

PROPUESTA DE UN ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO. SU APLICACIÓN A LA PRODUCCIÓN OVINA

Forquera JC.¹, Aisen EG.², López Armengol MF.³

¹Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola y Laboratorio de Teriogenología, Facultad de Ciencias Agrarias, U. N. Comahue, ruta nacional 151, km 12,5, Cinco Saltos, Río Negro. Tel.: (0299-4980005), jcforque@gmail.com

²Laboratorio de Teriogenología, Facultad de Ciencias Agrarias, IDEPA, U. N. Comahue-CONICET, ruta nacional 151, km 12,5, Cinco Saltos, Río Negro. (0299-4980005), eduardoaisen@hotmail.com

³Laboratorio de Teriogenología, Facultad de Ciencias Agrarias, IDEPA, U. N. Comahue-CONICET, ruta nacional 151, km 12,5, Cinco Saltos, Río Negro. (0299-4980005) m.lopezarmengol@conicet.gov.ar

Condiciones climáticas desfavorables limitan la producción vegetal y animal. Se han descrito alteraciones en bovinos debidas al estrés por calor evaluado por un Índice de Temperatura y Humedad ambiente (ITH). Este trabajo tiene por objetivos proponer un índice de evaluación de estrés térmico que incorpora al tiempo en que la temperatura se mantiene igual o superior a un valor límite de bienestar y al porcentaje mínimo de humedad ambiente (Índice de Temperatura-Tiempo-Humedad, ITTH), aplicarlo a ovinos y compararlo con el ITH.

A partir de registros diarios del termohigrógrafo (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Comahue, Cinco Saltos, Río Negro), se computaron las horas de temperaturas superiores a 28° C durante los meses de diciembre a marzo de 2003, 2009 y 2010. Se obtuvo semen a partir de carneros estabulados en corrales del Laboratorio de Teriogenología. Valores de volumen y motilidad en masa microscópica se promediaron en cada extracción. La correlación entre variables evidencia resultados diferentes según sea año de rango de temperatura-tiempo-humedad intermedio (2003) o extremos (2010 y 2009). ITTH e ITH resultan aproximadamente iguales en condiciones de temperatura y humedad no altas (2003 y 2010) pero ITTH funciona diferente cuando temperatura-tiempo-humedad son particularmente elevadas (2009).

Introducción

La caracterización higrotérmica del aire, además del confort humano, permite conocer las condiciones en que se desarrollan la producción vegetal y animal, siendo posible determinar la frecuencia, duración y momentos de situaciones desfavorables que puedan resultar limitantes para esta actividad.

Numerosos trabajos de investigación sobre la temática han sido desarrollados, tales como los de Hann (1969), Mc Dowell et al. (1979), García-Ispierto et al. (2006) los cuales determinaron alteraciones en bovinos (particularmente en la producción de leche), debidas al estrés por calor evaluado por un Índice de Temperatura y Humedad ambiente (ITH).

Por otra parte, en los vegetales, con temperaturas del aire superiores a los 30- 40° C, los estomas se cierran, la fotosíntesis se inhibe y la respiración se realiza a velocidades muy altas. Esta temática sigue ocupando a innumerables científicos para optimizar el manejo de cultivos en condiciones ambientales adversas, De Devlin (1982).

A fines del siglo XXI se realizaron proyecciones del comportamiento climático para el sudeste de Sudamérica, sobre la base de los modelos HadCM3 (Hadley Centre), GFDL (World Climate Research Programme's) y SRES A2 (escenario futuro). En este sentido, Müller et al. (2007a, b) predicen reducción en la frecuencia de pasajes de frentes fríos, que, asociada a la continentalidad, provocarían grandes cambios en la amplitud de la temperatura a nivel diario.

Los índices de estrés, como el ITH, no incorporan al tiempo que transcurre con una temperatura alta como factor que pueda afectar a la productividad, y trabajan con la humedad relativa media.

