

Validación del método FAMACHA® para detectar anemia en caprinos lecheros en los valles templados del noroeste argentino

Víctor H. Suárez^{1*}; Manon Fondraz²; Alberto E. Viñabal¹ y Antonio O. Salatin¹

¹ INTA-EEA Salta, CC 228, Cerrillos, 4400, Salta.

² Faculté de Vétérinaire, U. de Toulouse, Toulouse, Francia.

* Correo electrónico: suarez.victor@inta.gob.ar

(Recibido: 12 de febrero de 2014; Aceptado: 29 de diciembre de 2014)

"No existen conflictos de interés"

Palabras claves: validación, FAMACHA®; cabra lechera; nematodos gastrointestinales; noroeste argentino. internacional.

Keywords: validation, FAMACHA®, dairy goat; gastrointestinal nematodes; Northwest of Argentina.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue validar la metodología FAMACHA® para detectar anemia y relacionarla con la infestación de nematodos gastrointestinales en 575 cabras lecheras en la región del noroeste argentino (NOA). En las cabras se registró el color de la conjuntiva ocular junto con la toma de sangre y heces para realizar hematocritos (ht) y conteos de huevos de nematodos (hpg). Las correlaciones, evaluadas mediante el coeficiente de correlación de Spearman, entre los grados FAMACHA® y los ht (-0,51), como entre los grados FAMACHA® y los hpg (0,35) al igual que entre ht y hpg (-0,49) fueron significativas ($P < 0,001$). La sensibilidad (S) del FAMACHA® fue del 100% cuando se usaron los criterios 3, 4 y 5 como positivos, pero la especificidad (E) fue muy baja (13,2%). En cambio, la E fue mayor (84,9%) para los criterios positivos de 4 y 5, pero la S fue menor (61,8%). El valor predictivo positivo (VPP) fue siempre bajo (14,7 a 60,6%). En cambio, el valor predictivo negativo (VPN) siempre fue superior al 85,5%, llegando al 100% al usar los criterios FAMACHA® 3, 4 y 5 como positivos. *Haemonchus* fue el género predominante en la identificación de larvas de nematodos. Estos resultados muestran la utilidad del sistema FAMACHA® para detectar anemia en caprinos lecheros, aunque se requieren más estudios para su incorporación en otros sistemas productivos del NOA.

SUMMARY

Validation of the FAMACHA® method for detecting anaemia in dairy goats in the Northwest temperate valleys of Argentina.

The aim of this study was the validation of the FAMACHA® methodology for detecting anaemia and correlated to gastrointestinal nematode infection in 575 dairy goats from the Northwest (NW) region. The ocular conjunctiva colour was scored and blood and faeces samples were collected for the determination of packed cell volume (PCV) and egg counts (epg). Correlations, assessed by the Spearman correlation coefficient, between FAMACHA® scores and PCV (-0.51) and epg (0.35) and correlation between PCV and epg (-0.49) were highly significant ($P < 0.001$). FAMACHA® sensitivity (S) was 100% when eye scores FAMACHA® 3, 4 y 5 were considered positives, but specificity (Sp) was very low (13.2%). By contrast, Sp was higher (84.9%) when the eye score of 4 and 5 were positive, but sensitivity was low (61.8%). The positive predictive values (PPV) were always low (14.7 to 60.6%) under all criteria. In contrast, negative predictive values (NPV) were always greater than 85.5%, reaching 100% when FAMACHA® positive criteria was 3, 4 and 5. *Haemonchus* was the predominating nematode genera. These results show that the FAMACHA® methodology was a very useful tool to detect anemic risk in dairy goats; however more studies are needed to include this method in other different NW productive systems.

Introducción

Una importante proporción del stock caprino de Salta y Jujuy está destinada a la producción de leche para la venta o el autoconsumo de quesos. Esta actividad se basa en mayor medida en una explotación extensiva de los caprinos, aunque también en menor proporción existen pequeños productores que han adoptado cierta tecnología e insumos con algún grado de intensificación (pasturas,

suplementación) para estar mejor preparados para abastecer al turismo o a los consumidores locales. También han prosperado algunos emprendimientos de tambos donde se ha invertido más capital y que sustentan su producción en un sistema más intensificado. Estos nuevos emprendimientos, basados generalmente en razas lecheras como la Saanen o Anglo Nubian, presentan situaciones no resueltas en lo que hace a su producción primaria, como por

ejemplo graves problemas sanitarios²⁵. Dentro de esta dificultad, las infestaciones debidas a nematodos gastrointestinales (NGI) son una limitante importantísima para la producción de leche caprina, que causa desde perjuicios a la competitividad hasta importante mortandad de animales^{2,22,27}. En estos trabajos, al igual que en el noreste de Córdoba⁶ o Mendoza⁹, *Haemonchus contortus* fue reconocido como la especie más nociva,

