 minutos a 2500 revoluciones por minuto y aforar con solución hipersaturada hasta que se forme un menisco convexo en la superficie de tubo.
- Colocar un cubreobjetos sobre el menisco previamente formado.
- Dejar reposar durante 10 minutos para favorecer la flotación de los parásitos, así como su adherencia al cubreobjetos mencionado anteriormente.
- Colocar el cubreobjetos en una lámina portaobjetos y observar al microscopio a través del lente 10x y 40x.

Aquellos animales, cuyo examen coprológico los clasificara como libres de parásitos, fueron visitados en una segunda oportunidad, donde se realizó un EOG y recopilación de la historia clínica de cada paciente (Ver Anexo 1). Cuando los animales cumplieron con los requisitos establecidos, se procedió con los siguientes pasos.

3.3.2. Sedación

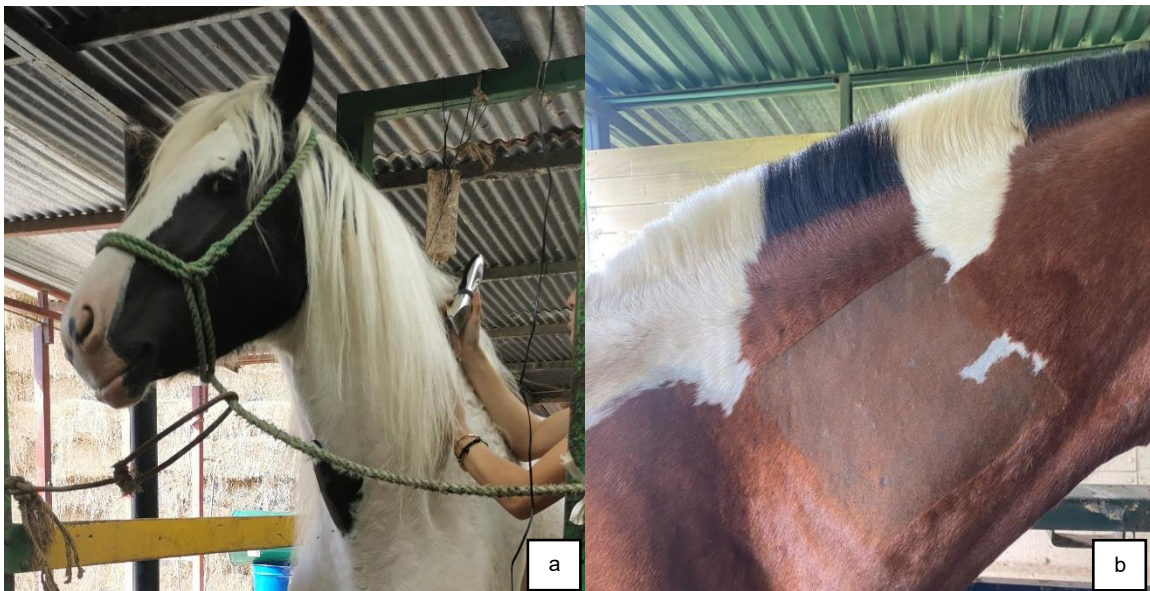
La mayoría de los animales tuvieron que ser sedados previo a la aplicación de los alérgenos, para lo cual se utilizó utilizando xilacina intravenosa (0,4 mg/kg) 5-10 minutos antes del procedimiento.

3.3.3. Tricotomía

Se rasuró una zona de 20 x 20 cm, con una cuchilla de 40, en la región cervical lateral, entre la mandíbula y el hombro.

Figura 1

Zona y longitud de la tricotomía realizada para la prueba intradérmica



Nota. ^aZona de tricotomía. ^bLongitud 20x20 cm de la tricotomía requerida.

3.3.4. Preparación de la zona

Seguidamente, con ayuda de un marcador permanente se marcaron los 16 sitios de inoculación en orden, para tener referencia de los alérgenos aplicados (Ver Figura 2).

Figura 2

Representación gráfica de la preparación de la zona, numeración de los alérgenos y controles



Nota. ^a Ejemplo gráfico del marcaje de la piel para los 16 alérgenos y controles.
^b Especificación de la numeración para cada alérgeno o control.

3.3.5. Inoculación de alérgenos

La inoculación de alérgenos se realizó en 6 visitas, las cuales se llevaron a cabo de noviembre del 2023, a enero del 2024. Se inoculó 0,1 mL de cada alérgeno: *Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides pteronyssinus* (ácaros del polvo), *Alternaria* spp y *Curvularia* spp (mohos) de Laboratorios Rivilab®, vía intradérmica, a diferentes diluciones cada uno (Tabla 3 y 4), las cuales se eligieron tomando en cuenta el alérgeno a la concentración que lo vende el laboratorio, el umbral irritante (en el caso de los ácaros del polvo) y uno o más valores intermedios.

Figura 3

Inoculación intradérmica de los alérgenos



Tabla 3

Concentraciones probadas en la prueba de intradermoreacción para D. farinae y D. pteronyssus

Alérgeno	Diluciones por probar (p/v)
<i>D. farinae y D. pteronyssus</i>	1/100 ^a
	1/40 000
	1/60 000
	1/80 000 ^b

Nota. ^a Esta primera concentración corresponde al estándar que comercializa el laboratorio. ^b La cuarta concentración a un promedio del umbral irritante de referencia. Fuente: Adaptado de Roberts et al. (2014).

Tabla 4

Concentraciones probadas en la prueba de intradermoreacción para Alternaria spp y Curvularia spp.

Alérgeno	Diluciones por probar (%)
<i>Alternaria spp y Curvularia spp</i>	20 % ^a
	10 %
	5 %

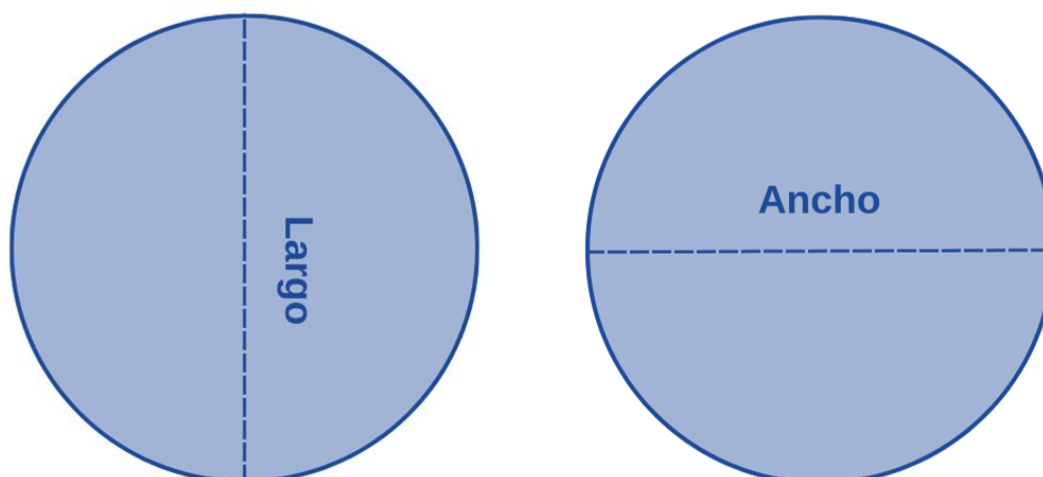
Nota. ^a Esta primera concentración corresponde al estándar que comercializa el laboratorio. Fuente: Adaptado de Lane et al. (2017).