Entre los factores que afectan la producción espermática en ovinos (raza, edad, fotoperíodo, nutrición) la temperatura ambiente es uno de los principales. Temperaturas medias elevadas (> 27° C) pueden disminuir la calidad del semen en el ovino (Aisen, 2004).

Es importante considerar el tiempo al que está expuesto un individuo a determinadas condiciones de temperatura y humedad.

Este trabajo tiene por objetivos: a) proponer un índice de evaluación de estrés térmico que incorpora al tiempo en que la temperatura se mantiene igual ó superior a un valor límite de bienestar, que está condicionado por el porcentaje mínimo de humedad ambiente (Índice de Temperatura-Tiempo-Humedad, ITTH); b) ejemplificar su uso como indicador de estrés térmico en ovinos Merino, al correlacionarlo con dos paráme-

tros de evaluación de calidad de semen (volumen y motilidad en masa microscópica) durante los meses de febrero y marzo de los años 2003, 2009 y 2010 y analizarlo comparativamente con el índice propuesto por Mc Dowell et al. (1979); García-Ispuerto et al. (2006).

Materiales y Métodos

Los datos meteorológicos se recopilaron de los registros diarios del termohigrógrafo ubicado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue, en un abrigo meteorológico, tipo "B", localizado a 1,50 metros de altura (latitud 38° 51' S, longitud 68° 04' O, altura 281 msnm), inserta en el Valle del Río Neuquén y rodeada de la meseta árida Patagónica.

La búsqueda de temperaturas superiores a 28° C (que pueden afectar la calidad del semen) se realizó en cada día de los cuatro meses elegidos, diciembre, enero, febrero y marzo de 2003, 2009 y 2010. Se registró la hora en que se alcanzó dicha temperatura y también el momento en que descendió respecto del valor indicado. Se identificó la temperatura máxima alcanzada en ese día y la hora en que se registró, dato que en general coincidió con la mínima humedad relativa en porcentaje, cuyo valor también fue incorporado.

Índice de Estrés Propuesto

$$ITTH = \log Hx(TMx-28)/2xHMn$$

H= horas y décimas con temperatura >28° C

TMx= temperatura máxima, día, (° C).

HMn= humedad relativa mínima, día, (%)

Índice de Mc Dowell et al. (1979); García-Ispuerto et al. (2006)

$$ITH = (0,8xT)+(HR/100)x(T-14,4)+46,4$$

T= temperatura media máxima del día (° C)

HR= humedad relativa media del día (%)

El semen se obtuvo a partir de carneros (número variable entre 1 y 8) estabulados en los corrales del Laboratorio de Teriogenología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la (U. N. Comahue), ubicados en Cinco Saltos, Río Negro. El semen fue extraído por medio de vagina artificial. Los valores de volumen y motilidad en masa microscópica fueron promediados para cada día de extracción en los meses de febrero y marzo del 2003, 2009 y 2010. Al comparar estos meses se intentó reducir el efecto del fotoperíodo que regula el proceso espermatogénico.

Como fecha probable de inicio de la espermatogénesis (fesp) se consideró 52 días antes de la fecha de extracción (lapso que transcurre entre que la espermatogonía A se divide hasta que se produce la liberación de los espermatozoides) (Fernández Abella, 1993).

El ITH y el ITTH para cada fecha de extracción es el promedio de los valores de los índices respectivos para cada día desde la fesp hasta el día de extracción.

El ITH para cada año resulta del promedio de T y de HR de los meses de enero y febrero. El ITTH para cada año resulta del promedio de la TMx, de la H y de la HMn de los meses de enero y febrero.

El volumen (V) se midió directamente en el tubo colector graduado (desestimando la espuma).

La motilidad en masa microscópica (MM), se evaluó a través de la cantidad y calidad del movimiento espermático (valoración subjetiva de 0 a 5 puntos). Para su medición, se colocó una gota de semen puro (sin diluir) en un portaobjetos limpio y templado a 37° C. Se observaron las ondas características en el borde de la gota, sin cubreobjetos (40 x).

