

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

E. A. P. DE DE MEDICINA VETERINARIA

**Enfermedad de la línea blanca de los cascos en
equinos:**

frecuencia de presentación, caracterización
anatomohistopatológica y micológica

TESIS

para optar el título de Médico Veterinario

AUTOR

Hugo Orlando Guevara Cordero

Lima – Perú

2006

ÍNDICE

Índice.	i
Resumen.	ii
Summary.	iii
Abreviaturas.	iv
Lista de Cuadros.	v
Lista de Figuras.	vi
Lista de Anexos.	viii
I.- Introducción.	1
II.- Revisión de Literatura.	2
1. Consideraciones anatómicas del pie equino.	2
2. Consideraciones funcionales del pie equino.	10
3. Enfermedad de la línea blanca.	17
4. Factores implicados en la Enfermedad de la Línea Blanca.	22
5. Diagnóstico.	31
6. Tratamiento.	36
7. Prevención.	40
III.- Materiales y Métodos.	41
1. Materiales.	41
2. Metodología.	42
IV.- Resultados.	46
V.- Discusión.	81
VI.- Conclusiones.	87
VII.- Recomendaciones.	88
VIII.- Anexos	95

ABREVIATURAS

CPP	Caballo Peruano de Paso.
DMSO	Dimetilsulfóxido.
ELB	Enfermedad de Línea Blanca.
HE	Hematoxilina Eosina.
NRC	National Research Council.
PAS	Ácido Peryódico de Schiff.
PSC	Pura Sangre de Carrera.
OBS	Onicomycosis Blanca Superficial.
OSD	Onicomycosis Subungueal Distal.
VIH	Virus de la Inmunodeficiencia Humana.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Frecuencia de presentación de Enfermedad de la Línea Blanca (ELB) a la observación clínica de la zona palmar / plantar del casco..... Pág. 49
Cuadro 2.	Frecuencia de presentación de ELB en miembros anteriores y posteriores..... Pág. 50
Cuadro 3.	Grados de lesión macroscópica de ELB a la observación clínica..... Pág. 51
Cuadro 4.	Relación entre el grado lesional a la observación clínica y los miembros afectados con ELB..... Pág. 55
Cuadro 5.	Grados de lesión macroscópica en cascos empleados para la evaluación microbiológica e histopatológica... Pág. 56
Cuadro 6.	Frecuencia de microorganismos fúngicos aislados de cascos con ELB..... Pág. 58
Cuadro 7.	Relación del grado lesional a la observación clínica con los aislamientos microbiológicos..... Pág. 70
Cuadro 8.	Identificación histopatológica de microorganismos bacterianos y micóticos en cascos con ELB..... Pág. 71
Cuadro 9.	Grados de lesión presentes durante el examen histopatológico..... Pág. 76
Cuadro 10.	Relación del grado lesional microscópico con los aislamientos microbiológicos..... Pág. 80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Partes anatómicas del casco equino.....	Pág. 3
Figura 2.	Sección histológica transversal del estrato medio de la pared del casco equino.....	Pág. 5
Figura 3.	Macroscopía del casco equino con el contenido removido, región proximal.....	Pág. 6
Figura 4.	Ubicación de la línea blanca con relación a los estratos córneos.....	Pág. 8
Figura 5.	Toma radiográfica de casco con Enfermedad de la Línea Blanca.....	Pág. 33
Figura 6.	Grados de separación de la pared del casco.....	Pág. 33
Figura 7.	Protección del tejido subyacente a la zona afectada de un casco con ELB.....	Pág. 37
Figura 8.	Aplicación de la medicación topical en la pared interna de un casco con ELB.....	Pág. 37
Figura 9.	Herraje con “cuello de ganzo” en un casco con onicomycosis.....	Pág. 38
Figura 10.	Observación macroscópica normal de la zona de unión pared del casco – suela.....	Pág. 52
Figura 11.	Casco con Enfermedad de la Línea Blanca, lesión macroscópica de grado leve.....	Pág. 53
Figura 12.	Casco con Enfermedad de la Línea Blanca, lesión macroscópica de grado moderado.....	Pág. 54
Figura 13.	Aislamiento de <i>Scopulariopsis spp</i>	Pág. 59
Figura 14.	Aislamiento de <i>Trichophyton tonsurans</i>	Pág. 60
Figura 15.	Aislamiento de <i>Trichophyton verrucosum</i>	Pág. 61
Figura 16.	Aislamiento de <i>Trichophyton schoenlii</i>	Pág. 62
Figura 17.	Aislamiento de <i>Aspergillus fumigatus</i>	Pág. 63

Figura 18.	Aislamiento de <i>Aspergillus terreus</i>	Pág. 64
Figura 19.	Aislamiento de <i>Aspergillus niger</i>	Pág. 65
Figura 20.	Aislamiento de <i>Aspergillus flavus</i>	Pág. 66
Figura 21.	Aislamiento de <i>Aspergillus glaucus</i>	Pág. 67
Figura 22.	Aislamiento de <i>Penicillium sp</i>	Pág. 68
Figura 23.	Aislamiento de <i>Rhizopus sp</i>	Pág. 69
Figura 24.	Histología normal del estrato medio de la pared del casco equino.....	Pág. 72
Figura 25.	Moderada onicopatía degenerativa aséptica.....	Pág. 73
Figura 26.	Leve Onicobacteriosis.....	Pág. 74
Figura 27.	Observación microscópica de hongos en tejido córneo.....	Pág. 75
Figura 28.	Onicopatía de grado leve.....	Pág. 78
Figura 29.	Onicopatía de grado moderado.....	Pág. 79

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Edad y procedencia de los animales empleados en el estudio.....	Pág. 95
Anexo 2.	Descripción macroscópica de la zona de unión pared-suela e identificación de cascos con ELB.....	Pág. 97
Anexo 3.	Número de cascos afectados con ELB.....	Pág. 98
Anexo 4.	Distribución de animales con ELB de acuerdo al miembro locomotor afectado.....	Pág. 100
Anexo 5.	Presentación de ELB de acuerdo al grado de lesión a la observación clínica.....	Pág. 101
Anexo 6.	Distribución de los cascos examinados de acuerdo al grado de lesión macroscópica.....	Pág. 102
Anexo 7.	Aislamientos micológicos en los cascos seleccionados para la evaluación microbiológica.....	Pág. 106
Anexo 8.	Microorganismos presentes al examen histopatológico de cascos seleccionados con ELB.....	Pág. 107
Anexo 9.	Distribución de los animales empleados de acuerdo al grupo etario.....	Pág. 108
Anexo 10.	Distribución del número de cascos afectados con ELB por grupo etario.....	Pág. 108
Anexo 11.	Distribución de los animales de acuerdo al miembro locomotor con ELB por grupo etario.....	Pág. 109
Anexo 12.	Distribución de los animales de acuerdo al grado de lesión macroscópica por grupo etario.....	Pág. 109
Anexo 13.	Distribución de los animales de acuerdo a la presencia ó ausencia de hongos por grupo etario.....	Pág. 110

Anexo 14.	Distribución de aislamientos micológicos de acuerdo al tipo de hongo aislado por grupo etario..... Pág. 110
Anexo 15.	Distribución de los animales de acuerdo al grado de lesión microscópica por grupo etario..... Pág. 111
Anexo 16.	Anormalidades de la pared del casco encontradas en la examinación física de 306 caballos no deportivos en la Isla del Príncipe Eduardo..... Pág. 112
Anexo 17.	Patogenicidad de los microorganismos aislados de un casco de Enfermedad de Línea Blanca..... Pág. 113
Anexo 18.	Contenido nutricional de las dietas previa y posterior y requerimiento nutricionales diarios para caballos adultos de 500 Kg..... Pág. 114

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la frecuencia de presentación de la Enfermedad de la Línea Blanca (ELB), se examinaron los cascos de 16 equinos de la raza Caballo Peruano de Paso de un criadero privado en el distrito de Cieneguilla; y de 23 equinos del cruce Hannoveriano - Pura Sangre de Carrera pertenecientes al Hospital Veterinario Central del Ejército, ubicado en el distrito de Chorrillos (Lima – Perú). El método diagnóstico empleado fue la observación clínica de la zona de unión pared - suela durante el recorte de casco. Todos los equinos examinados (100%) presentaron ELB por lo menos en un casco. Sólo se reportaron lesiones de grado leve y grado moderado presentes en 50 (32%) y en 69 (44.2%) cascos examinados, respectivamente. No se reportaron los cuadros clínicos de grado severo anteriormente publicados por Kuwano *et al.* (1998) y Oke (2003). De cada animal con ELB se seleccionó un casco afectado, para la evaluación microbiológica e histológica. Se realizaron cultivos de tejido córneo en Agar Sabouraud - dextrosa más Cloranfenicol, en condiciones de anaerobiosis. La identificación fúngica consideró las características macroscópicas de la colonia y la morfología microscópica. Se obtuvieron 28 aislamientos positivos, de los cuales 10 correspondieron a hongos patógenos (*Scopulariopsis spp.*, *Trichophyton tonsurans*, *Trichophyton verrucosum* y *Trichophyton schoenlii*). Para la observación histológica, se utilizó la técnica de sección standard de parafina con previo ablandamiento de las muestras en ácido nítrico. En todos los cascos se observó un proceso degenerativo del tejido córneo, siendo 9 los casos asociados a bacterias y 4 los casos con presencia conjunta de hongos y bacterias. El examen histológico permitió determinar grados de lesión en función del estrato córneo afectado.

Palabras claves: Equinos, cascos, hongos, tejido córneo.

SUMMARY

With the objective to determine the frequency of presentation of the White Line Disease (WLD), the hooves of 16 Peruvian Paso horses of a private equine center and of 23 Hannoverian - Thoroughbred crossbred horses pertaining to Central Veterinary Hospital of the Army (Lima – Peru), were examined. The diagnostic method used was the clinical observation of the area of union wall – sole during the hoof trimming. All the evaluated equines (100%) had WLD at least in one hoof. Only were reported lesions of light grade and moderate grade in 50 (32%) and in 69 (44.2%) examined hooves, respectively. The clinical cases of the severe grade previously reported by Kuwano *et al.* (1998) and Oke (2003) were not observed. Of each animal with WLD an affected hoof was selected for the microbiological and histological evaluation. Cultures of horny tissue in Agar Sabouraud – Dextrose more Chloramphenicol under anaerobic conditions were carried out. The fungal identification considered the macroscopic features of the colony and the microscopic morphology. 28 positive isolations were obtained, of which 10 corresponded to pathogenic fungus (*Scopulariopsis spp.*, *Trichophyton tonsurans*, *Trichophyton verrucosum* and *Trichophyton schoenlii*). For the histological observations, the technique of standard section of paraffin was used with previous softening of the samples in nitric acid. In all the hooves a degenerative process of the horny tissue was observed, being 9 the cases associated to bacterias and 4 the cases with combined presence of fungus and bacterias. The histologic exam allowed to determine lesion grades in function of the affected horny stratum.

Key words: Equines, hooves, fungus, horny tissue.

I.- INTRODUCCIÓN

La Enfermedad de la Línea Blanca (ELB) es una condición que afecta el casco de los equinos, en donde ocurre una progresiva separación de su pared a nivel del tejido córneo no pigmentado, y que puede desarrollarse tanto en uno como en los cuatro miembros en todas las razas de equinos (Rose & Hodgson, 1995; Ball, 2000; Kuwano *et al.*, 2004). Es reconocida en la mayoría de casos como un cuadro no doloroso (Redden, 1990). Sin embargo, el mayor inconveniente lo representan los casos graves y avanzados en que los caballos afectados sufren cojeras, siendo necesario un tratamiento con herraje correctivo y un tiempo prolongado de recuperación. En ocasiones se requieren hasta doce meses para que exista nuevo crecimiento de la pared del casco (Rose & Hodgson, 1995; Yamauchi *et al.*, 2004).

En la actualidad, existen pocas descripciones de línea blanca anormal en el caballo y no se ha determinado la causa ni las circunstancias exactas de ocurrencia de este desorden (Yamauchi *et al.*, 2004). Esta situación se debe, a que muchas de las enfermedades que involucran separación de la pared del casco no tienen consecuencias fatales (Kuwano *et al.*, 2004). Por otro lado, los tratados de equinos reportan un gran número de causas y factores predisponentes como: hongos, desórdenes alimenticios, causas mecánicas y medioambientales (Ball, 2000).

Si bien la mayoría de trabajos se han orientado a establecer una relación definitiva entre los aislamientos de hongos y la ELB, la etiología infecciosa no ha podido ser demostrada ni reproducida aún (Oke, 2003) por lo que la patogénesis exacta no está totalmente conocida (Turner, 1997).

Los objetivos del presente estudio son determinar la frecuencia de presentación de la ELB y realizar la caracterización anátomo-histológica y micológica de los cascos afectados en 2 centros de reproducción equina de la Ciudad de Lima. De esta manera, se busca brindar un primer aporte científico sobre esta enfermedad en equinos de nuestro medio y por lo tanto obtener información importante a considerar como base para futuros trabajos de investigación.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

1. CONSIDERACIONES ANATÓMICAS DEL PIE EQUINO

Los miembros de la familia mamífera *Equidae* representan el extremo resultado de una evolución digitígrada, pues se apoyan sólo sobre un dedo que se encuentra protegido por una cubierta córnea llamada casco, la cual soporta el peso entero del miembro locomotor (Pires & Lightowler, 1989; Pollit, 2004). Estas características brindan una importante contribución a la velocidad y versatilidad de los equinos, lo que los convierte únicos en el reino animal (Pollit, 1998).

El casco es una estructura epidermal altamente queratinizada sin vasos sanguíneos ni nervios, parecida a otras estructuras derivadas de la epidermis como la uña, los cuernos o las garras, ya que se genera a partir de la continua división celular de una sencilla capa germinativa de células basales (Hood, 2004). Los últimos estudios de resonancia magnética del pie equino han resultado de mucha utilidad para el entendimiento de la anatomía seccional y tridimensional del casco (Snow, 1998).

1.1. Componentes del casco de los equinos

El casco del equino está compuesto por la pared o muralla, la suela y la ranilla; tal como se aprecia en la figura 1 (Pires & Lightowler, 1989; Rose & Hodgson, 1995).

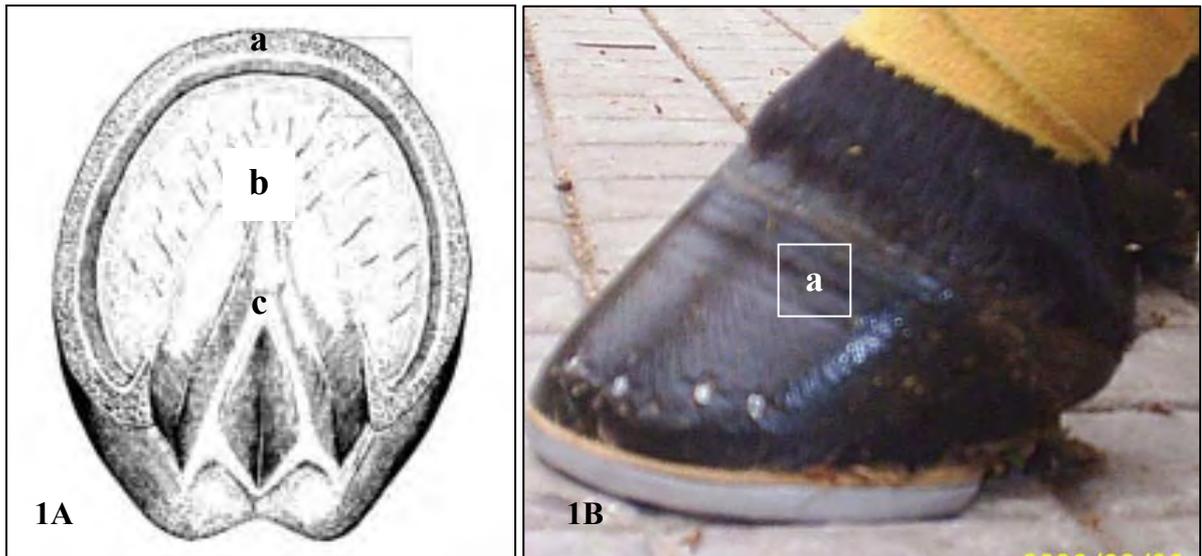


Fig. 1. Partes anatómicas del casco equino. Superficie solar (1A) y Vista lateral (1B); a: Pared o muralla, b: Suela, c: Ranilla. (Fuente: O'Grady, 1997).

La pared es la parte visible del casco cuando el caballo está parado, cubre el frente y los lados de la tercera falange y a su vez está dividida en sectores que se denominan en función de su ubicación, así tenemos a la pinza o lumbre (zona dorsal o frontal), los cuartos (zonas laterales) y los talones (Kainer, 1989; Turner, 2003). En los miembros anteriores es más gruesa dorsalmente (pinzas) que en cualquier parte del casco y es más delgada en los cuartos. Por el contrario, en los miembros posteriores el grosor de la pared es uniforme (Douglas *et al.*, 1996; Dejardin *et al.*, 2000).

La suela y la ranilla son visibles cuando el casco es levantado del suelo. También se pueden apreciar las barras, las lagunas laterales de la ranilla y otras estructuras complementarias (McClure, 1993).

1.2. Componentes anatomohistológicos de la pared del casco de los equinos

1.2.1. Estructuras epidermales (estratos córneos):

El tejido córneo de la pared del casco tiene una arquitectura microestructural altamente orientada (Douglas *et al.*, 1996) en donde se pueden identificar tres estratos básicos, éstos son: el estrato externo, medio e interno (Ball, 2000; Redden, 2001).

a. Estrato externo (*Stratum externum*)

Está compuesto de tejido córneo tubular producido por la dermis perióplica (zona proximal de la dermis coronaria), tiene pocos milímetros de grosor y recubre la superficie externa de la pared, es un poco elástico cerca de la banda coronaria, mientras que distalmente se vuelve una estructura deshidratada (Ball, 2000). Esto se debe a que este estrato se subdivide en *stratum granulosum* y en *stratum tectorium*, el primero se ubica en la pared proximal y consiste de una lámina celular granulosa; el resto de la pared está cubierto por el *stratum tectorium*, el cual por su alto contenido lipídico reduce la pérdida de agua por evaporación (Pires & Lightowler, 1989; Pollit, 1992).

b. Estrato medio (*Stratum medium*)

Es el estrato de mayor amplitud y conforma el cuerpo de la pared, su región proximal es cóncava para la formación de la laguna coronaria, en la cual se soporta el convexo corium coronario (Pollit, 1992) y adopta una arquitectura histológica tubular e intertubular. En cascos de color negro el estrato medio está formado por tejido córneo pigmentado que contiene melanina (Pollit, 2004; Ball, 2000).

La producción de estrato medio ocurre por medio de mitosis y está a cargo de las células coronarias basales epidermales que se encuentran ancladas a la membrana basal, la mitosis de células basales genera un primer grupo de células suprabasales, las cuales se unen a las primeras por medio de hemidesmosomas (Pollit, 1992; Pollit, 1998; Pollit, 2004). Posteriormente, la organización del tejido córneo ocurre alrededor de una médula central hueca (que contiene debris celulares) circundada de láminas concéntricas no pigmentadas de células queratinizadas (Fig. 2). Estas se encuentran rodeadas de tejido córneo pigmentado (solo en cascos de color negro) compuesto por queratinocitos maduros. (Pollit, 1998; Pollit, 2004).



Fig. 2. Sección histológica transversal del estrato medio de la pared del casco equino (preparación sin tinción o colorante). Se observa un corte histológico del tejido córneo pigmentado del casco de una yegua, el cual alberga túbulo córneo no pigmentado. Éstos últimos presentan una médula central hueca y los queratinocitos maduros se organizan en forma de láminas concéntricas (Fuente: Pollit, 1998).

Cuando las células basales se dividen, las células hijas se comienzan a diferenciar por medio de un proceso llamado queratinización y de esta manera forman 3 estratos histológicamente distintos que son el estrato germinativo, compuesto por células con núcleo grande y escaso citoplasma que permanecen adheridas a la membrana basal; el estrato espinoso, formado por células de apariencia espinosa debido al gran número de desmosomas; y el estrato córneo, compuesto por células anucleares queratinizadas o corneocitos que al cementarse forman una barrera protectora que previene el pasaje de agua o de sustancias solubles en agua y la pérdida de fluidos corporales (Pollit, 1992).

c. Estrato interno (*Stratum internum*)

Es un estrato no pigmentado, consiste de aproximadamente 600 laminillas (Fig. 3) queratinizadas epidermales primarias, cada una de éstas emite 100 a 500 láminas no queratinizadas epidermales secundarias. Las

láminas primarias corren distalmente rompiendo uniones desmosomales, mientras que las láminas secundarias permanecen ancladas a la membrana basal, por medio de la cual interdigitan con las laminillas sensitivas de la dermis (Pollit, 1998; Ball, 2000; Redden, 2001).

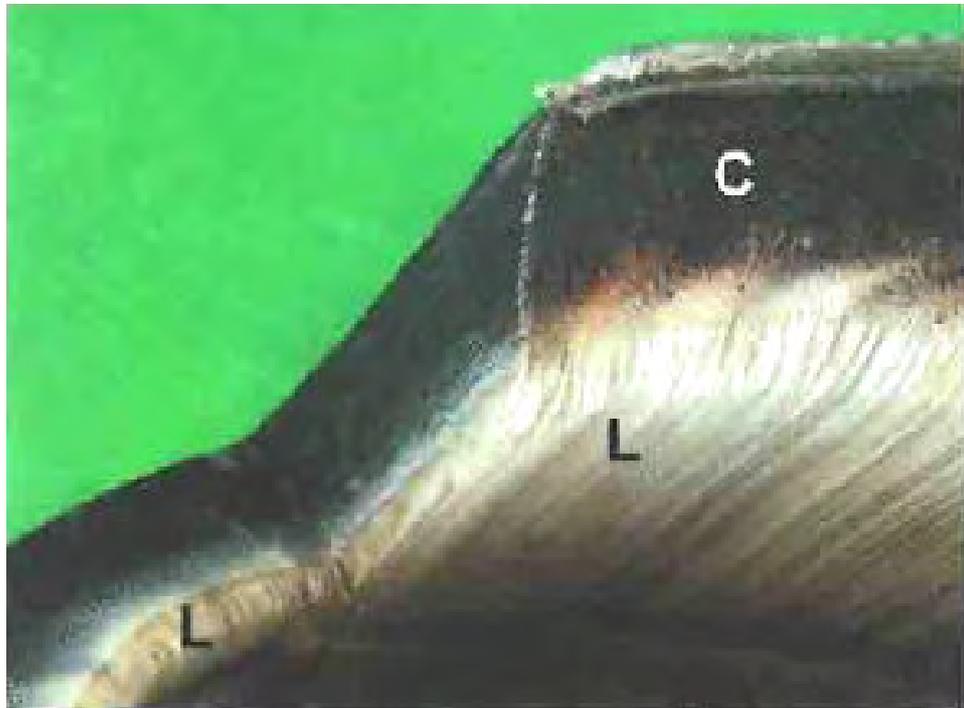


Fig. 3. Macroscopía del casco equino con el contenido removido, región proximal. Se puede apreciar pequeños agujeros revistiendo la superficie de la pared proximal del casco en la región de la laguna coronaria (C); se observan también las 550-600 láminas (L) que recorren la superficie interna de la pared (**Fuente: Pollit, 1998**).

En adultos las láminas epidérmicas primarias, a partir de la pared dorsal interna, se distancian caudalmente hasta llegar a los talones, es decir, que se encuentran más separadas en las regiones distales. En los potros sucede lo contrario, ya que estas láminas en la zona dorsal se encuentran más separadas que en las zonas caudales (Douglas & Thomason, 2000).

1.2.2. Corion (dermis):

El corion en el casco del equino corresponde al tejido córneo de la dermis ungueal (denominado también membrana tegumentaria), que se encuentra unida a la epidermis por la membrana basal (Pires & Lightowler, 1989; Pollit, 1992; Pollit, 1994; Ball, 2000).

a. Corion coronario

Se apoya en la laguna coronaria, inmediatamente bajo el corium perióptico, su superficie interna está adherida al tendón extensor y a los cartílagos de la falange distal por medio de tejido subcutáneo del cojinete coronario. Forma junto con las células basales de la epidermis la banda coronaria (Konig & Budras, 2003).

b. Corion laminar

Es la dermis que está debajo de la pared y consiste de una densa matriz de tejido conectivo que contiene un enmarañado de arterias laminares, venas, capilares, anastomosis arteriovenosas y nervios (sensores y vasomotores), su superficie interna se conecta con el periósteo de la falange distal y las superficies abaxiales de los cartílagos laterales (Pollit, 1998; Pollit, 2004).

El corium laminar consiste de aproximadamente 600 láminas dermales primarias, que a su vez se dividen en 100 a 200 láminas dermales secundarias, las cuales interdigitan con las láminas secundarias del estrato interno (*stratum lamellatum*) por medio de la membrana basal (Pollit, 1998; Turner, 2003). En las regiones más distales del corium laminar (a nivel de la zona de unión entre la pared y la suela) las láminas dermales secundarias emiten las papilas terminales, las cuales son rodeadas por la epidermis no pigmentada de las láminas secundarias (Pollit, 1992).

1.2.3. La Línea Blanca:

La confluencia entre la suela y la pared es la llamada “línea blanca” la cual comprende epidermis no pigmentada del estrato medio (*stratum lamellatum*), el final distal de las laminillas córneas y entre éstas, tejido córneo pigmentado de las papilas terminales de la dermis (Pollit, 2004). La línea blanca se presenta como una franja semilunar de un color blancoamarillento; es relativamente suave, flexible y rodea la suela de la pared del casco, a veces es objeto de degeneración e infección usualmente descrita como “seedy toe” o enfermedad de la línea blanca (Mulling *et al.*, 1994).

Adyacente a la línea blanca (en sentido craneal) se encuentra el ya mencionado estrato medio (Fig. 4), el cual en su porción más cercana recibe el nombre de estrato medio interno, el cual aparece de color blanco y erróneamente es llamado “línea blanca” (Redden, 2001).

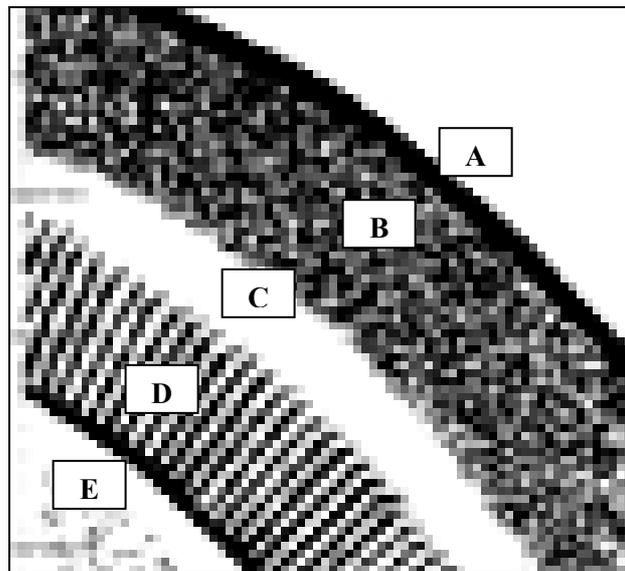


Fig. 4. Ubicación de la línea blanca con relación a los estratos córneos.

