

FRECUENCIA DURACION E INTENSIDAD DE LAS OLAS DE CALOR EN LA ARGENTINA

Rafael Oscar RODRIGUEZ¹, María Gabriela HERRERA², Angel Domingo BLASON³

INTRODUCCION

Las denominadas olas de calor (ODC) que se presentan sobre gran parte del territorio Argentino, producen diferentes efectos sobre la ganadería, la agricultura y la salud humana. La secuencia de días con altas temperaturas diurnas y nocturnas, producen situaciones de balance de energía desfavorable que impiden mantener el equilibrio térmico de los organismos vivos.

Las ODC asociadas a vientos intensos generan fuerte desecamiento en tejidos vegetales. Las altas temperaturas junto a elevada humedad del aire incrementan las reacciones de termorregulación, las que de mantenerse por un tiempo prolongado, ocasionan un gasto de energía que disminuye el rendimiento de los ganados.

Entre otros muchos autores, VALTORTA et al. (1998), HAHN (1999), Leva et al. (2000) y RUSTICUCCI et al. (2002) estudiaron estos factores ambientales y sus efectos biológicos.

Existen diferentes alternativas en la determinación conceptual de una ODC. Diferentes Servicios Meteorológicos Nacionales (SMN) han definido las ODC como un número mínimo de días consecutivos que presentan temperaturas máximas y mínimas superiores a determinado umbral.

En este trabajo se consideró la definición de ODC del SMN argentino con una leve modificación y luego se analiza su frecuencia de ocurrencia junto a la duración e intensidad. Estos tres aspectos se integran en un índice de Severidad, que permite apreciar las principales características de las ODC en su distribución geográfica y su tendencia en la serie 1961-2001.

MATERIALES Y METODOS

Adoptar un criterio para la detección de las ODC no es fácil pues deben considerarse según su aplicación. Desde el punto de vista agropecuario, deberían considerarse todos los factores climáticos que tengan efectos biológicas.

Trabajos de HAHN (1999) y VALTORTA et al. (1997) hacen referencia a esos factores para el caso de la producción con ganados bovinos. Por su parte, CAMPETELLA y RUSTICUCCI (1998) realizan una interpretación esencialmente climática, considerando que una ODC se produce cuando las temperaturas máximas y mínimas superan un determinado apartamiento respecto a las medias correspondientes a una estación del año.

En este trabajo, para una aplicación general, consideramos una ODC cuando tres o más días consecutivos alcanzan o superan el umbral de 23,0 °C para la temperatura mínima y de 29,0 °C para la temperatura máxima, en forma similar al criterio adoptado por el SMN Argentino (1986).

Esta definición se modificó, aceptando que la continuidad de la ODC no se interrumpe cuando en un día no se alcanza uno de los umbrales. Esta excepción es válida para un solo día de la ODC.

La excepción indicada tiene por fin, no perder la consideración de ODC importantes, de varios días muy calurosos, cuando sólo un valor de máxima o mínima resulta levemente inferior al umbral establecido. Esta modificación impide también perder ODC por datos faltantes (en los registros u observaciones) de máxima o mínima temperatura en uno de los días de la ODC.

Para detectar las ODC se utilizaron los datos meteorológicos diarios de la serie 1961-2001, de más de 135 observatorios del SMN y del INTA. Un programa en lenguaje FORTRAN permitió identificar las ODC determinando: fecha de inicio, fecha de finalización, duración y nivel de temperatura máxima y mínima de cada día.

La intensidad de una ODC se puede señalar en una sola cifra, con el número de horas en que la temperatura supera determinado umbral. El umbral de 27 °C es adecuado ya que a partir de ese valor comienzan a producir inconvenientes en la pérdida de calor en los organismos homeotermos. El índice Horario (IH) se expresa como: $IH = \sum_1^n \text{horas con temperatura} \geq 27,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Sin embargo, la dificultad de disponer de prolongados registros de temperaturas horarias en todas las localidades, obligó a la búsqueda de un índice que use valores diarios de temperaturas máximas y mínimas mas fácilmente disponibles e igualmente buenos indicadores de la marcha horaria de temperatura. Así se definió el Índice de Severidad (IS) como la suma de las diferencias positivas de las temperaturas máximas por sobre el umbral máximo (29,0 °C) y de las temperaturas mínimas por sobre el umbral mínimo (23,0 °C): $IS = \sum_1^n (T^\circ \text{max} - 29 \text{ } ^\circ\text{C}) + (T^\circ \text{min} - 23 \text{ } ^\circ\text{C})$.