El procesamiento estadístico aplicado, fue el cálculo de matrices de correlación entre las variables: volumen (V), motilidad en masa microscópica (MM), ITH, ITTH para cada uno de los años analizados.

Resultados

Del promedio de la información diaria para los años 2003, 2009 y 2010, se obtuvieron las tablas: 1, 2 y 3 respectivamente. En ellas se detalla: fecha de extracción del semen (fext), número de muestras analizadas (n), volumen de semen obtenido (V), motilidad en masa microscópica (MM), fecha probable de inicio de la espermatogénesis (fesp), índice de temperatura-humedad (ITH) e índice de temperatura-tiempo-humedad (ITTH).

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Tabla 1	fext	n	V3	MM3	fesp	ITH3	ITTH3
Datos correspondientes al año 2003. Fecha de extracción (fext); número de muestras de semen analizadas (n); volumen (V3); motilidad en masa microscópica (MM3); fecha probable de inicio de la espermatogénesis (fesp); índice de temperatura-humedad (ITH3) e índice de temperatura-tiempo-humedad (ITTH3).	18/2	1	1,10	3,00	29/12/02	63	38
	25/2	3	0,80	3,67	5/1	60	38
	7/3	3	0,87	3,67	16/1	56	35
	28/3	1	0,80	3,50	6/2	42	22

fext	n	V9	MM9	fesp	ITH9	ITTH9
12/3	5	0,82	3,70	21/1	57	45
17/3	5	0,56	4,00	26/1	49	33
19/3	5	0,56	3,83	28/1	51	33
26/3	5	1,02	3,50	4/2	52	29

Tabla 2

Datos correspondientes al año 2009. Fecha de extracción (fext); número de muestras de semen analizadas (n); volumen (V9); motilidad en masa microscópica (MM9); fecha probable de inicio de la espermatogénesis (fesp); índice de temperatura-humedad (ITH9) e índice de temperatura-tiempo-humedad (ITTH9).

fext	n	V10	MM10	fesp	ITH	ITTH
16/2	5	0,80	3,20	27/12/10	54	28
23/2	8	0,65	3,37	3/1	53	28
5/3	6	0,53	3,08	3/2	34	12
30/3	5	0,90	4,10	8/2	32	12

Tabla 3

Datos correspondientes al año 2010. Fecha de extracción (fext); número de muestras de semen analizadas (n); volumen (V10); motilidad en masa microscópica (MM10); fecha probable de inicio de la espermatogénesis (fesp); índice de temperatura-humedad (ITH10) e índice de temperatura-tiempo-humedad (ITTH10).

Los años ordenados en forma creciente de su ITTH y los valores de correlación obtenidos a partir de las variables: volumen (V), motilidad en masa microscópica (MM) con el ITTH se observan en la tabla 4.

Año	ITTH	V vs. ITTH	MM vs. ITTH
2010	36	0,06	-0,36
2003	44	0,50	-0,20
2009	66	-0,06	0,10

Tabla 4

Años ordenados según su ITTH (mínimo ITTH: 2010, a máximo 2009) y correlaciones de parámetros espermáticos: volumen (V) y motilidad en masa microscópica (MM) con el ITTH.

Se considera importante resaltar los valores de correlación de 0,50 y -0,20 entre los parámetros seminales y el ITTH para el año 2003. Los valores de correlación para el año 2009 son bajos.

Los años ordenados en forma creciente de su ITH y los valores de correlación obtenidos a partir de las variables espermáticas: volumen (V), motilidad en masa microscópica (MM) con el ITH se observan en la tabla 5. Se considera importante resaltar los valores de 0,49 y -0,50 entre los parámetros espermáticos y el ITH para el año 2009.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Tabla 5	año	ITH	V vs. ITH	MM vs. ITH
Años ordenados según su ITH (mínimo ITH: 2010, a máximo 2009) y correlaciones de parámetros espermáticos: volumen (V) y motilidad en masa microscópica (MM) con el ITH.	2010	68	-0,02	-0,36
	2003	73	0,60	-0,33
	2009	74	0,49	-050

El análisis comparativo de los índices se realizó mediante el cálculo de correlación (tabla 6).