A: Estrato externo (*Stratum externum*); B: Estrato medio (*Stratum medium*); C: Estrato medio interno (*Stratum lamellatum*); D: Línea blanca o alba; E: Suela. (Fuente: O'Grady, 1997).

1.2.4. La Membrana Basal:

Separando la dermis de la epidermis se encuentra la membrana basal, antiguamente denominada capa germinativa de Malpighi, a la cual se anclan firmemente las células basales epidermales a manera de hemidesmosomas (Pollit, 1992). La membrana basal divide la epidermis de la dermis a lo largo de la pared o muralla, suela y ranilla; además de las papilas dermales del perioplo, laguna coronaria y dermis laminar de la pared interna. De esta manera, la membrana basal divide un compartimiento vascular (dermis laminar) de otro avascular-epidermal (laminillas secundarias) (Pollit, 1994; Pollit, 1998).

Anteriormente existía el concepto que la membrana basal tan solo era una lámina cementante amorfa. En la actualidad, la microscopía electrónica ha permitido identificar a esta estructura como el producto tridimensional de finos cordones interconectados. Las coloraciones de ácido peryódico de Schiff (PAS) y ácido peryódico de plata methenamine (PASM) brindan una buena apreciación de la membrana basal, la cual aparece como una línea fina de color magenta y de color negro, respectivamente (Pollit, 1994).

1.3. Desarrollo fetal del pie equino.

Existen pocos estudios con respecto al desarrollo fetal del casco equino, sólo se reconocen ciertos patrones de desarrollo córneo en esta etapa. (Bragulla *et al.*, 1998; Savage, 2000), tales como el inicio de la formación del estrato medio (segunda mitad del desarrollo fetal) y la aparición de la línea blanca (Bragulla *et al.*, 1998). Cuando el feto tiene una longitud cabeza-anca menor de 550 mm. no se pueden diferenciar aún los bordes del estrato medio, interno y de la suela. Sin embargo, cuando esta longitud es de 500 mm. se puede ver la línea blanca semejante a “arcadas”. Desde ese momento hasta el nacimiento ocurre un incremento de la altura de las láminas córneas y del ancho de la línea blanca (Bragulla *et al.*, 1998).

2. CONSIDERACIONES FUNCIONALES DEL PIE EQUINO

Los cascos en los equinos son los órganos de sostén, así como los amortiguadores de toda clase de esfuerzos de los miembros locomotores. Por lo tanto, son importantes en esta especie, ya que de ellos depende en gran porcentaje el buen desplazamiento del animal (Luna de la Fuente, 1985; Rose & Hodgson, 1995).

Propiedades funcionales de la pared.

Propiedades generales.

En conjunto, la pared del casco tiene la misma fortaleza desde la región coronaria hasta la superficie de apoyo, tiene además una gran solidez mecánica, resistencia y una excelente eficacia de aislamiento, lo que convierte a este tejido en un mal conductor del dolor (Hoppner & Hertsch, 2001). Sin embargo, la pared a nivel de los cuartos tiene un grosor reducido por lo que es más flexible en esta región que en las pinzas o pared dorsal (Douglas *et al.*, 1996; Dejardin *et al.*, 2000), esto facilita la ampliación gradual de la pared durante la fase de soporte, además de la expansión de los talones (Douglas *et al.*, 1996).

Una propiedad ligada frecuentemente a la solidez es el color del casco. Al respecto, se sostiene que los cascos más duros son los que tienen el pigmento melanina, y que por lo tanto son de color negro (Luna de la Fuente, 1985). Sin embargo, Douglas *et al.* (1996) han reportado que la relación entre el color y la rigidez del tejido córneo de los cascos no es estadísticamente significativa.

Por otro lado, la pared externa está cubierta por un material que previene la evaporación de la humedad. Cuando este material es deficiente, la pared se vuelve reseca y excesivamente escamosa (McClure, 1993).

2.1.2. Propiedades específicas.

a. Estructuras Epidermales (Estratos córneos):

- Los estratos córneos (externo, medio e interno) a nivel de la banda coronaria están encargados de la absorción y distribución de las fuerzas mecánicas en sentido horizontal y vertical (Konig & Budras, 2003).
- La mayoría de las láminas córneas (a nivel del estrato medio) son de tipo no proliferativo y su principal función es suspender y albergar a la tercera falange dentro de la cápsula córnea (Konig & Budras, 2003; Pollit, 2004).
- El estrato medio es el principal sistema de soporte de carga, tiene un diseño anatómico que confiere fuerza en todas las direcciones y sirve también para transferir las reacciones de fuerza del suelo a las estructuras óseas del miembro (Douglas *et al.*, 1996; Pollit, 1998).
- El área superficial del estrato medio interno (*stratum lamellatum*) del casco equino adulto tiene un área superficial mayor a la de las pezuñas de los bovinos, los cuales carecen de laminillas secundarias. Esto representa una gran área superficial destinada para la suspensión de la tercera falange y de gran implicancia en la arquitectura laminar interdigital. De esta manera se ayuda a disminuir el estrés y se asegura la transferencia de energía durante el máximo umbral de carga sobre el casco (Pollit, 1998; Pollit, 2004).
- Leach & Zoerb (1983) determinaron que el estrato medio interno del casco equino es menos rígido que el estrato medio. Douglas *et al.* (1996) hallaron resultados semejantes a nivel de la pared dorsal, lo cual demuestra que la pared tiene comparativamente una cápsula externa dura con una conexión de baja rigidez. Esto es importante para la protección de las estructuras internas adyacentes.

b. Corion (Dermis):

- El corium coronario se encarga de la nutrición del estrato medio de la pared del casco (Pollit, 1992).
- Sarrat & Hood (2005) observaron cambios en la longitud de las láminas secundarias epidermales y dermales a nivel de la zona de interfase laminar. Estos cambios son importantes en la respuesta del casco a las cargas mecánicas ejercidas sobre su estructura.

c. Línea Blanca:

- La línea blanca une la pared o muralla con la suela a nivel de la región distal y recorre toda la circunferencia del casco (Luna de la Fuente, 1985; Rose & Hodgson, 1995;).

d. Membrana Basal:

- La membrana basal organiza el citoesqueleto de las células epidermales e influencia el intercambio de nutrientes, macromoléculas y factores reguladores de crecimiento (Pollit, 1994).

Propiedades funcionales de la suela

- La suela normal debe ser firme a la presión digital y ligeramente cóncava. Su función es proteger y soportar las estructuras internas del casco, entre las que se encuentran la tercera falange, el hueso navicular, los cartílagos laterales y el cojinete plantar (Rose & Hodgson, 1995; O'Grady, 2003).
- Tiene la capacidad de soportar parte del peso alrededor de su borde solar con la pared del casco (O'Grady, 2003).

Propiedades funcionales de la ranilla

La ranilla, horqueta o candado es un cuerpo piramidal que está colocado en el centro de la cara plantar. La cara exterior (visible) presenta el cuerpo y las ramas de la ranilla, mientras que la cara interna cubre el cojinete plantar (Luna de la Fuente, 1985; Pires & Lightowler, 1989)

Hemodinámica.

El flujo hemodinámico en el casco se encarga de aportar los nutrientes necesarios y de disipar la energía dentro del pie, la cual es creada durante el galope, el trote o el paso (Jones, 2002). Este flujo sanguíneo es favorecido por el ejercicio, por la limpieza de cascos, una buena alimentación y se perjudica por la falta de estas actividades (McClure, 1993).

Existen tres teorías que explican el flujo hemodinámico en el casco: teoría de presión, teoría de depresión y teoría de succión. Las dos primeras reconocen que el casco es una estructura sometida a la presión de impacto con el suelo (Pollit, 1992) y que por lo tanto, la distribución sanguínea es consecuencia de esta fuerza; sin embargo, esto no ha podido ser demostrado, por lo que las investigaciones han postulado una tercera teoría (Jones, 2002).

Teoría de presión: Cuando el casco es colocado en el suelo, el peso que cae sobre él es transmitido a través de las falanges hacia la pared, el cojinete plantar y la ranilla; ésta última normalmente hace contacto con el suelo primero y de este modo ejerce una presión hacia arriba contra el cojinete plantar, el cual se estira y presiona los cartílagos colaterales; externamente, la ranilla también es estirada y tiende a empujar hacia los lados las barras de la pared. Esto ocasiona que la venas digitales se compriman y como consecuencia la sangre es forzada a ir del casco en dirección ascendente por aumento de presión (McClure, 1993).

Teoría de depresión: Cuando el casco es levantado del suelo la ranilla y otras estructuras flexibles retornan a su posición original y ocurre el retorno sanguíneo (McClure, 1993).

Teoría de succión: Los estudios de Jones (2002) han revelado que la presión del casco al golpear el suelo es negativa. Esto se debe a la apertura lateral de los cartílagos del casco, lo cual crea una acción de aspiración que absorbe la sangre debajo de la tercera falange. Esto se realiza a través de la microvasculatura de los cartílagos laterales, por medio de lo cual se logra disipar la energía de un modo más eficaz que si es que lo realizaran grandes volúmenes de sangre en movimiento (Jones, 2002).

Crecimiento de la pared del casco

El crecimiento de la pared ocurre a nivel de las células germinales de la corona de donde surgen poblaciones de queratinocitos hijos (Pollit, 1998; Pollit, 2004). Esta producción ocurre de manera ininterrumpida, lo cual asegura el continuo desgaste de la zona distal de la pared, la cual crece un centímetro al mes (Hood, 2004) La importancia de entender este proceso es la base para prevenir y tratar anomalías de crecimiento como las que ocurren en laminitis y en Enfermedad de Línea Blanca (Redden, 2003b).

La palabra queratina proviene del griego “keratos”, que significa dureza. La queratina es la principal proteína estructural de la epidermis y está presente en la piel y el cabello, así como en las uñas, cuernos y cascos (Bertram & Gosline, 1987); su fortaleza, dureza e insolubilidad se deben a los puentes disulfuro presentes entre sus largas moléculas (Leach & Zoerb, 1983; Douglas *et al.*, 1996).

Existen dos teorías sobre el crecimiento de la pared, la teoría de la “cama estéril” indica que el crecimiento del casco es un proceso que se lleva a cabo sin la existencia de proliferación o replicación de células córneas; mientras que la teoría del “deslizamiento” indica que este proceso se da gracias al deslizamiento de células a nivel de la pared interna (Hood, 2004).

Consideraciones funcionales del recorte de cascos

La pared o muralla está compuesta de un material que se produce continuamente, el cual debe ser limpiado y recortado de forma adecuada, tomando para esto consideraciones con respecto al ángulo de aplomo, el eje casco-cuartilla y la parte más ancha del casco. Estas medidas son vitales para el control de alteraciones de la pared interna (laminitis y Enfermedad de la Línea Blanca) que son favorecidos por una inadecuada conformación de cascos (O'Grady, 2003; McClure, 1993).

Las técnicas para el recorte de casco siguen estos dos parámetros generales:

- a. Con una cuchilla se recorta la base de la ranilla cerca de los surcos laterales para asegurar limpieza. También se debe nivelar la suela a la altura de la línea blanca para determinar la cantidad de casco que será removida, tratando que la suela sea suficientemente profunda para mantener una concavidad adecuada y así proteger la dermis y la tercera falange de lesiones (O'Grady, 2003).
- b. El casco en exceso es removido con tenazas para casco, empezando el corte justo en frente de los talones y continuando a través de la circunferencia del casco hasta el cuarto opuesto. Es importante verificar la orientación mediolateral, para lo cual se debe emparejar los talones a nivel del corte inicial. Durante el recorte de casco con tenazas una delgada lámina de suela es removida de la unión suela-pared para disminuir la presión sobre la suela (O'Grady, 2003).

El intervalo de recorte de casco varía de acuerdo al tipo de actividad del equino, así tenemos que en equinos de la raza Caballo Peruano de Paso esta actividad se realiza cada 6 semanas, mientras que en caballos de carrera el intervalo recomendado es de 4 a 6 semanas (Bowker, 2003) en vez de 8 a 10 semanas que anteriormente era lo más frecuente.

Una vez culminado el recorte de casco, se debe verificar que un tercio del mismo se encuentre por delante del “ápex” o vértice de la ranilla y que los dos tercios

restantes se ubican detrás de este punto. Esto genera lumbres cortas y refuerza el apoyo primario de los talones (Clayton, 1990a; Bowker, 2003).

Algunos herradores continúan recortando cascos de manera que la ranilla permanezca en contacto con el suelo; esto genera un crecimiento fibroso y fibrocartilaginoso del cojinete plantar (Bowker, 2003; O'Grady, 2003). Sin embargo, Pollit (1992) refiere que la aplicación de este principio (anteriormente considerado un pilar de la herrería) destruye el correcto eje casco-cuartilla (ocurre cuando el borde dorsal de la pared y el borde craneal de la cuartilla se encuentran paralelos en una línea imaginaria) motivo por el cual no es más un principio aceptado.

Basado en las observaciones realizadas en equinos silvestres, en 1980 se introdujo la técnica del despalmado de 4 puntos. En la actualidad, esta técnica se utiliza para disminuir el “breakover” (punto de quiebre o última porción de casco en abandonar el suelo en la fase caudal del paso) y consiste en recortar la parte más craneal de las pinzas y los cuartos para disminuir la cantidad de carga en la parte más delgada de la pared y de esta manera “crear” un casco cuyo contacto con el suelo esté concentrado solo en 4 puntos (Dejardin *et al.*, 2000).

Consideraciones funcionales del herraje.

- El herraje debe ser lo más ligero y simple que sea posible para brindar tracción, protección y adecuado soporte al casco para el trabajo (O'Grady, 2003).
- No existe suficiente énfasis sobre el uso apropiado de clavos; en este sentido, se recomienda usar la menor cantidad y los más pequeños. Estos no deben interferir con el movimiento natural del casco y por siempre se colocan delante de la parte más ancha de este, que a su vez representa el centro de rotación del pie equino (O'Grady & Poupard, 2003).
- El tercio craneal de la ranilla debe ser equidistante a las pinzas y hacia los talones del herraje; si esto no ocurre, debe alargarse el herraje en los talones y si el ángulo de talón es bajo se debe usar herraje de talones altos (O'Grady, 2003).

3. ENFERMEDAD DE LA LÍNEA BLANCA

Definición:

La enfermedad de la línea blanca (ELB), también llamada “onicomicosis”, “casco vacío”, “podredumbre del casco”, “infección por levaduras” o “seedy toe” (pared hueca) (Kuwano *et al.*, 1996; Kuwano *et al.*, 2002; Konig & Budras, 2003) es una condición en la cual ocurre una progresiva separación de la pared del casco a nivel del tejido córneo no pigmentado (*Stratum lamellatum*), producto de la presentación inicial de una línea blanca irregular y deleznable (Ball, 2000) que progresa hasta la formación de una fisura de tipo cavitaria que divide el estrato medio de las laminillas sensitivas internas (Rose & Hodgson, 1995; Turner, 1997; Kuwano *et al.*, 2004). A lo largo de la circunferencia del casco esta lesión se suele ubicar preferentemente en la pinza o parte más craneal de la pared (Yamauchi *et al.*, 2004, Kuwano *et al.*, 1999) y puede desarrollarse tanto en uno como en los cuatro miembros en todas las razas de equinos (O’Grady, 1997).

El tejido córneo afectado se limita al área distal de la pared, pero frecuentemente se extiende proximalmente y asciende tan alto como la banda coronaria (Ball, 2000).

La línea blanca descrita en la ELB se refiere a la lámina interna no pigmentada de la pared del casco, denominada estrato medio interno (O’Grady, 1997). Dado el hecho que técnicamente la línea blanca es la unión entre el estrato medio interno y la suela, el término “enfermedad de línea blanca” es probablemente inapropiado en la mayoría de casos (Ball, 2000; Redden, 2001). La zona más interna del estrato medio es siempre no pigmentada y por eso aparece de color blanco (Ball, 2000).

Kuwano *et al.* (2004) realizaron una clasificación patológica de cascos con pared desacoplada de la córnea subyacente o suela, donde presentan a la ELB como una entidad patológica distinguible de “seedy toe”, condición de la cual logra identificar incluso hasta tres tipos (seedy toe de tipo simple y dos de tipo secundario, producidos por enfermedad de línea blanca y por laminitis). En este trabajo, se asumió que solo ocurre ELB cuando el colapso de la unión pared-suela está limitado a la

región de la pinza o lumbre. Sin embargo O'Grady (1997) indica que esta desunión puede ocurrir a nivel de la pinza, en los cuartos o en los talones, siendo este el concepto más aceptado. Por otro lado, el término “seedy toe” ha sido utilizado para describir la “oquedad” que desarrolla el tejido afectado cuando éste es percutido en los estadios más avanzados. Por esto, se prefiere que este término no sea utilizado para hacer mención de una patología distinta a la ELB (O'Grady, 1997; Ball, 2000).

En humanos se reconocen varios tipos de onicomycosis, la onicomycosis subungueal distal (O.S.D.) es el tipo más común e involucra la parte profunda de la uña y subsecuentemente la uña superficial, mientras que la onicomycosis blanca superficial (O.B.S.) usualmente se manifiesta como parches superficiales de color blanco con límites definidos sobre la superficie de la uña. La onicomycosis subungueal proximal ocurre cuando los microorganismos fúngicos ingresan vía la cutícula y el plano ventral del pliegue proximal de la uña. Finalmente, en la onicomycosis distrófica total ocurre una distrofia completa de la zona superficial de la uña (Gupta, 2001).

Patogenie.

En la actualidad, existen pocas descripciones de línea blanca anormal en el caballo y no se ha determinado la causa ni las circunstancias exactas de la ocurrencia de este desorden (Tjalsma & Van Maurick, 1995; Yamauchi *et al.*, 2004) por lo que la patogénesis exacta no está totalmente conocida (Turner, 1997). Esta situación se debe, a que muchas de las enfermedades que involucran separación de la pared del casco no tienen consecuencias fatales para equino (Moyer, 2003; Kuwano *et al.*, 2004).

Por otro lado, los tratados de equinos reportan un gran número de causas y de factores predisponentes, tales como agentes micóticos, causas alimenticias, mecánicas (mala conformación de pinzas) y medioambientales (Ball, 2000). Sin embargo, se debe considerar también los factores inherentes a la composición y a la fisiología de crecimiento que influyen en la presentación de la ELB. Mulling *et al.* (1994) han reportado que la queratina intracelular, la sustancia cementante intercelular y la arquitectura racimosa de células córneas son factores intrínsecos que determinan los sitios de predilección para la ELB en bovinos. Así mismo, König & Budras (2003)

mencionan que el tejido córneo medular (*stratum medium*) crece con más lentitud en ciertas regiones, favoreciendo así el desarrollo de infecciones micóticas (onicomicosis) ascendentes especialmente en la zona blanca.

Si bien la mayoría de trabajos se han orientado a establecer una relación definitiva entre los aislamientos de hongos y la ELB, la etiología infecciosa no ha podido ser demostrada ni reproducida aún (Oke, 2003). Ante esta situación, la hipótesis más aceptada es la que define a la ELB como una infección fúngica de la pared del casco secundaria al estrés mecánico generado por el pobre manejo o por otros cuadros clínicos del casco (Ball, 2000; Kuwano *et al.*, 2002).

Cuando se presenta la enfermedad, la examinación macroscópica de la superficie solar del casco muestra una línea blanca de aspecto irregular y deleznable, lo cual corresponde a un grado leve (Ball, 2000); posteriormente se produce la formación de una fisura (grado moderado) que separa el estrato medio no pigmentado de la suela (Rose & Hodgson, 1995; Turner, 1997; Kuwano *et al.*, 2004). Al parecer, esta separación remueve el mecanismo protectorio de la unión pared-suela y permite el ingreso de bacterias y hongos, ubicados previamente en el suelo (O'Grady, 1997). Cuando el grado de la ELB es severo la fisura o separación entre la pared y la suela se hace más profunda, pudiendo llegar hasta la banda coronaria; esto provocará la pérdida mecánica del engranaje entre las láminas y la pared interna y finalmente la rotación de la falange distal (O'Grady, 1997; Oke, 2003).

Importancia Clínica.

La ELB puede producir cojera, debido a que este desorden ocurre cerca de áreas sensitivas (Yamauchi *et al.*, 2004, Rose & Hodgson, 1995). Esto ocurre en los casos severos, donde se presentan lesiones de gran extensión que en ocasiones producen el desprendimiento de la pared del casco (Oke, 2003). Ante esto, se necesita de una completa recuperación conjuntamente con el uso de herrajes correctivos por un tiempo prolongado para restaurar la pared dañada. Es por este motivo, que la onicomiosis es considerado un problema grave (Yamauchi *et al.*, 2004).

Por otro lado, la presentación de ELB dificulta el herraje de los cascos afectados, debido a que la delezabilidad del tejido córneo afectado complica la colocación e inserción de los clavos. Esto dificulta la permanencia del herraje en el casco y por el contrario, favorece su posterior desprendimiento (Kuвано *et al.*, 2004).

Epidemiología

Kuвано *et al.* (1999) y Yamauchi *et al.* (2004) realizaron estudios epidemiológicos en centros de entrenamiento equino, donde reportaron la ocurrencia de ELB en base a las características de la zona de unión pared-suela al momento del despalmado (recorte de casco) en un gran número de caballos.

Kuвано *et al.* (1999) lograron identificar esta condición en 204 de 1781 (11.5%) equinos pura sangre de carrera en Japón; mientras que Christie *et al.* (2004) identificaron la enfermedad durante la examinación física de anomalías de la pared del casco en 26 de 306 (8.5%) equinos no deportivos en Canadá (Ver Anexo 9).

Yamauchi *et al.* (2004) reportaron ELB en 152 de 4765 (3.14%) equinos deportivos, además de una ocurrencia significativamente mayor en equinos machos. En este mismo estudio se encontró que el promedio de edad de caballos con onicomiosis fue de 3.7 años, significativamente mayor que el promedio de 3 años en equinos sanos; esto nos indica que la predisposición aumenta con la edad. Otros factores de riesgo evaluados fueron el material de cama (menor ocurrencia en caballos

que usaron paja de trigo), los miembros afectados (mayor en miembros delanteros) y la ubicación de la lesión (lesiones de grado medio y severo son comunes en las pinzas, mientras que en talones suelen ubicarse lesiones de grado severo). Sobre este último punto se recurrió a un clavo para herrar No. 2 para clasificar la profundidad de la fisura y se asumió que si se insertaba entre uno a dos tercios de la longitud del clavo, la lesión era de grado medio y en caso se insertara más de dos tercios, el grado era severo (Yamauchi *et al.*, 2004).

Higami (1999) y Kuwano *et al.* (1999) observaron una mayor ocurrencia de ELB en miembros anteriores, así como una mayor frecuencia de lesiones en el área de las pinzas en estudios realizados en equinos de salto y en caballos de carrera, respectivamente. En ambos trabajos se indica que la ocurrencia de ELB fue independiente del sexo. Con respecto a la edad, Kuwano *et al.* (1999) reportaron un incremento significativo de la incidencia en equinos de mayor edad, mientras que Higami (1999) no detectó tendencia relacionada a este factor.

Finalmente, Keller *et al.* (2000) no reportaron correlación significativa entre la presentación de ELB y la edad, sexo, raza, higiene o material de cama en 187 caballos

4. FACTORES IMPLICADOS EN LA ENFERMEDAD DE LA LÍNEA BLANCA.

Factor Etiológico

La mayoría de las investigaciones se han orientado a establecer una relación definitiva entre los aislamientos de hongos y la ELB con el fin de establecer una causa etiológica para este desorden (Oke, 2003). El medioambiente interno de la pared selecciona las especies de hongo que pueden sobrevivir en el tejido córneo, en función de su composición química, tensión de oxígeno y su limitada fuente de sustratos microbianos (Ball, 2000). Los hongos se embeben profundamente en la pared del casco y emiten filamentos (llamados hifas) que absorben los nutrientes del medio. Además, pueden producir formas reproductivas (esporas) que son difíciles de eliminar (Shakalis & Pautienis, 1995). Los hongos pueden hallar condiciones favorables de desarrollo, como cuando ocurre un trauma a nivel del casco y se genera un hematoma, en este caso el estrato medio actúa como un abastecedor sanguíneo que favorece el desarrollo de una infección micótica (Shakalis & Pautienis, 1995).

Tjalsma & Van Maurick (1995) realizaron un estudio comparativo de aislamientos micológicos en 30 equinos con línea blanca anormal y 30 equinos con cascos normales, aislándose *Scopulariopsis brevicaulis* en 60% de los equinos con línea blanca anormal. *Scopulariopsis brevicaulis* presenta colonias de rápido crecimiento que desarrollan bien en medios para hongo (Mosher, 1995) y que presentan aspecto polvoriento con un color que varía entre el canela o beige, mientras que por el reverso de una placa Petri el color es canela con el centro marrón (Koneman & Roberts, 1987). Microscópicamente, los conidióforos no tienen ramas o si las tienen son de forma peniciliada (relativo a hongos del género *Penicilium sp.*). Las conidias presentan forma redonda o de limón, color marrón, con una pared delgada y suelen agruparse en cadena (Mosher, 1995).

Posteriormente, Shakalis & Pautienis (1995) observaron variaciones significativas en relación a la gravedad clínica de los cuadros de ELB en caballos. Ante esto, sostuvieron como posible causa la agresividad de un particular tipo de

colonia simbiótica compuesta por al menos una bacteria y al menos un hongo. Con esta premisa, a partir de un casco con ELB se realizaron aislamientos microbiológicos (algunos con oxígeno y otras en anaerobiosis) identificándose al hongo *Geotrichum* y a 6 bacterias, de las cuales se consideró poco agresivas a *Providencia rettgeri*, *Klebsiella pneumoniae* y *Bacillus subtilis*; mientras que las otras 3 bacterias, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* y *Clostridium difficile*, fueron consideradas potencialmente patógenas (Ver Anexo 10).

