

Estrés calórico

Características y estrategias para defenderse con vacunos (carne o leche)

Aníbal Fernández Mayer¹

Los vacunos (carne o leche) comienzan a experimentar algún tipo de estrés por calor cuando se presentan varios parámetros adversos, en forma simultánea: **temperatura ambiental** superior a los 26-28°C, **humedad relativa** mayor del 50% y **velocidad del viento** menor a 5 km/h. En el **índice de temperatura y humedad** (ITH) se sintetizan 2 de los 3 parámetros citados que afectan al bienestar animal (Thom, 1959).

La fórmula para calcular el índice de temperatura-humedad (ITH) es:

$$\text{ITH} = 0.8^\circ\text{Ta} + ((\text{humedad relativa del aire}/100) * (\text{Ta} - 14.3)) + 46.4$$

donde Ta = temperatura del aire (°C)

Monitoreo del estrés calórico en bovinos (carne o leche)

En la actualidad este índice se utiliza para determinar el grado de estrés calórico que puede estar expuesto el ganado bovino, y su correlato en la producción lechera, de carne y su eficiencia reproductiva. En general los expertos han determinado que con un **índice IHT inferior a 72** el “**ganado lechero**” **no** experimenta **estrés (área de color verde)**, si el **IHT** se entre **72.1 y 78** el **estrés es moderado (color amarillo)**, valores **IHT** de entre **78.1 y 88** (color azul) se caracterizan por un **estrés grave** y más de **88.1** hay **peligro de muerte (color rojo)** (Tabla 1).

Tabla 1: Temperatura, humedad y confort animal

	Humedad relativa (%)									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Temperatura ° centígrados (°C)	ITH									
	24°C	53.7	56.1	58.5	60.9	63.3	65.7	68.1	70.5	72.9
	27°C	56.4	59.1	61.8	64.5	67.2	69.9	72.6	75.3	78
	29°C	58.2	61.1	64	66.9	69.8	72.7	75.6	78.5	81.4
	31°C	60	63.1	66.2	69.3	72.4	75.5	78.6	81.7	84.8
	33°C	61.8	65.1	68.4	71.7	75	78.3	81.6	84.9	88.2
	36°C	64.5	68.1	71.7	75.3	78.9	82.5	86.1	89.7	93.3
	38°C	66.3	70.1	73.9	77.7	81.5	85.3	89.1	92.9	96.7
	40°C	68.1	72.1	76.1	80.1	84.1	88.1	92.1	96.1	100.0
	42°C	69.9	74.1	78.3	82.5	86.7	90.9	95.1	99.3	103.5

Fuente: Earl C. Thom (Oficina de Climatología del US Weather Bureau, 1959)

1) Técnico de la EEA INTA Bordenave (CERBAS) (Bs As). Master Sc, y Doctor en Cs Veterinarias, (Univ. Agraria La Habana, CUBA). Especializado en Nutrición de bovinos. Correo: afmayer56@yahoo.com.ar; fernandez.anibal@inta.gob.ar

La Tabla 1 nos muestra una de ***zona de confort*** (verde). Para los vacunos de carne esa área varía entre 7 a 26°C y para las vacas lecheras entre 5 a 21°C (NRC, 2015). La zona de confort se caracteriza porque los animales alcanzan el máximo comportamiento productivo (carne o leche) y reproductivo, siempre que la dieta esté balanceada (energía-proteína) y se suministre adecuadamente en cantidad y calidad.

La zona del confort para los vacunos se alcanza, además de las temperaturas citadas, cuando la humedad relativa oscila entre 10 a 50 % y la velocidad del viento varía entre 5-8 km/h, tanto por debajo como por arriba de esos valores el animal no alcanza el mejor estatus productivo y reproductivo.

Cómo pierden calor los vacunos

- **Por Radiación:** Es la eliminación del calor en forma de radiación infrarroja desde la piel al ambiente. Para que ello ocurra, tiene que haber un gradiente de temperatura, mayor en la piel y menor en el entorno del animal (10-15 mm de espesor sobre la piel).
- **Por convección:** Por el movimiento del aire.
- **Por conducción:** El calor pasa de un sistema más cálido a otro más frío, por contacto. Así se difunde el calor desde el interior de la vaca hacia la piel.
- **Por evaporación:** Cuando se evapora el agua de transpiración y la humedad de las mucosas externas. El pasaje de agua del estado líquido a vapor utiliza energía calórica del ambiente enfriando algunos milímetros a nivel de la piel del animal.

Justamente, la sombra (natural o artificial), los ventiladores y la aspersión con finas gotas de agua (tipo llovizna), que utilizan muchos tambos ubicados en zonas muy cálidas, buscan incrementar las pérdidas de calor del animal al ambiente.