aunque hacia el inicio del otoño las cargas de *Trichostrongylus colubriformis* también comprometen seriamente la salud y el rinde lácteo de las cabras²⁷. Las infestaciones en donde predomina *Haemonchus* usualmente se caracterizan por presentar cuadros de anemia severa e hipoproteinemia, con la consecuente pérdida de condición corporal, depresión, disminución de la productividad y, eventualmente, muerte. Debido al peso económico de los nematodos, especialmente de *H. contortus*, en producción caprina, una práctica general adoptada por los productores de leche del país para conservar competitividad ha sido la utilización frecuente de antihelmínticos. Esta práctica, que en principio permitió superar los problemas ocasionados por los NGI, al mismo tiempo facilitó la selección de resistencia antihelmíntica (RA) en los caprinos. La RA en nematodos de los pequeños rumiantes, que ha sido descrita en varios países^{11,15,19,30}, también ha sido observada en cabras de la Argentina, particularmente del noroeste (NOA)^{1,6,26}. La RA en caprinos en el control de los NGI muestra un futuro amenazador para la lechería y producción caprina de los pequeños rumiantes en general. La estrategia de control que predomina en la Argentina, recomendada por los veterinarios y asesores, consiste en la desparasitación de toda la majada a fecha fija y la suma de otros tratamientos antihelmínticos ante la sospecha de síntomas o disminución de la producción. El procedimiento consta de la aplicación de unas tres a cuatro desparasitaciones en el año (con todas las drogas disponibles en el mercado), sin contar en general con un diagnóstico preciso o de conocimientos sobre la epidemiología de las infestaciones parasitarias. Esto, que en principio ha sido altamente eficaz en el control de los NGI, también ha dejado consecuencias, como pasturas sin larvas en “refugio” (población de larvas de NGI que no están sujetas a selección por tratamientos antihelmínticos²⁹) y una aceleración en la aparición de RA. Debido a este último fenómeno, es necesario considerar un cambio paradigmático en cuanto al control de los NGI que apunte a prolongar la vida útil de los antihelmínticos, a la sustentabilidad y a la calidad de los alimentos. Este cambio necesita del desarrollo y la validación de estrategias innovadoras de control con prácticas que contemplan el concepto de “refugio” dentro de un manejo integral de los parásitos y la salud animal con una visión holística de todo el sistema productivo⁷. Un acercamiento en respuesta a esta problemática son los tratamientos selectivos dirigidos solo a

los animales del rebaño que necesitan ser desparasitados¹⁶, como propone el sistema FAMACHA[®]³¹. Este método fue creado y validado en Sudáfrica para detectar anemia y poder controlar así las haemonchosis. La detección de los ovinos anémicos se realiza mediante la revisión de la mucosa ocular junto con la ayuda de una carta guía que relaciona los diferentes grados de color de la mucosa ocular con la posibilidad de padecer anemia. Debido a que en el NOA no solo *Haemonchus contortus* puede estar involucrado en las parasitosis internas, sino que también puede hallarse *Trichostrongylus colubriformis*²⁷ o *Fasciola hepática*³, el sistema FAMACHA[®] necesita ser validado regionalmente para su implementación. Por otro lado, a esta necesidad se le suma el inconveniente de que en caprinos esta técnica no resultó ser tan eficaz como en ovinos³², lo que justificaría aún más la necesidad de su validación en los caprinos del NOA y bajo los patrones epidemiológicos de las NGI en esta región. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue validar la metodología FAMACHA[®] en caprinos lecheros bajo las condiciones de crianza y problemática de los valles templados de altura del NOA.

Materiales y métodos

Datos generales

El estudio se llevó a cabo en caprinos de cuatro tambos (T1, T2, T3 y T4), con un ordeño diario y un manejo alimentario en el que se combinaba el pastoreo intensivo de pasturas implantadas a base de alfalfa y verdeos (avena, rye grass anual y sorgo) con suplementación (maíz o balanceados comerciales) a corral. Las características diferenciales de los tambos están detalladas en la Tabla 1. Todos estos tambos se hallaban en los denominados valles templados de altura (de 750 a 1050 msnm) del NOA, con un régimen de lluvias estivales interrumpido por un período seco, que se prolonga de abril a noviembre. Las precipitaciones presentan un promedio anual de 800 mm y la temperatura media es de 17°C (máximo: 36°C; mínimo: -6°C), con una humedad relativa ambiente de entre 20 y 80%.

