

FAMACHA© como herramienta para detectar anemia en cabras de carne en Puerto Rico^{1,2}

Amanda Acero-Camelo³, Elide Valencia^{4*}, Abner A. Rodríguez⁵ y Paul F. Randel⁶

J. Agric. Univ. P.R. 93(1-2):61-68 (2009)

RESUMEN

El sistema FAMACHA©, que relaciona la coloración de la conjuntiva del ojo con el estado anémico ocasionado por el parásito *Haemonchus contortus*, fue desarrollado en Sudáfrica para detectar anemia causada por nematodos gastrointestinales (*Haemonchus contortus*) en ovinos y ha sido validado para uso con caprinos en Sudáfrica y en el sur de los Estados Unidos, pero en Puerto Rico hay pocos datos verificativos. El objetivo de este estudio fue validar el sistema FAMACHA© para detectar anemia en caprinos en hatos locales. Los criterios usados para diagnosticar anemia y aplicar tratamiento antihelmíntico fueron el índice FAMACHA© en valor de 4 ó 5 y nivel de hematocrito $\leq 19\%$. Se determinó la sensibilidad del método, la especificidad, y la capacidad para predecir correctamente un valor negativo y para predecir un valor positivo. Se determinó la relación entre el índice FAMACHA© y el hematocrito y entre el recuento fecal de huevos de nematodos gastrointestinales (NGI) y el hematocrito mediante el coeficiente de correlación de Pearson. La sensibilidad fue de 100% y la especificidad de 73.5%. Aunque hubo 22.5% de falsos positivos y 15% de verdaderos positivos, no hubo ningún falso negativo. Estos resultados indican que todos los animales anémicos fueron tratados. El valor predictivo de un negativo fue de 100% y de un valor positivo fue de 62.5%. Fueron significativas las correlaciones entre el índice FAMACHA© y el nivel de hematocrito ($p = 0.0028$), y entre el recuento de huevos de NGI y el nivel de hematocrito ($p = 0.0128$), siendo los respectivos coeficientes de correlación -0.46 y -0.39. Se concluye que el sistema FAMACHA© es una herramienta útil para determinar anemia en cabras bajo las condiciones locales.

Palabras clave: FAMACHA, nematodos gastrointestinales, caprinos

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 11 de diciembre de 2007.

²Esta investigación se realizó con fondos del proyecto T-STAR 105 y SARE 189.

³Ex-estudiante graduado, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Programa de Agronomía y Suelos, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez.

⁴Catedrático, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Programa de Agronomía y Suelos, Box 9000, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, PR 00681. *Autor para correspondencia. Tel.: 787-265-3851. E-mail: elideval@uprm.edu

⁵Catedrático, Departamento de Industria Pecuaria, Box 9000, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez.

⁶Catedrático, Departamento de Industria Pecuaria, HC-02 Box 11656, Subestación de Lajas, Universidad de Puerto Rico, Lajas, PR 00667-9801.

ABSTRACT

FAMACHA© as a tool to detect anemia in meat goats in Puerto Rico.

In the FAMACHA© system the ocular mucous membranes of sheep and goats are classified by comparison with a laminated color chart bearing pictures of sheep conjunctivae classified into five categories, ranging from the normal red, through pink to practically white in severe anemia. This system was developed in South Africa to detect anemia in sheep caused by gastrointestinal parasites (*Haemonchus contortus*), and it has been validated for use in goats in South Africa and the southeastern United States, but in Puerto Rico there are few confirmatory data available. The objective of this study was to validate the FAMACHA system for detecting anemia in goats under Puerto Rican conditions. The criteria used to diagnose anemia and apply antihelmintic treatment were eye score values of 4 and 5 and packed cell volume (PCV) value ≤ 19 . Sensitivity, specificity, and both negative and positive predictive values were determined. The relations between FAMACHA© score and PCV and between fecal egg count (FEC) and PCV were determined by using Pearson correlation coefficients. Sensitivity was found to be 100%; specificity, 73.5%. There was 22.5% of false positive results and 15% of true positives, but there was no false negative. This finding indicates that all anemic animals received treatment. Predictive value of a negative result was 100% and of a positive was 62.5%. Significant correlations were found between PCV and FAMACHA© score ($p = 0.0028$) and between PCV and FEC ($p = 0.0128$), the respective correlation coefficients being -0.46 and -0.39. It is concluded that FAMACHA is a useful tool for determining anemia in goats under local conditions.