Ball (2000) identificó 4 hongos no patógenos en 5 cascos con ELB, a partir de muestras recolectadas en condiciones estériles provenientes del estrato medio dañado. Los hongos aislados fueron *Trichoderma*, *Mucor*, *Aspergillus glaucus* y *Gliocadium* sp. Los resultados obtenidos apoyan el uso del término onicomycosis para la definición de la enfermedad pero, al mismo tiempo, revelan que los agentes aislados son reconocidos como no patógenos debido a que pueden aislarse del suelo y las plantas y que tienen la habilidad para crecer en la queratina (queratinófilos) del estrato medio de cascos con ELB. En este mismo estudio, se demostró que el estrato medio funciona como un adecuado control negativo pues no se aislaron bacterias ni hongos contaminantes en los cascos utilizados como controles.

En otro estudio comparativo realizado con cascos sanos y con cascos con distintos grados de enfermedad de la pared se realizaron 732 aislamientos, los cuales correspondieron a 26 especies de mohos, 2 especies diferentes del hongo *Microsporium* sp. y 3 diferentes especies del hongo *Trichophyton* sp. Estos aislamientos fueron clasificados en 3 grupos en función del potencial patógeno, lográndose identificar un grupo particular de hongos denominado grupo queratinopatogénico (57 aislamientos) potencialmente patógeno que incluyó los siguientes microorganismos: *Acremonium blocchii*, *Alternaria alternata*, *Alternaria chlamydospora*, *Geotrichum candidum*, *Microsporium ferrugineum*, *Microsporium gypseum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichophyton* spp., *Trichophyton mentagrophytes* y *Trichophyton schonleinii*. (Keller *et al.*, 2000). En este estudio la identificación de hongos aislados se realizó en base a las características macroscópicas de la colonia y a la morfología microscópica (Keller *et al.*, 2000).

La discusión circula en torno al rol de los agentes fúngicos aislados, no es fácil determinar si éstos son los principales responsables de la infección o si sólo son hallazgos incidentales (Ball, 2000; O'Grady, 1997). Debido a que la mayoría de los hongos potencialmente patógenos para el hombre y los animales son saprófitos, su aislamiento desde una lesión, no implica necesariamente que sean los responsables del proceso patológico, esto debe acompañarse de un estudio histopatológico que permita evidenciar la morfología de los elementos micóticos y su relación con las lesiones tisulares (Koneman & Roberts, 1987; Pérez & Carrasco, 2000; García *et al.*, 2003). Los trabajos realizados por Kuwano *et al.* (1996), Kuwano *et al.* (1998), Oke (2003) incluyen el estudio histopatológico de cascos afectados por onicomycosis.

Kuwano *et al.* (1996) observaron hongos en cortes histopatológicos de cascos con ELB usando las técnicas de sección standard de parafina y sección delgada. En ambos casos se encontró gran cantidad de hongos en la línea blanca, especialmente en la córnea distal que estuvo severamente dañada. Las características histopatológicas de los hongos fueron: color marrón, positividad a la tinción del Ácido Peryódico de Schiff (PAS), forma semejante a un moho con septas en la zona interna del tejido y con esporas unicelulares en las zonas externas del mismo.

Posteriormente, Kuwano *et al.* (1998) diagnosticaron onicomycosis en el 10% de los cascos con ELB, de los cuales se aisló al *Scedosporium apiospermum* o la teleomorfa denominada *Pseudallescheria boydii*. En este estudio, la identificación fúngica se realizó de acuerdo a los criterios planteados por Keller *et al.* (2000) y se realizó la confirmación diagnóstica mediante el examen histológico.

Pseudallescheria boydii, anteriormente conocido como *Petriellidium boydii* o *Allescheria boydii*, es la forma sexuada (teleomorfa) de *Scedosporium apiospermum*, que ocasionalmente puede presentar también otra forma asexual denominada *Graphium*. Se trata de un hongo filamentoso, telúrico y ubicuo que se encuentra en aguas residuales y materia orgánica en descomposición (Pérez & Carrasco, 2000; García *et al.*, 2003).

Las colonias de *Pseudallescheria boydii* son de rápido crecimiento y desarrollan bien en agar Sabouraud - dextrosa junto con antibióticos a 25 – 37° C (Mosher, 1995). Safdar *et al.* (2002) lograron aislar *Pseudallescheria boydii* a partir de un absceso cerebral, luego de 7 días de incubación en Agar Sabouraud - Glucosa. También se ha aislado *Pseudallescheria boydii* de un fungoma pulmonar en un paciente tuberculoso infectado por el virus de inmunodeficiencia (VIH), en este caso el cultivo se realizó a partir de una muestra de aspirado broncoalveolar, que fue incubada por 6 días en agar Sabouraud con cloranfenicol (García *et al.*, 2003). Este hongo presenta micelios aéreos de consistencia blanda y aspecto afelpado que al principio son de color blanco y luego tornan a marrón-plomizo, mientras que por el reverso de la placa Petri son de color plomo oscuro (Koneman & Roberts, 1987; Safdar *et al.*, 2002). Microscópicamente, las hifas son hialinas y miden de 1 a 3 µm. de diámetro, las conidias miden de 4 a 9 x 6 a 10 µm, tienen forma de limón, son de color marrón claro y se producen de manera individual o grupos de anélicos en la punta de los conidióforos, o directamente al lado de las hifas (Safdar *et al.*, 2002).

Se han reportado lesiones de la piel en animales domésticos, tales como el micetoma eumicótico y el seudomicetoma dermatofítico, ocasionadas por *Pseudallescheria sp.* y por hongos dermatofitos (*Trichophyton spp.* y *Microsporum spp.*), respectivamente (Pérez & Carrasco, 2000; García *et al.*, 2003).

Los cultivos microbiológicos a partir de un caso avanzado de ELB en una yegua resultaron negativos para hongos, lográndose aislar tan solo bacterias contaminantes (Oke, 2003). En este mismo caso el estudio histológico sólo reveló inidentificables corpúsculos dentro de la córnea tubular que pueden corresponder o no a bacterias, reportándose como diagnóstico final un proceso degenerativo del tejido córneo. Por lo tanto, no se pudo demostrar onicomycosis mediante cultivo microbiológico o examinación histológica (Oke, 2003).

Las tinciones empleadas comúnmente en histología, tales como la hematoxilina-eosina (HE) permiten evidenciar algunos tipos de hongos como los dermatofitos, donde tanto las hifas como las artrosporas aparecen de color basófilo (Pérez & Carrasco, 2000). Sin embargo, la mayoría de las especies de hongos potencialmente

patógenos se tiñen deficientemente con esta técnica, por lo que son necesarias técnicas de tinción especiales como el Ácido Peryódico de Schiff (PAS), que además ofrece una buena calidad morfológica para evaluar la reacción tisular. La técnica de Gridley y las técnicas de plata metenamina (como la de Grocott) son las que mejor tiñen la mayoría de los hongos en los cortes histológicos (Pérez & Carrasco, 2000). La morfología de las hifas y artrosporas junto a las lesiones histológicas permiten un diagnóstico histológico confiable de este proceso, aunque no permiten conocer la especie o género del dermatofito (Pérez & Carrasco, 2000).

Factor Conformacional

En la pérdida de la integridad del complejo suela - pared juega un papel importante el estrés mecánico generado por factores de mala conformación, tales como la inestabilidad del casco, un despalmado inapropiado, un ángulo de aplomo agudo, donde existe una conformación de pinzas largas y talones cortos (esto incrementa la fuerza de aplomo compartida sobre la región anterior del casco), el topinismo, donde se presenta un casco con las pinzas cortas y los talones altos; y otros problemas concurrentes como deformaciones flexurales (tendones contraídos), rajaduras de casco, abscesación crónica o trauma directo con subsecuente sangrado (O'Grady, 1997; Ball, 2000).

La identificación clínica de la conformación de un casco involucra la visualización de las relaciones entre el casco y el resto del miembro (con el casco apoyado y elevado del suelo), inspección de la morfología del casco mediante visualización y palpación; y la observación del paso y trote para determinar la manera como los miembros aterrizan, soportan carga y se elevan (Parks, 2005).

En los equinos silvestres la pared del casco es erosionada por el constante movimiento sobre terreno irregular para obtener suministro diario de comida y agua. El casco de los equinos domésticos es también influenciado por las mismas fuerzas, pero debido a que tienen restringido el movimiento y frecuentemente usan herrajes no ocurre suficiente erosión del casco, esto ocasiona un excesivo crecimiento epidermal de la pared (O'Grady & Poupard, 2003). Este alargamiento aumenta gradualmente la

distancia entre la articulación interfalángiana distal y la parte más dorsal del casco, ocasionando un ángulo de aplomo agudo (pinzas largas y talones cortos) con un pobre eje casco-cuartilla (Page & Hagen, 2002; O'Grady & Poupard, 2003).

El ángulo de aplomo agudo genera también alteraciones de la cinética del paso Clayton (1990a) registró en un grupo de equinos con esta conformación en miembros anteriores un mayor número de primeros impactos del suelo con las pinzas que en el grupo de ángulo de aplomo normal (O'Grady & Poupard, 2003). Además, se observó que en estos equinos el trazo de aproximación del casco al suelo se realiza de manera suave, lenta y en un ángulo más agudo. Por otro lado, este tipo de conformación produce alteración de la sincronía diagonal del paso. En ese sentido, Clayton (1990b) reportó en caballos con ángulo de aplomo agudo en miembros posteriores que el despegue del miembro posterior ocurre luego del despegue del miembro anterior opuesto. En condiciones normales, el levantamiento e impacto del miembro posterior precede al miembro anterior diagonal.

El “breakover” indica la ubicación más craneal del aspecto solar de la cápsula del casco y al mismo tiempo, es la última parte del casco en abandonar el suelo durante la fase caudal del paso (Page & Hagen, 2002; O'Grady & Poupard, 2003). Acortando las pinzas se logra cambiar la ubicación del “breakover” y de esta manera se mejora el alineamiento del ángulo de la pared del casco y del ángulo de la cuartilla (Page & Hagen, 2002). Este ha sido el objetivo de los herradores y veterinarios por mucho tiempo, con el fin de minimizar el estrés interno a que es sometido el casco.

En el caso contrario, cuando el casco presenta un ángulo de aplomo alto, donde el ángulo de la pared es mayor al de la cuartilla dorsal, genera un eje casco-cuartilla adelantado. Esto se denomina como un casco “topino” y origina una mayor cantidad de impactos iniciales del suelo con los talones (O'Grady & Poupard, 2003).

La mala conformación influye en la distribución y magnitud de estrés en el miembro distal (Parks, 2005). Los cambios agudos que produce el mal balance del casco son: cambio de la relación del casco con el resto del miembro, altera la manera como el casco contacta con el suelo y cambia las relaciones entre los huesos de la

zona digital (Parks, 2005). Al transcurrir un largo período de tiempo, el mal balance origina cambios en la forma del casco y altera los patrones de crecimiento de la pared (Parks, 2005).

Yamauchi *et al.* (2004) realizaron una clasificación de las lesiones de línea blanca en función de la gravedad (profundidad de la fisura cavitaria). Dentro de las lesiones de grado severo la ocurrencia fue mayor en la pinza y el talón, tanto en miembros anteriores como en posteriores. Esto se puede deber a la concentración de carga sobre la parte anterior del casco durante la fase de elevación del paso, al soporte del peso sobre la parte posterior durante la fase de estancia ó a otras clases de concentración de carga sobre las zonas en cuestión.

Factor Nutricional

Las observaciones clínicas y los trabajos de microscopía electrónica han revelado cambios estructurales en el casco por efecto de diversos tipos de suplementación dietaria (Comben *et al.*, 1984; Kempson, 1998).

En un inicio los suplementos con biotina reportaron una mejoría del aspecto general del casco. Comben *et al.* (1984) observaron varios grados de mejoramiento en la dureza, integridad y conformación del tejido córneo con el uso de 10-30 mg./día de biotina (6 a 9 meses de duración) en equinos que presentaban cascos débiles y con desmoronamientos a nivel de las regiones distales. Geyer & Schulze (1994) también utilizaron biotina (5 mg. /100-150 Kg.) y reportaron mejorías en la condición de cascos en mal estado. Sin embargo, no hubo efecto alguno sobre el ritmo de crecimiento de la pared. Posteriormente, se encontró que sólo los cascos de equinos bajo condiciones de estrés (con interferencia de la producción normal de biotina en el ciego) y con una dieta balanceada en calcio mostraban una mejoría notable a la biotina (Kempson, 1998).

Kempson (1998) reportó deficiencias del tejido córneo de cascos en equinos suplementados con niveles altos en metionina, pero con un desbalance en zinc, cobre e hierro. Esto se debe a que el exceso de metionina, bloquea la absorción de los otros

elementos, lo cual genera cuadros clínicamente parecidos a la ELB (Kempson, 1998). Por lo tanto, actualmente se considera que la calidad y el ritmo de crecimiento del casco no dependen de la inclusión de un nutriente específico, sino de la combinación de varios y del adecuado balance de éstos en la dieta total (Heymering, 1993; Kempson, 1998).

Durante el año 1992, se reportó una alta incidencia de ELB en un centro ecuestre de Japón. Con el fin de controlar este problema se realizó una suplementación dietaria, la cual luego de un periodo de 6 años redujo significativamente la incidencia de esta condición. Posteriormente, Higami (1999) determinó los elementos de la dieta que afectaban la incidencia de este desorden. El análisis nutricional de la nueva dieta mostraba unos niveles de zinc y cobre significativamente mayores (1.9 y 2.8 veces más) con respecto a los niveles de estos mismos elementos en la dieta previa (sin suplementación), los cuales estaban inclusive por debajo de las dosis esenciales mínimas (Ver Anexo 11). Esto indica que la causa del problema eran los bajos niveles en la dieta de estos microminerales (Higami, 1999).

Los microminerales juegan un rol importante en el buen estado de los cascos en equinos (Harrington *et al.*, 1973; Georgievskii, 1982; Coenen & Spitzlei, 1996). Los requerimientos de cobre y zinc recomendados por la NRC son de 10 y 40 mg./Kg. respectivamente. Estos niveles no varían con respecto al tipo de actividad, manteniéndose constantes para equinos en mantenimiento, yeguas preñadas y lactantes, potros en crecimiento y caballos en entrenamiento (NRC, 1998). Tan solo existe un aumento de los requerimientos durante la preñez tardía (Gómez, 2004).

Factor Medioambiental

Un factor que contribuye a la pérdida de integridad de la unión pared-suela es la excesiva humedad (Kung *et al.*, 1996; O'Grady, 1997). Esto ha sido comprobado en condiciones de laboratorio por Wagner & Hood (2002) quienes reportaron cambios en la composición electrolítica del casco equino sometido a una prolongada exposición en medio líquido. Así, se pudo comprobar que mientras el estrato medio, la suela y la ranilla sufren un aumento de su masa, el estrato medio de la zona blanca disminuye su masa durante la inmersión en agua destilada, lo cual indica que la prolongada exposición de este estrato córneo en medios húmedos, perjudica su integridad. En ese sentido, los estudios de campo realizados por Yamauchi *et al.* (2004) indican una menor ocurrencia de cascos afectados con ELB en caballos que permanecieron sobre cama hecha de cáscara de arroz.

Sin embargo, las observaciones realizadas por Higami (1999) cuestionan la significancia de la limpieza de los cascos como medida de prevención, debido a que durante un monitoreo anual no registró casos de ELB en un grupo de equinos mantenidos bajo pobres condiciones en el cuidado de cascos; mientras que sólo reportó cascos con este problema en equinos que durante el mismo período tuvieron camas limpias, un mejor cuidado y limpieza de los cascos y que además eran herrados oportunamente.

Otro factor implicado en esta condición es el estrés del casco, un casco equino en competencia está más propenso a adquirir enfermedad de la línea blanca debido al estrés mecánico al que está sometido (Higami, 1999).

El casco del caballo está constantemente adaptándose y respondiendo a las condiciones medioambientales (Bowker, 2003). Prueba de ello es la cantidad reducida de láminas secundarias que presenta la pared del casco de equinos salvajes (donde la función de soporte es realizada por la suela y la ranilla) a comparación de los equinos domésticos (donde tal función es realizada por la pared), lo cual nos da una idea de la gran capacidad de adaptabilidad ante las influencias externas que ha experimentado el pie equino (Bowker, 1997).

5. DIAGNÓSTICO

Kuwano *et al.* (1999) identificaron cascos con ELB durante el recorte de cascos en un estudio epidemiológico en 1781 caballos de carrera japoneses. Aquellos caballos que aún presentaban líneas blancas dañadas luego de un recorte rutinario fueron diagnosticados como positivos a la enfermedad. Posteriormente, Ball (2000) y Yamauchi *et al.* (2004) utilizaron como criterio diagnóstico la observación clínica de la superficie solar de la zona de unión pared - suela durante el recorte de casco en estudios epidemiológicos en un gran número de caballos.

Los signos clínicos de un casco afectado con la ELB son:

- En estadios iniciales se observa un área polvorienta localizada en algún tramo de la unión pared – suela (O’Grady, 1997).
- Posteriormente, se aprecia una zona blanca irregular, con textura seca y deleznable, la cual continúa su deterioro hasta la formación de una fisura cavitaria que divide la pared de la suela (Ball, 2000; Kuwano *et al.*, 2004).
- Normalmente el animal no manifiesta claudicación, pues la ELB es reconocida en la mayoría de casos como un cuadro no doloroso (Redden, 1990a).
- Los signos variables son rajaduras córneas y separación dorsal de la pared del casco (Ball, 2000).
- En casos graves ocurre separación extensiva de la pared con pérdida de la estructura anatómica, debido a la rotación de la tercera falange (Oke, 2003).

La percusión de la cara dorsal de la pared del casco revela un sonido hueco en cascos con ELB (Rose & Hodgson, 1995; Oke, 2003; König & Budras, 2003), esta oquedad se debe a la pérdida de la unión entre pared y la suela, lo cual genera que tal espacio sea ocupado por aire. Sin embargo, este signo puede no estar siempre presente debido a que en el espacio generado en la fisura (entre la pared y la suela) suele

ingresar materia orgánica y suciedad, los que junto con el debris celular se acumulan y de esta manera hacen muy difícil percibir el sonido hueco (Redden, 2003a). Esta observación puede formar parte de la signología en casos severos, donde la separación de la pared y la suela llega hasta la región coronaria y los animales sufren de cojeras.

Oke (2003) reportó una presentación inusual de un caso de ELB, donde una yegua presentó cojera de grado IV/V con rotación de la falange distal, lo que llevó a pensar en un diagnóstico de laminitis. Sin embargo, la yegua no presentaba dolor de la región palmar y su historia no reportaba administración de corticoides o cojera por consumo excesivo de granos ni enfermedad metabólica, por lo que la presentación de un cuadro de laminitis fue descartada. Finalmente, se acepta que la rotación de la tercera falange en la ELB, es producida por falla mecánica de la función de engranaje del estrato medio no pigmentado del casco (Oke, 2003).

Las tomas radiográficas laterales revelan a la ELB como una lesión que se inicia en la superficie distal de la pared y que tiene un borde irregular (Fig. 5), frecuentemente está sobrepuesto sobre la falange distal y contiene suciedad, piedras y otros debris (Redden, 2003a). En los casos avanzados se aprecia un gran compartimiento de gas, ubicado entre la pared y la superficie dorsal de la tercera falange, con moderada rotación capsular de la falange distal (Oke, 2003). Radiográficamente es importante entender el concepto de “zona dorsal córnea laminar”, la misma corresponde a la distancia entre la superficie dorsal de la tercera falange y la superficie externa de la pared dorsal, la laminitis y la ELB son dos importantes condiciones en donde esta zona se amplía (Redden, 2003a). Esta zona se divide a su vez en 2 áreas de igual amplitud: la zona laminar y la zona córnea, esta última es la que se amplía en los cascos con ELB (Redden, 2003a).

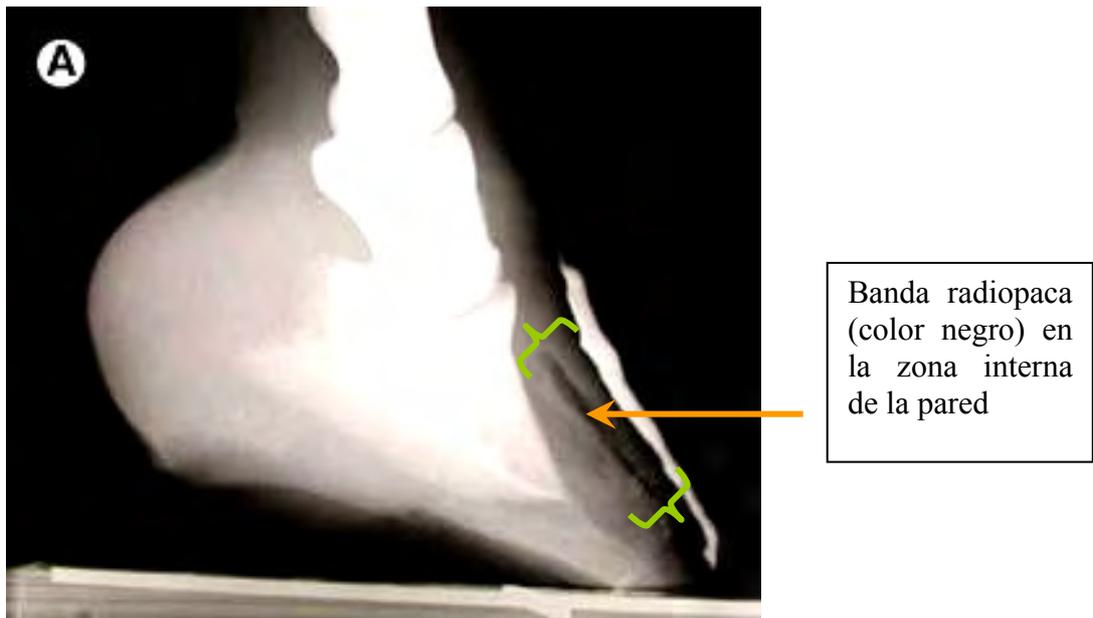


Fig. 5. Toma radiográfica de casco con enfermedad de línea blanca.

La lesión comienza en la superficie distal del casco, con frecuencia se sobrepone sobre el hueso y contiene suciedad, piedras y otros debris celulares (Fuente: Redden, 2003a).

Higami (1999) realizó una clasificación de casos de ELB en función de la profundidad de la separación entre la pared y la suela, la cual fue clasificada en 4 grados, de acuerdo a la longitud de la separación de la pared o muralla, en donde el grado 1 indica una separación circunscrita a la región distal de la unión pared - suela, y el grado 4 indica una separación de la unión pared - suela cuya longitud se extiende hasta la banda coronaria (Fig. 6).

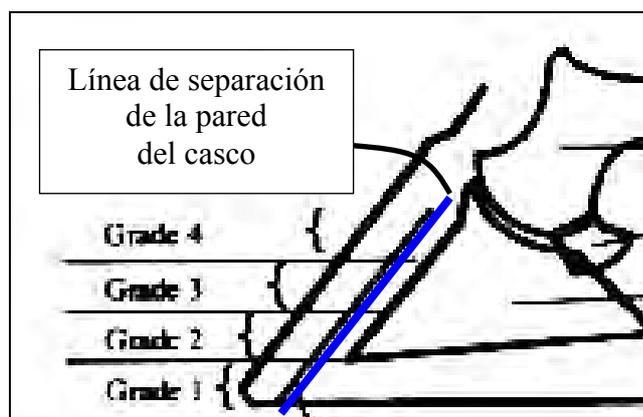


Fig. 6. Grados de separación de la pared del casco

Fuente: Higami, 1999.

Examinación clínica del pie equino

La examinación física es el aspecto más importante de la evaluación del casco (Redden, 2003a). Los aspectos a examinar en cascos con ELB son los siguientes:

- Con el casco en el piso se debe palpar la pared del casco en búsqueda de defectos y se debe percutir con un probador de casco para detectar sensibilidad anormal o la presencia de algún área con un sonido hueco (Savage, 2000).
- Luego se sostiene el casco en la mano y se limpia exhaustivamente para realizar un rápido examen visual (Savage, 2000; Redden, 2003a).
- Seguidamente continúa la determinación de áreas de dolor y de las fuerzas biomecánicas del casco, para lo cual se debe ejercer presión con los pulgares, localizando áreas de incrementada sensibilidad a lo largo de la banda coronaria, los bulbos de los talones y aún sobre la suela; posteriormente, se pueden utilizar los probadores de casco (Redden, 2003a).

La información necesaria a tener en cuenta para definir si un casco se encuentra “normal” al examen físico está compuesta por los siguientes aspectos: miembro locomotor (anterior o posterior), edad, raza, uso o actividad del caballo, ambiente o lugar, ángulo de aplomo de la pared o muralla, ángulo de los talones, trayectoria de la pared (que no se encuentre cóncava, convexa ni en “forma de falda”), ancho de la pared (midiendo la máxima distancia entre cuartos lateral y medial), profundidad de cojinete plantar (colocando el pulgar en la depresión superficial entre los bulbos de los talones y el índice de la misma mano en el centro de la ranilla), grosor de la pared del casco en pinzas, cuartos y barras, altura de la suela, ubicación de la ranilla con respecto al suelo y apariencia general externa de la pared (Redden, 2003a).

Con respecto al ángulo de aplomo de la pared, existen variaciones significativas entre los autores. Redden (2003a) indica que el ángulo de aplomo es de 45° en miembros anteriores y de 50° en miembros posteriores. Sin embargo, Pollit (1992)

indica que este ángulo varía considerablemente entre individuos y considera un rango de 48° a 60° en miembros anteriores y de 50° a 62° en miembros posteriores. Por otro lado, O'Grady & Poupard (2003) indican que el rango varía entre 45° a 50° para los miembros anteriores y entre 50° a 55° para los miembros posteriores.

Los parámetros anteriores por sí solos no son indicadores de la conformación del miembro del animal (O'Grady & Poupard, 2003). El ángulo del casco ideal ocurre cuando la línea paralela a la pared dorsal y la línea paralela a la superficie del talón, están alineadas (paralelas) a una tercera línea que corre a lo largo de las tres falanges (O'Grady & Poupard, 2003). Sin embargo, la conformación ideal del casco del miembro anterior de 50 a 55° en pinzas y un ángulo igual en los talones es una rara casualidad (Lyle, 2003). También es importante que el herrador prepare el casco del equino para que el ángulo dorsal sea paralelo al eje dorsal de la cuartilla (Pollit, 1992).

En razas ligeras (caballos pura sangre inglés) con fuertes talones la profundidad de cojinete plantar normalmente varía de 3 a 3.5 pulgadas. Cuando esta distancia se acorta, la banda coronaria se encuentra más próxima al suelo y esto origina compromiso de tejidos blandos (Redden, 2003a).

Todas estas consideraciones son importantes para entender los mecanismos de distorsión del casco y así poder determinar los problemas primarios y secundarios. De este modo, es posible atenuar las fuerzas responsables del desorden (Redden, 2003b).