Diseño experimental

En cada visita se examinaron entre 40 y 60 animales que estaban identificados individualmente. En promedio se revisaron 41% de cabras en ordeño, 21% de cabras preñadas, 27% de cabrillas de reposición y 11% de machos adultos y jóvenes. El examen comprendió el estado general de cada caprino, raza, edad y color de la mucosa

conjuntiva ocular de acuerdo con la graduación de colores FAMACHA[®]. Las cinco graduaciones registradas por cada animal de la guía FAMACHA[®] fueron: 1 = rojo, sin anemia; 2 = rojo claro, sin anemia; 3 = rosado, casi anémica; 4 = rosada blanquecina, con anemia; 5 = blanco, con anemia severa. El grado de anemia de los animales fue categorizado y acordado por dos de los autores del presente trabajo. Únicamente fueron tratados de urgencia con monepantel (3,75 mg/kg) aquellos animales que presentaban un grado 4 o 5 en su mucosa ocular, y/o que superaban valores de conteos de huevos (hpg) de 3000, y/o que manifestaran sintomatología clínica de gastroenteritis verminosa.

Análisis coprológicos y hematológicos

De cada cabra se tomaron muestras de heces y sangre. Con las heces se realizaron hpg y diferenciación de géneros de nematodos mediante cultivo fecal. Además, se practicó la técnica de Baermann para recuperar larvas de vermes pulmonares de acuerdo con las técnicas descritas por Suárez²³. También se efectuó el diagnóstico de presencia de huevos de *Fasciola hepática* mediante el método de sedimentación-flotación⁵ modificado por Viñabal y Aguirre³³. El propósito de estos análisis fue establecer la presencia de otros parásitos, además de *Haemonchus*, que pudieran tener incidencia en el grado de anemia observado.

A partir de la sangre con heparina, se determinó el hematocrito (ht) de cada cabra. Se diferenciaron otras causas probables de anemia a partir de la inspección clínica y la anamnesis de la majada. Por otro lado, con el fin de descartar los efectos de una hipocupremia sobre el grado de anemia, a partir del suero se establecieron por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer modelo 2380) los valores individuales de cobre (Cu ppm).

Análisis de los datos

A partir del grado de color de la mucosa ocular y del ht de los caprinos de cada tambo, se calculó la sensibilidad (S), especificidad (E), el valor predictivo negativo (VPN) y el valor predictivo positivo (VPP) de la metodología FAMACHA[®]²⁸. Se consideró a un animal como anémico (verdadero positivo) sobre la base de los valores de referencia descriptos por Jain¹⁴, fijando un ht de ≤ 19 como indicador de anemia o de ≤ 22 como indicador cercano a padecer anemia. A partir de estos dos umbrales, se estudió el valor diagnóstico de FAMACHA[®], ya sea considerando los grados 3, 4 y 5,

Tabla 1. Características de los cuatro tambos caprinos y sus majadas donde se llevó a cabo el ensayo

Tambos	Tambo 1 (T1)	Tambo 2 (T2)	Tambo 3 (T3)	Tambo 4 (T4)
Ubicación	Valle de Lerma (Salta)	Valle de Lerma (Salta)	Valle de Los Pericos (Jujuy)	Valle de Lerma (Salta)
N° de cabras muestreadas	103	79	90	303
Biotipos	Saanen (31%), cruza Saanen (61%), cruza A. Nubian (8%)	Anglo Nubian (100%)	Saanen (7%), cruza Saanen (73%), cruza Anglo Nubian (20%)	Saanen (74%), Toggenburg (17%), Alpino (9%)
Época de parición	De fines de abril a agosto	De fines de marzo a octubre	En julio y septiembre	En junio y septiembre
Período de muestreo	Abril a agosto 2011	Abril a agosto 2011	Julio a noviembre 2011	Abril 2011 a marzo 2012

o solo 4 y 5 como indicadores de anemia, y los grados 1 y 2, o 1, 2 y 3 como indicadores de animales sanos no anémicos.

En cada lugar de estudio se analizaron las probables diferencias entre los hematocritos, los hpg y la S y E, época de toma de muestras, edad, raza y estado fisiológico de los animales. Las disparidades entre las variables ht (de distribución normal) y hpg (normalizadas previa transformación logarítmica) fueron estudiadas mediante análisis de varianza y comparación posterior mediante prueba de Tukey, con un nivel de significación de 0,05. La relación existente entre los diferentes grados de FAMACHA®, el ht y los hpg se estimó a través de los coeficientes de correlación de Spearman. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa InfoStat¹⁰.

Resultados

Aunque se recuperaron larvas de diferentes géneros en los coprocultivos de los distintos tambos visitados, el género predominante fue *Haemonchus*. La Tabla 2 muestra los helmintos recuperados de los coprocultivos al igual que los valores de cobre sérico

de los cuatro tambos muestreados. No se registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los valores de cobre sérico de los cuatro tambos, aunque estuvieron por debajo de los valores (0,7 a 1,3 ppm) considerados fisiológicos⁸.

Las medidas de resumen general de los hpg y ht hallados de acuerdo con el grado del índice FAMACHA® observado se presentan en la Tabla 3. Se apreciaron diferencias significativas entre los hematocritos correspondientes a todos los grados de FAMACHA® y entre los logaritmos de hpg de los grados 4 y 5 (Tabla 3).