Key words: FAMACHA, gastrointestinal nematodes, goats

INTRODUCCIÓN

El problema de resistencia a los antihelmínticos por parte de los nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes y las tendencias del mercado hacia alimentos orgánicos para consumo humano hacen necesaria la búsqueda de alternativas sostenibles y efectivas para el control de parásitos internos. Estas alternativas incluyen el manejo adecuado de las pasturas, el favorecer poblaciones refugio de parásitos (parásitos no expuestos a antihelmínticos) en las praderas y la suplementación con leguminosas con contenidos moderados de taninos (Waller, 2002). Un mecanismo importante para disminuir la resistencia a los antihelmínticos por parte de los nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes es el mantenimiento de la población refugio, por la que se entiende aquella que no ha sido expuesta a los antihelmínticos y por ello carece de información genética de resistencia (Van Wyk, 2001). Este mecanismo es posible si se desparasita sólo a los animales que lo requieren y se dejan sin tratar a los más resistentes que no presentan signos de anemia. En este sentido el método FAMACHA©, que relaciona la coloración de la conjuntiva del ojo con el estado anémico ocasionado por el parásito *Haemonchus contortus*, resulta una herramienta útil, sencilla y económica para clasificar estos grupos de animales en las fincas.

El método FAMACHA© fue creado en África para diagnósticos en ovejas y allí se ha validado para uso en ovejas y cabras. Más recientemente ha sido validado también en el sureste de los Estados Unidos y las Islas Vírgenes (Kaplan et al., 2004). En Puerto Rico se realizó un estudio preliminar de validación (Burke et al., 2006) en el cual los propios productores evaluaron a sus animales previo entrenamiento. Los resultados indicaron que el método FAMACHA© sirvió para identificar los animales que debían de tratarse, disminuyendo de esta manera la cantidad de animales expuestos a los antihelmínticos.

Teniendo en cuenta que los datos verificativos obtenidos en Puerto Rico son pocos y que se han encontrado correlaciones entre el hematocrito y el índice FAMACHA© menores en cabras que en ovejas, se decidió validar este método con información obtenida en un experimento de suplementación de cabras en pastoreo con la leguminosa *Calliandra calothyrsus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos para determinar el índice FAMACHA©, recuento fecal de huevos de nematodos y el nivel de hematocrito no se hicieron simultáneamente en el experimento de suplementación del cual se tomó la información, por lo que se seleccionaron cinco períodos en que las fechas de los muestreos coincidieron o estuvieron muy cercanas para realizar la validación. En total se obtuvieron 40 mediciones o diagnósticos provenientes de un grupo de ocho cabros destetados con peso promedio de 11.3 kg.

Se desarrolló una tabla de frecuencias para estimar la sensibilidad del método y especificidad del sistema FAMACHA©, su capacidad para predecir un valor de anemia negativo y uno positivo para las condiciones del experimento. Para hacer esta determinación, se comparó los resultados de la evaluación con la tarjeta FAMACHA© y los resultados del hematocrito (Vatta et al., 2001). Para la validación se consideró anémico un animal con hematocrito inferior al 19%, por lo tanto, un falso positivo fue aquel con los índices 3 ó 4 y nivel de hematocrito superior a 19%; un falso negativo fue aquél con índice 2 y nivel de hematocrito inferior a 19%; un verdadero positivo aquél con índice 4 y nivel de hematocrito inferior a 19%, y un verdadero negativo aquél que estuvo en los índices 2 y 3 con nivel de hematocrito superior a 19%. Se calcularon los criterios evaluativos mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Sensibilidad} = \left(\frac{TP}{TP + FN} \right) \times 100$$

$$\text{Especificidad} = \left(\frac{TN}{FP + TN} \right) \times 100$$

$$\text{Valor para predecir un negativo} = \left(\frac{TN}{FN + TN} \right) \times 100$$

$$\text{Valor para predecir un positivo} = \left(\frac{TP}{TP + FP} \right) \times 100$$

donde:

TP = Total positivos

TN = Total negativos

FP = Falsos positivos

FN = Falsos negativos

La sensibilidad es el criterio más importante a tener en cuenta (Kaplan et al., 2004). Este criterio está relacionado con la cantidad de animales anémicos diagnosticados erróneamente como sanos, que por consiguiente dejan de ser tratados con antihelmíntico. La especificidad está relacionada con la cantidad de animales diagnosticados erróneamente como anémicos, es decir, aquellos tratados con antihelmíntico sin necesitarlo.