6. TRATAMIENTO

Las condiciones a tener en cuenta para el tratamiento de cascos con ELB son la remoción del tejido afectado, el control microbiano del tejido subyacente, la corrección de la función de soporte, que incluye la protección / soporte con material de reparación adecuado para cascos y el herraje (O'Grady, 1997; Ball, 2000). Al no estar determinado el rol de los microorganismos micóticos y bacterianos implicados en esta enfermedad (primario o secundario), el control microbiano se realiza a base de medicamentos antisépticos inespecíficos y se presta mayor atención a la corrección de la función de soporte con herrajes terapéuticos que es necesaria solo en los casos avanzados en que ocurre la disrupción mecánica asociada con la falla del engranaje entre la pared del casco y la tercera falange (O'Grady, 1997; Oke, 2003). Los defectos pequeños (leves) que se circunscriben a la región distal del casco solo necesitan un recorte de casco normal (remoción de tejido afectado) y del control microbiano (O'Grady, 1997; Yamauchi *et al.*, 2004).

La función de soporte en cascos con problemas de la pared y laminitis se ve alterada, de tal manera que es necesario descargar el peso a la pared del casco y trasladar esta carga a la suela (Loree, 1999). Esto se puede realizar incluso sin necesidad de herraje, colocando al animal en terrenos suaves (arena o gras) donde el porcentaje de carga se divide equitativamente entre la suela y pared (Loree, 1999). Si lo anterior no está disponible o la suela es débil y delgada, se debe implantar un producto comercial de soporte de suela (5S Equine Sole Support System, 5S Insole Putty, Eliminator Pad), con el cual se distribuya la fuerza de manera uniforme y mínima sobre todas las superficies de la suela (Loree, 1999).

Para la protección del tejido subyacente al área debridada se puede utilizar los materiales acrílicos (Equilox) que han demostrado éxito en la protección de esta zona (O'Grady, 1997). También se puede utilizar un pedazo de hoja de metal cortada y amoldada (Fig. 7), permaneciendo adherida sobre la superficie externa de la pared restante (aquella que no ha sufrido infección) por medio de tornillos, lo cual mantiene el área limpia y permite cambiar periódicamente los paquetes de gasas (Fig. 8) con los que se aplican los medicamentos para el control microbiano (O'Grady, 1997). Sin

embargo, el uso de medicaciones sobre el área afectada como merthiolate, betadine en crema y iodine al 2% con fines antisépticos y efecto secante es finalmente alternativo (O'Grady, 1997).



Fig. 7. Protección del tejido subyacente a la zona afectada de un casco con ELB

Posteriormente a la remoción del tejido afectado, se puede utilizar un pedazo de hoja de metal, de manera que cubra la pared del casco y permanezca adherida a esta por medio de clavos (Fuente: O'Grady, 1997).



Fig. 8. Aplicación de la medicación topical en la pared interna de un casco con ELB

La pared del casco debridada tiene un paquete de gasa colocado sobre su lugar. La medicación antifúngica es aplicada en la zona superior, de manera que toda la gasa se impregne del producto (Fuente: Ball, 2000).

El tipo de herraje a usar dependerá de la extensión de la lesión. Si el defecto es pequeño, el casco será despalmado y balanceado normalmente; pero si el daño es extenso, se debe usar un herraje de soporte total (heart bar or egg bar-heart bar combination) que soporta el área de los talones y transfiere parte de la carga de la pared a la ranilla, sin impedir el tratamiento y debridamiento del área afectada (O'Grady, 1997; Oke, 2003). Adicionalmente se puede necesitar de un metal “cuello de ganzo” (Fig. 9) para mantener el herraje adherido al casco (O'Grady, 1997).



Fig. 9. Herraje con “cuello de ganzo” en un casco con onicomycosis.

Fuente: O'Grady, 1997.

Posteriormente, con fines de evaluar la evolución del cuadro, el área expuesta debe ser debridada cada 2 semanas hasta observar una sólida unión entre la pared interna y las láminas a lo largo de todo del contorno del casco (O'Grady, 1997).

Otros aspectos a ser tomados en cuenta para el tratamiento de los casos severos (con rotación de la tercera falange) son: Preparación de una compresa (envoltura) del casco con una mezcla de azúcar granulada y yodopovidona diluida, aliviar el dolor causante de la claudicación con fenilbutazona (2 g. por vía oral/al día) y brindar descanso (Oke, 2003). Kempson & Robb (2004) han reportado una rápida mejoría en la apariencia general de todos los pies de equinos con problemas persistentes de la pared del casco luego de un programa de 12 meses de duración, el cual incluía reajustes en la dieta, sumado al tratamiento local habitual.

El control antimicrobiano para los defectos pequeños de la pared del casco se puede realizar con compuestos yodados. Kempson & Robb (2004) reportaron éxito con el uso de compuestos a base de yodo y alcoholes. Shakalis & Pautienis (1995) indican que el tratamiento individual de hongos y bacterias es inútil, porque mientras uno es eliminado, el otro continuará creciendo, por lo que es necesario controlar los dos microorganismos. En ese sentido, Henning *et al.* (2001) han demostrado que la pared externa (*Stratum externum*) del casco alberga una importante población bacteriana, potencialmente patógena. Existen numerosos productos tópicos que reportan tener varios grados de eficacia tales como: Iodine, Formaldehído, Copper sulfate, DMSO, Metronidazole, Pine Tar, Save-A-Hoof, Miconazole, Clotrimazole, Clean Trax y muchos otros (Ball, 2000). Shakalis & Pautienis (1995) demostraron la eficacia in-vitro del producto Save-A-Hoof para combatir al hongo *Geotrichum* y 6 bacterias aisladas de un casco con ELB.

Los hallazgos encontrados por Ball (2000) apoyan el uso de tratamientos antifúngicos, junto con la preparación de materiales de reparación de casco impregnados con antifúngicos. Otros productos bleach (blanqueadores), DMSO, Fungidye y otras clásicas drogas antifúngicas como Miconazole, Clotrimazole e Itraconazole pueden ser de beneficio (Ball, 2000).

Con respecto al pronóstico, los cuadros leves y moderados son fáciles de tratar y no significan mayor problema. Incluso para los cascos afectados con ELB en grado avanzado y con rotación de la tercera falange el pronóstico es excelente y el objetivo final del tratamiento es la completa recuperación del animal (Oke, 2003). Sin embargo, el tiempo requerido para tratar la enfermedad dependerá de la extensión de la lesión. Por ejemplo, si el área afectada se extiende cerca de la banda coronaria a nivel de las pinzas, esto tomará aproximadamente 10 meses hasta que el casco crezca completamente. Sin embargo, usualmente no es necesario para el caballo permanecer fuera de actividad por todo este tiempo (O'Grady, 1997). La cantidad de ejercicio permitido durante el tratamiento de la ELB también dependerá de la severidad de este daño (O'Grady, 1997).

7. PREVENCIÓN

La prevención de este problema es difícil porque la causa exacta o los agentes causales son desconocidos (O'Grady, 1997). Por tal motivo, se sostiene que las medidas de corrección y de prevención deben abarcar todos los factores relacionados al problema. Las medidas de prevención recomendables son las siguientes:

- Realizar el despalmado del pie equino con intervalos regulares de tiempo. Esto mejora la circulación sanguínea pododermal y la cornificación ortoqueratótica del casco (Konig & Budras, 2003).
- Mejorar la higiene de los boxes y el cuidado de los cascos. Para esto es importante mantener los cascos limpios, herrarlos convenientemente e impedir que se resequen aplicando ungüentos para cascos luego de su limpieza (Real, 1990). Sin embargo, es recomendable restringir el uso de ungüentos tópicos comerciales que contienen proteínas, debido a la posible generación de fuerzas oncóticas lo cual perjudicaría la adecuada hidratación del casco (Wagner & Hood, 2002).
- Brindar una suplementación nutricional adecuada en vitaminas y minerales, principalmente los niveles de zinc y cobre (Higami, 1999; Konig & Budras, 2003). Schryver *et al.* (1980) han demostrado que la inclusión de suplementos de zinc mejoran la absorción y retención de este elemento presente en la dieta habitual de los équidos.
- Toda pequeña zona anormal a lo largo de la zona de unión entre pared y suela debe ser explorada y tratada (O'Grady, 1997).
- Realizar una corrección temprana de los cascos con mala conformación, lo cual puede ser tan sencillo como recortar apropiadamente el casco y/o aplicando un herraje adecuado (Parks, 2005).

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

1. MATERIALES

Lugar de Estudio.

El procesamiento y análisis de las muestras se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Patología Clínica y en el Laboratorio de Histología, Embriología y Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (FMV-UNMSM).

Animales.

Para el presente estudio se contó con 39 equinos disponibles, de los cuales 16 ejemplares fueron de la raza Caballo Peruano de Paso, pertenecientes a un criadero privado ubicado en el distrito de Cieneguilla, el cual cuenta con equinos destinados a la reproducción y a trabajos físicos propios del entrenamiento. Los otros 23 ejemplares fueron del cruce Hannoveriano – Pura Sangre Inglés (50:50) y pertenecieron al Hospital Veterinario Central del Ejército ubicado en el distrito de Chorrillos, el cual alberga equinos destinados exclusivamente a la reproducción. Los animales pertenecieron a distintos grupos etarios, comprendiendo un rango de 1 a 20 años (Ver Anexo 1).

2. METODOLOGÍA

Primera Etapa

Se realizó durante el recorte de cascos de los equinos en ambas instituciones, llevándose a cabo las siguientes actividades.

Identificación de cascos con enfermedad de línea blanca y de los grados de lesión macroscópica.

Se utilizó como método diagnóstico la observación clínica de la superficie solar (palmar/plantar) del casco, de acuerdo a los criterios planteados por Ball (2000), Oke (2003) y Kuwano *et al.* (2004). Esto permite clasificar los casos de ELB en cuadros leves, moderados y severos; bajo las siguientes características:

a. Casos de grado leve:

Zona en algún tramo de la unión pared del casco/suela en que se observe una línea blanca irregular, con aumento de tamaño y de apariencia deleznable (Ball, 2000).

b. Casos de grado moderado:

Pérdida de la unión pared del casco/suela, lo cual ocasiona la visualización de una fisura entre el estrato medio y la línea blanca (Kuwano *et al.*, 2004).

c. Casos de grado severo:

Presencia de cojera con separación extensiva de la pared del casco (Oke, 2003).

Para registrar esta información se preparó un formato de descripción macroscópica y de identificación de casos de ELB (Ver Anexo 2).

Recolección de muestras

Las muestras colectadas fueron secciones de casco obtenidas del habitual recorte de casco de los equinos en ambas instituciones. Para el estudio microbiológico e histopatológico se seleccionó solamente un casco afectado con ELB por animal, esta selección fue realizada de forma aleatoria.

Segunda Etapa

Se procedió a realizar la caracterización microbiológica y anatomohistológica en los animales que presentaron ELB.

Evaluación Macroscópica.

Para esta evaluación se utilizó la información colectada en el formato de descripción macroscópica (Ver Anexo 2) con el fin de determinar la frecuencia de presentación de esta condición. De esta manera, se pudo conocer también el número y porcentaje total de cascos afectados, así como la frecuencia de presentación de acuerdo a los miembros locomotores afectados.

Esto además, permitió determinar el número y porcentaje total de los distintos grados de lesión macroscópica de la ELB.

Evaluación Microbiológica.

a. Cultivo y aislamiento micológico:

1. Inicialmente se eliminó toda suciedad de los recortes de casco obtenidos.
2. Se seleccionó y cortó la porción afectada de los recortes de casco. Para esto se utilizó como guía el formato de descripción macroscópica (Ver Anexo 2).

3. La muestra fue colectada de la superficie dorsal (la que no ha estado en contacto con el suelo) de la porción de casco afectado. Previamente se realizó un raspado con hojas de bisturí estériles N°. 24 para eliminar materia orgánica y detritus córneos. En la recolección de muestra se utilizaron hojas de bisturí estériles N°. 24 y N°. 12 para la obtención de tejido córneo de la línea blanca y del estrato medio interno.
4. Una vez colectadas las muestras, éstas fueron homogenizadas en tubos estériles con 1 ml. de solución fisiológica estéril y finalmente sembradas en placas con agar Sabouraud – dextrosa más cloranfenicol, las cuales fueron colocadas en campanas de anaerobiosis a temperatura ambiente por una a tres semanas.

b. Identificación de hongos:

Posteriormente, se realizó la identificación de los microorganismos micóticos en base a las características macroscópicas de la colonia y a la morfología microscópica (Keller *et al.*, 2000).

c. Análisis de Datos:

La identificación de los microorganismos permitió determinar la frecuencia de presentación para cada tipo de hongo.

Evaluación Histológica

a. Técnica de sección standard de parafina:

Las muestras fueron procesadas de acuerdo al protocolo utilizado para la desqueratinización de tejido córneo (Kuwano, 1994), para lo cual se trabajó con el siguiente procedimiento:

1. Inicialmente, las muestras fueron fijadas en formol al 10%.
2. Se reblandeció el tejido córneo con ácido nítrico al 5% por 3-7 días y después se realizó la reducción de la muestra de casco con hojas de bisturí N° 24.
3. Se utilizó hidróxido de potasio para un segundo reblandecimiento.
4. Posteriormente, las muestras fueron colocadas en 200 ml. de agua destilada.
5. Se agregó 5 g. de Sulfato de Sodio y luego 100 ml. de agua destilada.
6. Lavado de la muestra con agua corriente y alcohol en diferentes grados hasta llegar al alcohol al 100%.
7. Las muestras fueron deshidratadas con series de xileno (xilol).
8. Se incluyeron las muestras en parafina líquida, la cual luego se enfría y endurece formando bloques.
9. Las muestras fueron recortadas en 5 - 7 u. de espesor con un micrótopo.
10. Finalmente, se utilizó la tinción rutinaria hematoxilina-eosina y la tinción con el Ácido Peryódico de Schiff (PAS) para la confirmación de la presencia de microorganismos.

b. Análisis de Datos:

Los datos obtenidos permitieron determinar la presencia de microorganismos fúngicos y bacterianos en el tejido córneo, así como las principales alteraciones histopatológicas de los cascos afectados con ELB.

IV.- RESULTADOS

El diagnóstico de la Enfermedad de la Línea Blanca (ELB) mediante la observación clínica de la zona palmar / plantar a nivel de la unión entre la pared y la suela, determinó la presencia de esta condición en los 39 (100%) equinos examinados, de los cuales 23 (59%) equinos pertenecieron al cruce Hannoveriano – Pura Sangre de Carrera (PSC) y 16 (41%) a la raza Caballo Peruano de Paso (CPP) (Cuadro 1).

Se realizó la inspección clínica de los 156 (100%) cascos disponibles, en los cuales se diagnosticó la ELB en 119 (76.28%) cascos, de los cuales 68 (43.59%) pertenecieron a equinos del cruce Hannoveriano – PSC y 51 (32.69%) pertenecieron a equinos de la raza CPP (Cuadro 1). Del total de cascos afectados, 32 (20.51%) cascos correspondieron al miembro anterior derecho, 33 (21.15%) al miembro anterior izquierdo, 30 (19.23%) al miembro posterior derecho y 24 (15.39%) al miembro posterior izquierdo (Ver Anexo 3).

La frecuencia de presentación de acuerdo a los miembros locomotores afectados, consideró a los 39 equinos examinados. En ese sentido, 6 (15.4%) animales presentaron lesión sólo en miembros anteriores, 4 (10.3%) presentaron casos sólo en miembros posteriores, mientras que los 29 (74.3%) restantes presentaron ELB tanto en miembros anteriores como en posteriores (Cuadro 2).

La presentación de ELB de acuerdo al grado de lesión a la observación clínica reportó que 10 (25.6%) animales sólo presentaron lesiones leves, correspondiendo 8 (20.5%) casos a equinos del cruce Hannoveriano – PSC; y 2 (5.1%) casos a equinos de la raza CPP. Los cuadros en que sólo se reportaron lesiones de grado moderado fueron 16 (41%), correspondiendo 7 (17.9%) casos a equinos del cruce Hannoveriano

– PSC; y 9 (23.1) casos a equinos de la raza CPP. Los cuadros clínicos en donde un animal presentó lesiones de grado leve y moderado en diferentes cascos fueron 13 (33.3%), correspondiendo 8 (20.5%) casos a equinos del cruce Hannoveriano – PSC; y 5 (12.8%) casos a equinos de la raza CPP (Cuadro 3). No se presentaron a la inspección clínica animales con cojera debido a ELB de grado severo.

La distribución de los grados de lesión macroscópica de acuerdo al miembro locomotor afectado reportó que 28 (56%) cascos con lesión leve y 37 (53.62%) cascos con lesión moderada, pertenecieron a miembros anteriores; mientras que en los miembros posteriores se encontraron 22 (44%) cascos con lesión leve y 32 (46.38%) cascos con lesión moderada (Cuadro 4).

De los 39 cascos seleccionados para la caracterización microbiológica e histopatológica, 22 (56.4%) cascos pertenecieron al miembro anterior, mientras que los 17 (43.6%) restantes fueron del miembro posterior. Con respecto al grado de lesión macroscópica, 16 (41%) cascos presentaron lesión leve y 23 (59%) cascos presentaron grado lesional moderado (Cuadro 5).

El cultivo en agar Sabouraud – dextrosa más Cloranfenicol del tejido córneo de la línea blanca y del estrato medio interno de 39 cascos con ELB permitió el aislamiento de microorganismos fúngicos en 28 (71.8%) cascos (Cuadro 6). Se registraron 10 (25.6%) aislamientos de hongos patógenos, con los siguientes resultados: *Scopulariopsis spp.* en 2 (5.1%) cascos afectados, *Trichophyton tonsurans* en 6 (15.3%) cascos, *Trichophyton verrucosum* en un (2.6%) casco, y *Trichophyton schoenlii* en un (2.6 %) casco. En el grupo de hongos oportunistas se registraron 18 (46.2%) aislamientos, en donde se diagnosticó los siguientes hongos: *Aspergillus fumigatus* en 7 (18%) cascos, *Aspergillus terreus* en 3 (7.7%) cascos, *Aspergillus niger* en 2 (5.1%) cascos, *Aspergillus flavus* en 2 (5.1%) cascos, *Aspergillus glaucus* en un (2.6%) casco, *Penicillium sp.* en 2 (5.1%) cascos, y *Rhizopus sp.* en un (2.6%) casco (Cuadro 6).

La distribución de los grados de lesión macroscópica de acuerdo al tipo de hongo aislado reportó que 6 (37.5%) cascos con grado de lesión leve y 4 (17.39%)

casos con grado de lesión moderada presentaron hongos del grupo patógeno. Los hongos oportunistas estuvieron presentes en 6 (37.5%) casos con lesión leve y en 12 (52.17%) casos con lesión moderada (Cuadro 7).

El examen histológico de los 39 casos seleccionados con ELB reveló un proceso degenerativo del tejido córneo (onicopatía) asociado a bacterias y hongos. No se apreciaron alteraciones de tipo inflamatorio. Las bacterias se observan como corpúsculos basófilos pequeños, agrupados en gran cantidad y que se encuentran embebidos en el tejido córneo. Los hongos aparecen como corpúsculos circulares de mayor tamaño ubicados de manera solitaria en el tejido córneo, a manera de corpúsculos basófilos; y también como parte del debris celular de las fisuras córneas, donde se observan corpúsculos sin teñir con un borde superficial irregular.

Se observaron microorganismos en el tejido córneo en 13 (33.3%) casos, de los cuales 9 (23%) presentaron corpúsculos bacterianos (onicobacteriosis), mientras que en 4 (10.3%) se observó presencia conjunta de hongos y bacterias (onicomicobacteriosis). No se observaron microorganismos en los 26 (66.7%) casos restantes (Cuadro 8). El examen histológico sólo confirmó el resultado de los aislamientos micológicos en 2 (5.13%) casos, en los cuales se aislaron los hongos *Trichophyton tonsurans* y *Aspergillus fumigatus*. Además, se reportó presencia de hongos en 2 (5.13%) casos que presentaron aislamiento negativo (Ver Anexo 7 y Anexo 8). Por otro lado, se determinaron grados de lesión histopatológica en función del estrato córneo afectado. En ese sentido, 21 (53.8%) casos presentaron lesiones de grado leve (lesión del margen interno del estrato medio interno ó línea blanca) y 18 (46.2%) casos tuvieron lesiones de grado moderado (lesión a nivel del estrato medio) (Cuadro 9).

La distribución de los microorganismos aislados en relación al grado de lesión histológica reveló que 5 (23.81%) casos con lesión de la línea blanca y 5 (27.78%) casos con lesión del estrato medio interno presentaron hongos del grupo patógeno. Los microorganismos del grupo de hongos oportunistas estuvieron presentes en 11 (52.38%) casos con lesión de la línea blanca y en 7 (38.89%) casos con lesión del estrato medio interno (Cuadro 10).

Cuadro 1. Frecuencia de presentación de ELB a la observación clínica de la zona palmar / plantar del casco

RAZA	Animales examinados		Número de animales con ELB		Número de cascos afectados con ELB	
	<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 156	%
Hannoveriano - PSC	23	59	23	59	68	43.59
CPP	16	41	16	41	51	32.69
TOTAL	39	100	39	100	119	76.28

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

PSC: Pura Sangre de Carrera.

CPP: Caballo Peruano de Paso.

Cuadro 2. Frecuencia de presentación de ELB en miembros anteriores y posteriores

MIEMBROS AFECTADOS CON ELB	MA		MP		MA / MP	
	<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 39	%
Animales examinados	6	15.4	4	10.3	29	74.3

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

***n*:** Número total de animales.

MA: La lesión está presente solo en miembros anteriores.

%: Porcentaje.

MP: La lesión está presente solo en miembros posteriores.

MA / MP: La lesión está presente en miembros anteriores y posteriores.

Cuadro 3: Grados de lesión macroscópica de ELB a la observación clínica

GRADOS DE LESIÓN MACROSCÓPICA	Leve		Moderado		L / M	
	<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 39	%
Hannoveriano - PSC	8	20.5	7	17.9	8	20.5
CPP	2	5.1	9	23.1	5	12.8
TOTAL	10	25.6	16	41	13	33.3

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

PSC: Pura Sangre de Carrera.

L / M: animales con lesiones de grado leve y moderado en diferentes cascos.

CPP: Caballo Peruano de Paso.

***n*:** Número de animales.

%: Porcentaje.

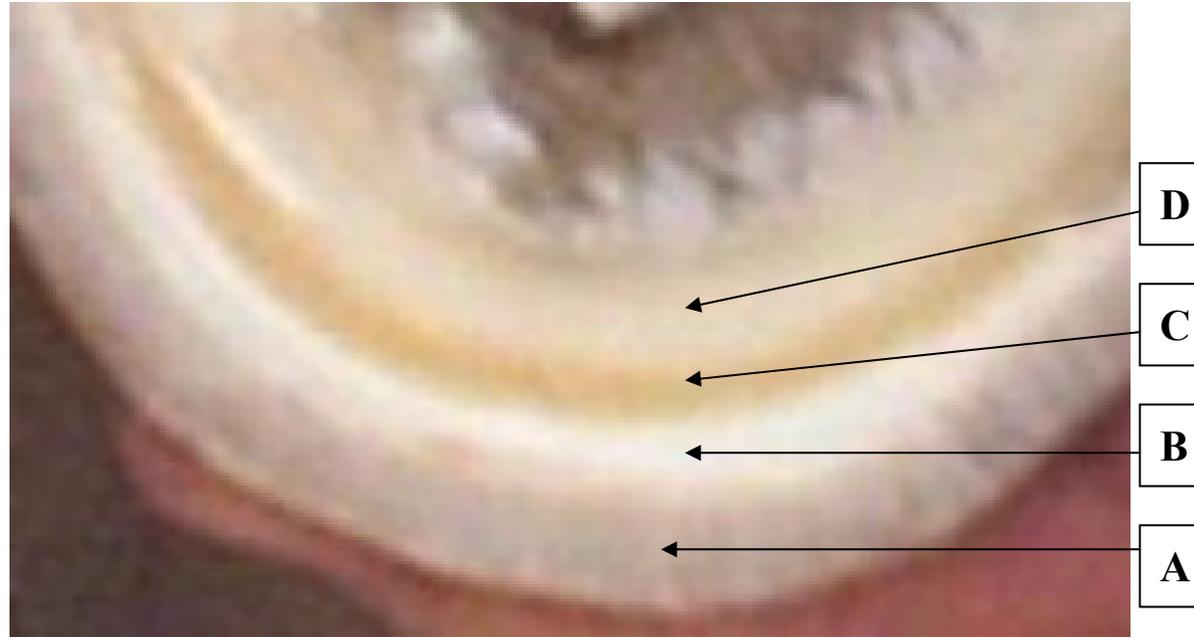


Fig. 10. Observación macroscópica normal de la zona de unión pared del casco – suela

A. Estrato medio, B. Estrato medio interno, C. Línea blanca, D. Suela.

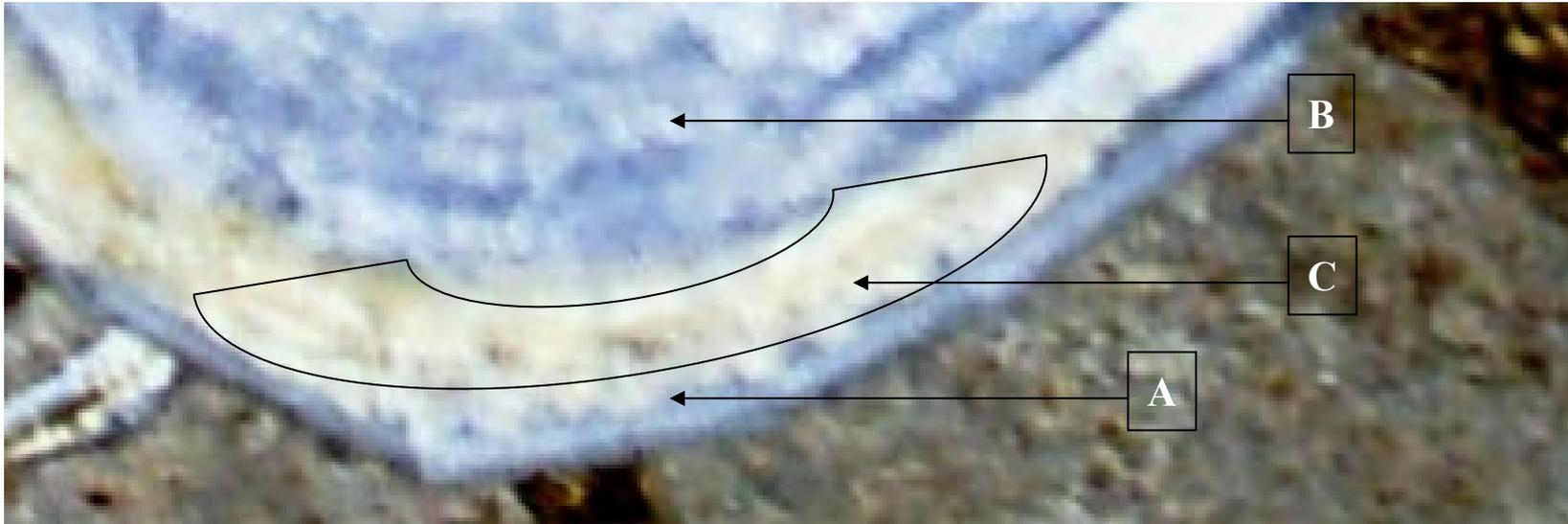


Fig. 11. Casco con Enfermedad de la Línea Blanca, lesión macroscópica de grado leve.