Para determinar si existe una adecuada analogía entre ambos índices se calculó el IH con valores horarios y el IS con valores diarios para ODC detectadas entre 1992-1998 en Castelar y Bella Vista. Luego se determinó el coeficiente de correlación *r* de Pearson, resultando $r=0,963$ y $r=0,915$ respectivamente, expresando esto una alta correlación entre índices. La Figura 1 muestra el valor de ambos índices para las ODC comparadas.

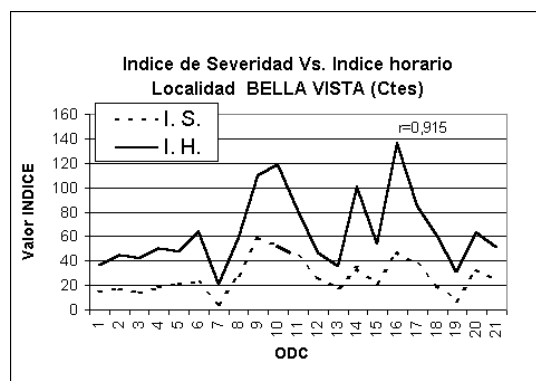


Figura 1. Valores de IH e IS para ODC detectadas en Bella Vista (Ctes) entre 1992 y 1998.

¹ Ing.Agr. Instituto de clima y Agua, CNIA-INTA. Las Cabañas y Los Reseros s/n.(1712) Castelar, Buenos Aires, Argentina. E-mail : meteodat@cniainta.gov.ar

² Alumna Licenciatura Información Ambiental, UNLu. Cruce ruta 5 y 7. (6700) Lujan, Bs.As. Argentina

³ Ing. Agr.Facultad de Ciencias Agrarias, UNLZ. Ruta 4, km 2 (1836) Llavallol, Bs.As. Argentina

Para conocer el régimen agroclimático de las ODC se determinó sobre la serie de años de cada localidad: Valores medios de frecuencia y duración de ODC; IS Normalizado (ISN); Tendencia de IS sobre localidades con serie de años completa (soft InfoStat V1.0. Estadística y Biometría-Fac. C. Agropecuarias-UNC) y Cartografía macroclimática con isolinéas interpoladas (soft Surfer V. 6.04 de Golden Software).

El ISN se calcula sumando los IS de todas las ODC encontradas sobre todos los años disponible en la serie (N) y multiplicando por $41/N$, con el fin de comparar correctamente entre localidades con diferente N.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro N° 1.- Análisis de tendencia del IS, 1961-2001. Coeficiente de regresión lineal ($y=a+bx$), determinación y nivel de significancia (--- no signif, * signif $p<0,05$ y ** muy signif $p<0,01$)

Localidad	"a"	"b"	R ²
B. Blanca	3,6177	0,1057 ---	0,0067
Bella Vista	80,256	0,6255 ---	0,0142
Castelar	9,5071	0,003 ---	0,000007
Formosa	204,34	2,6897 ---	0,0564
Gral. Pico	-0,1272	0,1415 ---	0,0386
Laboulaye	4,6028	-0,0599 ---	0,0024
Las Breñas	177,26	-0,5675 ---	0,0027
M. Juárez	8,2791	-0,0955 ---	0,0073
Paraná	30,565	-0,2028 ---	0,0095
Pergamino	3,0739	0,0669 ---	0,008
Posadas	72,2	2,7439 **	0,1852
Reconquista	48,527	1,3282 ---	0,0684
Resistencia	143,02	-0,7168 ---	0,0079
Rosario	3,2784	0,1885 ---	0,0411
San Luis	15,537	-0,0801 ---	0,0017
S. del Estero	137,46	-0,2771 ---	0,0019
Sta. Rosa	-0,6484	0,0847 ---	0,0378

El Cuadro n°1 permite apreciar para 17 localidades distribuidas en la región, que en general la tendencia de IS, es leve o neutra, resultando de valor positivo y significativo solo en la localidad de Posadas. La variabilidad interanual que se observa es muy alta y está indicada por los bajos valores del coeficiente de determinación.