Tabla 6	Año	ITTH vs. ITH
Correlaciones entre el índice propuesto ITTH y el ITH de Mc Dowel et al. (1979) para los años estudiados	2003	0,99
	2009	0,81
	2010	1,00

El menor valor de correlación entre los índices analizados, se observa en el año 2009.

Conclusiones

Los parámetros de calidad espermática versus el índice ITTH (tabla 4) arrojan resultados diferentes según se trate de un año de rango de temperatura-tiempo-humedad bajo (2010, 126 horas de temperaturas mayores a 28° C) o intermedio (2003, 148 horas) respecto del año de temperatura-tiempo-humedad elevadas (2009, 196 horas).

En los años extremos, 2010 (valores más bajos de temperatura-tiempo-humedad) y 2009 (valores más altos de temperatura-tiempo-humedad), el comportamiento de los parámetros espermáticos es diferente. Para bajos valores de temperatura-tiempo-humedad (2010) sólo la motilidad en masa microscópica evidencia alguna correlación. Para valores más altos (2009), volumen y motilidad en masa microscópica actúan de forma independiente (bajos valores de correlación para ambos parámetros espermáticos).

El ITH muestra correlación positiva con el volumen y negativa con la motilidad en masa microscópica para el año 2009 (tabla 5), mientras que el ITTH denota independencia entre los parámetros mencionados para el mismo año (tabla 4). Para corroborar estos resultados sería interesante contrastar el comportamiento de ambos índices con otros parámetros espermáticos (motilidad individual, vigor, observación del estado del acrosoma y resistencia osmótica).

Al analizar comparativamente los índices (ITTH vs. ITH), si bien presentan valores de correlación aproximadamente iguales (tabla 6), se diferencian en el rango de variación de sus unidades. Es decir la diferencia del ITTH en los años extremos analizados es de 30 unidades y entre el 2003 y el 2009 de 22. Mientras que el rango de variación del ITH es de 6 y de 1, respectivamente. Esto evidencia un mayor grado de sensibilidad del ITTH al expresar las condiciones de temperatura y humedad a las que se someten los carneros.

Bibliografía

Aisen, E.G (2004).Reproducción ovina y caprina. 1º ed. Buenos Aires. Inter-Médica, 216 pp.

De Devlin, R. (1982).Fisiología Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona.

Fernández Abella, D. 1993. Principios de Fisiología Reproductiva Ovina. División Publicaciones y Ediciones de la Universidad de la República. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. 247 pp.

García-Ispuerto, I.; Lopez Gatus, F.; Santolaria, P.; Yañez, J.L.; Nogareda, C.; López Bèjar, M.; De Rensis, F. 2006..Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. Theriogenology. 65, 799-807.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Hann,G. L. (1969). Predicted vs. measured production differences using summer air. Conditioning Sci. 52,800-801.

McDowell,D.;Hooven,N.;Cameron,K.(1979).Effects of climate on performace of Holsteins in first lactation. J.Dairy Sci. 68, 2418-2435.

Müller, G.V.; Andrade, K.; Cavalcanti, I. F de A.; Fernandez Long, M.E.(2007a). Possíves efeitos das mudancas climaticas nas incursões de ar frío sobre o sudeste da América do Sul simuladas em modelos globais.II Simposio Internacional de Climatología, Saõ Paulo, Brasil, 2-3 de novembro.

Müller, G.V.; Cavalcanti I. F de A.; Andrade, K (2007b). Casos Extremos de incursõesde ar frío sobre o sudeste da América do Sul em simulacões climaticas do clima presente e em cenários do clima futuro. 3ra Conferência Regional sobre Mudanças Globais: América do Sul. Saõ Paulo,4-8 de novembro.