Se determinó el coeficiente de correlación simple de Pearson entre el nivel de hematocrito y las variables índice FAMACHA[®] y recuento de huevos de NGI, usando el procedimiento PROC CORR del programa estadístico SAS/STAT 9.1 (SAS Institute Inc., 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las medias de hematocrito obtenidas y los correspondientes índices de FAMACHA[®]. Se observa que dichas medias se encuentran por encima de lo esperado para los índices FAMACHA[®] 3 y 4. Para el índice 3 se esperarían niveles de hematocrito cercanos al 19% y para el índice 4 valores inferiores al 19%. Este resultado podría deberse a la variación entre animales, con algunos más susceptibles empezando a mostrar signos de anemia con hematocrito aún un poco superior a 19%. Para los índices 1 y 5 no se tuvo diagnóstico y para el índice 2 sólo un valor, por lo cual no se pudo medir la eficacia del sistema FAMACHA[®] en su totalidad; sólo se hizo un estudio de validación parcial correspondiente a los índices 3 y 4. Sin embargo, es importante resaltar que son estos dos niveles los que definen la línea divisora del estado de anemia de los animales.

CUADRO 1.—Frecuencias del índice FAMACHA© y medias de hematocrito correspondientes.

Índice FAMACHA©	n ¹	Valor de Hematocrito (%)	
		Media	E.S. ²
1	0	—	—
2	1	29	—
3	24	28.1	0.8
4	15	22.7	1.63
5	0	—	—
Total	40	—	—

¹N = Número de diagnósticos en cada índice.

²E.S. = Error estándar.

En la Figura 1 se presenta la distribución de los datos correspondientes a niveles de hematocrito en los índices 3 y 4 de FAMACHA©. Esta figura muestra cómo varios animales fueron diagnosticados anémicos a pesar de tener hematocrito superior al 19% (falsos positivos), mientras que todos los animales diagnosticados como no anémicos en el índice 3 tuvieron hematocrito superior al 19% (verdaderos negativos).

A partir de las frecuencias presentadas en el Cuadro 2, que comparan los resultados del índice FAMACHA© con el hematocrito, se calculó que para las condiciones del experimento (n = 40), el método FAMACHA© tuvo 100% de sensibilidad y 73.5% de especificidad para predecir anemia en caprinos. Además, se obtuvo un valor predictivo de un negativo del 100% y un valor predictivo de un positivo de 62.5%.

El análisis de correlación simple de Pearson mostró que en este conjunto de datos existe una relación significativa entre el hematocrito y el índice FAMACHA© (p = 0.0028) y entre el hematocrito y el recuento de huevos de nematodos gastrointestinales (p = 0.0128). La relación fue negativa en ambos casos, con respectivos coeficientes (r) de -0.46 y -0.39.

La validación parcial del método FAMACHA© realizada bajo las condiciones del presente experimento mostró que este método es confiable para detectar anemia en caprinos. Los datos de sensibilidad (100%) y especificidad (73.5%) fueron mayores a los obtenidos por Kaplan et al. (2004) cuando validaron este método para uso en el sureste de los Estados Unidos y las Islas Vírgenes Americanas. En aquel estudio se encontraron valores de sensibilidad de 93.9% y especificidad de 35.5% en caprinos con índices de 3, 4 y 5. En el presente estudio el método mostró cierta imprecisión al arrojar algunos falsos positivos, es decir, animales en nivel 4 con hematocrito superior a 19%. Sin embargo, lo más importante es que no hubo ningún falso negativo. Es decir que, aunque se tra-

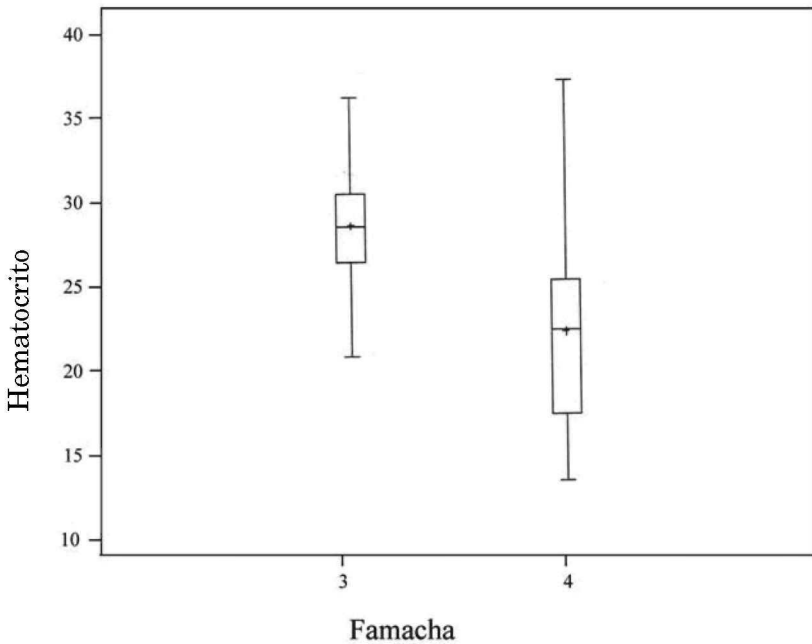


FIGURA 1. Valores de hematocrito correspondientes a los índices 3 y 4 de FAMACHA® observados en cabros en pastoreo y suplementados con CF (*Calliandra Fresca*) y HG (*Heno de Gramínea*).

ten algunos animales que no lo necesiten, no se corre el riesgo de dejar de tratar animales que sí lo requieren. Por otro lado, Kaplan et al. (2004) han recomendado dejar de tratar sólo los caprinos que estén en los índices 1 y 2 y tratar los demás. En este caso, animales con valores de hematocrito superiores pero cercanos a 19% serían tratados.