3.4. Recolección de datos

La reacción fue evaluada a los 30 minutos post-aplicación de los alérgenos y se interpretó de forma objetiva y subjetiva (Ver Anexo 2). Para el análisis objetivo, con ayuda de un cáliper, se midió el ancho y largo de todas las erupciones cutáneas y se introdujo en una fórmula para calcular su tamaño (Ecuación 1).

Figura 4

Representación gráfica de las mediciones de las erupciones cutáneas



Fórmula empleada para el cálculo del tamaño de la erupción cutánea.

$$\frac{\text{Largo} \times \text{ancho}}{2}$$

Además, el tamaño de ambos controles se utilizó en otra fórmula para calcular el *Cut Off*. Este valor corresponde al límite de reacción, es decir, que todas aquellas erupciones cuyo tamaño fue mayor al *Cut Off* calculado previamente, fueron consideradas como reacciones positivas.

Ecuación 2

Fórmula empleada para el cálculo del “Cut Off”.

$$\frac{\text{Tamaño control positivo} + \text{Tamaño control negativo}}{2}$$

Figura 5

Evaluación objetiva (tamaño) de las erupciones cutáneas inducidas



El análisis subjetivo de las reacciones se llevó a cabo evaluando y calificando la turgencia en una escala de 0-4, según Van Damme et al. (2020),

tomando como referencia el control negativo para las reacciones sin turgencia y 4 para aquellas cuya apariencia se asemejaba o fue idéntica a la provocada por el control positivo (Ver Tabla 5).

Tabla 5

Calificación de la turgencia de las erupciones cutáneas

Calificación	Descripción
0	Sin reacción palpable o semejante a la provocada por el control negativo
1	Reacción muy plana cuyo contorno está mal definido
2	Reacción cuyo grosor es apenas palpable
3	Reacción cuyo grosor es evidente
4	Reacción con el mismo grosor que el provocado por el control positivo

Fuente: Adaptado de Van Damme et al (2020).

Otros aspectos evaluados bajo el enfoque subjetivo fueron el grado de eritema y elevación. En este caso las reacciones se clasificaron como presentes o ausentes.

Figura 6

Evaluación subjetiva (elevación, turgencia y eritema) de las erupciones cutáneas inducidas

**3.5. Análisis de datos y método estadístico**

Los resultados obtenidos se documentaron a través del instrumento de evaluación para las pruebas intradérmicas (Apéndice 2). Posteriormente, se digitaron en una hoja de cálculo del programa Microsoft Office Excel© (Versión 15.0), donde se determinó la frecuencia de reactividad para los resultados obtenidos a partir de la evaluación objetiva y subjetiva en los equinos de la muestra.

El criterio de aceptación para la concentración del umbral irritante de cada alérgeno fue la mayor concentración probada a la cual $\leq 10\%$ de los caballos estudiados reaccionó.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.4. Descripción de la muestra

Se recolectaron muestras de heces a 70 candidatos, de los cuales solo 30 se encontraban libres de parásitos intestinales y, por ende, fueron tomados en la población de estudio. Los caballos de la muestra provenían de diferentes provincias del país, siendo en su mayoría de Alajuela (37 %, 11/30) y Puntarenas (27 %, 8/30), seguidos por San José (20 %, 6/30) y Cartago (17 %, 5/30).

Respecto al sexo, más de la mitad de la población del estudio (58 %, 17/30) fueron machos, siendo el restante (43 %, 13/30) hembras. El estado reproductivo de una gran parte de los animales (80 %, 23/30) era fértil. Además, las edades rondaban entre los 2 a los 28 años.

En cuanto al componente racial, el mayor porcentaje eran mestizos (33 %, 10/30), seguido por iberoamericanos (27 %, 8/30), costarricenses de paso (20 %, 6/30), cuarto de milla (7 %, 2/30), español (7 %, 2/30), falabella (3 %, 1/30) y gipsy vanner (3 %, 1/30).

Por otro lado, el color de capa presentado sobre todo fue tordo (53 %, 16/30), seguido por castaño (20 %, 6/30), pinto (17 %, 5/30), appaloosa (3 %, 1/30), negro (3 %, 1/30) y palomino (3 %, 1/30).

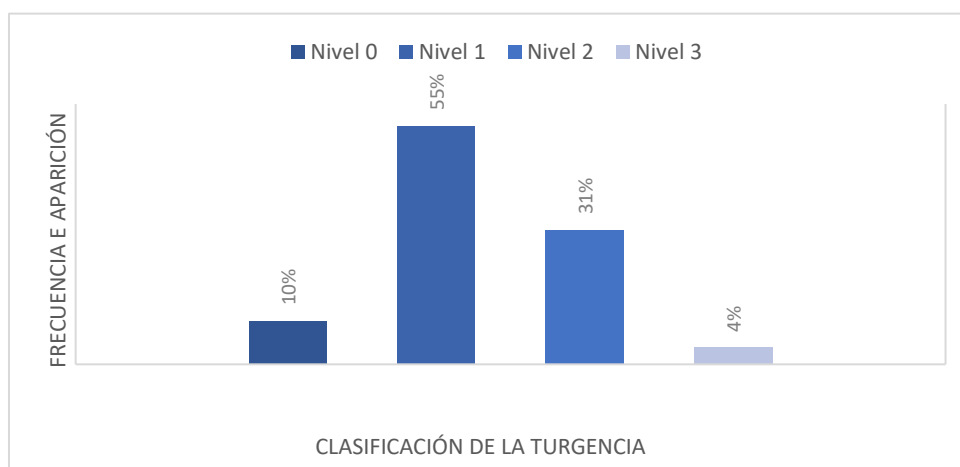
4.5. Hallazgos del examen subjetivo

Durante este examen fue posible evaluar a partir de la palpación y visión una serie de características subjetivas para cada erupción cutánea en particular. Entre estas, se encuentra en primer lugar la turgencia, la cual se calificó según una escala (Tabla 5), seguida por la elevación y eritema, los cuales se clasificaron como presente o ausente.

Se analizaron un total de 420 erupciones cutáneas, donde se observó que un 10 % (40/420) presentaba nivel de turgencia 0, seguido por un 55 % (233/420) nivel de 1, un 31 % (129/420) nivel 2, y un 4 % (18/420) nivel 3 (Figura 9). Además, los 7 animales que reaccionaron de forma positiva a uno u otro alérgeno en particular solían tener niveles de turgencia 2 (57 %, 4/7) y 3 (43 %, 3/7).