A. Estrato medio, B. Suela, C. Zona de lesión. Nótese que la zona de lesión no permite observar una clara diferenciación macroscópica de la línea blanca y el estrato medio interno, estratos que en un casco normal son claramente identificables.

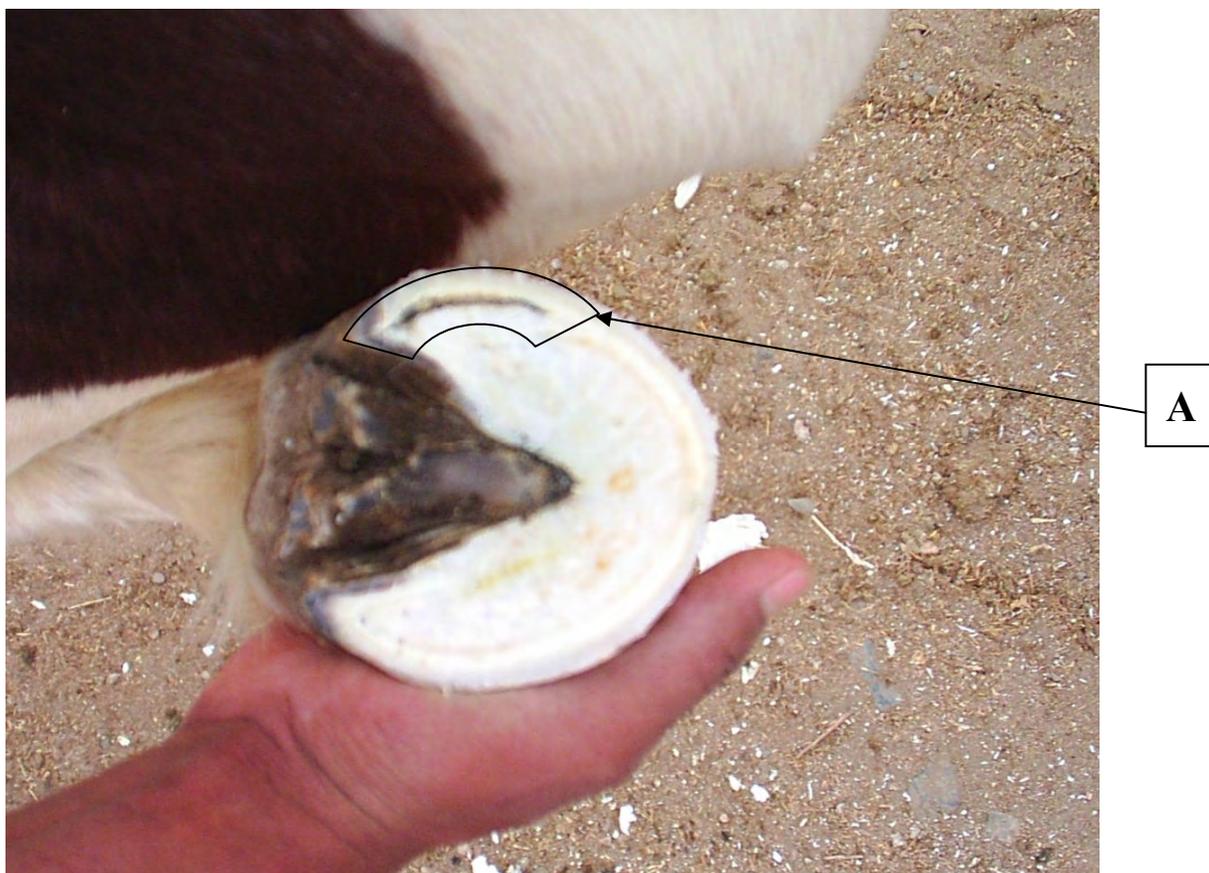


Fig. 12. Casco con Enfermedad de la Línea Blanca, lesión macroscópica de grado moderado.

La lesión (A) adopta la forma de una fisura de tipo cavitaria (profunda) que divide la pared y la suela a nivel del cuarto y talón de la zona medial del casco del miembro anterior izquierdo.

Cuadro 4: Relación entre el grado lesional a la observación clínica y los miembros afectados con ELB

MIEMBRO AFECTADO	Grados de lesión macroscópica			
	LEVE		MODERADO	
	<i>n</i> = 50	%	<i>n</i> = 69	%
Miembro anterior	28	56	37	53.62
Miembro posterior	22	44	32	46.38

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

***n*:** Número de cascos afectados con ELB de grado leve / moderado.

%: Porcentaje.

Cuadro 5. Grados de lesión macroscópica en cascos empleados para la evaluación microbiológica e histopatológica

Animal	Miembro seleccionado	Grado de lesión macroscópica		
		Leve	Moderado	Grave
1	MAD		X	
2	MPI		X	
3	MPD	X		
4	MPI		X	
5	MPD	X		
6	MPI	X		
7	MPI	X		
8	MAD	X		
9	MAD	X		
10	MAD	X		
11	MAD		X	
12	MPI		X	
13	MAI	X		
14	MPI	X		
15	MAI		X	
16	MAI		X	
17	MPD		X	
18	MAD	X		
19	MAD	X		
20	MAD		X	
21	MAD		X	
22	MPD		X	
23	MPI		X	
24	MAI	X		
25	MAD		X	

Cuadro 5. Grados de lesión macroscópica en cascos empleados para la evaluación microbiológica e histopatológica (Cont...)

Animal	Miembro seleccionado	Grado de lesión macroscópica		
		Leve	Moderado	Grave
26	MPI		X	
27	MPD		X	
28	MAI		X	
29	MAI		X	
30	MPD	X		
31	MAD		X	
32	MAI		X	
33	MAI	X		
34	MAI	X		
35	MPD		X	
36	MAD		X	
37	MPD		X	
38	MAI	X		
39	MPI		X	
Total de animales (n = 39)		16	23	-
%		41	59	-

MAD: Miembro Anterior Derecho.

MAI: Miembro Anterior Izquierdo.

MPD: Miembro Posterior Derecho.

MPI: Miembro Posterior Izquierdo.

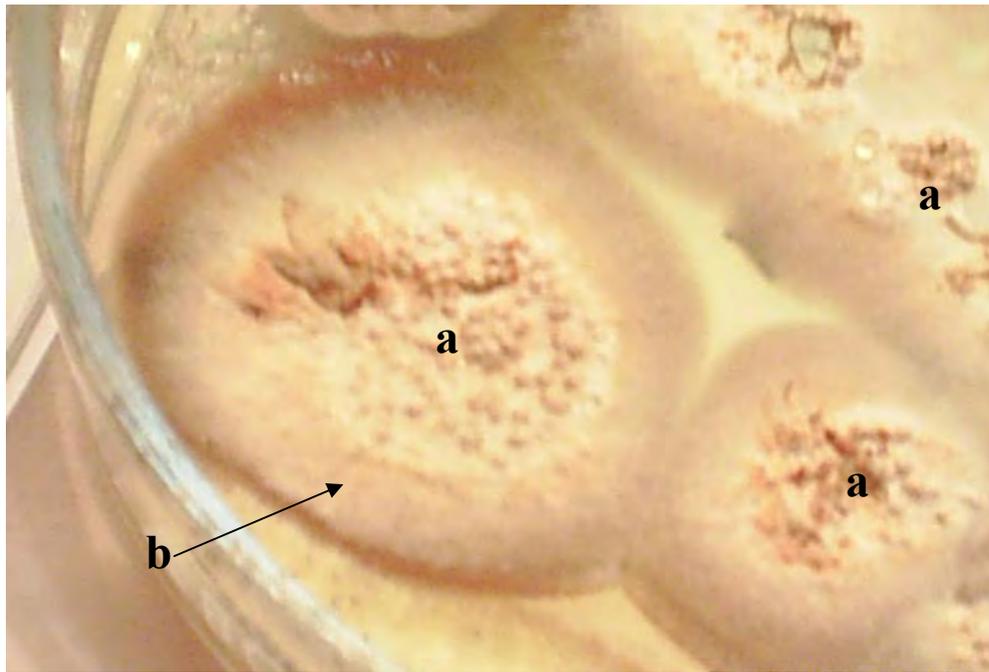
Cuadro 6. Frecuencia de microorganismos fúngicos aislados de cascos con ELB

MICROORGANISMO AISLADO	<i>n</i>	%
Hongos patógenos	10	25.6
<i>Scopulariopsis spp.</i>	2	5.1
<i>Trichophyton tonsurans</i>	6	15.3
<i>Trichophyton verrucosum</i>	1	2.6
<i>Trichophyton schoenlii</i>	1	2.6
Hongos oportunistas	18	46.2
<i>Aspergillus fumigatus</i>	7	18
<i>Aspergillus terreus</i>	3	7.7
<i>Aspergillus niger</i>	2	5.1
<i>Aspergillus flavus</i>	2	5.1
<i>Aspergillus glaucus</i>	1	2.6
<i>Penicillium sp.</i>	2	5.1
<i>Rhizopus sp.</i>	1	2.6
Aislamientos Positivos	28	71.8
Aislamientos Negativos	11	28.2
TOTAL	39	100

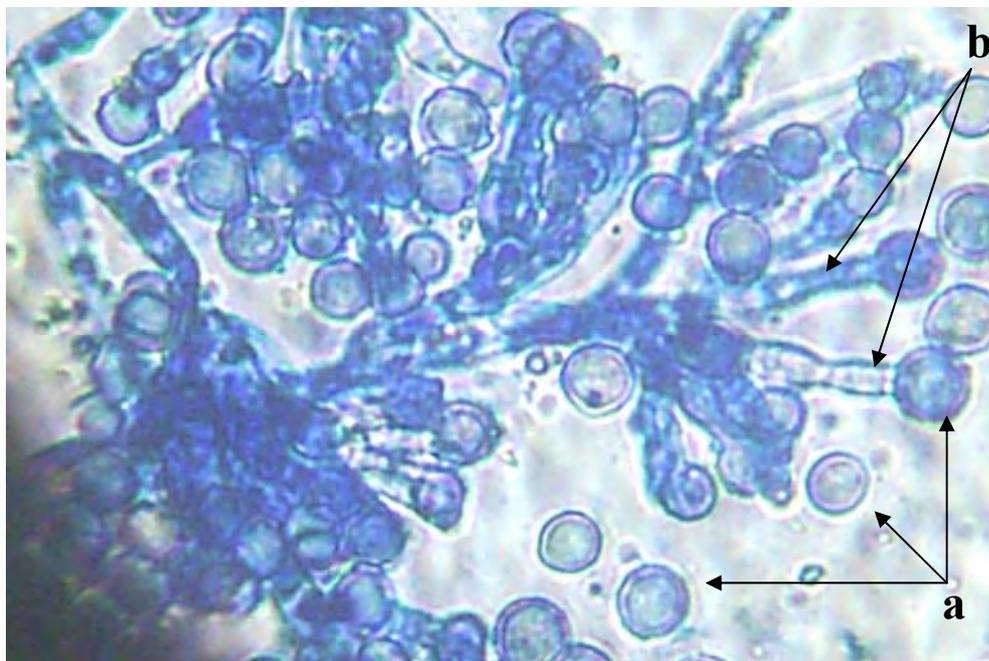
ELB: Enfermedad de la línea blanca.

***n*:** Número de cascos seleccionados con ELB.

%: Porcentaje.



A. Característica macroscópica de la colonia. Colonia clásica de especie de *Scopulariopsis*. El aspecto granuloso y de color carne a marrón (a), con un borde de pliegues radiales (b) irregulares son aspectos característicos.

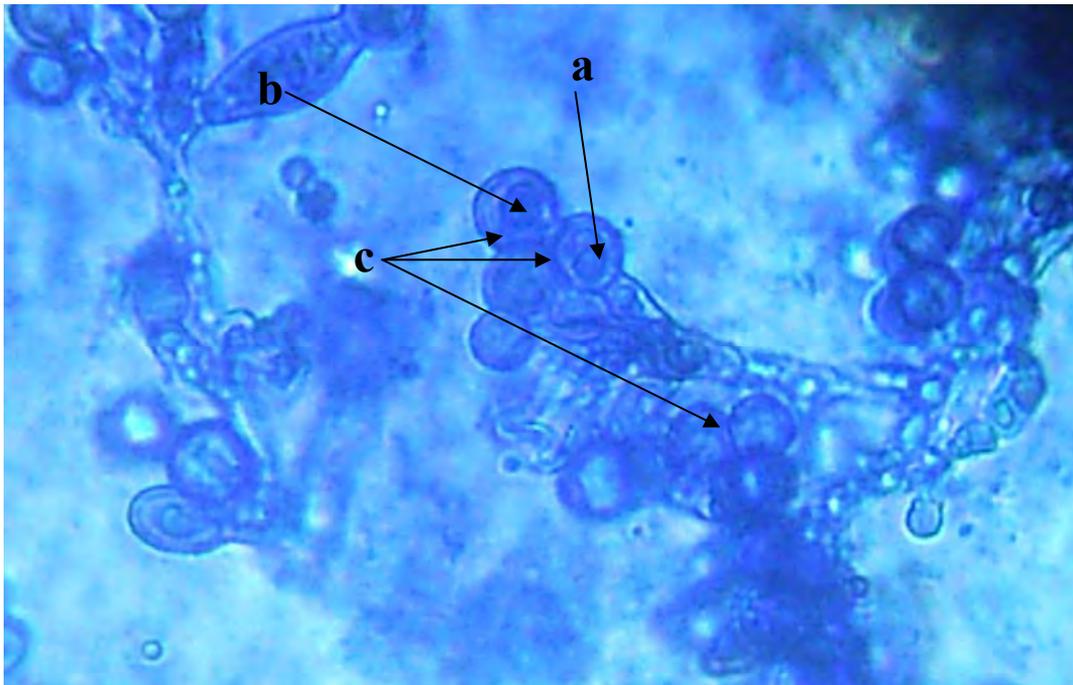


B. Morfología microscópica. Se observan cabezas de especie de *Scopulariopsis* que muestran conidias con forma de limón (a), producidas en las puntas de los anélidos (b) (x40).

Fig. 13. Aislamiento de *Scopulariopsis spp.*

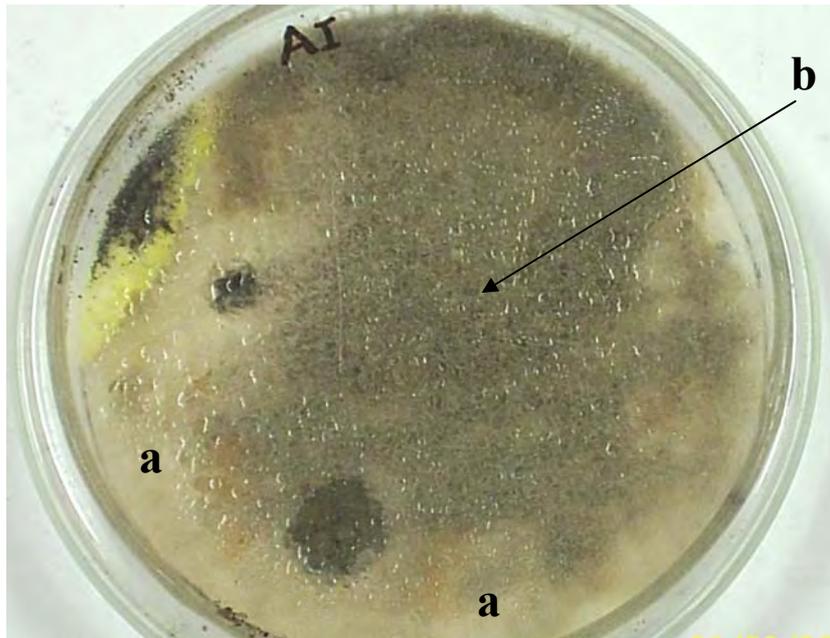


A. Característica macroscópica de la colonia. Se observa una colonia con superficie de aspecto aterciopelado o gamuzado, de color blanco-amarillento. Este tipo de colonia caracteriza a los hongos de especie de *Trichophyton*.

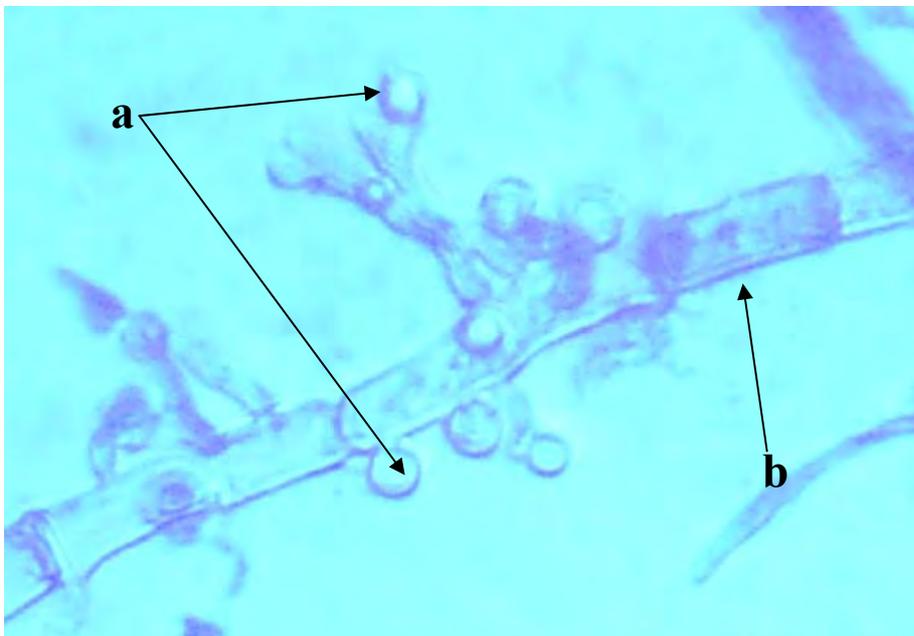


B. Morfología microscópica. Se observan microconidias de diversos tamaños y formas, típicas de *Trichophyton tonsurans*. Algunas tienen forma claviforme (de lágrima) (a) y otras, forma redonda (b). También se aprecian conidias con base aplanada (c) (x40).

Fig. 14. Aislamiento de *Trichophyton tonsurans*.



A. Característica macroscópica de la colonia. Se observa una colonia de superficie lisa de color blanco (a) en la periferia y color marrón grisáceo (b) en la zona central. Hubo una marcada resistencia durante el desprendimiento de una muestra para el examen microscópico, debido a la propensión de la colonia por penetrar en el agar (crecimiento subsuperficial).



B. Morfología microscópica. Se observan conidias (a) relativamente grandes y claviformes que se ubican lateralmente en las hifas (b) (x40).

Fig. 15. Aislamiento de *Trichophyton verrucosum*.

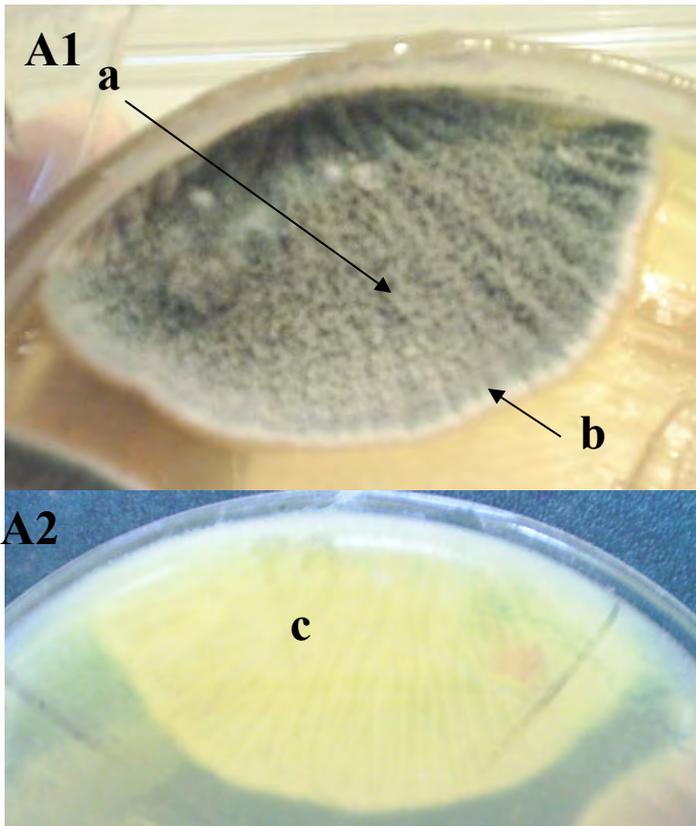


A. Característica macroscópica de la colonia. Se observa una colonia pequeña típica de *Trichophyton schoenlii*, de color marrón oscuro y de aspecto cerebriforme.



B. Morfología microscópica. No se aprecian formación de conidias, usualmente sólo se observan hifas en asta (a) (x40).

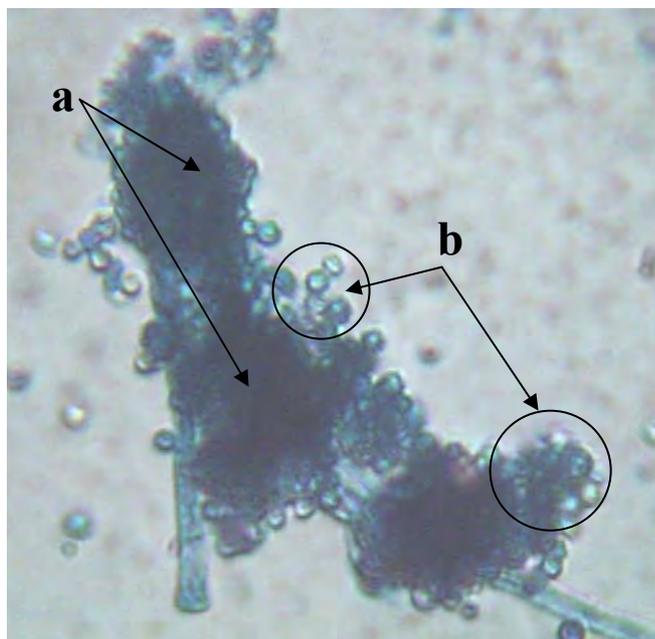
Fig. 16. Aislamiento de *Trichophyton schoenlii*.



A. Característica macroscópica de la colonia.

A1. Superficie de la colonia: Es una colonia típica de *Aspergillus fumigatus*, que muestra el centro granuloso verde oscuro (a) de la colonia, rodeado por un borde blanco de crecimiento estéril (b).

A2. Reverso de la colonia: Característico color cremoso (c).

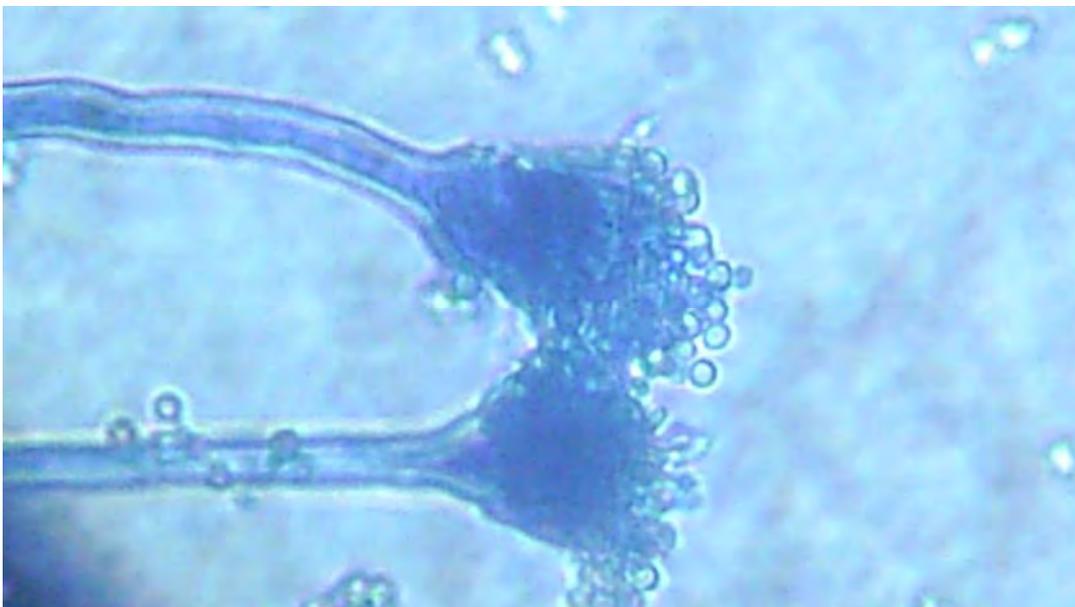


B. Morfología microscópica. Se observan vesículas o cabezas (a), cuya mitad a dos tercios de su superficie está cubierta por una hilera de fiálides, de donde salen numerosas microconidias (b) (x10).

Fig. 17. Aislamiento de *Aspergillus fumigatus*.



A. Característica macroscópica de la colonia. Se observa una colonia de color canela o beige típica de *Aspergillus terreus*.



B. Morfología microscópica. Vesículas pequeñas y en forma de cúpula típicas de *Aspergillus terreus* (x40).

Fig. 18. Aislamiento de *Aspergillus terreus*

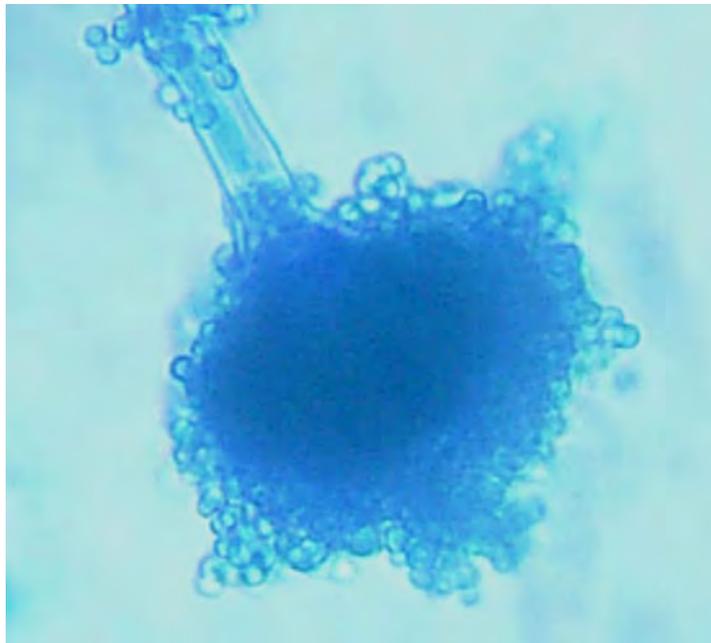


A. Característica macroscópica de la colonia.

A1. Superficie de la colonia. Se observa una colonia típica de *Aspergillus niger* por el aspecto granuloso y el color negro de los gránulos.