Burke et al. (2006) realizaron un estudio en el que los productores entrenados por los investigadores determinaron el índice FAMACHA® en sus animales. En esta oportunidad participaron productores de Puerto Rico. Se utilizaron dos valores críticos para diagnosticar anemia, el método conservador que toma como valor crítico el hematocrito en 19%; y otro menos conservador que fija el valor crítico en 15%. En aquel estudio no encontraron diferencias entre los dos valores críticos utilizados en la proporción de falsos negativos, siendo la proporción inferior al 10% con ambos valores. Además, se compararon los resultados obtenidos al considerar como anémicos aquellos animales con índice

CUADRO 2.—Frecuencias del índice FAMACHA© respecto al valor de hematocrito, considerando animales anémicos con hematocrito <19% y no anémicos con hematocrito ≥19%.

Índice FAMACHA©	Hematocrito <19%	Hematocrito ≥19%
Positivo (4, 5)	VP = 6	FP = 9
Negativo (1, 2, 3)	FN = 0	VN = 25

VP = Verdadero positivo, FN = Falso negativo, FP = Falso positivo, VN = Verdadero negativo.

n = 40 diagnósticos.

FAMACHA© 4 y 5 versus índices 3, 4 y 5, encontrando que la proporción de cabras correctamente diagnosticadas y tratadas fue mayor (87% vs. 65%) al considerar como positivos a anemia los índices 4 y 5. En el presente estudio no se obtuvieron falsos negativos al usar como criterios positivos a anemia los índices FAMACHA© 4 y 5 y el valor de hematocrito más conservador (19%). La media del hematocrito de los animales en índice 4 (22.7%) estuvo por encima de este valor (Cuadro 1), lo cual confirma la alta sensibilidad del sistema FAMACHA©.

Los presentes resultados referentes al análisis de correlación también coincidieron con los obtenidos por Kaplan et al. (2004), al arrojar una correlación simple inversa y significativa entre el nivel de hematocrito y el índice FAMACHA© y entre el hematocrito y el recuento de huevos de NGI en las heces fecales. Los respectivos coeficientes fueron $r = -0.30$ y -0.50 . En el presente estudio se obtuvo una correlación más alta entre el nivel de hematocrito y FAMACHA© (-0.46), pero más baja entre hematocrito y recuento de huevos de nematodos gastrointestinales (-0.39).

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio el método FAMACHA© se puede considerar como una herramienta que permite distinguir en las fincas entre los animales que se han de tratar y los que no se han de tratar con antihelmínticos. Con esta práctica se espera lograr mantener la población refugio de nematodos que diluye la resistencia de los parásitos a los antihelmínticos.

LITERATURA CITADA

- Burke, M., R. M. Kaplan, J. E. Miller, T. H. Terrill, W. R. Getz, S. Mobini, E. Valencia, M. J. Williams, L. H. Williamson y A. F. Vatta, 2007. Accuracy of the FAMACHA system for on-farm use by sheep and goat producers in the southeastern United States. *Vet. Parasitol* 147: 89-95
- Kaplan, R. M., J. M. Burke, T. H. Terrill, J. E. Miller, W. R. Getz, S. Mobini, E. Valencia, M. J. Williams, L. H. Williamson, M. Larsen y A. F. Vatta, 2004. Validation of the FAMACHA© eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. *Vet. Parasito.* 123:105-120.

- SAS Institute Inc, 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Van Wyk, J. A., 2001. Refugia: overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. Onderstepoort *J. Vet. Res.* 68:55-67.
- Vatta, A. F., B. A. Letty, M. J. van der Linde, E. F. van Wijk, J. W. Hansen y R. C. Krecek, 2001. Testing for clinical anemia caused by *Haemonchus contortus* in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using an eye color chart developed for sheep. *Vet. Parasitol.* 99:1-14.
- Waller, P. J., 2002. Global perspectives on nematode parasite control in ruminant livestock: the need to adopt alternatives to chemotherapy, with emphasis on biological control. Biological control of nematode parasites of small ruminants in Asia. Final Proceedings of FAO Technical Co-operation Project in Malaysia TCP/MAL/0065 (T).