Figura 7

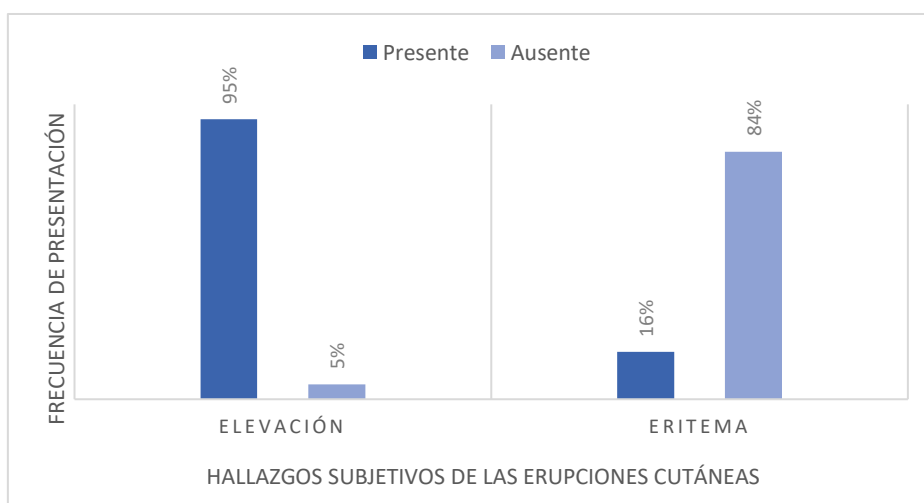
Frecuencia de presentación de niveles de turgencia presentados por los animales de la muestra



En el caso de la elevación, estuvo presente en un 91 % (381/420) de las reacciones y ausente en un 9 % (39/420) de las mismas. Además, tan solo un 12 % (49/420) presentó eritema, mientras que en el 88 % (371/420) estuvo ausente (Figura 7). Dicho comportamiento fue similar para los animales que reaccionaron positivamente, tanto que el 100 % (7/7) de las reacciones eran elevadas y en el 86 % (6/7) el eritema se encontró ausente.

Figura 8

Frecuencia de presentación de elevación y eritema presentados por los animales de la muestra



Por último, es preciso mencionar que un 10 % (3/30) de los animales de la muestra presentó vasodilatación en la erupción cutánea provocada por la histamina, de los cuales dos presentaban color de capa tordo.

4.6. Hallazgos del examen objetivo

A partir de la medición del tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por los controles negativo y positivo (solución salina fenolada e histamina, respectivamente), el cálculo del *Cut Off* y la medición de las erupciones provocadas por cada dilución, se pudo identificar que 7 equinos reaccionaron positivamente, 6 de ellos a un solo alérgeno (*D. farinae*) y 1 a dos alérgenos distintos (*D. farinae* y *D. pteronyssus*).

En general, el promedio de la medición para el control negativo fue de 10,70 cm, mientras que en el caso del control positivo fue de 29,09 cm (Tabla 6). Por otro lado, la media del *Cut Off* fue de 19,86 cm (Tabla 6). Además, cabe mencionar que los mayores tamaños de reacción provocados por la histamina

(> 30 cm) se presentaron sobre todo en caballos de color de capa tordo (52 %, 8/13).

Tabla 6

Medición de los controles negativos, positivos y cut off en centímetros de los equinos muestreados

Nombre del animal	CN (cm)	CP (cm)	CO (cm)
Jalisco	10,50	33,38	21,94
Nube	8,75	34,63	20,81
Princesita	17,03	31,60	24,31
Coral	8,31	23,44	15,87
Toronjo	10,02	37,98	24,00
Arjona	9,48	27,69	18,58
Eureka	9,75	34,20	21,97
Tito Ponny	11,82	33,20	22,51
Tequila	10,62	24,13	17,37
Jarana	8,19	32,03	20,11
Fabulosa	7,32	24,82	16,07
Anémona	9,58	30,11	19,84
Huerfanita	12,49	25,00	18,74
Toledo	6,27	28,29	17,28
Soreense	5,72	27,63	16,67
Tango	7,34	29,80	18,57
Gypsi	11,17	31,24	21,20
Mambo	10,35	31,36	20,85
Moonday	11,13	22,74	16,93
Maya	9,61	23,42	16,51
Sam	10,84	33,90	22,37
Daisy	10,59	27,72	19,16
Chocolate	17,12	23,47	20,29
Capitán	8,94	27,87	18,40
Sunshine	21,20	28,20	24,70
Brownie	11,04	26,79	18,92
Appaloosa	11,06	26,71	18,88
Tramposa	11,84	27,38	19,61
Dorado	10,47	31,32	20,89
Pinto	12,35	32,43	22,39

Nota. Los animales que aparecen con otro color y en negrita reaccionaron de forma positiva a uno o más de los alérgenos probados. CN: control negativo, CP: control positivo, CO: cutt of.

En cuanto a *D. farinae*, el promedio del tamaño de las erupciones provocadas por el alérgeno a la concentración de 1/100 (p/v) fue 16,59 cm, a 1/40 000 (p/v) 11,50 cm, a 1/60 000 (p/v) 11,62 y a 1/80 000 (p/v) 11,61 (Tabla 7).

Tabla 7

Tamaño en centímetros de las erupciones cutáneas provocadas por las diluciones de D. farinae.

Nombre del animal	Medición de las erupciones (cm)			
	1/100 (p/v)	1/40 000 (p/v)	1/60 000 (p/v)	1/80 000 (p/v)
Jalisco	18,23	0	11,13	9,92
Coral	15,24	10,98	4,98	9,92
Nube	22,04	10,65	11,99	13,51
Princesita	19,38	16,73	13,43	13,78
Toronjo	11,04	10,25	7,79	8,33
Arjona	12,91	11,35	11,02	9,59
Eureka	14,76	12,87	8,56	13,39
Tito Pony	17,86	9,31	10,14	10,61
Tequila	18,98	12,08	10,67	13,42
Jarana	14,29	11,16	12,56	11,88
Fabulosa	18,75	10,00	11,05	10,80
Anemona	17,20	12,30	13,51	10,99
Huerfanita	15,09	14,14	13,81	10,98
Toledo	16,83	6,04	12,2	11,14
Soreense	21,05	12,89	12,77	10,70
Tango	15,85	13,26	11,37	11,99
Gypsi	16,78	12,86	12,15	10,61
Mambo	13,00	14,03	17,08	13,07
Moonday	15,91	13,86	11,48	12,94
Maya	17,26	11,52	10,79	10,58
Sam	19,35	13,40	11,36	12,02
Daisy	21,64	9,86	12,74	12,56
Chocolate	20,01	12,15	12,38	10,97
Capitán	14,58	13,35	10,47	10,71
Sunshine	13,31	14,10	11,17	9,67
Brownie	14,43	10,69	12,48	12,73

Continuación tabla 7

Tamaño en centímetros de las erupciones cutáneas provocadas por las diluciones de D. farinae.