El porcentaje de tratamientos recomendados de urgencia (verdaderos positivos más falsos positivos) disminuyó del 88,5% (considerando como positivos los grados de 3, 4 y 5) al 28,6% (considerando positivos los grados 4 y 5). Fijando un ht del 19% como umbral de anemia, solo el 14,7% de las cabras hubiera sido correctamente tratado al tomar como criterio de positivos los grados FAMACHA 3, 4 y 5, pero al tomar como positivos los grados FAMACHA 4 y 5, el 30,6% hubiera sido correctamente tratado. Con un umbral menos riguroso de ht ($\leq 22\%$) para considerar anémicos a los caprinos, el 36,2% y el 60,6% de los animales hubieran recibido

una recomendación de tratamiento correcto para índices FAMACHA 3, 4 y 5, o 4 y 5 respectivamente. La S del FAMACHA® fue superior cuando se tomaron como positivos los grados 3, 4 y 5 considerando un ht umbral de 19. En cambio, la E fue mayor al considerar positivos los valores 4 y 5, y un ht de 22 (Tabla 4).

Para todos los criterios, el VPN siempre fue mayor al 85,5% y en el caso de considerar positivos los valores 3, 4 y 5, cercano al 100%. Sin embargo, el alto porcentaje de falsos positivos produjo VPP bajos para todos los criterios.

La S y E entre tambos tomando los grados FAMACHA® 3, 4 y 5, y al $ht \leq 22$ como caso de anemia, se muestran en la Tabla 5. Solo se observa disparidad de valores en el T1, donde se estimó un valor predictivo positivo mucho más bajo que en los demás tambos; y en el T2 y T3, donde respectivamente el 7,5 y el 38,4 % resultaron verdaderos negativos (Tabla 5). Se observaron diferencias significativas tanto en los hpg como entre los ht al tener en cuenta distintas variables, como lugar, época de muestreo, categoría de animal, edad y raza. Las cabras jóvenes de reposición ($P < 0,001$) o las muestras tomadas de fines de verano a mayo

Tabla 2. Porcentaje promedio de los géneros de helmintos recuperados y promedio e intervalo de confianza del cobre sérico de las cabras en estudio

Parámetros	Tambo 1 (T1)	Tambo 2 T2	Tambo 3 (T3)	Tambo 4 (T4)
<i>Haemonchus</i> (%)	69,5	61,5	89,2	39,8
<i>Trichostrongylus</i> (%)	29	31,5	9,7	56
<i>Teladorsagia</i> (%)	1,5	7	1,1	4,2
<i>Fasciola</i>	Pos.	Neg.	Neg.	Neg.
Cobre (ppm)	0,46	0,59	0,52	0,47
Int. Confianza LI (95%)	0,42	0,53	0,46	0,40
LS (95%)	0,49	0,65	0,58	0,53

Tabla 3. Media, desvío estándar y mediana de los hematocritos y conteos de huevos (hpg) según el grado de FAMACHA®

Grado FAMACHA®	n	Hematocrito			hpg		
		Media	DE	Mediana	Media	D.E.	Mediana
1	4	32 a	3,37	30	190 a	290	70
2	62	29,8 b	2,9	30	673 a	748	360
3	344	26,2 c	3,96	26	1477 ab	1633	940
4	142	20,9 d	3,87	21	2615 b	2827	1520
5	23	12,4 e	3,22	12	5827 c	4470	4740

Tabla 4. Sensibilidad, especificidad y valores predictivos negativos y positivos en caprinos usando diferentes criterios de las graduaciones de FAMACHA® y de hematocritos (ht) para considerar positivas las pruebas

Umbral de anemia	Sensibilidad (S)	Especificidad (E)	(S+E)/2	VPN	VPP
Valores FAMACHA® considerados positivos: 3, 4, 5					
Ht ≤ 19	100	13,2	56,6	100	14,7
Ht ≤ 22	99,4	15,6	57,5	98,5	30,6
Valores FAMACHA® considerados positivos: 4, 5					
Ht ≤ 19	77,3	79,6	78,45	95,9	36,3
Ht ≤ 22	61,8	84,9	73,35	85,5	60,6

Tabla 5. Sensibilidad (S), especificidad (E) y valores predictivos negativos (VPN) y positivos (VPP) en caprinos de los diferentes tambos, usando como criterio de positividad los grados 3, 4 y 5 de FAMACHA® y un umbral de ≤ 22 de hematocrito

Tambos y n° de caprinos	S	E	VPN	VPP
T1 (n= 103)	100	19,8	100	14,1
T2 (n= 79)	100	7,5	100	33,8
T3 (n= 90)	84,1	38,4	88,3	30,3
T4 (n= 303)	99	16,1	97,1	36,1
Total (n= 575)	99,4	15,6	98,5	30,6

($P < 0,0001$) tuvieron los hpg más bajos ($P < 0,02$). Los muestreos de junio a septiembre ($P < 0,0002$) y los del tambo T1 ($P < 0,0001$) mostraron los valores más elevados de ht. Los valores entre los porcentajes de S, E, VPP y VPN estimados entre las variables etarias o de la época de muestreo están comprendidos en la Tabla 6.