Índice de Severidad Normalizado

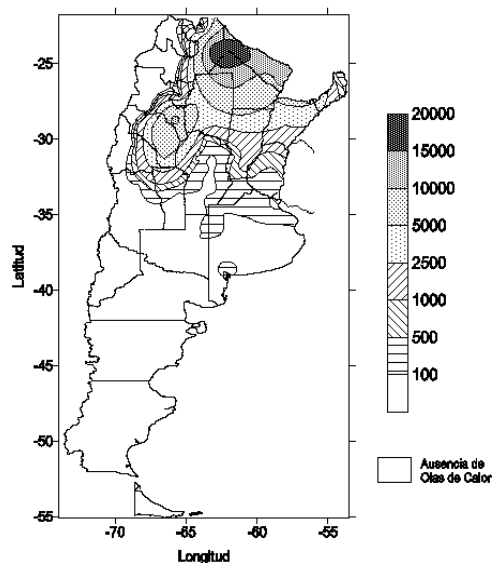


Figura 2. Distribución geográfica del IS Normalizado en la Argentina. Serie 1961-2001.

La Figura 2 permite apreciar la distribución geográfica del ISN. Se observan dos polos de mayor severidad, uno más intenso ubicado en el extremo centro norte del país abarcando parte de Salta, Formosa, Chaco y Santiago del Estero y otro más suave abarcando parte del centro oeste, tomando las partes llanas de Catamarca y La Rioja.

Altos valores de ISN se extiende desde el núcleo centro norte hacia el sur por las provincias lindantes al río Paraná llegando con valores menores hasta el norte de la Pcia. de Bs.As. y sudeste de Córdoba. El extremo noreste de la Mesopotamia tiene valores más suaves que Corrientes y norte de Entre Ríos.

CONCLUSION

Las provincias pertenecientes a la región pampeana tienen una menor severidad de ODC en relación a las del norte argentino. Con mayor ISN aparecen las provincias de la región central norte que se caracterizan por poseer un clima continental.

Las provincias correspondientes a la región patagónica no presentan ODC durante ningún mes del año al igual que la mayor parte de la región de cuyo y gran parte de las provincias de Bs. As y de La Pampa.

El ISN aparece como adecuado índice a fines de comparaciones regionales de las ODC, y podrá ser profundizado con aplicaciones a partir de valores horarios de temperatura.

BIBLIOGRAFIA

CAMPETELLA C. and RUSTICUCI M. "Synoptic analysis of an extreme heat wave over Argentina in March 1980". *Meteorol. Appl* 5, p217-226, 1998.

HAHN L. G.: "Dynamic Responses of Cattle to Thermal Heat Loads". *J. Anim. Sci.* Vol 77, Sppl, 2/J. *Diary Sci.* Vol. 82, Suppl.2, p.10-220. 1999.

LEVA P.E., GARCIA P.S., VELEES M.A. y VALTORTA S.E.. "Ganado lechero en la Cuenca Central de Santa Fé-Córdoba: efecto del estrés estival e impacto esperado del cambio climático". *Revista FAVE* 14(1) p.39-48, 2000.

RUSTICUCI M.; BETTOLLI M. L.; HARRIS M. "Association between weather conditions and the number of patients at the emergency room in an Argentine hospital". *Int. J. Biometeorol.*, 46, p.42-51, 2002.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. Boletín Informativo N° 6: "Olas de Calor". p.16. 1986.

VALTORTA, S. E; LEVA P.E.; GALLARDO M. R.; FORNASERO L.V.; VELES M. A.; GARCÍA M. S.: "Producción de leche: respuesta a la alta temperatura". *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5 (sup. 1). p.399-401, 1997.

VALTORTA, S. E; GALLARDO M. R.; MAIZTEGUI J.; CASTRO H. C. "Spring temperature effect on milk production and composition in Argentinian grazing system". *J. Diary Sci.* 81 (sup. 1) & *J. Anim. Sci.* 76 (sup.1) p. 88-96, 1998.