Nombre del animal	Medición de las erupciones (cm)			
	1/100 (p/v)	1/40 000 (p/v)	1/60 000 (p/v)	1/80 000 (p/v)
Apaloosa	11,34	12,43	13,17	10,53
Tramposa	17,45	8,21	10,77	12,42
Dorado	15,23	11,47	10,58	12,89
Pinto	17,86	13,09	14,90	15,63

Nota. Los animales que aparecen con otro color y en negrita reaccionaron de forma positiva a la dilución marcada.

En cuanto a *D. pteronyssus*, el promedio del tamaño de las erupciones provocadas por el alérgeno a la concentración de 1/100 (p/v) fue 16,70 cm, a 1/40 000 (p/v) 11,83 cm, a 1/60 000 (p/v) 12,16 cm y a 1/80 000 (p/v) 11,73 cm (Tabla 8).

Tabla 8

Tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por las diferentes diluciones utilizadas para D. pteronyssus

Nombre del animal	Medición de las erupciones (cm)			
	1/100 (p/v)	1/40 000 (p/v)	1/60 000 (p/v)	1/80 000 (p/v)
Jalisco	13,38	7,83	10,36	7,76
Coral	12,86	14,04	10,92	9,31
Nube	19,76	8,73	12,35	11,33
Princesita	19,51	9,38	3,94	0
Toronjo	13,32	5,80	11,47	8,13
Arjona	11,49	8,07	9,82	0
Eureka	12,24	7,32	10,89	6,02
Tito Pony	15,32	10,47	12,21	10,28
Tequila	11,91	9,64	11,00	10,82
Jarana	11,26	9,61	9,78	11,59
Fabulosa	17,23	9,83	13,29	11,52
Anemona	14,79	13,90	13,23	11,56
Huerfanita	14,20	11,98	12,86	12,85
Toledo	16,53	6,90	4,95	5,82

Continuación tabla 8

Tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por las diferentes diluciones utilizadas para D. pteronyssus

Nombre del animal	Medición de las erupciones (cm)			
	1/100 (p/v)	1/40 000 (p/v)	1/60 000 (p/v)	1/80 000 (p/v)
Sorensen	18,66	8,48	8,78	5,62
Tango	15,56	10,90	12,68	12,02
Gypsi	17,64	11,29	8,68	10,92
Mambo	16,49	12,86	11,64	10,25
Moonday	16,44	11,46	7,84	12,26
Maya	14,62	9,65	9,89	12,11
Sam	17,22	12,91	14,38	13,06
Daisy	14,75	9,86	8,43	10,97
Chocolate	17,68	12,97	12,18	11,24
Capitán	19,20	0	12,38	9,67
Sunshine	14,93	16,01	12,67	6,83
Brownie	14,83	10,52	11,53	12,10
Apaloosa	12,46	10,60	14,01	11,16
Tramposa	15,92	11,73	10,95	11,93
Dorado	12,45	11,54	12,29	11,05
Pinto	19,74	14,30	16,19	10,63

Nota. Los animales que aparecen con otro color y en negrita reaccionaron de forma positiva a la dilución marcada.

Ahora bien, en el caso de los mohos, específicamente *Alternaria* spp., el promedio del tamaño de las erupciones provocadas por el alérgeno a una concentración de 20 % fue 9,24 cm, al 15 % fue de 9,89 cm y al 10 % 10,16 cm.

Tabla 9

Tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por las diferentes diluciones utilizadas para Alternaria spp.

Nombre del animal	Medición de las erupciones (cm)		
	20 %	15 %	10 %
Jalisco	13,19	11,37	12,79
Coral	7,03	6,41	11,65
Nube	0	0	0

Continuación tabla 9

Tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por las diferentes diluciones utilizadas para Alternaria spp.

Nombre del animal	Medición de las erupciones (cm)		
	20 %	15 %	10 %
Princesita	12,96	8,97	8,95
Toronjo	12,51	13,39	10,07
Arjona	11,65	10,50	11,30
Eureka	0	0	6,79
Tito Pony	0	10,41	10,56
Tequila	8,78	6,19	12,46
Jarana	8,04	9,72	8,69
Fabulosa	12,49	13,03	12,01
Anemona	8,52	11,21	9,90
Huerfanita	11,31	14,38	12,43
Toledo	6,20	10,55	7,40
Sorensen	10,81	12,06	11,66
Tango	6,52	9,69	8,06
Gypsi	13,52	14,17	10,36
Mambo	12,53	13,55	13,07
Moonday	8,47	10,32	8,16
Maya	10,42	10,10	10,18
Sam	11,50	9,58	11,13
Daisy	12,40	13,18	13,14
Chocolate	12,71	13,46	11,66
Capitán	11,81	12,53	12,41
Sunshine	0	0	13,14
Brownie	13,40	11,98	10,77
Apaloosa	11,39	11,42	9,62
Tramposa	10,79	11,79	9,77
Dorado	13,06	11,30	11,29
Pinto	14,35	15,05	15,36

Por último, en el caso de *Curvularia* spp., el promedio del tamaño de las erupciones provocadas por el alérgeno a una concentración de 20 % fue 9,51 cm, al 15 % fue 7,78 cm y al 10 % 8,30 cm.

Tabla 10

Tamaño de las erupciones cutáneas provocadas por las diferentes diluciones utilizadas para Curvularia spp.

Nº de animal	Medición de las erupciones (cm)		
	20 %	15 %	10 %
Jalisco	10,67	9,90	9,50
Coral	0	0	9,64
Nube	11,46	10,28	12,27
Princesita	12,68	0	4,61
Toronjo	11,19	0	12,69
Arjona	9,44	11,69	11,68
Eureka	5,78	0	0
Tito Pony	8,14	5,69	10,39
Tequila	0	4,97	0
Jarana	10,23	0	0
Fabulosa	12,39	5,04	6,41
Anemona	0	8,85	9,35
Huerfanita	14,05	13,77	11,05
Toledo	9,26	10,77	10,15
Sorensen	12,47	13,55	10,94
Tango	8,01	12,60	11,42
Gypsi	13,76	0	11,91
Mambo	13,96	0	0
Moonday	11,09	11,39	10,19
Maya	10,01	10,56	6,10
Sam	12,22	12,57	10,70
Daisy	10,76	11,34	10,72
Chocolate	10,99	10,74	15,15
Capitán	14,07	12,61	13,85
Sunshine	13,18	0	13,03
Brownie	12,25	12,17	10,80
Apaloosa	0	11,50	14,01
Tramposa	10,52	11,19	10,76
Dorado	12,40	12,38	0
Pinto	13,73	17,52	0

4.7. Umbrales irritantes

Dermatophagoides farinae

Un 20 % de los equinos reaccionó a la mayor concentración probada para este ácaro (1/100 p/v). Esta excesiva reactividad indica que dicha concentración genera irritación en animales sanos. Además, considerando que la siguiente concentración no generó ningún tipo de reacción, se sugiere que el umbral irritante exacto para este ácaro es menor a 1/100 p/v y mayor a 1/40 000 p/v.