Las correlaciones generales y de cada tambo en particular observadas entre el grado de color de la conjuntiva ocular (FAMACHA®), el ht y los hpg fueron altamente significativas ($P < 0,001$) y se muestran en la Tabla 7.

Discusión

La composición de la población de nematodos gastrointestinales mostró similares características a las descritas previamente en la región por Suárez y col.²⁷, donde se observa un predominio del género *Haemonchus* y, en segunda instancia, de *Trichostrongylus*. Sin embargo, a diferencia de lo observado en los coprocultivos de las cabras del tambo T4, los porcentajes de recuperación de *Trichostrongylus* en los otros tres tambos fueron inferiores. El T3 difiere en que el predominio de *Haemonchus* fue mayor. El T1 difiere del resto en que a los NGI se les sumó la infestación por *Fasciola hepatica*, trematode que también produce anemia en los animales parasitados.

Al evaluar el grado de anemia determinado por los hematocritos y la eficacia del FAMACHA® para identificar los animales anémicos, se observa que el grado 3 es el que más problemas ocasiona para considerar positivo un animal e indicar un tratamiento. Esto es debido a que el grado 3 presentó en nuestro caso un ht medio de 26,2 con desvíos de 22,2 a 30,1. En cambio, los ht correspondientes a los grados 1 y 2 se ubican dentro de parámetros de ht normales y los grados 4 y 5, dentro

de parámetros con riesgo de anemia. Aunque los índices usados para medir la eficacia de un método diagnóstico incluyen la estimación de S y E²⁸, en el caso del FAMACHA®, debido al peligro de anemia grave seguida de muerte, lograr una mayor S es lo prioritario. Igualmente, tratar erróneamente a los que son falsos positivos implica un gasto extra en antihelmínticos y una chance de reducir la densidad de larvas en refugio²⁹. A pesar de lo expuesto, tratar a los falsos positivos sería menos grave que arriesgarse a perder animales por no tratar a los falsos negativos.

Este criterio se observa al examinar los índices resultantes de usar los grados FAMACHA® 3, 4 y 5, o 4 y 5 como verdaderos positivos. También fue realizado el análisis de dos criterios para clasificar el grado de anemia. Uno tomó al ht de ≤ 19 de acuerdo con las citas para los valores fisiológicos para caprinos (19-38 de ht¹⁴) y el otro, al ht más conservador de ≤ 22 . Este último criterio se tomó debido a que la mayoría de las veces la frecuencia entre una observación y otra a campo de los animales supera el mes, y un animal con ht 19 pastoreando potreros con alta infestación de *Haemonchus* puede en pocos días sufrir un descenso brusco del ht y padecer una anemia severa como ya ha sido advertido previamente en la región^{1, 27}. Es decir que la forma más segura es contemplar un ht de 22 como límite para analizar las posibilidades del sistema de diagnóstico FAMACHA®. En Sudáfrica, Vatta y col.³² observaron a lo largo de dos años en cabras, considerando grados 3, 4 y 5, y un ht 19 como positivos, valores VPP de 14, 9 y 17, es decir, similares a los del presente estudio. A diferencia de lo observado en este trabajo, otros autores¹⁸ apreciaron valores de ht más bajos en ovinos como de 18-22 y de 13-17 para resultados de FAMACHA de grado 3 y 4 respectivamente, y

recomiendan un límite de ht 15 para tratar ovinos. Por otro lado, Kaplan y col. (2004)¹⁵ hallaron, en caprinos en el sur de EE.UU., valores similares a los nuestros y recomiendan tratar con un límite de ht 19. De todos modos, el presente estudio mostró S similares con el uso de un umbral de ht de 19 (S: 100%) o de 22 (S: 99,4%) considerando los grados 3, 4 y 5 como positivos. A diferencia de estos resultados en caprinos, otros autores hallaron 94% de S con un ht de 19 como umbral¹⁵. El uso de los criterios 4 y 5 para considerar anémicos a los animales eleva significativamente los falsos negativos (de 22,7 al 38,9%) poniendo en riesgo la salud de un porcentaje alto de animales. Esto demuestra que para aumentar la precisión diagnóstica de esta metodología (mayor especificidad), habría que elevar la frecuencia de los registros del grado FAMACHA® durante los periodos de mayor riesgo a una revisión por semana o cada dos semanas.