Si bien los vacunos tienen glándulas sudoríparas para eliminar el calor, a través de la transpiración (enfriamiento evaporativo), lo hacen de una forma escasa (profusa), muy diferente a lo que ocurre con los caballos.

Cuáles son los indicadores de estrés por calor

Los indicadores de estrés, propios de los vacunos (carne o leche), interactúan todos entre sí en un ambiente con alta temperatura y humedad.

1. **Frecuencia respiratoria:** La frecuencia normal varía entre 26 a 50 respiraciones (jadeos)/minutos. Sin embargo, bajo estrés térmico puede variar entre 65 a 120 respiraciones (jadeos)/minuto.
2. **Temperatura rectal:** La temperatura normal varía entre 36.5 a 37.5°C y en ambientes estresantes puede superar los 39°C.
3. **Consumo de materia seca (MS):** Con alta temperatura y humedad, los consumos de MS se reducen más del 20%, pudiendo superar el 50% ante situaciones extremas (+35°C de temperatura y +70% de humedad).
4. **Efectos sobre la producción:** En ambientes estresantes la pérdida de producción (carne o leche) supera el 10%, pudiendo llegar en casos extremos a caídas mayor del 50% (regiones tropicales y subtropicales). El efecto de la alta temperatura y humedad relativa en estas regiones se suma a la menor calidad de los forrajes frescos (mayores niveles de fibra con menor digestibilidad y bajos contenidos proteicos).
5. **Efectos sobre indicadores reproductivos:** Producto del estrés térmico se ha observado:
 - **Reducción de la duración de los celos** durante las horas de mayor temperatura. En la Tabla 2 se presenta la información obtenida por Gallardo y Valtorta (2000), donde obtuvieron que el 71% de los celos duró 7 h o menos.
 - **Mayor frecuencia de celos durante la noche.**
 - **Menor detección de celos.** En el estado de Florida (EEUU) se observó un 82% de celos “no detectados” en verano respecto al invierno. La aparición de un alto porcentaje de celos nocturnos y la ausencia de otra cantidad de los mismos por efecto de las altas temperaturas y humedad producen “fallas” en la detección de los celos, afectando la eficiencia reproductiva y productiva.

- **Menor tasa de concepción.** En la cuenca lechera de Santa Fe, (Argentina), se encontró una disminución más del 15% de la tasa de concepción en verano respecto a la primavera.

Tabla 2: Efectos del estrés calórico sobre la duración del celo

Duración de los celos (horas)	Verano (%)	Invierno (%)
Hasta 7	71	35
De 7 a 13	18	30
De 13 a 18	7	21
19 a 24	1	8

Fuente: Gallardo y Valtorta (2000)

En un estudio realizado en Israel¹ con vacas lecheras de alta producción (12 a 15.000 kg de leche/vaca/lactancia), en los meses del verano con temperaturas superiores a los 40°C, se vieron afectados los siguientes parámetros reproductivos:

- Mayor intervalo entre partos (IEP), entre un 10 al 15%, como consecuencia de ello se afecta la producción global.
- Incremento de los problemas de parto en un 8%.
- Se redujo en más del 30% la tasa de concepción.
- Menor contenido de grasa y proteína en la leche y mayor conteo de células somáticas, produciendo una significativa disminución en la calidad de la leche.
- Reducción de la producción de leche por vaca entre un 15 al 20% (mínimo) y menor producción en el pico de la lactancia respecto a los meses de invierno.
- Cuando el estrés de calor ocurre durante la gestación se afecta el desarrollo del feto y de la masa placentaria, limitando el desarrollo de la glándula mamaria e, indirectamente, afecta la lactancia subsiguiente.

1) Dr. Flamenbaum, comunicación personal

ESTRATEGIAS PARA DEFENDERSE DEL ESTRÉS TÉRMICO

Las estrategias se deberían implementar en forma conjunta y armoniosamente. Entre ellas se destacan:

1.- Dietas frías vs dietas calientes

En los sistemas pastoriles (carne o leche) se utiliza en la época estival pasturas o verdeos de verano que, en general, crecen y desarrollan muy rápido perdiendo calidad (florecen y semillan). Estos forrajes tienen altos contenidos en fibra (Fibra detergente neutro –FDN-) y lignina (Fibra detergente ácido –FDA-) lo que reduce la digestibilidad de los mismos. Este material fibroso provoca, cuando fermenta en el rumen, altas proporciones de ácido acético y con él se genera mayor cantidad de calor, lo que eleva la temperatura corporal (Tabla 3). En condiciones de **estrés térmico** este calor es más difícil de disipar por los vacunos. Estas son las llamadas **dietas “calientes”**.