Dermatophagoides pteronyssus

Un 10 % de los equinos reaccionó a la mayor concentración probada para este ácaro (1/100 p/v). Por tanto, este valor se considera el umbral de irritación, y se pueden iniciar las pruebas intradérmicas y analizar la reactividad cutánea con preparaciones a esta concentración.

Alternaria spp y Curvularia spp

Ninguno de los equinos reaccionó a la mayor concentración probada para ambas especies de mohos (20 %). Por ende, no fue posible determinar el umbral irritante para ambas especies fúngicas.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Hallazgos del examen subjetivo y objetivo

El hallazgo de vasodilatación y mayores tamaños de la erupción cutánea en los caballos tordos podría ser el resultado de la sobrepresentación de este color de capa dentro de la muestra. Sin embargo, tampoco puede descartarse que sea el resultado de una mayor sensibilidad a los alérgenos o histamina utilizada, partiendo del hecho de que los anteriormente mencionados poseen un importante grado de predisposición a otras dermatopatías como vitíligo y melanoma (Lindgren et al., 2020). Los hallazgos subjetivos demuestran que la mayoría de los animales suelen presentar erupciones elevadas, niveles de turgencia entre 1-3, mientras que el eritema se encuentra prácticamente ausente. Sin embargo, tal como lo describe Hensel et al. (2004), es probable que el comportamiento de las reacciones en animales sanos sea distinto que, en animales alérgicos, lo cual hace necesario estudiar las características específicas del grupo antes citado. Además, es preciso destacar que el control positivo (histamina) disponible a nivel nacional presenta una mayor concentración que la utilizada en otros países y estudios, lo cual podría explicar las diferencias en los resultados obtenidos por otras investigaciones.

5.2. Umbrales irritantes

5.2.1. *Dermatophagoides farinae*

Los resultados obtenidos se asemejan a los reportados por otro estudio, en el cual no se determinó el umbral irritante de este alérgeno debido a una excesiva reactividad a la menor concentración probada (Baxter y Volgenest, 2008). Cabe mencionar que en la presente investigación la sobrerreactividad ocurrió con la preparación más concentrada del alérgeno, es decir, a 1/100 p/v.

Dicho hallazgo resulta positivo, tanto que, al observarse este fenómeno con solución más concentrada, es posible establecer un intervalo entre 2 concentraciones, lo cual direcciona y aproxima las siguientes investigaciones. Por ende, y tomando en cuenta que ninguna de las diluciones restantes provocó reacción, se sugiere que el umbral irritante se encuentra entre $<1/100$ p/v a $>1/40\ 000$ p/v, lo que concuerda con resultados obtenidos por Baxter y Volgenest (2008), donde se reportó que el umbral irritante para este ácaro era $<1/12\ 000$ p/v.

Asimismo, coincide con otro estudio llevado a cabo en caninos, en donde el umbral irritante era menor que $1/10\ 000$ p/v (Foust-Wheatcraft et al., 2017). Sin embargo, difiere con lo reportado por Roberts et al. (2014), investigación en la cual se determinó que el umbral irritante era de $1/80\ 000$ p/v, una de las concentraciones probadas en la presente investigación y para la cual no se obtuvo ninguna reacción calificada como positiva. De acuerdo con Baxter y Volgenest (2008), la exposición estacional a ciertos alérgenos podría influir de manera significativa sobre la sensibilidad cutánea poco tiempo después de la exposición en sí. Lo antes descrito podría explicar la sobrerreactividad observada con este ácaro, ya que su proliferación se ve favorecida por condiciones de humedad climática y el muestreo se llevó a cabo posterior a la temporada lluviosa en Costa Rica. Sin embargo, se requiere realizar más estudios para analizar la variación estacional de estos ácaros a nivel nacional.

Por otro lado, Roberts et al. (2014) mencionan que las cuadras cerradas y con poca ventilación favorecen la humedad, lo cual proporciona un hábitat nutritivo que permite una población viable de ácaros del polvo durante todo el

año, independientemente de la estación climática. Dicho postulado también podría relacionarse con la sobrerreactividad, partiendo del hecho de que un 67 % (20/30) de los equinos de la muestra se mantienen la mayoría del tiempo en cuadras, y el 64 % (19/30) proviene de Puntarenas y Alajuela, provincias en las cuales las temperaturas suelen ser más templadas en comparación con el resto de la región.

Por último, cabe mencionar que la reactividad también podría ser el resultado de una reacción cruzada con otro grupo de ácaros llamados “de almacenamiento”, los cuales se han encontrado presentes en el concentrado de caballos, asociado con inadecuadas condiciones de almacenamiento (Wallace y Volgenest, 2010). Lo anterior hace necesario el diseño de investigaciones que analicen la sensibilidad de los caballos del estudio a este grupo distinto de ácaros.

5.2.2. *Dermatophagoides pteronyssus*

El umbral de irritación para este alérgeno se establece en 1/100 p/v, lo cual indica que esta concentración es efectiva para sensibilizar a los animales alérgicos sin generar irritación, lo cual permite iniciar las pruebas con dicha concentración. Este resultado no coincide con ninguna de las investigaciones existentes y difiere de la mayoría de los autores, como Baxter y Volgenest (2008), en cuya investigación se encontró que el umbral irritante era <1/30 000 p/v. Lo mismo ocurre con Roberts et al. (2014), quienes encontraron umbrales irritantes de 1/80 000 p/v y 1/160 000 p/v durante la primavera y el verano, respectivamente.

La diferencia del umbral irritante encontrado, en comparación con las investigaciones antes descritas, podría estar relacionada con un incremento en la exposición a *D. farinae* por parte de la población de estudio, asociado con los factores geográficos, climáticos y de alojamiento previamente mencionados con respecto al ácaro anterior (Baxter y Volgenest, 2008). Justificando lo anterior, Wallace y Volgenest (2010) mencionan que los ácaros del polvo doméstico (*D. farinae* y *D. pteronyssus*) se alimentan de las escamas epidérmicas; por tanto, las mantas, sillas de montar, entre otros objetos que están en contacto con la piel del caballo, constituyen focos nutricionales efectivos que explican no solo la supervivencia de este ácaro en los establos, sino también la continua exposición.

5.2.3. *Alternaria* spp y *Curvularia* spp.

El comportamiento de cero reactividades observadas podría indicar que la concentración es poco sensible para la sensibilización de los verdaderos alérgicos. Dicho de otra forma, el empleo de soluciones demasiado diluidas podría generar falsos negativos en la práctica diagnóstica (Baxter y Volgenest, 2008).

Cabe destacar que el laboratorio que distribuye los alérgenos a nivel nacional prepara las distintas especies de mohos al 20 %, es decir, una solución de baja concentración, lo cual podría estar relacionado con la nula reactividad observada hacia esta y el resto de las diluciones inoculadas. En otras palabras, la oferta de extractos alérgicos de mohos en el mercado nacional no resulta útil para el diagnóstico de dermatitis atópica en equinos. Por otra parte, es preciso mencionar que los umbrales irritantes obtenidos en otras investigaciones no pudieron tomarse en cuenta como punto de partida para

establecer las concentraciones y/o comparar los resultados, ya que se expresan en unidades de proteína nitrogenada por mililitro (PNU/mL), mientras que los preparados alérgicos que se distribuyen en el país se encuentran en p/v, unidades que no se consideran equipotentes y para las cuales no es posible realizar una conversión debido a la ausencia de un factor exacto que lo permita (Dua et al., 2021).