A pesar de que los resultados de la Tabla 4 muestran que un elevado número de animales de toda la majada es tratado incorrectamente por ser falso positivo (61,4 y 75,5 % para los criterios de ht ≤ 22 o ≤ 19), si se hubiera usado el criterio tradicional, es decir, haber tratado a toda la majada, además de haber ejercido mayor presión de selección de resistencia antihelmíntica, se habría tratado un mayor número de cabras falsas positivas (72,7 y 87,0 % para los criterios de ht ≤ 22 o ≤ 19 , respectivamente). En otros casos, como los de Kaplan y col.¹⁵, las cifras son muy parecidas, ya que, de tratar toda la majada, estas llegan al 87,7% de desparasitaciones innecesarias usando un ht de ≤ 19 como valor umbral. En cuanto a las relaciones estimadas entre los parámetros en estudio, solo en el tambo T1 se registró una correlación

Tabla 6. Sensibilidad (S), especificidad (E) y valores predictivos negativos (VP-) y positivos (VP+) de muestras tomadas en diferentes épocas y de cabras de diferentes edades, usando como criterio positivo las graduaciones 3, 4 y 5 de FAMACHA® y ≤ 19 de hematocrito

Períodos y edades	S	E	VPN	VPP
jun-sept	100	16	100	10
oct-ene	100	9	100	14
feb-may	100	8	100	20
< 2 años	100	27	100	29
2 a 4 años	100	13	100	8
4 a 6 años	100	8	100	9
> 6 años	100	4	100	17

Tabla 7. Coeficientes de correlación de Spearman entre el grado de color de la conjuntiva ocular (CCO), el hematocrito (ht) y los conteos de huevos (hpg) de los caprinos muestreados de cada tambo y correlaciones del total de los muestreos realizados en los cuatro tambos

Variables	T1	T2	T3	T4	Total
CCO Ht	-0,5	-0,75	-0,49	-0,51	-0,51
CCO hpg	0,19	0,44	0,4	0,39	0,35
Ht hpg	-0,45	-0,62	-0,51	-0,44	-0,49

mucho más baja entre los grados de color de la conjuntiva ocular y los hpg (Tabla 7); debido probablemente a que la presencia de *Fasciola hepatica* influyó en los hematocritos y en el grado FAMACHA®, independientemente de las cargas de *Haemonchus* y de hpg registrados. En el mismo sentido, al relacionar el hematocrito con el hpg, se observan correlaciones mayores en aquellos tambos, como T2 y T3, donde no hubo presencia de *Fasciola*, ni predominio del género *Trichostrongylus* sobre el género *Haemonchus*. Observaciones previas bajo condiciones experimentales demuestran una buena correlación negativa entre el ht y el número de *Haemonchus* adultos presentes en el cuajo de ovinos¹⁷. Además, en ovinos naturalmente infestados se advirtió una alta correlación entre las cargas de *Haemonchus contortus* y los hpg²³.

Los resultados de E obtenidos de cada tambo muestran a los T1 y T2 con un valor bajo en la detección de los verdaderos negativos. Probablemente, tanto la presencia de *Fasciola* en el T1, como una mala información suministrada sobre los tratamientos antihelmínticos previos en el T2, hayan influido para el elevado número de falsos positivos detectados. Los efectos de los tratamientos antihelmínticos dosificados previamente al diagnóstico FAMACHA® pueden explicarse en parte porque los hpg muchas veces no se relacionan con el grado FAMACHA®. Se observó que con posterioridad a un tratamiento de urgencia, en promedio el ht asciende 6 unidades y el grado FAMACHA® pasa de 4 a 3, luego de 43 días promedio entre el tratamiento y el próximo muestreo, mientras que los hpg quedan cercanos a cero. También, la inmunidad adquirida que

frena la ovipostura de los nematodos o los fenómenos de autocura y eliminación repentina de adultos^{12, 24} provocan que los hpg no se relacionen con el grado de FAMACHA®, ya que mientras que los hpg bajan abruptamente, los ht demoran en restablecer sus valores de normalidad.

Estos resultados también muestran un mayor VPP en los registros de observaciones FAMACHA® provenientes de situaciones donde la abundancia de *Haemonchus* es mayor, como en períodos de fin de verano a mediados de otoño, o en animales menores de dos años (Tabla 6).

Estos resultados contribuyen a conformar una base para la utilización del FAMACHA® en caprinos y tomar las mejores decisiones en cuanto a cuáles serían los animales para desparasitar. Se puede recomendar utilizar el criterio 4-5 en animales en buena condición

física, o durante períodos de bajo riesgo de infestación²⁷, o durante períodos de mayor riesgo, cuando el FAMACHA® pueda ser realizado durante períodos menores a los 10-14 días. Por el contrario, en majadas con animales de pobre condición corporal, o bajo condiciones de alto riesgo de infestación, o con las categorías más susceptibles, el grado 3 debería ser incluido como positivo, y esos animales deberían ser tratados. También se debería considerar tratar con el grado 3 a las cabras adultas alrededor del parto o a las cabras lecheras de alto rinde ya que sus recursos inmunitarios podrían estar deprimidos temporariamente²⁰. Estas recomendaciones corregirían el riesgo de los falsos negativos, pero también reducirían el número de larvas en refugio. En otras regiones donde el período de lluvias no está tan definido como en el NOA, otros autores recomiendan incluir el grado 3 como positivo en caprinos debido a su alta susceptibilidad frente a *Haemonchus*^{13, 15}. Finalmente, se puede agregar que el uso de FAMACHA® trae otras ventajas, como aquella de llevar un mejor registro individual de las cabras de la majada.