En la Tabla 3 se muestran los diferentes productos de las fermentaciones dentro del rumen y el rendimiento energético de cada uno de ellos, es decir, la cantidad de ATP (adenosintrifosfato) que se genera por cada molécula de glucosa degradada (glucólisis).

Tabla 3: Diferentes tipos de fermentaciones durante la glucólisis

Fermentación	Productos finales	Rendimiento energético
Ácido Mixta (Fórmica-acética)	Ácido fórmico, Etanol Ácido acético	<u>3 ATP/Glucosa</u>
Láctica (Homoláctica)	Ácido láctico	2 ATP/Glucosa
Propiónica	Ácido propiónico	2 ATP/Glucosa
Alcohólica	CO ₂ + Etanol	2 ATP/Glucosa
Butanodiólica	Butanodiol	2 ATP/Glucosa
Butírica	Ácido butírico Butanol Acetona Isopropanol	2 ATP/Glucosa

Fuente: UCV, 2015

Mientras que, las **dietas “frías”** son aquellas que tienen fibra con bajos contenidos de lignina (menores niveles de FDN y FDA) que son de fácil fermentación. Además, estas dietas frías deberían contener una adecuada proporción de concentrados energéticos (granos almidonosos) y proteicos de menor degradabilidad ruminal (“by pass”). De esa forma, llegarían “intactos” a duodeno, tanto los almidones como la proteína pasante, para ser digeridos en este sitio.

Para contrarrestar la disminución de consumo de materia seca (MS), que experimentan los vacunos por efecto del calor, la dieta debería tener una mayor concentración energética para cubrir los requerimientos del animal, que se verían afectados por ese menor consumo. El uso de grasas *by pass* es una buena alternativa, porque no fermentan en rumen y aumentan la densidad energética de la dieta, pero hay que tener ciertos cuidados porque algunas grasas pueden deprimir el consumo de MS con lo cual se agravaría el problema. El uso debería emplearse, exclusivamente, con vacas lecheras de alta producción y utilizando grasas inertes, como las grasas protegidas con sales de calcio.

Una **dieta fría** adecuada debe tener balanceada la fracción energética y proteica, con menor contenido de fibra de baja digestibilidad y mayor proporción de concentrados promoviendo, de esa forma, menores fermentaciones acéticas en rumen y haciendo un mejor uso de la energía generada.

No obstante, se deben tener algunos cuidados de no excederse el uso de concentrados energéticos (granos almidonosos) porque puede haber una mayor incidencia de “acidosis”. Esto puede ocurrir, porque el animal al tener una mayor tasa respiratoria tiene una mayor pérdida de dióxido de carbono (alcalosis) que se trata de compensar con una mayor eliminación del “bicarbonato” (riñones) a través de la orina que, junto a una menor concentración de “bicarbonato de sodio salival”, por efecto del babeo, hay un menor efecto “amortiguador o *buffer*” del pH ruminal, elevando los peligros de acidosis cuando se utilizan altas concentraciones de granos almidonosos.

Mientras que, las **dietas “calientes”** se caracterizan por tener una alta proporción de fibra (celulosa, hemicelulosa y lignina) de baja digestibilidad. Estas moléculas complejas son fermentadas en el rumen, generando altas proporciones de ácido acético (mayor cantidad de calor) (Tablas 3 y 4).

Tabla 4: Dietas frías y calientes

	DIETAS CALIENTES	DIETAS FRIAS
Digestibilidad	Baja	Alta
Fibra	Alta (más acético más calor)	Baja (menos acético menos calor)
Proteínas	Degradables	Poco degradables (+ pasante)
Minerales	Alto Na y K	Bajo Na y K
Índice Calórico	Mayor	Menor
Energía Neta	Menor	Mayor
Ejemplos	Pasturas pasadas Heno y silajes fibrosos Afrechillo	Pasturas tiernas Silajes con mucho grano Concentrados ricos en Aceites y grasas

Fuente: M.Gallardo y S. Valtorta (2000) INTA. EEA Rafaela

2.-Sombra (natural o artificial), aspersores y ventiladores

Para amortiguar las altas temperaturas, tanto en los sistemas ganaderos pastoril como a corral, se debería emplear sombra artificial o natural especialmente entre las 11 a las 18h para que los animales descansen adecuadamente. Además, poner algún tipo de sombra donde se ubican los comederos y bebederos.

Mientras que, en los tambos ubicados en zonas donde predominan altas temperaturas ($>32^{\circ}\text{C}$) durante varios meses del verano se aconseja, también, colocar grandes ventiladores bajo tinglados abiertos o media sombra donde los animales descansan y comen (Foto 1). El objetivo es que funcionen durante las horas de mayor calor, incluso, la noche. En tanto, en los corrales de espera, previo al ordeño, el mejor resultado se logra cuando se combina una aspersión (30 segundos) seguida de ventilación (4 a 5 minutos) repetidos cada 30-45 min, mientras que las vacas estén en estos sitios (Foto 2).