Según Baxter y Volgenest (2008), es altamente probable que no exista una relación entre la bioactividad y las concentraciones declaradas en las distintas unidades de medida. No obstante, este resultado constituye el primer dato costarricense y, por ende, un punto de referencia para eventuales estudios enfocados en estimar el umbral irritante para estos alérgenos.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

En la población del presente estudio, seis pacientes reaccionaron de forma positiva a una especie de ácaro (*D. farinae*) y uno a dos especies (tanto *D. farinae* como *D. pteronyssus*).

La mayoría de los equinos presentó niveles de turgencia 1 o 2, mientras que aquellos que reaccionaron positivamente solían ser 2 o 3. Por otro lado, el mayor porcentaje de reacciones se clasificó como elevadas y con ausencia de eritema.

Respecto a los ácaros, se sugiere que el umbral irritante para *D. farinae* se encuentra entre $<1/100$ p/v y $1/40\ 000$ p/v, mientras que en el caso de *D. pteronyssus*, la concentración recomendada para iniciar las pruebas en pacientes atópicos y el umbral irritante corresponde a $1/100$ p/v.

La reducida disponibilidad de soluciones alergénicas en el país impidió la determinación del umbral irritante para los mohos (*Alternaria* y *Curvularia* spp), observándose una baja tasa de reactividad hacia las diluciones preparadas.

Los datos obtenidos a partir de la presente investigación constituyen una base de referencia para futuras investigaciones enfocadas en evaluar el umbral irritante de aquellos alérgenos cuyo umbral no fue posible determinar, así como en la aplicación de la metodología empleada para evaluar el umbral de otros sustratos alergénicos causantes de dermatitis atópica en equinosequinos.

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar el grado de reactividad a *D. farinae* con las concentraciones que se encuentren dentro del rango $<1/100$ p/v a $>1/40\ 000$ p/v, considerando los reportes de estudios similares para establecer el umbral irritativo en animales sanos.

Se pueden utilizar preparados a $1/100$ p/v de *D. pteronyssus* en animales alérgicos para verificar su reactividad y, de esta manera, ser empleados en la prueba intradérmica.

El estudio de la variación estacional de los ácaros del polvo en el territorio nacional permitirá identificar si la reactividad observada en esta investigación se relaciona verdaderamente con una mayor exposición durante una época específica.

Además, la incorporación de los ácaros de almacenamiento en el panel de pruebas permitirá evaluar si la positividad observada en los ácaros del polvo podría relacionarse con una reacción cruzada.

Se debe considerar la importación de extractos alergénicos de mohos con mayores concentraciones para analizar si la falta de reactividad está relacionada con la utilización de un alérgeno altamente diluido.

Por último, es recomendable reproducir este tipo de investigaciones en una población de estudio más amplia, y preferiblemente que los animales se encuentren en un mismo entorno ambiental, con el propósito de minimizar diferencias en el comportamiento asociado con los distintos alojamientos y el consiguiente nivel de exposición a diversos alérgenos.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bauer, C., Hensel, P., Austel, M., y Keys, D. (2010). Determination of irritant threshold concentrations to weeds, trees and grasses through serial dilutions in intradermal testing on healthy clinically nonallergic dogs. *Veterinary Dermatology*, 21(2), 192–197.
- Baxter, C. y Volgenest, L. (2008). Blackwell Publishing Ltd Determination of threshold concentrations of multiple allergenic extracts for equine intradermal testing using normal horses in three seasons. *Veterinary Dermatology*, 19(1): 305-313.
- Chiara, N., Foster, A. y Rosenkrantz, W. (2014). *Veterinary Allergy* (1ª Asociadas con el . Willey Blackwell.
- Dua, B., Park, J., y Kim, H. (2021). Comparison of weight per volume and protein nitrogen units in non-standardized allergen extracts: implications for prescribing subcutaneous immunotherapy. *Allergy, asthma, and clinical immunology: official journal of the Canadian Society of Allergy and Clinical Immunology*, 17(1): 92-102. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13223-021-00588-5>
- Foust-Wheatcraft, D., Dell, D., Rosenkrantz, W., y Griffin, C. (2017). Comparison of the intradermal irritant threshold concentrations of nine allergens from two different manufacturers in clinically nonallergic dogs in the USA. *Veterinary Dermatology*, 28(6), 564–e136. DOI: 10.1111/vde.12464
- Godoy, A. (2014). Hipersensibilidad en Equinos: Mecanismos Inmunológicos de Cuadros Clínicos Prevalentes. *Avances en veterinaria*, 29(1), 1-14.

- Hallamaa, M. y Batchu, K. (2016). Phospholipid analysis in sera of horses with allergic dermatitis and in matched healthy controls. *Lipids in Health and Disease*, 15(45), 1-9.
- Hensel, P. Austel, M., Medleau, L., Zhao, Y. y Vidyashankar, A. (2004). Determination of threshold concentrations of allergens and evaluation of two different histamine concentrations in canine intradermal testing. *Veterinary Dermatology*, 15(1), 304-308.
- Jensen-Jarolim, E., Einhorn, L., Herrmann, I., Thalhammer, J., y Panakova, L. (2015). Pollen Allergies in Humans and their Dogs, Cats and Horses: Differences and Similarities. *Clinical and Translational Allergy*, 5(1), 1-9.
- Lane, M., Pucheu-Haston, C., Kearney, M., y Woodward, M. (2017). Determination of irritant threshold concentrations of multiple tree, grass, weed and mould allergens for intradermal testing of horses residing in the southern USA. *Veterinary Dermatology*, 28(6), 604–e147. DOI: 10.1111/vde.12472
- Lindgren G., Naboulsi, R., Frey, R., Solé, M. (2020). Genetics of Skin Disease in Horses. *Vet Clin North Am Equine Pract.*, 36(2):323-339. DOI: 10.1016/j.cveq.2020.03.010.
- Littlewood, J. (2021). Equine atopic dermatitis-latest on diagnosis and management. *Vet Times*, 6(3), 2-4.
- Loeffler, A., Herrick, D., Allen, S., y Littlewood, J. (2018). Long-term management of horses with atopic dermatitis in southeastern England: a retrospective questionnaire study of owners' perceptions. *Veterinary Dermatology*, 28(3), 1-8.