Conocer a los animales que necesitan mayor número de tratamientos al año es saber cuáles son menos resistentes frente a los nematodos a la hora de considerar el refugio de animales^{4, 21}.

Conclusiones

Los presentes resultados señalan que la metodología FAMACHA® probada en la región del NOA es de suma utilidad y eficacia relativa para detectar caprinos anémicos y además ejercer un efectivo registro de *H. contortus*. Esto debe ser acompañado de una buena estrategia de control de los NGI que incluya esta metodología selectiva junto con otros tipos de control de manejo basados en los conocimientos epidemiológicos y el asesoramiento veterinario.

A pesar de la presencia de *Fasciola*, del predominio del género *Trichostrongylus* o del bajo nivel de cobre sérico detectado, se puede comentar que no alteraron en gran medida los resultados y la posibilidad de utilización en la región de la metodología FAMACHA®, aunque el diagnóstico del trematode es necesario y recomendable para evitar mayores problemas productivos, al igual que un diagnóstico preciso de la eficacia

de los antihelmínticos.

Además de su aplicación en los sistemas lecheros, el uso del FAMACHA® sería una excelente herramienta en los sistemas de la agricultura familiar, junto con la capacitación de sus futuros usuarios, asesores veterinarios y un mayor conocimiento de la epidemiología de los nematodos gastrointestinales. Estas conclusiones alientan a profundizar aspectos que aporten a un mejor uso de la metodología FAMACHA® bajo diferentes condiciones de manejo, para proponer su inclusión en distintas prácticas de control que retarden la aparición de resistencia, y también profundizar su validación en otros sistemas productivos del NOA, como en la región chaqueña semiárida o en los valles y quebradas áridas.

Agradecimientos

Se agradece a los productores Juan Pederiva, Carlos Lewis e Ismael Ortega por permitirnos realizar el estudio en sus majadas, y a la Ing. Agr. Marcela Martínez y al señor José Alfaro por su colaboración en todas las tareas realizadas en el tambo del INTA Salta.

Bibliografía

- Aguirre DH, Cafrune MM, Viñabal AE, Salatin AO.** Mortalidad por nematodiasis asociada a la ineficacia del albendazole en cabras lecheras del valle de Lerma (Salta). Rev Arg Prod Anim 2000; 20: 341-343.
- Aguirre DH, Cafrune MM, Viñabal AE, Salatin AO.** Aspectos epidemiológicos y terapéuticos de la nematodiasis gastrointestinal caprina en un área subtropical de la Argentina. RIA 2002; 31: 25-40.
- Aguirre DH, Cafrune MM, Salatin AO, Abeyá A.** Fasciolosis clínica en cabras de Metán (Salta, Argentina) Rev FAVE Sec Cs Vet (UNL) 2005; 4: 17-21.
- Albers GAA, Gray GD.** Breeding for worm resistance: A perspective. Int J Parasitol 1987; 17: 559-566.
- Alzieu JP, Mage C.** La fasciolose bovine. Pathogénie, épidémiologie, thérapeutique. Bull GTV 1991; 6: 59-71.
- Anziani OS, Caffè G, Cooper L, Caparros J, Mohn C, Aguilar S.** Parásitos internos y caprinos de leche. Parte 2. Estudios sobre la resistencia de los nematodos gastrointestinales a los antihelmínticos. Proyecto lechero Ficha Técnica N° 15. Diciembre 2010; Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/ficha-tecnica-15-estudios-sobre-la-resistencia-de-los-nematodos-gastrointestinales-a-los-antihelminticos>.
- Bath GF.** Practical implementation of holistic internal parasite management in sheep. Small Rumin Res 2006; 62: 13-18.
- Boehringer Mannheim.** Laboratory testing in Veterinary Medicine. Diagnosis and clinical monitoring. GmbH Diagnostica 1979; 130 p.
- Dayenoff P, Carrizo H, Bolaño M, Caceres R.** Propuesta para el control de algunas parasitosis en el ganado caprino y su efecto en la productividad de la majada. Rev Arg Prod Anim 1996; 16: 83.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW.** InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina 2008.
- Echevarria F, Borba MF, Pinheiro AC, Waller PJ, Hansen JW.** The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in southern Latin America: Brazil. Vet Parasitol 1996; 62: 199-206.
- Gordon, HMCL.** Epidemiology and control of gastrointestinal nematodes of ruminants. Adv Vet Sci Comp Med 1973; 17: 395-437.
- Hoste H, Sotiraki S, Landau SY, Jackson F, Beveridge I.** Goat-nematode interactions: think differently. Trends Parasitol 2010; 26: 376-380.
- Jain NC.** Schalm's Veterinary Hematology. Eds Schalm O.W., Jain N.C., 4th Edition, Lea and Febiger, Philadelphia, PA; 1986; 1221 p.
- Kaplan RM, Burke JM, Terrill TH, Miller JE, Getz WR, Mobini S et al.** Validation of the FAMACHA® eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. Vet Parasitol 2004; 123: 105-120.