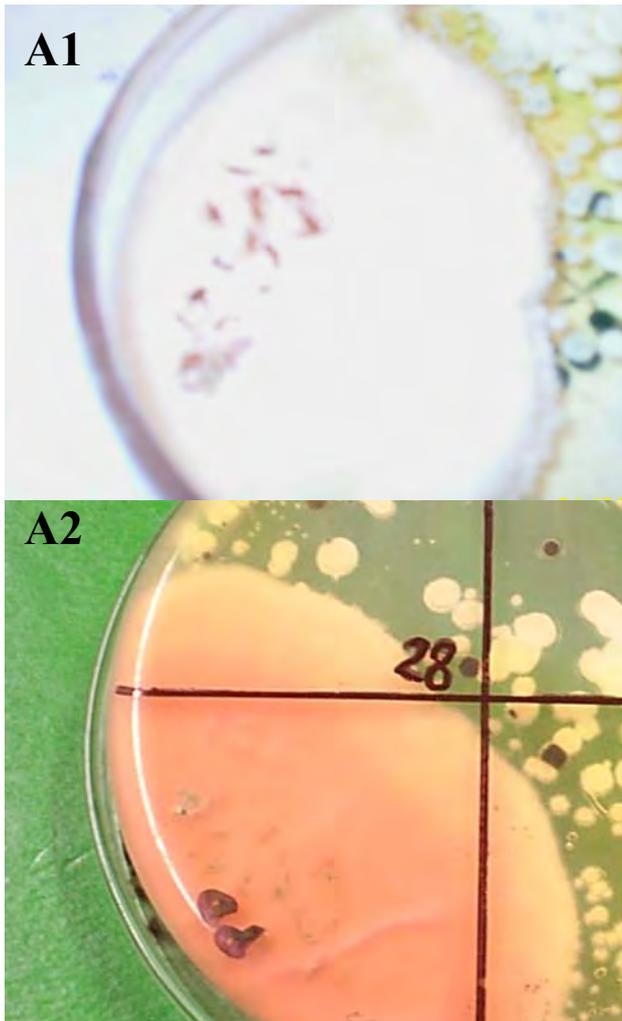


A2. Reverso de la colonia. Se observa un reverso de color claro de cierta tonalidad verdosa.



B. Morfología microscópica. Se aprecia una vesícula esférica típica de *Aspergillus niger* (x40).

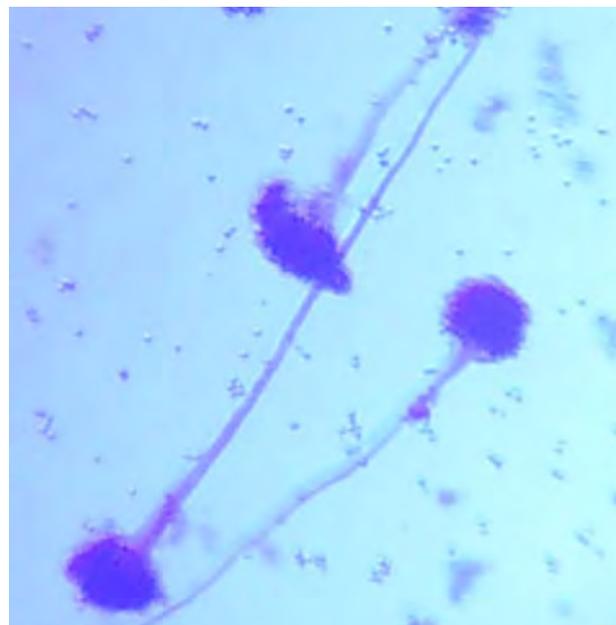
Fig. 19. Aislamiento de *Aspergillus niger*.



A. Característica macroscópica de la colonia.

A1. Superficie de la colonia: Se observa una superficie de aspecto algodonoso de color blanco.

A2. Reverso de la colonia: Se observa un reverso de color naranja con una zona periférica de tonalidad amarillenta.

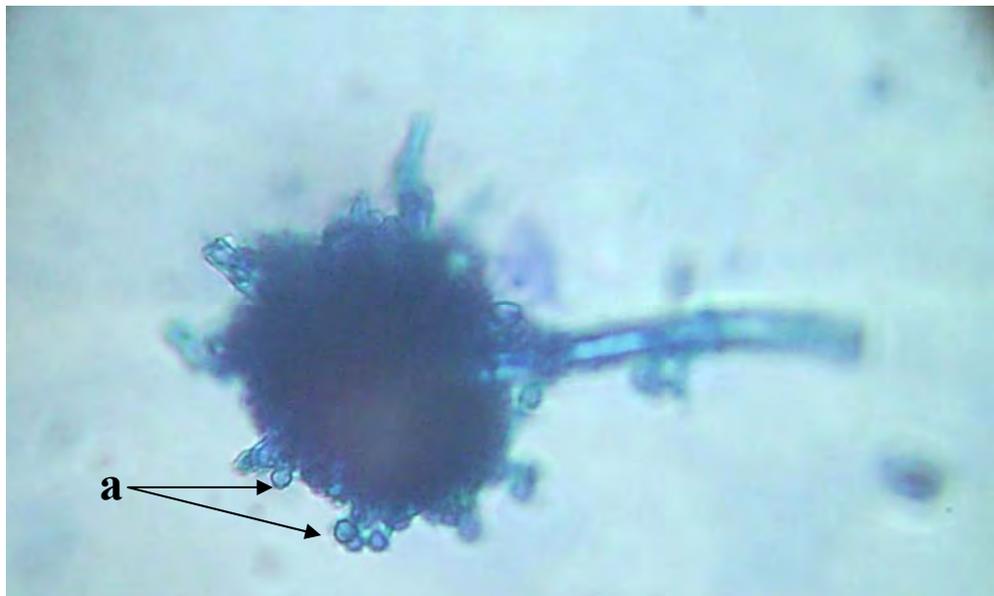


B. Morfología microscópica. Numerosas vesículas de forma globulosa (x10).

Fig. 20. Aislamiento de *Aspergillus flavus*.



A. Característica macroscópica de la colonia. Se observa una colonia pequeña (flecha) de aspecto céreo y de color blanco. Se aprecia también surcos radiales desde el centro hacia la periferia.



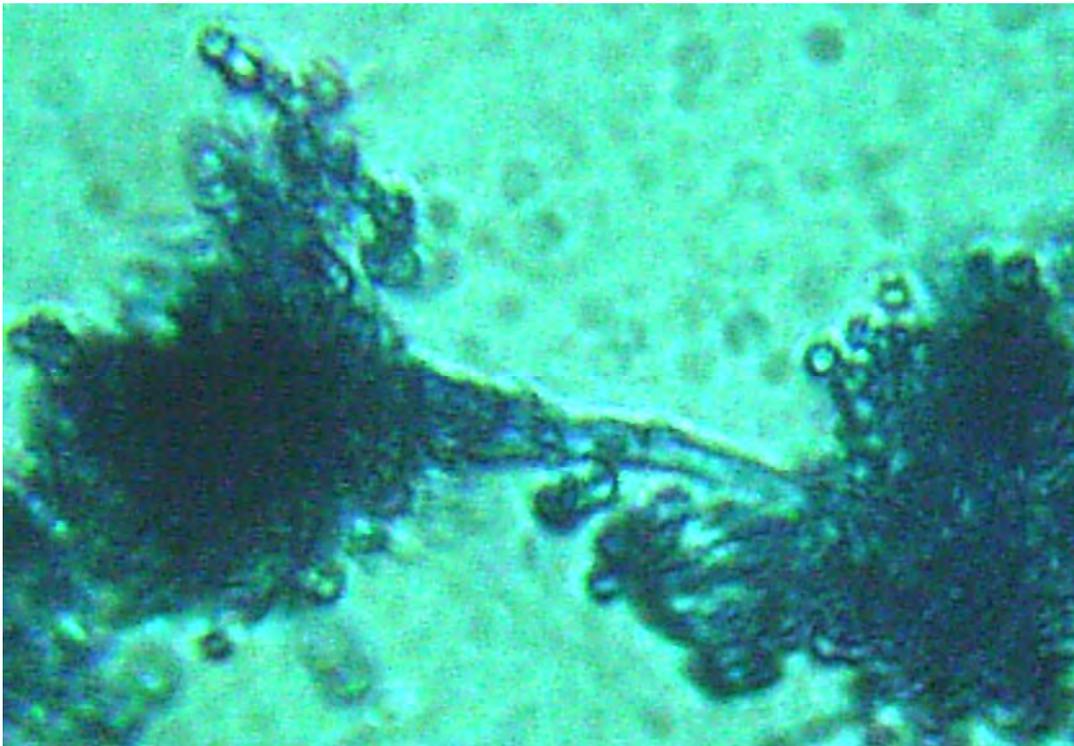
B. Morfología microscópica. Vesícula con microconidias esféricas (a) (x10).

Fig. 21. Aislamiento de *Aspergillus glaucus*.



A. Característica macroscópica de la colonia.

Colonia típica de especie de Penicillium que muestra la superficie verde y los pliegues radiales característicos de este hongo.

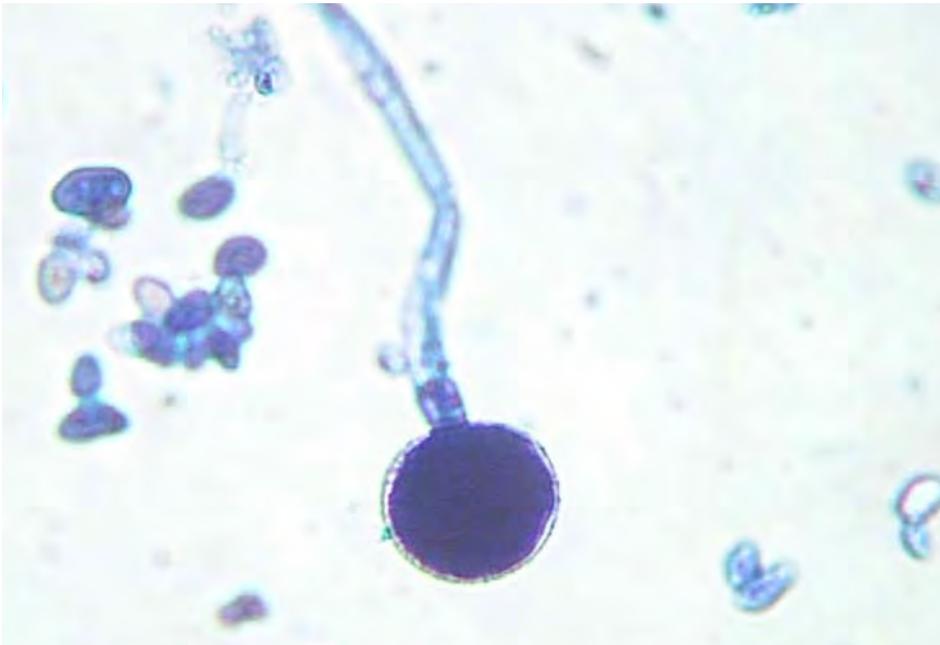


B. Morfología microscópica. Se observa una vesícula agrandada de especie de Penicillium (x40).

Fig. 22. Aislamiento de *Penicillium* sp.



A. Característica macroscópica de la colonia. Se observa una superficie de aspecto algodonoso y de color amarillo acanelado.



B. Morfología microscópica. Vesícula esférica de borde definido típica de especie de *Rhizopus* (x40).

Fig. 23. Aislamiento de *Rhizopus* sp.

Cuadro 7: Relación del grado lesional a la observación clínica con los aislamientos microbiológicos

MICROORGANISMOS AISLADOS	Grado de lesión macroscópica			
	LEVE		MODERADO	
	<i>n</i> = 16	%	<i>n</i> = 23	%
Grupo de hongos patógenos	6	37.5	4	17.39
Grupo de hongos oportunistas	6	37.5	12	52.17

n: Número de casos seleccionados con lesión de grado leve/moderado.

%: Porcentaje.

Cuadro 8. Identificación histológica de microorganismos bacterianos y micóticos en cascos con ELB

Frecuencia de presentación de microorganismos en cascos con ELB				Microorganismos identificados por examen histológico			
Presencia de microorganismos		Ausencia de microorganismos		Bacterias		Hongos y Bacterias	
<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 39	%	<i>n</i> = 39	%
13	33.3	26	66.7	9	23	4	10.3

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

%: Porcentaje

***n*:** Número de cascos seleccionados

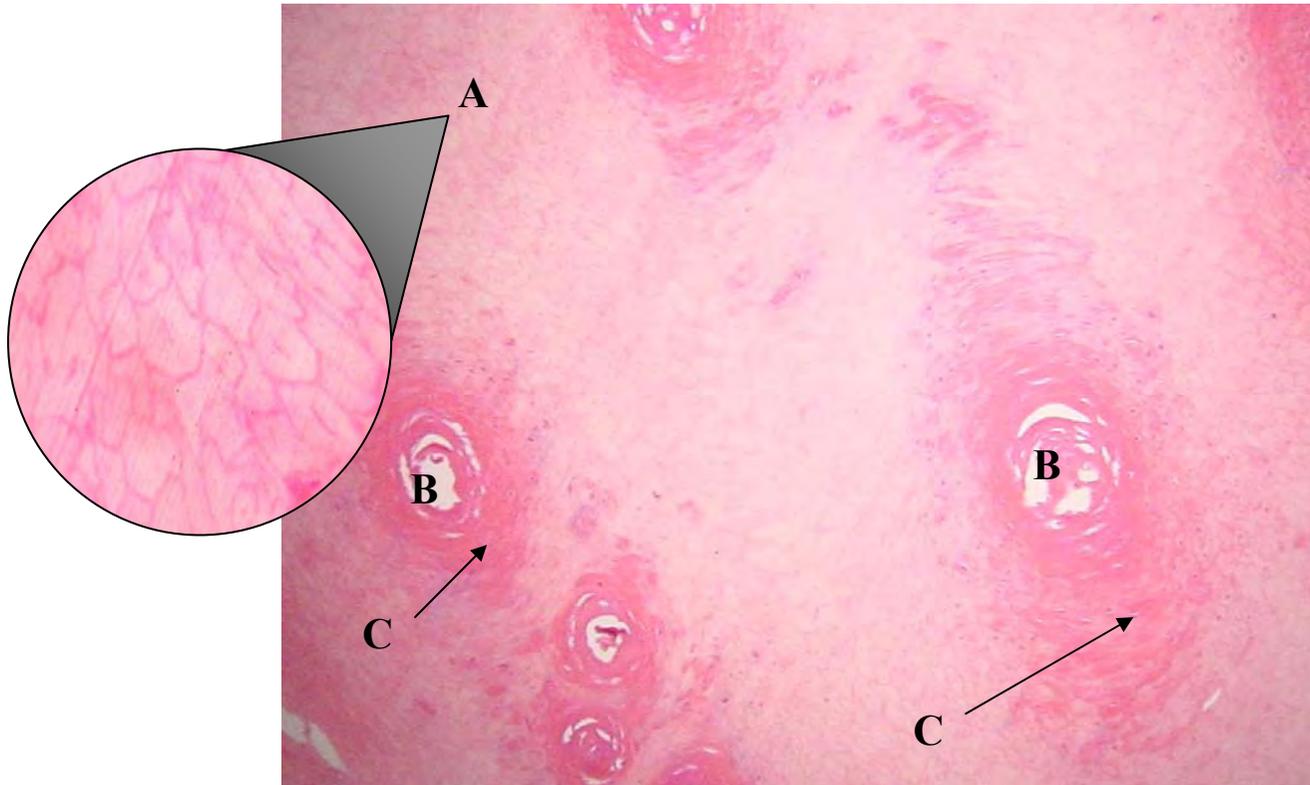


Fig. 24. Histología normal del estrato medio de la pared del casco equino.

Se observa un corte histológico transversal del tejido córneo del casco de una yegua. Se distingue una matriz intertubular compuesta de queratinocitos maduros (A) organizados a manera de ladrillos. También se aprecian numerosos túbulos córneos (B). Éstos últimos presentan una médula central hueca, rodeada por queratinocitos inmaduros eosinófilos (C) que se organizan en láminas concéntricas. (Tinción HE-x100).

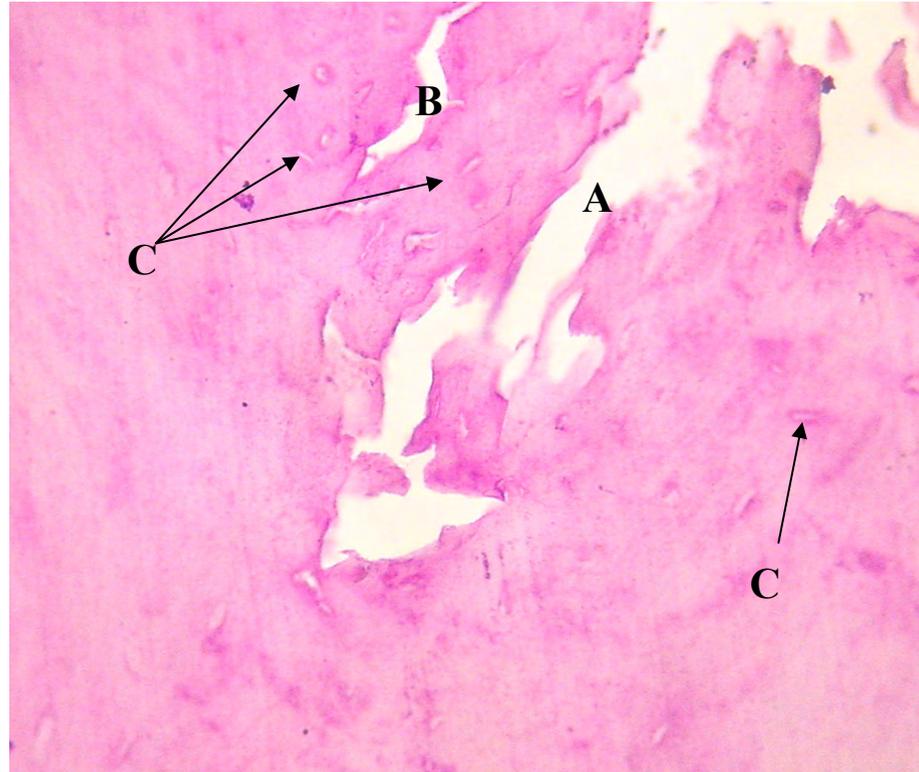


Fig. 25. Moderada onicopatía degenerativa aséptica.

Se observa el borde interno de la pared del casco que presenta un agrietamiento (A) que se extiende hasta el estrato medio interno. También se observa un resquebrajamiento (B) en la zona adyacente. Nótese las médulas huecas que corresponden al estrato medio interno (C) y que se encuentran rodeando el área de lesión. No se observan corpúsculos microbianos ni células de la inflamación. (Tinción HE-x400).

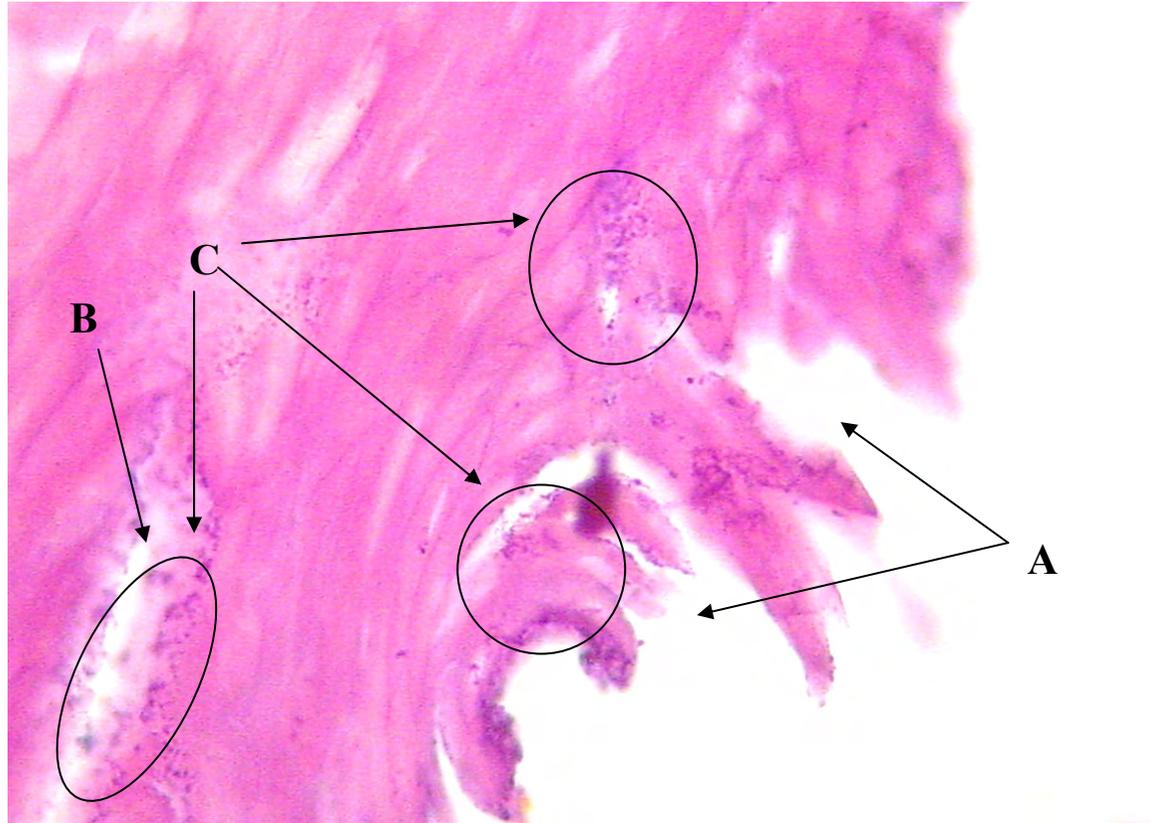


Fig. 26. Leve Onicobacteriosis

Se observa una zona de la pared interna que presenta un borde irregular con agrietamientos (A) que se limitan a la superficie interna. También se observa un resquebrajamiento (B) en la zona más interna. Asociado a esto, se puede identificar grupos de corpúsculos bacterianos (C) que se encuentran inmersos en el tejido córneo. (Tinción HE-x400).

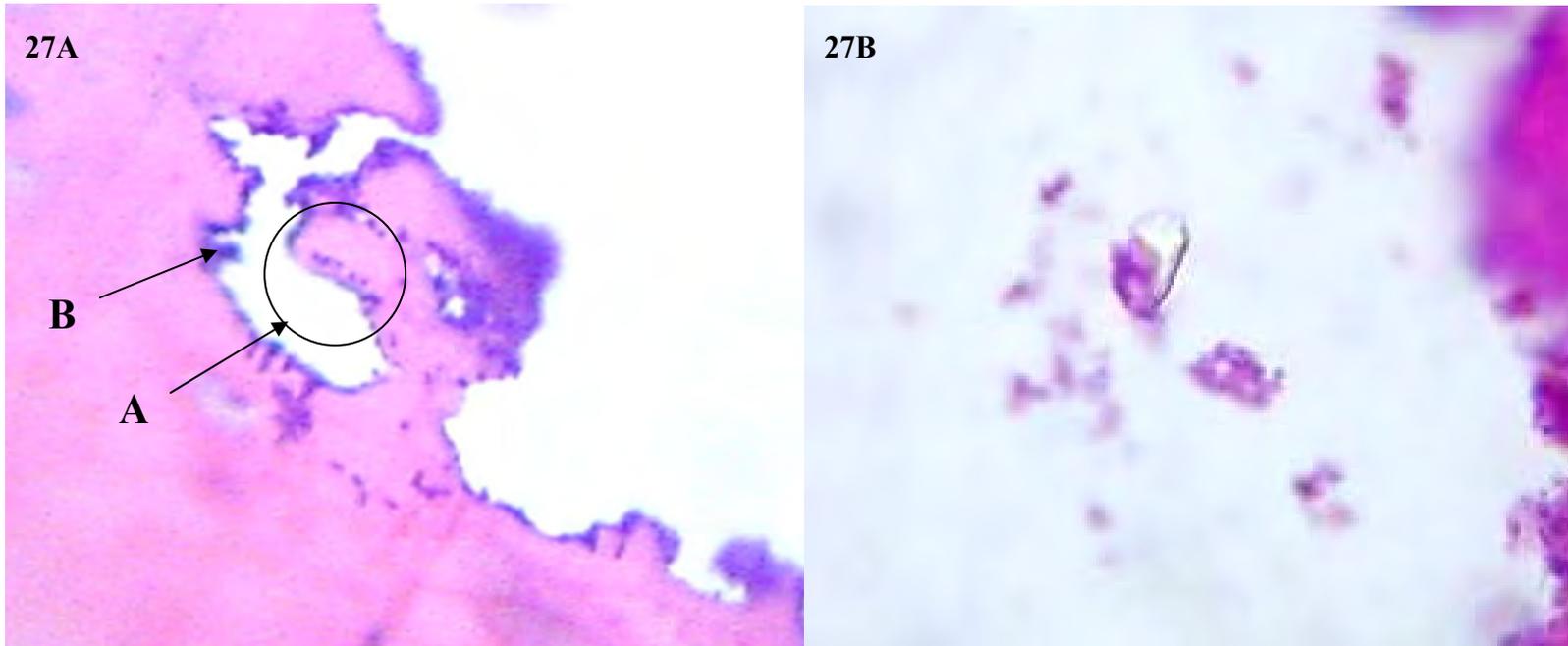


Fig. 27. Observación microscópica de hongos en tejido córneo.

Moderada onicomycobacteriosis (27A): Se observa el borde interno del estrato medio, el cual presenta corpúsculos bacterianos (A) inmersos en el tejido córneo y asociados a un corpúsculo basófilo (B) más grande y de forma globulosa, el cual corresponde a un hongo (Tinción HE-x400). Onicomycosis (27B): Se observa una espora de borde irregular que no presenta afinidad por la tinción y que se ubica a nivel de la fisura córnea (Tinción PAS-x400).