- Lo Feudo, C., Stucchi, L., Alberti, E., Conturba, B., Zucca, E., Ferrucci, F. Intradermal Testing Results in Horses Affected by Mild-Moderate and Severe Equine Asthma. *Animals*, 11(20), 1-13.
- Marsella, R., Johnson, C., y Ahrens, K. (2014). First case report of ultrastructural cutaneous abnormalities in equine atopic dermatitis. *Research in Veterinary Science*, 97(2), 382–385.
- Marsella, R., White, S., Fadok, V., Wilson, D., Mueller, R., Outerbridge C. y Rosenktantz, W. (2022). Equine allergic skin diseases: Clinical consensus guidelines of the World Association for Veterinary Dermatology. *Veterinary Dermatology*, 34(1), 175-206. DOI: 10.1111/vde.13168
- Morris. D. y Lindborg, S. (2003). Determination of ‘irritant’ threshold concentrations for intradermal testing with allergenic insect extracts in normal horses. *Veterinary Dermatology*, 14(1), 1-36.
- Olomski, F., Fettelschoss, V., Jonsdottir, S., Birkmann, K., Thoms, F... y Marti, E. (2020). Interleukin 31 in insect bite hypersensitivity– alleviating clinical symptoms by active vaccination against itch. *Allergy*, 75(1),71-86.
- Radwanski, N., Morris, D., Boston, R., Cerundolo, R., y Lee, K. (2019). Longitudinal evaluation of immunological responses to allergen-specific immunotherapy in horses with IgE associated dermatological disease, a pilot study. *Veterinary Dermatology*, 30(3), 1-9.
- Roberts, H., Hurcombe, S., Hillier, A., y Lorch, G. (2014). Equine intradermal test threshold concentrations for house dust mite and storage mite allergens and identification of stable acari fauna. *Veterinary Dermatology*, 25(2), 124–e36. DOI: 10.1111/vde.12113

- Scott, D. (2011). *Equine Dermatology* (2^a Ed.). Elsevier.
- Van-Damme, C., Broek, J., y Sloet, M. (2020). Discrepancies in the bilateral intradermal test and serum tests in atopic horses. *Veterinary Dermatology*, 31(5), 1-9. DOI: 10.1111/vde.12871
- Vander-Valk., J., Wijk, G., Hoorn, E., Groenendijk, L. (2016). Measurement and interpretation of skin prick test results. *Clin Transl Allergy*, 16(1), 23-68.
- White, S. (2023). Approach to the pruritic horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261(1), 1-23. DOI: 10.2460/javma.22.10.0444.
- Wilkołek, P., Sitkowski¹, W., Szczepanik, M., Adamek, L., Pluta, M., Taszkun, I., Golyński, M., y Malinowska, A. (2017). Comparison of serum concentrations of environmental allergen-specific IgE in atopic and healthy (nonatopic) horses. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 20(4), 789–794. DOI: 10.1515/pjvs-2017-0099.
- Zajac, A., Conboy, G., Little, S. y Reichar, M. (2021). *Veterinary Clinical Parasitology* (9^a Ed.). Willey-BlackWell.

ANEXOS

Anexo 1

Resultados del examen subjetivo el animal 1

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	0	A	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	2	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A

Anexo 2

Resultados del examen subjetivo el animal 2

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	P
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	2	P	P
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	P
	1/80 000	1	P	P
	1/60 000	2	P	P
	1/40 000	2	P	P
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	0	A	A
	15	0	A	A
	10	1	P	A

Anexo 3

Resultados del examen subjetivo el animal 3

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	2	P	A
	1/60 000	1	P	P
	1/40 000	2	A	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	3	P	P
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	P
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria</i> spp. (%)	20	0	A	A
	15	0	A	A
	10	0	A	A
<i>Curvularia</i> spp (%)	20	1	P	P
	15	1	P	P
	10	2	P	P

Anexo 4

Resultados del examen subjetivo el animal 4

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	0	A	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	2	P	A
	15	1	P	A
	10	2	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	0	A	A
	10	0	P	A

Anexo 5

Resultados del examen subjetivo el animal 5

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	P
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	P
	1/40 000	2	P	P
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	P
	1/80 000	1	P	P
	1/60 000	2	P	P
	1/40 000	1	P	P
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	P
	15	2	P	P
	10	2	P	P
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	P
	15	0	A	A
	10	2	P	P

Anexo 6

Resultados del examen subjetivo el animal 6

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	0	A	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	2	P	A
	15	1	P	P
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	P
	10	2	P	P

Anexo 7

Resultados del examen subjetivo el animal 7

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	2	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria</i> spp. (%)	20	0	A	A
	15	0	A	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia</i> spp (%)	20	1	P	A
	15	0	A	A
	10	0	A	A

Anexo 8

Resultados del examen subjetivo el animal 8

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	0	A	A
	15	2	P	A
	10	2	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	2	P	A
	10	2	P	A

Anexo 9

Resultados del examen subjetivo el animal 9

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	2	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	2	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	2	P	A
	15	1	P	A
	10	2	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	0	A	A
	15	1	P	A
	10	0	A	A

Anexo 10

Resultados del examen subjetivo el animal 10

Alérgeno y concentración	Evaluación subjetiva			
	Turgencia	Elevación	Eritema	
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria</i> spp. (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia</i> spp (%)	20	2	P	A
	15	0	A	A
	10	0	A	A

Anexo 11

Resultados del examen subjetivo el animal 11

Alérgeno y concentración	Evaluación subjetiva			
	Turgencia	Elevación	Eritema	
	1/100	2	P	A
<i>Dermatophagoides farinae</i>	1/80 000	1	P	A
(p/v)	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
	1/100	2	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i>	1/80 000	2	P	A
(p/v)	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	1	P	A
	20	2	P	A
<i>Alternaria spp.</i>	15	2	P	A
(%)	10	2	P	A
	20	2	P	A
<i>Curvularia spp</i>	15	1	P	A
(%)	10	1	P	A

Anexo 12

Resultados del examen subjetivo el animal 12

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	0	A	A
	15	1	P	A
	10	1	p	A

Anexo 13

Resultados del examen subjetivo el animal 13

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	2	P	A
	10	2	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	2	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A

Anexo 14

Resultados del examen subjetivo el animal 14

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	2	P	A
	1/40 000	0	A	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	0	A	A
	1/60 000	0	A	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	0	A	A
	15	2	P	A
	10	0	A	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	2	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A

Anexo 15

Resultados del examen subjetivo el animal 15

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	2	P	A
	1/60 000	2	P	P
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	3	P	P
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	2	P	A
	15	1	P	P
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	2	P	P
	15	2	P	P
	10	2	P	P

Anexo 16

Resultados del examen subjetivo el animal 16

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	1	P	P
	1/80 000	2	P	P
	1/60 000	1	P	P
	1/40 000	2	P	P
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	3	P	P
	1/80 000	2	P	P
	1/60 000	2	P	P
	1/40 000	2	P	P
<i>Alternaria</i> spp. (%)	20	0	A	A
	15	1	P	P
	10	1	P	P
<i>Curvularia</i> spp (%)	20	1	P	P
	15	1	P	P
	10	1	P	P

Anexo 17

Resultados del examen subjetivo el animal 17

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	P
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	P
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	0	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	0	A	A
	10	1	A	A

Anexo 18

Resultados del examen subjetivo el animal 18

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	0	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	2	P	A
	15	0	A	A
	10	0	A	A