- 16. Kenyon F, Greer AW, Coles GC, Cringoli G, Papadopoulos E, Cabaret J et al.** The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Vet Parasitol* 2009; 164: 3-11.
- 17. Le Jambre LF.** Relation of blood loss to worm numbers, biomass and egg production in *Haemonchus* infected sheep. *Int J Parasitol* 1995; 3: 269-273.
- 18. Malan FS, Van Wyk JA, Wessels C.** Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials. *Onderstepoort J Vet Res* 2001; 68: 165-174.
- 19. Mortensen LL, Williamson LH, Terrill TH, Kircher R, Larsen M, Kaplan RM.** Evaluation of prevalence and clinical implications of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of goats. *J Am Vet Med Assoc* 2003; 23: 495-500.
- 20. Rahman WA, Collins GH.** An association of faecal egg counts and prolactin concentrations in sera of periparturient Angora goats. *Vet Parasitol* 1992; 43: 85-91.
- 21. Riley DG, Van Wyk JA.** Genetic parameters for FAMACHA-score and related traits for host resistance/resilience and production at differing severities of worm challenge in a Merino flock in South Africa. *Vet Parasitol* 2009; 164: 44-52.
- 22. Rossanigo CE, Frigerio K.** Epidemiology and effects of nematode infections on the production of Criolla goats. *Proceedings 7° International Conference on Goats 2000*; tome II, Tours, Francia, p. 802-805.
- 23. Suarez VH.** Diagnóstico de las parasitosis internas de los rumiantes en la región de invernada. *Técnicas e Interpretación. Bol. Divulgación Técnica (INTA-Anguil)* 1997; 56: 50 p.
- 24. Suarez VH, Busetti MR.** Epidemiology of helminth infections of growing sheep in Argentina's western pampas. *Int J Parasitol* 1995; 25: 489-494.
- 25. Suarez VH, Maizon D.** Sistemas caprinos del NOA. Propuesta de mejora caprina lechera En: Taverna M, Comeron EA, Suarez VH, editores. Programa de Ámbito Nacional Leche. Producción técnica-científica de Proyecto Cartera 2006-2009 / 2010-2012. Producciones INTA, Argentina 2012; p. 787-789.
- 26. Suarez VH, Almudevar F, Fondraz M, Viñabal AE.** Eficacia del monepantel en caprinos lecheros en los valles templados del Noroeste Argentino. En: Taverna M, Comeron EA, Suarez VH (eds). Programa de Ámbito Nacional Leche. Producción técnica-científica de Proyecto Cartera 2006-2009/ 2010-2012. Producciones INTA, Argentina 2012; p. 834-835.
- 27. Suarez VH, Fondraz M, Viñabal AE, Martínez GM, Salatin AO.** Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en caprinos lecheros en los valles templados del NOA, Argentina. *RIA* 2013; 39: 191-197.
- 28. Thrusfield M.** *Epidemiología Veterinaria.* Editorial Acribia SA, Zaragoza 1990; 339 p.
- 29. Van Wyk JA.** Refugia: overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort J Vet Res* 2001; 68: 55-67.
- 30. Van Wyk JA, Stenson MO, Van der Merwe JS, Vorster RJ, Viljoen PG.** Anthelmintic resistance in South Africa: surveys indicate an extremely serious situation in sheep and goat farming. *Onderstepoort J Vet Res* 1999; 66: 273-284.
- 31. Van Wyk JA, Hoste H, Kaplan RM, Besier RB.** Targeted selective treatment for worm management – How do we sell rational programs to farmers? *Vet Parasitol* 2006; 139: 336-346.
- 32. Vatta AF, Letty BA, Van der Linde MJ, Van Wijk EF, Hansen JW, Krecek RC.** Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using an eye colour chart developed for sheep. *Vet Parasitol* 2001; 99: 1-14.
- 33. Viñabal AE, Aguirre DH.** Modificación de una técnica coprológica para el diagnóstico de *Fasciola hepática*. *Memorias de 8va Reunión AAVLD, Corrientes, Argentina*; 1992, p. 64.