Cuadro 9. Grados de lesión presentes durante el examen histológico

Animal	Grados de lesión microscópica	
	Leve (a)	Moderado (b)
1		X
2	X	
3	X	
4	X	
5		X
6	X	
7	X	
8	X	
9		X
10	X	
11		X
12		X
13	X	
14	X	
15		X
16	X	
17		X
18	X	
19		X
20	X	
21		X
22	X	
23	X	
24		X
25		X

Cuadro 9. Grados de lesión presentes durante el examen histológico (Cont...)

Animal	Grados de lesión microscópica	
	Leve (a)	Moderado (b)
26		X
27	X	
28		X
29	X	
30	X	
31	X	
32		X
33		X
34		X
35		X
36	X	
37	X	
38		X
39	X	
Total de casos seleccionados	21	18
<i>n</i> = 39		
%	53.8	46.2

(a): El grado lesional leve corresponde a los casos donde la lesión solo compromete el margen interno del estrato medio interno (línea blanca).

(b): El grado lesional moderado corresponde a los casos donde la lesión compromete el estrato medio interno

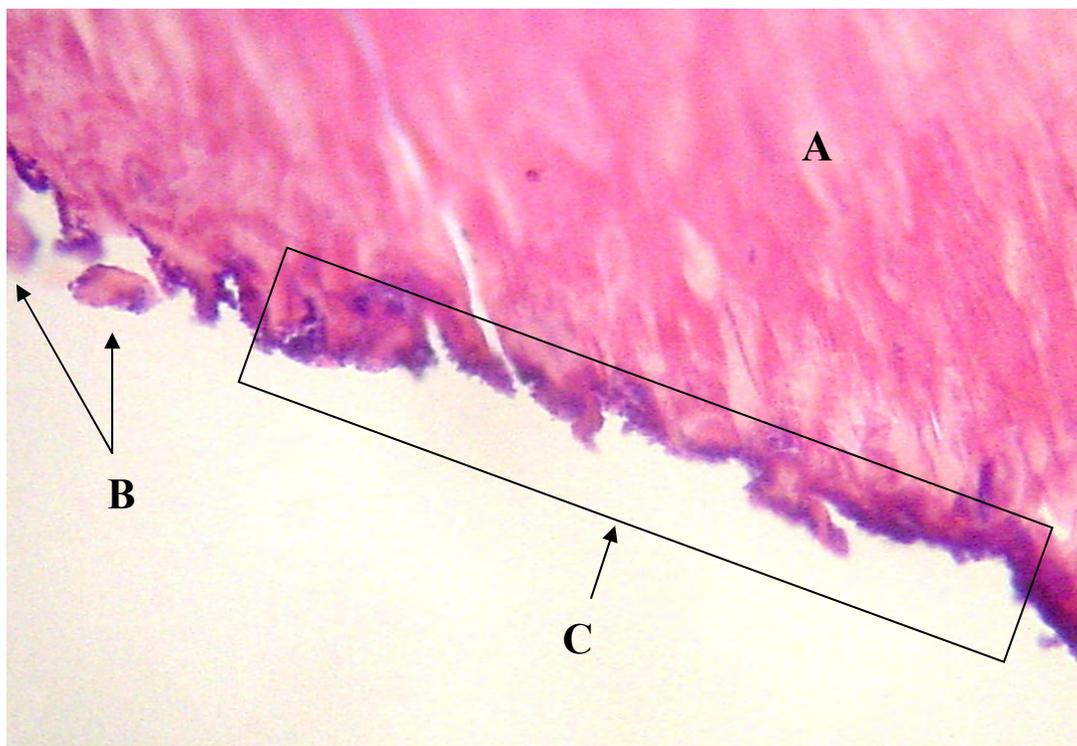


Fig. 28. Onicopatía de grado leve.

Se observa el borde interno del estrato medio interno (A), el cual presenta irregularidades y desprendimiento de tejido córneo en escasa cantidad (B). Toda esta zona adquiere un tinte basófilo, debido a la presencia de microorganismos (C) a lo largo de la pared interna. Sin embargo, el desorden del tejido córneo, así como, la presencia de microorganismos se encuentra limitado a un nivel superficial, sin provocar daño significativo del estrato medio. (HE-x100).

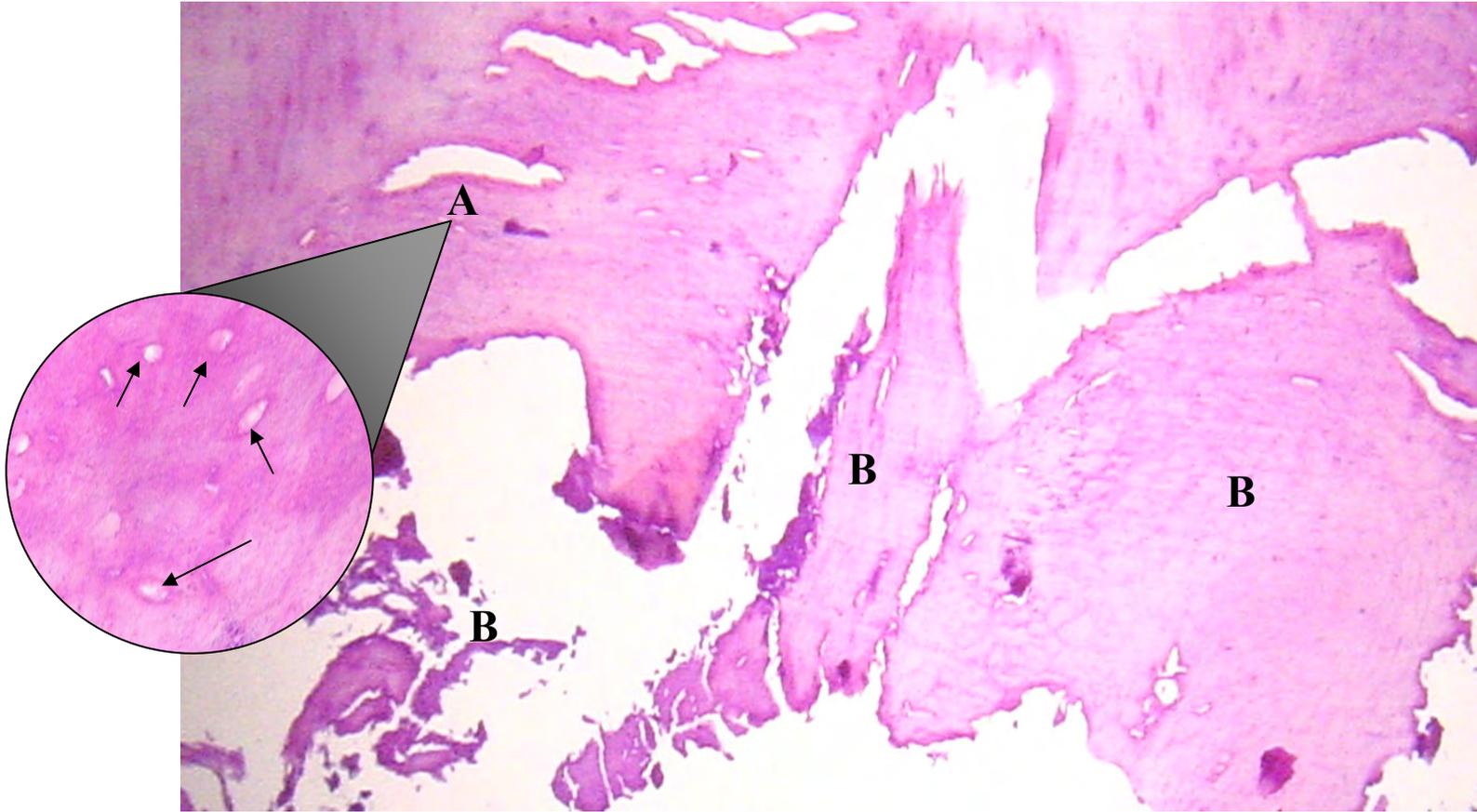


Fig. 29. Onicopatía de grado moderado

Nótese las médulas huecas (A) de los túbulos córneos (flechas), lo cual indica que la lesión está comprometiendo el estrato medio interno. Destaca también el desprendimiento de tejido córneo en cantidades significativas (B) (HE-x40).

Cuadro 10: Relación del grado lesional microscópico con los aislamientos microbiológicos

MICROORGANISMOS AISLADOS	Grados de lesión microscópica			
	LEVE (a)		MODERADO (b)	
	<i>n</i> = 21	%	<i>n</i> = 18	%
Grupo de hongos patógenos	5	23.81	5	27.78
Grupo de hongos oportunistas	11	52.38	7	38.89

(a): El grado leve corresponde a los casos donde la lesión solo compromete el margen interno del estrato medio (línea blanca).

(b): El grado lesional moderado corresponde a los casos donde la lesión compromete el estrato medio interno.

n: Número de cascos seleccionados con grado de lesión microscópica leve / moderado.

V.- DISCUSIÓN

La enfermedad de la línea blanca (ELB) es normalmente diagnosticada durante el recorte habitual de casco de los equinos examinados, mediante la observación clínica de la superficie solar a nivel de la unión pared – suela. Anteriormente, Kuwano *et al.* (1999), Ball (2000) y Yamauchi *et al.* (2004) han empleado este método diagnóstico, logrando identificar la enfermedad en un gran número de equinos. En el presente estudio, el recorte habitual de cascos permitió observar claramente las características que presentaban los estratos córneos de la pared, la línea blanca y la suela. De este modo, y al igual que en las investigaciones previamente realizadas, la observación clínica del casco identificó de manera eficaz la ELB en equinos de nuestro medio.

La presentación de ELB en equinos de las razas Caballo Peruano de Paso (CPP) y Hannoveriano-Pura Sangre de Carrera (PSC), indica la existencia de un factor predisponente común para la ocurrencia de este desorden. Los trabajos de laboratorio de Wagner & Hood (2002) y los estudios de campo de Yamauchi *et al.* (2004) demuestran que la excesiva humedad favorece la ocurrencia de la ELB, ya que esto produce la progresiva pérdida de la unión entre la pared y la suela. En este sentido, las condiciones de manejo encontradas en ambos grupos brindan circunstancias propicias para el desarrollo de infecciones del tejido córneo, debido a que durante gran parte del día, los cascos tienen una prolongada exposición a los terrenos húmedos.

En general, los caballos Peruano de Paso están sometidos a un ritmo constante de entrenamientos y trabajos físicos, por lo cual es necesario realizar una limpieza previa de los cascos antes de ejecutar cualquier tipo de trabajo. Sin embargo, esta posterior actividad física ocasiona que los cascos transiten por terrenos irregulares y entren en contacto con zonas húmedas. El grupo de equinos Hannoveriano-PSC normalmente no realiza este tipo de labores, debido a que está destinado a la reproducción, y permanece la mayor parte del tiempo en corrales donde el terreno presenta sectores húmedos. Por

otro lado, ambos grupos examinados carecen de herrajes por cuestiones de manejo; esto sin embargo, perjudica la superficie solar del casco debido a que la zona de unión entre la pared y la suela queda desprotegida y en contacto directo con el suelo. Estas condiciones también favorecieron la mayor presentación de cascos con ELB que se registró en equinos Hannoveriano–PSC, con 68 (43.59%) cascos afectados. Debido a que en este grupo la limpieza de los cascos es una actividad que sólo se realiza como parte previa de algún tratamiento o durante el recorte de los cascos; y por lo tanto, no se practica diariamente, como si ocurre con el grupo de Caballos Peruanos de Paso, en el cual se registraron 51 (32.69%) cascos afectados.

Todos los animales examinados presentaron cascos con ELB. Los cuadros clínicos anteriormente descritos por Higami (1999), Kuwano *et al.* (1999), Christie *et al.* (2004) y Yamauchi *et al.* (2004) reportan frecuencias menores al 12%. Esto se debe a que la frecuencia obtenida en el presente estudio, está basada en un registro que utiliza un criterio de clasificación antes no considerado. En ese sentido, los anteriores trabajos presentan clasificaciones que difieren entre sí con respecto a la metodología empleada. Higami (1999) clasificó los casos de ELB en función al grado de separación de la pared del casco mediante tomas radiográficas laterales; mientras que Yamauchi *et al.* (2004) emplearon un clavo de herrar No. 2 para determinar la profundidad de las lesiones en los cascos afectados. Por otro lado, los trabajos de Kuwano *et al.* (1999) y Yamauchi *et al.* (2004) han sido realizados en centros de entrenamiento de caballos de carrera, en donde se realiza un manejo distinto, debido a que en dichos estudios se menciona que los animales son normalmente herrados y permanecen en boxes con cama hecha de cáscara de arroz.

La distribución de casos de ELB de acuerdo al miembro locomotor afectado muestran que 29 (74.3%) animales examinados presentaron ELB tanto en miembros anteriores como en miembros posteriores. Por lo tanto, no se detectó una tendencia asociada al miembro afectado, contrariamente a lo reportado por Kuwano *et al.* (1999), Higami (1999) y Yamauchi *et al.* (2004) quienes mencionan una mayor ocurrencia en miembros anteriores. El motivo, radica en que los estudios previos han sido realizados en equinos deportivos (carrera y salto) habituados al estrés de competencia, el cual afecta principalmente a los miembros anteriores. En cambio, los equinos Hannoveriano-PSC y CPP evaluados no están sometidos a este tipo de estrés y son utilizados

mayormente con fines reproductivos. Cabe acotar que en el total de la población equina examinada, se reportó presencia de la ELB en los 4 miembros locomotores, lo cual sustenta lo mencionado por O'Grady (1997) sobre la ocurrencia de este desorden tanto en uno como en los 4 cascos de los equinos.

La distribución de equinos con ELB en función a la gravedad de la lesión macroscópica muestra que en el grupo de 10 (25.6%) animales que únicamente presentan lesiones de grado leve existe un mayor número de casos del grupo Hannoveriano-PSC, con 8 (20.5%) animales. Por su parte, el grupo de Caballos Peruano de Paso presenta la mayor cantidad de equinos afectados solamente por lesiones de grado moderado, con 9 (23.1%) casos. Al respecto, es importante considerar que los cascos del grupo de equinos CPP están sometidos a una mayor carga de estrés generado por el entrenamiento físico, el cual es una condición ausente en los equinos Hannoveriano-PSC. En ese sentido, este factor explica las distribuciones de lesiones de grado leve y de grado moderado registradas en este estudio. Por otro lado, sólo se reportaron cascos con lesiones de grado leve y de grado moderado, presentes en 50 (32%) y 69 (44.2%) cascos examinados, respectivamente (Ver Anexo 6); es decir, no se reportaron animales con el cuadro clínico de ELB en su forma severa, descrito en anteriores investigaciones por Kuwano *et al.* (1998), Higami (1999) y Oke (2003). Sólo se presentó al examen clínico un equino CPP con claudicación del miembro anterior izquierdo, el cual no presentó signos clínicos de ELB de grado severo, pues la percusión externa de la pared del casco no produjo el sonido hueco característico y la observación clínica de la superficie solar no reveló separación extensa de la pared del casco. El examen clínico reveló pulso marcado en las arterias digitales laterales y calor al tacto de la pared dorsal, al uso del probador de cascos sobre un área focalizada de la suela hubo respuesta positiva (dolor) y exudación de material purulento, por lo que el cuadro correspondía a una pododermatitis supurativa (infección de la dermis). La clasificación empleada en este estudio se basa en el trabajo de Yamauchi *et al.* (2004), quienes clasifican la gravedad de las lesiones en función a la profundidad de las fisuras córneas. Higami (1999) determina los distintos grados de separación de la pared con un criterio similar. Sin embargo, solamente considera dentro de su revisión los casos de ELB en animales que sufren de claudicación.

La distribución de los grados de lesión macroscópica de acuerdo al miembro locomotor afectado muestra que las lesiones de grado leve y grado moderado estuvieron presentes tanto en miembros anteriores, en 28 (56%) y en 37 (53.62%) cascos, respectivamente; como en miembros posteriores, en 22 (44%) y en 32 (46.38%) cascos, respectivamente. Las cifras no muestran una predominancia marcada del tipo de lesión por el miembro anterior o posterior. Estos resultados siguen una tendencia similar a la reportada por Yamauchi *et al.* (2004) quienes consideraron en su trabajo lesiones de grado moderado y severo, obteniendo los mismos resultados. Por lo tanto, la gravedad de la lesión no mostró una tendencia asociada al miembro locomotor afectado en el presente estudio.

La evaluación microbiológica e histológica de la ELB fue realizada de acuerdo a la metodología descrita por Kuwano *et al.* (1998) y Keller *et al.* (2000), quienes diferencian los cascos severamente dañados de los cascos poco afectados. Por el contrario, Tjalsma & van Maurick (1995) y Ball (2000) utilizaron cascos sanos y cascos enfermos en sus descripciones, las cuales no incluyen grados de lesión en cascos afectados con ELB.

Los cultivos micológicos determinaron la presencia de microorganismos fúngicos en el tejido córneo de cascos con ELB. Esto confirma la presencia de una etiología infecciosa y sustenta el término “onicomicosis” propuesto por Kuwano *et al.* (1996) y Ball (2000) para describir la enfermedad. La clasificación de los hongos aislados siguió el modelo planteado por Keller *et al.* (2000), siendo el dermatofito *Trichophyton tonsurans* el agente más común con 6 (15.3%) aislamientos en el grupo de hongos patógenos; mientras que dentro del grupo de hongos oportunistas se aisló principalmente al hongo *Aspergillus fumigatus*, con 7 (18%) aislamientos. Con respecto a los grados de lesión macroscópica, los resultados revelan un mayor número de hongos patógenos en aquellos cascos con lesión de grado leve, al registrarse 6 (37.5%) aislamientos en estos cascos. Así mismo, se reportaron 12 (52.17%) aislamientos de hongos oportunistas en cascos con lesión de grado moderado, lo cual indica una mayor presencia de este tipo de hongos en cascos con lesión moderada. Esto difiere con anteriores investigaciones realizadas por Kuwano *et al.* (1998) y Keller *et al.* (2000), en donde se registraron porcentajes mayores de hongos potencialmente patógenos en aquellos cascos severamente afectados. En el presente estudio, los cascos con ELB de

grado moderado desarrollan una fisura de tipo cavitaria que normalmente alberga debris celulares y materia orgánica que ingresa del medio exterior. Esto ocasiona que a nivel de la pared interna ocurra una proliferación de microorganismos presentes en el medioambiente, razón por la cual existe una mayor cantidad de hongos no patógenos en los cascos con grado de lesión moderado. Por otro lado, la mayoría de las investigaciones previas no reportan las técnicas de recolección de muestras de tejido córneo para la realización de cultivos micológicos.

El análisis histológico muestra que los cascos con ELB presentan un proceso degenerativo del tejido córneo, asociado en algunos casos a bacterias y hongos, tal como lo mencionan Kuwano *et al.* (1996) y Kuwano *et al.* (1998) en anteriores investigaciones realizadas en caballos de carrera. La frecuencia de microorganismos a la observación microscópica fue del 33.33% (13 cascos) del total de cascos evaluados; y en los cascos donde se presentaron hongos, estos se observaron en escasa cantidad. Los estudios previos por el contrario, reportan una gran cantidad de microorganismos fúngicos en cascos con ELB. Sin embargo, las características de los cuadros clínicos descritos por Kuwano *et al.* (1998) y Oke (2003) corresponden a lesiones de grado severo. Kuwano *et al.* (1998) diagnosticaron presencia de hongos en cortes histológicos de cascos con ELB, de los cuales el 70% presentaba separación extensiva de la pared. Por su parte, Oke (2003) realizó el examen histológico de un casco con ELB en una yegua que presentaba cojera de grado IV (claudicación notoria). Por lo tanto, la cantidad de microorganismos fúngicos observables al examen histológico podría ser utilizada como un indicador confiable de la severidad clinicopatológica en enfermedades de la pared. Por otro lado, se observó presencia conjunta de bacterias y hongos en 4 (10.3%) cascos con ELB, lo cual sustenta la hipótesis que plantean Shakalis & Pautienis (1995) sobre la existencia de una colonia simbiótica compuesta por bacterias y hongos en cascos con esta condición.

Es importante recalcar que el análisis histológico realizado en este estudio sólo confirmó los resultado de microbiología en 2 (5.13%) casos, lo cual indica una pobre concordancia entre los resultados microbiológicos e histopatológicos. Esto pudo deberse a que el procesamiento de las muestras para histopatología, requirió el uso de medios de ablandamiento (ácido nítrico) de tejido córneo que pudieron haber ocasionado un alto grado de destrucción de hongos.

Las lesiones observadas al examen histopatológico fueron clasificadas en función al estrato córneo afectado. En ese sentido, los cascos que presentaron el proceso degenerativo a nivel del margen interno del estrato medio (la línea blanca) fueron considerados como lesiones de grado leve, debido a que en estos casos la infección fúngica solamente se limita a la pared distal. Por su parte, los cascos que presentaron degeneración córnea del estrato medio interno corresponden a lesiones de grado moderado, debido a que la infección se ubica en un estrato que abarca toda la pared interna del casco (desde la región coronaria hasta la pared distal) y por lo tanto posibilita la presentación posterior de una infección ascendente.

Los resultados de la relación entre aislamientos micológicos y los grados de lesión microscópica determinaron un mayor porcentaje (27.28%) de hongos patógenos en cascos con lesiones de grado moderado, registrándose 5 aislamientos. Mientras que en los cascos con lesiones de grado leve se aislaron principalmente hongos oportunistas en 11 (52.38%) cascos. Esto revelaría algún grado de relación directa entre la patogenicidad de los microorganismos aislados y el daño ocasionado en el tejido córneo de cascos afectados con ELB.

VI.- CONCLUSIONES

1. La observación clínica de la superficie solar (palmar / plantar) del casco reveló la presencia de la Enfermedad de la Línea Blanca (ELB) en equinos de las razas Caballo Peruano de Paso y Hannoveriano - Pura Sangre de Carrera.
2. En el presente trabajo, se determinaron las características clínicas de los cascos afectados con ELB, con el fin de clasificar los casos en función de la gravedad lesional, reportándose sólo lesiones macroscópicas de grado leve y moderado. No se registraron los cuadros clínicos de grado severo, descritos en las anteriores investigaciones.
3. La caracterización microbiológica e histopatológica de los cascos afectados con ELB demostró la presencia de microorganismos fúngicos, lo cual confirma la existencia de una etiología infecciosa y sustenta el término onicomycosis para definir esta condición.

VII.- RECOMENDACIONES

1. Identificar en posteriores trabajos las características clínicas y patológicas de cascos con lesiones de grado severo en equinos de nuestro medio.
2. Dada la versatilidad propia de los equinos para el cumplimiento de diversas disciplinas ecuestres (deportivas, reproductivas, distracción, etc.) es conveniente considerar en futuras investigaciones las influencias generadas por las condiciones de manejo existentes en las poblaciones equinas estudiadas.

VIII.- LITERATURA CITADA

1. Ball, M. A. 2000. White line disease. *JEVS*. 20: 114.
2. Bertram, J.E.A.; J.M. Gosline. 1987. Functional design of horse hoof keratine: the modulation of mechanical properties through hydration effects. *J Exp Biol*. 130: 121-136.
3. Bowker, R.M. 1997. Hoof wall strength. *JEVS*. 17: 204.
4. Bowker, R. 2003. Physiological Trimming for a Healthy Equine Foot. *JEVS*. 23: 323-324.
5. Bragulla, H.; K.D. Budras; J.D. Reilly. 1998. Fetal development of the white line (zona alba) of the equine hoof. *Equine Vet J Suppl*. 26: 22-26.
6. Christie, J.L.; C.J. Hewson; C.B. Riley; M.A. McNiven; I.R. Dohoo; L.A. Bate. 2004. Demographics, management, and welfare of nonracing horses in Prince Edward Island. *Can Vet J*. 45: 1004-11.
7. Clayton, H.M. 1990. The effect of an acute hoof wall angulation on the stride kinematics of trotting horses. *Equine Vet J Suppl*. June: 86-90.
8. Clayton, H.M. 1990. The effect of an acute angulation of the hind hooves on diagonal synchrony of trotting horses. *Equine Vet J Suppl*. Jun: 91-94.
9. Coenen, M.; S. Spitzlei. 1996. Zur zusammensetzung des hufhorns in abh angigkeit von alter, rasse und hufhornqualitat. *Pferdeheilkunde*. 3: 279-283.
10. Comben, N.; R.J. Clark; D.J. Sutherland. 1984. Clinical observations on the response of equine hoof defects to dietary supplementation with biotin. *Vet Rec*. 115: 642-645.
11. Dejardin, L.M.; S. Arnoczky; G.L. Cloud; J.A. Stick. 2000. On 4-point trimming. *JEVS*. 20: 442.
12. Douglas, J.E.; C. Mittal; J.J. Thomasson; J.C. Jofriet. 1996. The modulus of elasticity of equine hoof wall: Implications for the mechanical function of the hoof. *Journal of Experimental Biology*. 199: 1829-1836.

13. Douglas, J.E.; J.J. Thomason. 2000. Shape, orientation and spacing of the primary epidermal laminae in the hooves of normal and adult horses (*Equus caballus*). *Cells Tissues Organs*. 166: 304-318.
14. Frey, D.; D.B. Muir. 1981. Onicomycosis caused by *Scopulariopsis brevicaulis*. *Australas J Dermatol*. 22: 123-126.
15. García, J.; A. Perkins; M. Garau; J. Gené; L. Molina ; A. del Palacio. 2003. Tratamiento eficaz con voriconazol de un fungoma pulmonar por *Pseudallescheria boydii* en un paciente con infección por VIH y tuberculosis previa. *Rev Iberoam Micol*. 20: 64-67.
16. Geyer, H.; J. Schulze. 1994. The long-term influence of biotin supplementation on hoof horn quality in horses. *Schweiz Arch Tierheilkd*. 136: 137-149.
17. Georgievskii, V.I. 1982. Mineral nutrition of animals. Butterworths, London.
18. Gómez, C. 2004. Alimentación de yeguas. Curso "Alimentación y sanidad práctica de equinos". Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
19. Gupta, A.K. 2001. Types of onychomycosis. *Cutis*. 68: 296.
20. Harrington, D.D.; J. Walsh; V. White. 1973. Clinical and pathological findings in horses fed zinc deficient diets. in *Proc. 3erd Equine Nutr. Physiol. Soc. Symp.* Gainesville, Fla., University of Florida. pp. 51.
21. Henning, G.F.; B.H. Kraus; R. Fister; V.L. King; R.R. Steckel; C.A. Kirker-Head. 2001. Comparison of two methods for presurgical disinfection of the equine hoof. *Vet Surg*. 30: 366-373.
22. Heymering, H. 1993. Nutrients that affect the growth and quality of the hoof. *Anvil Magazine*. 18 June: 31-36, 18 July: 26-32.
23. Higami, A. 1999. Ocurrance of white line disease in performance horses fed on low-zinc and low-copper diets. *J. Equine Sci*. 10: 1-5.
24. Hood, D.M. 2004. Physiology of the foot and normal growth. Second international equine conference on laminitis and diseases of the foot. *JEVS*. 24: 234-240.
25. Hoppner, S.; B. Hertsch. 2001. Thermographic findings on the hoof. *JEVS*. 21: 388.
26. Japanese Research. 2002. Production pattern of abnormally ectopic horny structure (lamellar wedge in laminitis). *JEVS*. 22: 467.
27. Jones, W.E. 2002. Bowker's foot physiology. *JEVS*. 22: 553.