Anexo 19

Resultados del examen subjetivo el animal 19

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A

Anexo 20

Resultados del examen subjetivo el animal 20

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	P
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	0	P	A

Anexo 21

Resultados del examen subjetivo el animal 21

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	3	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A

Anexo 22

Resultados del examen subjetivo el animal 22

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria</i> spp. (%)	20	2	P	A
	15	2	P	A
	10	2	P	A
<i>Curvularia</i> spp (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A

Anexo 23

Resultados del examen subjetivo el animal 23

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	2	P	A

Anexo 24

Resultados del examen subjetivo el animal 24

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	0	A	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	2	P	A
	15	2	P	A
	10	2	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	2	P	A

Anexo 25

Resultados del examen subjetivo el animal 25

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	3	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	0	A	A
	15	0	A	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	2	P	A
	15	0	A	A
	10	2	P	A

Anexo 26

Resultados del examen subjetivo el animal 26

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	2	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria</i> spp. (%)	20	2	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia</i> spp (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A

Anexo 27

Resultados del examen subjetivo el animal 27

Alérgeno y concentración	Evaluación subjetiva			
	Turgencia	Elevación	Eritema	
	1/100	2	P	A
<i>Dermatophagoides farinae</i>	1/80 000	1	P	A
(p/v)	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	2	P	A
	1/100	2	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i>	1/80 000	1	P	A
(p/v)	1/60 000	3	P	A
	1/40 000	1	P	A
	20	2	P	A
<i>Alternaria spp.</i>	15	2	P	A
(%)	10	1	P	A
	20	0	A	A
<i>Curvularia spp</i>	15	2	P	A
(%)	10	1	P	A

Anexo 28

Resultados del examen subjetivo el animal 28

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	A	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A

Anexo 29

Resultados del examen subjetivo el animal 29

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	1	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	1	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	1	P	A
	15	1	P	A
	10	0	P	A

Anexo 30

Resultados del examen subjetivo el animal 30

Alérgeno y concentración		Evaluación subjetiva		
		Turgencia	Elevación	Eritema
<i>Dermatophagoides farinae</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Dermatophagoides pteronyssus</i> (p/v)	1/100	2	P	A
	1/80 000	1	P	A
	1/60 000	1	P	A
	1/40 000	1	P	A
<i>Alternaria spp.</i> (%)	20	2	P	A
	15	1	P	A
	10	2	P	A
<i>Curvularia spp</i> (%)	20	2	P	A
	15	2	P	A
	10	0	P	A

APÉNDICES

Apéndice 1

Ficha clínica para equinos

Datos generales		
Fecha: _____	Sexo: Macho (<input type="checkbox"/>) Hembra (<input type="checkbox"/>)	
Identificación del equino: _____	Edad: _____	
Nombre de la finca: _____	Raza: _____	
Tutor: _____	Estado reproductivo: _____	
Historia clínica (Criterios de inclusión/exclusión)		
Libre de parásitos externos:	Libre de parásitos internos:	
Sí (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)	Sí (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)	
¿Se han administrado fármacos que influyan con la respuesta inmunomoduladora 60 días antes?	¿Presenta/ Ha presentado enfermedades de piel?	¿Presenta/ Ha presentado enfermedad respiratoria?
Sí (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)	Sí (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)	Sí (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)
Examen objetivo general (EOG)		
Peso: _____	Condición corporal _____	Membranas mucosas: _____
Frecuencia cardíaca: _____	Pulso: _____	Frecuencia respiratoria: _____
Tiempo de llenado capilar: _____	Pliegue cutáneo: _____	Temperatura: _____
Movimientos intestinales: _____	Linfonodos: Normales (<input type="checkbox"/>) Reactivos (<input type="checkbox"/>) Observación: _____	

Apéndice 2

Instrumento de evaluación para las pruebas intradérmicas

Información general											
Fecha:					Nombre de la finca:						
Identificación del paciente:					Encargado:						
Resultados de la prueba intradérmica											
Alérgeno y concentra ción	Método objetivo				Método subjetivo						
	Tamaño de la erupción		Turgencia		Elevación		Eritema		Observaciones		
	L (mm)	AN (mm)	0	1	2	3	4	P	A	P	A
X											
X											
X											
X											
X											

Nota. L: largo, AN: Ancho, P: presencia, A: ausencia

Carta de revisión filológica

San José, 16 de agosto de 2024

Señores

Carrera de Medicina Veterinaria con énfasis en Buiatría

Universidad Técnica Nacional

Sede Atenas

Estimados señores:

He revisado y corregido en todos los extremos filológicos: la redacción, la ortografía, la puntuación, la morfología, la sintaxis y los vicios del trabajo titulado **“Determinación de los umbrales irritantes de cuatro extractos alergénicos ambientales causantes de dermatitis atópica en equinos”**, presentado por Jimena Alexandra Martínez Paniagua, para optar por el grado de Licenciatura en Medicina Veterinaria con énfasis en Buiatría.

Con las correcciones y recomendaciones aplicadas en este trabajo de investigación, es un documento con valor filológico y cumple con los requisitos necesarios para ser presentado ante las autoridades universitarias correspondientes.

Atentamente,

MARGARITA
SIRLENE CHAVES
BONILLA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
MARGARITA SIRLENE
CHAVES BONILLA (FIRMA)
Fecha: 2024.08.16 10:53:40
-06'00'

M.Sc. Margarita Sirlene Chaves Bonilla

Filóloga

Cédula 2 0717 0620

Carné 83791 (COLYPRO)

Anexo III

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS FINALES
DE GRADUACIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

(Trabajo Individual)

Ciudad,

Fecha.

Señores/as

Vicerrectoría de Investigación y transferencia. Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores/as: Pomagua

Yo Jimena Alexandra Martínez portador (a) de la cédula de identidad número

1-1746-0828. En mi calidad de autor (a) del trabajo de graduación titulada:

"Determinación de los umbrales irritantes de cuatro extractos ambientales alergénicos causantes de dermatitis atópica en equinos"

El cual se presenta bajo la modalidad de, marque una opción:

Proyecto de Graduación

Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 22/08/24, autorizo a la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, para que mi trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Ver CAPÍTULO V, DISPOSICIONES, FINALES. Artículo 43. RTFG.	
Marque con una X o un ✓	
Conservación y disseminación en las bibliotecas de la Universidad	✓
Almacenado en el Repositorio institucional.	✓
Divulgado en el Repositorio institucional.	✓
Divulgación del resumen en el Repositorio UTN con una cantidad de 200 a 500 palabras (Describe en forma breve el contenido del documento)	✓
Consulta electrónica con texto protegido	✓
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	✓

Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.



Por otra parte, declaro que el trabajo que aquí presento es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma personal, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizo que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA) última edición en español. Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional. Consciente de que las autorizaciones no reprimen mis derechos patrimoniales como autor del trabajo. Confío en la que Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar mis derechos de propiedad intelectual.

Firma del estudiante

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A.P.', is written over the text 'Firma del estudiante'.

Número de identificación: 117460828

Fecha 09/09/24 .