28. Kainer, R.A. 1989. Clinical anatomy of the equine foot. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 5: 1-27
29. Kempson, S.A. 1998. Nutritional needs of the hoof. *JEVS.* 18: 456.
30. Kempson, S.A.; R. Robb. 2004. Use of topical disinfectant as part of a hoof care programme for horses with disease of the hoof capsule. *Vet Rec.* 154: 647-652.
31. Keller, M.; S. Krehon; C. Stanek; R. Rosengarten. 2000. Keratinopathogenic mould fungi and dermatophytes in healthy and diseased hooves of horses. *Vet Rec.* 147: 619-622.
32. Koneman, E.W.; G.D. Roberts. 1987. *Micología Práctica de Laboratorio.* 3a. Ed. pp 16-32, 73-173. Editorial Médica Panamericana, Bs. As. Argentina.
33. König, B.; K.D. Budras. 2003. Structure and clinical implications of the coronary horn stratification with especial consideration of horn maturation, aging, and decay processes in the equine hoof. *Dtsch tierarztl wochenschr.* 110: 438-444.
34. Kung, M.; Ch. Bolliger; T. Albarano; H. Geyer. 1993. The assessment of hoof horn quality and the influence of environmental factors in horses compared to cattle and pigs. *Proceedings, Third World Equine Veterinary Association.* 185.
35. Kuwano, A. 1994. Preparations of thin ground section of resin-embedded hooves for histologic analysis. *J Equine Sci.* 5: 37-39.
36. Kuwano, A.; M. Oikawa; K. Takatori. 1996. Pathomorphological findings in a case of onychomycosis of a racehorse. *J. Vet Med Sci.* 58: 1117-1120.
37. Kuwano, A.; T. Yoshihara; K. Takatori; J. Kosuge. 1998. Onychomycosis in white line disease in horses: pathology, mycology and clinical features. *Equine Vet J Suppl.* 26: 27-35.
38. Kuwano, A.; K. Tanaka; M. Kawabata; Y. Ooi; T. Takahashi; T. Yoshihara; J.D. Reilly. 1999. A survey of white line disease in Japanese racehorses. *Equine Vet J.* 31: 515-8.
39. Kuwano, A.; Y. Katayama; Y. Kasashima; K. Okada; J.D. Reilly. 2002. A gross and histopathological study of an ectopic white line development in equine laminitis. *J. Vet. Med. Sci.* 64: 893-900.
40. Kuwano, A.; S. Hirano; M. Kawabata. 2004. Pathological classification of hoof wall separation in which the hoof wall becomes detached from the submural horn. *J. Equine Sci.* 15: 44.

41. Leach, D.H.; G.C. Zoerb. 1983. Mechanical properties of equine hoof wall tissue. *Am J Vet Res.* 44: 2190-2194.
42. Lyle, B. 2003. Long toe, low heel, short toe, no foot. *JEVS.* 23: 276-277.
43. Loree, S. 1999. Unloading the hoof wall. *JEVS.* 19: 458.
44. Luna de la Fuente, C. 1985. *El caballo peruano.* 1a. Ed. p 76. Fondo del Libro Banco Agrario. Lima - Perú.
45. McClure, R.C. 1993. Functional anatomy of the horse foot. MU Extension. University of Missouri-Columbia. G2740: 1-2.
46. Mosher, R.H. Course "Isolation and identification of opportunistic fungi". Wagner college. Lecture # 6.
47. Moyer, W. 2003. Hoof wall defects: chronic hoof wall separations and hoof wall crack. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 19: 463-477.
48. Mulling, C.; H. Bragulla; K.D. Budras; S. Reese. 1994. Structural factors influencing the horn quality and predilection sites for diseases at the bottom surface of the bovine hoof. *Schweiz arch tierheilkd.* 136: 49-57.
49. Nelson, D.R.; W.A. Wolf; D.J. Blodgett; B. Luecke; R.W. Ely; J.F. Zachary. 1984. Zinc deficiency in sheep and goats: Three field cases. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 184: 1480-1485.
50. NRC. 1989. Nutrient requirements of horses. Fifth Revised Edition. pp: 48.
51. O'Grady, S.E. 1997. White line disease. *JEVS.* 17: 236-237.
52. O'Grady, S.E.; D.A. Poupard. 2003. Physiologic horseshoeing. *JEVS.* 23: 123-124.
53. O'Grady, E. 2003. Trimming and Shoeing the Horse's Foot. *JEVS.* 23: 169-170.
54. Oke, R.A. 2003. Unilateral white line disease and laminitis in quarter horse mare. *Can Vet J.* 44: 145-146.
55. Ott, E.A.; R.L. Asquith. 1995. Trace mineral supplementation of yearling horses. *J. Anim. Sci.* 73: 466-471.
56. Page, B.T.; T.L. Hagen. 2002. Breakover of the hoof and its effect on structures and forces within the foot. *JEVS.* 22: 258-264.
57. Parks, A. 2005. Foot balance and conformation: clinical perspectives. *JEVS.* 25: 230.
58. Pérez, J.; L. Carrasco. 2000. Diagnóstico histopatológico de micosis en patología veterinaria. *Rev Iberoam Micol.* 17: S18-S22.

59. Pires, A.; C.H. Lightowler. 1989. Tratado de las enfermedades del pie del caballo. 2a. Ed. pp 23-24. Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina.
60. Pollit, C.C. 1992. Clinical anatomy and physiology of the normal equine foot. *Equine Vet. Educ.* 4: 219-224.
61. Pollit, C.C. 1994. The basement membrane at the equine hoof dermal epidermal junction. *Equine Vet. Educ.* 26: 399-407.
62. Pollit, C.C. 1998. The anatomy and physiology of the hoof wall. *Equine Vet. Educ.* 10: 318-325.
63. Pollit, C.C. 2004. Anatomy and physiology of the inner hoof wall. *Clin Tech Equine Pract.* 3: 3-21.
64. Real, C.O. 1990. *Zootecnia equina*. 1a. Ed. pp 154-156. Trillas. México D.F.
65. Redden, R.F. 1990. White line disease. *Equine Pract.* 12: 14-18.
66. Redden, R.F. 2001. The 14th Laminitis Symposium. *JEVS.* 21:219-223.
67. Redden, R.F. 2003. Clinical and radiographic examination of the equine foot. AAEP. 49th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners 2003 New Orleans, Louisiana, USA.
68. Redden, R.F. 2003. Hoof capsule distortion: understanding the mechanisms as a basis for rational management. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 19: 443-462.
69. Rose, R.J.; Hodgson D.R. 1995. *Manual clínico de equinos*. 1a. Ed. p 94. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México D.F.
70. Safdar, A.; E.B. Papadopoulos; J.W. Young. 2002. Breakthrough *Scedosporium apiospermum* (*Pseudallescheria boydii*) brain abscess during therapy for invasive pulmonary aspergillosis following high-risk allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Scedosporiasis and recent advances in antifungal therapy. Transpl Infect Dis.* 4: 212-217.
71. Sarrat, S.M.; D.M. Hood. 2005. Evaluation of architectural changes along the proximal to distal regions of the dorsal laminar interface in the equine hoof. *Am J Vet Res.* 66: 277-283.
72. Savage, C.J. 2000. *Secretos de la medicina de equinos*. 1a. Ed. p 197. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. México D.F.
73. Schryver, H.F.; H.F. Hintz; J.E. Lowe. 1980. Absorption, excretion and tissue distribution of stable zinc and 65zinc in ponies. *J Anim Sci.* 51: 896–902.
74. Shakalis, R.; M.J. Pautienis. 1995. Taking the mystery out of White line disease. *Anvil Magazine.* 10: 90-93.

75. Snow, V.E. 1998. Anatomy of the foot with MRI. *JEVS*. 18: 320.
76. Tjalsma, E.J.; J.M. van Maurick. 1995. The abnormal white line and hollow wall in horses, a comparative mycological study. *Tydcshr Diergeneeskd*. 120: 526-529.
77. Turner, T.A. 1997. White line disease. *Equine Vet Educ*. 9:313-316.
78. Turner, T.A. 2003. Examination of the equine foot. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 19: 309-332.
79. Wagner, I.P.; D.M. Hood. 2002. Effect of prolonged water immersion on equine hoof epidermis in vitro. *AJVR*. 63: 1140 - 1144.
80. Wichert, B.; K. Kreyenberg; E. Kienzle. 2002. Serum response after oral supplementation of different zinc compounds in horses. *American Society for Nutritional Sciences. J. Nutr*. 132: 1769S–1770S.
81. Yamauchi, Y.; N. Sasaki; T. Ito ; T. Yamauchi; Y. Oi; T. Sasagawa; A. Kuwano; S. Hirano. 2004. Epidemiological survey on seedy toe in racehorses. *J. Equine Sci*. 15: 45.

VIII.- ANEXOS

Anexo 1. Edad y procedencia de los animales empleados en el estudio

Animales (Identificación)	Nomenclatura	Edad (años)	Procedencia
1	Potrillo	2	HVC
2	Potrillo	2	HVC
3	Yegua	7	HVC
4	Caballo	8	HVC
5	Yegua	10	HVC
6	Yegua	7	HVC
7	Yegua	7	HVC
8	Yegua	7	HVC
9	Yegua	10	HVC
10	Yegua	10	HVC
11	Yegua	10	HVC
12	Yegua	12	HVC
13	Yegua	11	HVC
14	Yegua	7	HVC
15	Semental	20	HVC
16	Yegua	8	Privado
17	Yegua	8	Privado
18	Caballo	5	Privado
19	Yegua	5	Privado
20	Yegua	6	Privado
21	Caballo	8	Privado
22	Yegua	12	Privado
23	Semental	18	Privado
24	Yegua	12	Privado
25	Yegua	12	Privado

Anexo 1. Edad y procedencia de los animales empleados en el estudio (Cont...)

Animales (Identificación)	Nomenclatura	Edad (años)	Procedencia
26	Caballo	5	Privado
27	Yegua	10	Privado
28	Caballo	6	Privado
29	Caballo	8	Privado
30	Caballo	4	Privado
31	Caballo	5	Privado
32	Caballo	5	HVC
33	Yegua	10	HVC
34	Caballo	6	HVC
35	Caballo	8	HVC
36	Yegua	12	HVC
37	Caballo	6	HVC
38	Yegua	12	HVC
39	Yegua	8	HVC

HVC: Hospital Veterinario Central del Ejército.

Privado: Criadero de Caballos Peruano de Paso.

Anexo 2. Descripción macroscópica de la zona de unión pared-suela e identificación de cascos con ELB.

ANIMAL: _____

Miembro afectado con ELB	Identificación de grados de lesión macroscópicas	Ubicación de la lesión en zona de unión pared-suela
MAD <input type="checkbox"/>	a. Presencia de línea blanca irregular, deleznable y carcomida..... <input type="checkbox"/> b. Separación de la pared y suela con presencia de fisura..... <input type="checkbox"/> c. Cojera con separación extensiva de la pared... <input type="checkbox"/>	
MAI <input type="checkbox"/>	a. Presencia de línea blanca irregular, deleznable y carcomida..... <input type="checkbox"/> b. Separación de la pared y suela con presencia de fisura..... <input type="checkbox"/> c. Cojera con separación extensiva de la pared... <input type="checkbox"/>	
MPD <input type="checkbox"/>	a. Presencia de línea blanca irregular, deleznable y carcomida..... <input type="checkbox"/> b. Separación de la pared y suela con presencia de fisura..... <input type="checkbox"/> c. Cojera con separación extensiva de la pared.... <input type="checkbox"/>	
MPI <input type="checkbox"/>	a. Presencia de línea blanca irregular, deleznable y carcomida..... <input type="checkbox"/> b. Separación de la pared y suela con presencia de fisura..... <input type="checkbox"/> c. Cojera con separación extensiva de la pared..... <input type="checkbox"/>	

ELB: Enfermedad de la línea blanca

MAD: Miembro Anterior Derecho

MAI: Miembro Anterior Izquierdo

MPD: Miembro Posterior Derecho

MPI: Miembro Posterior Izquierdo.

Anexo 3. Número de cascos afectados con ELB

Animal	Número de cascos con ELB	Miembros afectados con ELB			
		MAD	MAI	MPD	MPI
1	2	X	X		
2	1				X
3	4	X	X	X	X
4	4	X	X	X	X
5	2			X	X
6	2			X	X
7	4	X	X	X	X
8	4	X	X	X	X
9	2	X		X	
10	3	X	X	X	
11	2	X	X		
12	2	X			X
13	4	X	X	X	X
14	4	X	X	X	X
15	4	X	X	X	X
16	4	X	X	X	X
17	4	X	X	X	X
18	4	X	X	X	X
19	4	X	X	X	X
20	2	X	X		
21	4	X	X	X	X
22	1			X	
23	3	X	X		X
24	2		X	X	
25	3	X	X	X	

Anexo 3. Número de cascos afectados con ELB (Cont...)

Animal	Número de cascos con ELB	Miembros afectados con ELB			
		MAD	MAI	MPD	MPI
26	4	X	X	X	X
27	2		X	X	
28	4	X	X	X	X
29	4	X	X	X	X
30	4	X	X	X	X
31	2	X	X		
32	2	X	X		
33	2		X	X	
34	3	X	X	X	
35	4	X	X	X	X
36	2	X	X		
37	4	X	X	X	X
38	3	X	X	X	
39	4	X	X	X	X
Total de cascos examinados	<i>n</i> = 156	32	33	30	24
	%	20.51	21.15	19.23	15.39

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

MAD: Miembro Anterior Derecho.

MAI: Miembro Anterior Izquierdo.

MPD: Miembro Posterior Derecho.

MPI: Miembro Posterior Izquierdo.

Anexo 4. Distribución de animales de acuerdo al miembro locomotor afectado

Animal	Miembros afectados con ELB		
	M. Anteriores	M. Posteriores	Anteriores / Posteriores
1	X		
2		X	
3			X
4			X
5		X	
6		X	
7			X
8			X
9			X
10			X
11	X		
12			X
13			X
14			X
15			X
16			X
17			X
18			X
19			X
20	X		
21			X
22		X	
23			X
24			X
25			X
26			X
27			X
28			X
29			X
30			X
31	X		
32	X		
33			X
34			X
35			X
36	X		
37			X
38			X
39			X

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

**Anexo 5. Presentación de ELB de acuerdo al grado de lesión a la observación
clínica**

Animal	Grados de lesión macroscópica		
	Leve	Moderado	L / M
1		X	
2		X	
3	X		
4			X
5	X		
6	X		
7	X		
8	X		
9			X
10			X
11			X
12		X	
13	X		
14	X		
15		X	
16		X	
17		X	
18			X
19			X
20		X	
21		X	
22		X	
23			X
24	X		
25			X
26		X	
27			X
28		X	
29		X	
30	X		
31		X	
32		X	
33			X
34	X		
35		X	
36			X
37		X	
38			X
39			X

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

L / M: animales con lesiones de grado leve y moderado en diferentes cascos.

Anexo 6. Distribución de los cascos examinados de acuerdo al grado de lesión macroscópica.

Animal	Cascos afectados con ELB	Grados de lesión macroscópica		
		Leve	Moderado	Grave
1	MAD		X	
	MAI		X	
2	MPI		X	
3	MAD	X		
	MAI	X		
	MPD	X		
	MPI	X		
4	MAD		X	
	MAI	X		
	MPD	X		
	MPI		X	
5	MPD	X		
	MPI	X		
6	MPD	X		
	MPI	X		
7	MAD	X		
	MAI	X		
	MPD	X		
	MPI	X		
8	MAD	X		
	MAI	X		
	MPD	X		
	MPI	X		
9	MAD	X		
	MPD		X	
10	MAD	X		
	MAI		X	
	MPD	X		
11	MAD		X	
	MAI	X		
12	MAD		X	
	MPI		X	
13	MAD	X		
	MAI	X		
	MPD	X		
	MPI	X		

**Anexo 6. Distribución de los cascos examinados de acuerdo al grado de lesión
macroscópica. (Cont...)**

Animal	Cascos afectados con ELB	Grados de lesión macroscópica		
		Leve	Moderado	Grave
14	MAD	X		
	MAI	X		
	MPD	X		
	MPI	X		
15	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
16	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
17	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
18	MAD	X		
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
19	MAD	X		
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
20	MAD		X	
	MAI		X	
21	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
22	MPD		X	
23	MAD		X	
	MAI	X		
	MPI		X	
24	MAI	X		
	MPD	X		
25	MAD		X	
	MAI	X		
	MPD	X		

**Anexo 6. Distribución de los cascos examinados de acuerdo al grado de lesión
macroscópica. (Cont...)**

Animal	Cascos afectados con ELB	Grados de lesión macroscópica		
		Leve	Moderado	Grave
26	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
27	MAI	X		
	MPD		X	
28	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
29	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
30	MAD	X		
	MAI	X		
	MPD	X		
	MPI	X		
31	MAD		X	
	MAI		X	
32	MAD		X	
	MAI		X	
33	MAI	X		
	MPD		X	
34	MAD	X		
	MAI	X		
	MPD	X		
35	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
36	MAD		X	
	MAI	X		

Anexo 6. Distribución de los cascos examinados de acuerdo al grado de lesión macroscópica. (Cont...)

Animal	Cascos afectados con ELB	Grados de lesión macroscópica		
		Leve	Moderado	Grave
37	MAD		X	
	MAI		X	
	MPD		X	
	MPI		X	
38	MAD		X	
	MAI	X		
	MPD	X		
39	MAD		X	
	MAI	X		
	MPD		X	
	MPI		X	
Total de cascos examinados	<i>n</i> = 156	50	69	
	%	32	44.2	

ELB: Enfermedad de la línea blanca.

MAD: Miembro Anterior Derecho.

MAI: Miembro Anterior Izquierdo.

MPD: Miembro Posterior Derecho.

MPI: Miembro Posterior Izquierdo.

**Anexo 7. Aislamientos micológicos en cascos seleccionados para la evaluación
microbiológica**

Animal	Resultado		Hongo aislado
	Positivo	Negativo	
1	X		<i>Aspergillus terreus</i>
2	X		<i>Aspergillus niger</i>
3	X		<i>Trichophyton tonsurans</i>
4	X		<i>Trichophyton tonsurans</i>
5	X		<i>Scopulariopsis sp.</i>
6	X		<i>Aspergillus flavus</i>
7	X		<i>Aspergillus niger</i>
8	X		<i>Aspergillus fumigatus</i>
9	X		<i>Trichophyton schoenlii</i>
10	X		<i>Trichophyton verrucosum</i>
11	X		<i>Aspergillus flavus</i>
12	X		<i>Aspergillus fumigatus</i>
13	X		<i>Aspergillus fumigatus</i>
14	X		<i>Penicilium sp.</i>
15	X		<i>Aspergillus fumigatus</i>
16		X	
17		X	
18		X	
19		X	
20		X	
21	X		<i>Trichophyton tonsurans</i>
22	X		<i>Aspergillus fumigatus</i>
23	X		<i>Aspergillus fumigatus</i>
24	X		<i>Trichophyton tonsurans</i>
25	X		<i>Rhizopus sp.</i>
26	X		<i>Aspergillus terreus</i>
27	X		<i>Trichophyton tonsurans</i>
28	X		<i>Scopulariopsis sp.</i>
29	X		<i>Aspergillus terreus</i>
30	X		<i>Trichophyton tonsurans</i>
31		X	
32		X	
33		X	
34	X		<i>Aspergillus fumigatus</i>
35		X	
36	X		<i>Penicilium sp.</i>
37		X	
38		X	
39	X		<i>Aspergillus glaucus</i>

**Anexo 8. Microorganismos presentes al examen histopatológico de cascos
seleccionados con ELB**

Animal	Identificación histopatológica		
	Bacterias	Hongos y Bacterias	Ausencia de microorganismos
1			X
2	X		
3			X
4	X		
5			X
6			X
7			X
8			X
9			X
10			X
11			X
12			X
13			X
14			X
15			X
16			X
17			X
18	X		
19			X
20			X
21			X
22			X
23			X
24		X	
25	X		
26			X
27			X
28	X		
29			X
30	X		
31	X		
32			X
33		X	
34		X	
35	X		
36			X
37		X	
38	X		
39			X

ELB: Enfermedad de la línea blanca

Anexo 9. Distribución de los animales empleados de acuerdo al grupo etario.

Grupo Etario		Número de animales	Porcentaje (%)
Designación Nominal	Rango (años)		
I	0 a 2	2	5.13
II	3 a 5	6	15.38
III	6 a 10	22	56.41
IV	11 a más	9	23.08
TOTAL		39	100.00

Anexo 10. Distribución del número de cascos afectados con ELB por grupo etario.

Grupo Etario	Número de cascos afectados	Porcentaje (%)
I (0 - 2 años)	3	2.52
II (3 - 5 años)	20	16.81
III (6 - 10 años)	72	60.5
IV (11a - más)	24	20.17
TOTAL	119	100.00

Anexo 11. Distribución de los animales de acuerdo al miembro locomotor con ELB por grupo etario.

Grupo Etario	Miembro locomotor afectado					
	Miembro anterior		Miembro posterior		MA / MP	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
I (0 - 2 años)	1	16.7	1	25.0	0	0
II (3 - 5 años)	2	33.3	0	0.0	4	13.79
III (6 - 10 años)	2	33.3	2	50.0	18	62.07
IV (11a - más)	1	16.7	1	25.0	7	24.14
TOTAL	6	100.0	4	100.0	29	100.00

MA/MP: La lesión está presente en miembros anteriores y miembros posteriores

n: Número de animales; **%:** Porcentaje.

Anexo 12. Distribución de los animales de acuerdo al grado de lesión macroscópica por grupo etario.

Grupo Etario	Grado de lesión macroscópica					
	Leve		Moderado		L/M	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
I (0 - 2 años)	0	0	2	12.50	0	0.00
II (3 - 5 años)	1	10	3	18.75	2	15.38
III (6 - 10 años)	7	70	8	50.00	7	53.85
IV (11a. - más)	2	20	3	18.75	4	30.77
TOTAL	10	100	16	100.00	13	100.00

L/M: Animales con lesiones de grado leve y moderado en diferentes cascos.

n: Número de animales; **%:** Porcentaje.

Anexo 13. Distribución de los animales de acuerdo a la presencia / ausencia de hongos por grupo etario.

Grupo Etario	Aislamiento Micológico			
	Positivo		Negativo	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
I (0 - 2 años)	2	7.14	0	0
II (3 - 5 años)	2	7.14	4	36.36
III (6 - 10 años)	16	57.14	6	54.54
IV (11a. - más)	8	28.58	1	9.10
TOTAL	28	100.00	11	100.00

n: Número de animales; %: Porcentaje.

Anexo 14. Distribución de aislamientos micológicos de acuerdo al tipo de hongo aislado por grupo etario.

Grupo Etario	Tipo de Microorganismo Aislado			
	Grupo Patógeno		Grupo No Patógeno	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
I (0 - 2 años)	0	0	2	11.11
II (3 a 5 años)	1	10	1	5.56
III (6 a 10 años)	8	80	8	44.44
IV (11a. - más)	1	10	7	38.89
TOTAL	10	100	18	100.00

n: Número de animales; %: Porcentaje.

Anexo 15. Distribución de los animales de acuerdo al grado de lesión microscópica por grupo etario.

Grupo Etario	Grado de lesión microscópica			
	Leve		Moderada	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
I (0 - 2 años)	1	4.76	1	5.56
II (3 a 5 años)	3	14.29	3	16.66
III (6 a 10 años)	13	61.90	9	50.00
IV (11a. - más)	4	19.05	5	27.78
TOTAL	21	100.00	18	100.00

n: Número de animales; %: Porcentaje.

Anexo 16. Anormalidades de la pared del casco encontradas en la examinación física de 306 caballos no deportivos en la Isla del Príncipe Eduardo.

Anormalidades del casco	Tipo de caballo					
	Miniatura		Ligeros		Pesados	
	<i>n</i> = 34	%	<i>n</i> = 221	%	<i>n</i> = 51	%
Rajaduras	0	0	48	21.7	29	56.8
Rompimientos	3	8.8	69	31.2	26	51
Enfermedad de línea blanca (onicomicosis)	0	0	20	9.1	6	11.8
Excesiva longitud	9	26.5	66	29.9	7	13.7

Fuente: Modificado de Christie *et al.*, 2004.

Anexo 17. Patogenicidad de los microorganismos aislados de un caso de enfermedad de la línea blanca

Microorganismos	Patogenicidad para el casco
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Mínimo
<i>Providencia rettgeri</i>	Mínimo
<i>Bacillus subtilis</i>	Mínimo
<i>Staphylococcus</i>	Produce potentes enzimas y toxinas que alteran la sangre y la fibrina encontrada en la pared del casco
<i>Pseudomonas</i>	Produce enzimas que puede romper la colágena
<i>Clostridium difficile</i>	Microorganismo anaerobio productor de esporas, sus poderosas enzimas (proteinasas, colagenasas, fibrinolisisina, lecitinasas y citolisinas) dañan la proteína y la colágena de la pared del casco
<i>Geotrichum sp.</i>	Dañan la pared del casco que ya esta dañada por las enzimas bacterianas.

Fuente: Modificado de Shakalis & Pautienis (1995).

Anexo 18. Contenido nutricional de las dietas previa y posterior y requerimiento nutricionales diarios para caballos adultos de 500 Kg.

	DE (Mcal)	Proteína (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	K (g)	Na (%)
Dieta previa	24.9	1231	68.6	27.6	21.2	171.6	0.05
Dieta posterior	24.9	1231	90.3	40.5	26.7	184.4	0.21
Requerimiento *	24.6	984	30	21	11.3	37.4	0.3

	S (%)	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Se (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Co (mg/Kg)
Dieta previa	0.19	6.6	215	55.9	0.27	20.3	0.18
Dieta posterior	0.17	12.4	202	48.9	0.23	55.6	0.24
Requerimiento *	0.15	10.1	40	40	0.1	40	0.1

Fuente: Modificado de National Research Council, 1998