Foto 1: Área de descanso y comida



Foto 2: Corral de espera (previo al ordeño)

El Ing. Ghiano (EEA INTA Rafaela) aconseja para los tambos, también, el empleo de sombra en los sitios donde se ubican los comederos (externos a la sala de ordeño) y sobre los bebederos. En la mayoría de los casos, esta inversión se recupera en 2 a 3 años con el incremento de la producción de leche o de carne.

Por cada 0.5 l de agua que se aplica sobre el animal se puede disipar 255 kcal de calor corporal. Para que ello ocurra, el tamaño de gota debe variar entre 3 a 5 mm así el agua puede atravesar el pelo y llegar al cuero. En cambio, si las gotas de agua son de menor tamaño (neblina) se puede producir una impermeabilización de esa zona no permitiendo que irradie el calor interno del animal al ambiente.

Características de los aspersores¹

- Altura de colocación: 3,5 m del piso.
- Distancia entre aspersores: 4 m
- Angulo de mojado regulable de 0 a 360°
- Presión de trabajo: 2,1bares
- Caudal por pico: 12,7 a 16,0 litros/minuto (8,5 a 10,6 litros por cada ciclo)
- Tamaño de gota: 3-5 mm
- Diámetro de mojado: 4,5 m a 1,2 m (altura de la vaca).

En la misma línea, el Dr. Flamenbaum comentó que en Israel el principal método empleado se basa en el incremento de la evaporación desde la superficie corporal. Para ello se aplica en forma combinada y simultánea: **sombra** (grandes tinglados abiertos en los laterales), **duchas** (aspersores) y **ventilación forzada** en la sala de pre-ordeño y los corrales de reposo (lugares abiertos) (Fotos 3 y 4).



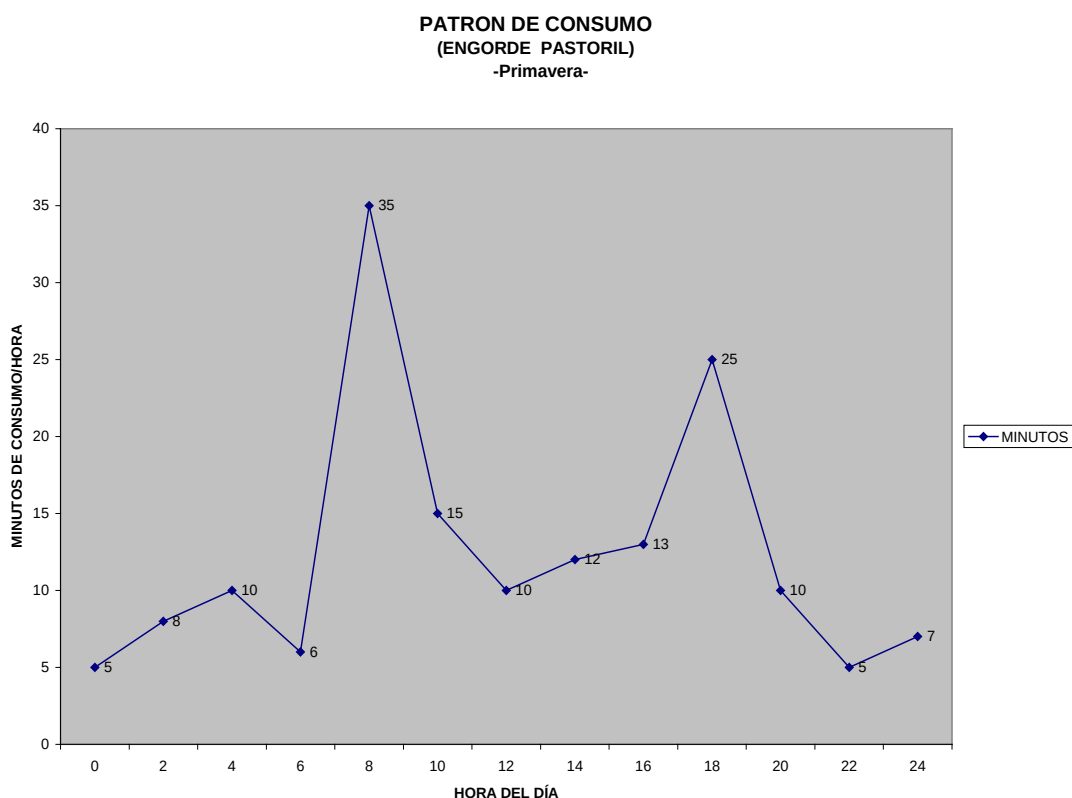
Foto 3 y 4: Imágenes de media sombra y tinglados (descanso) en tambos de Israel

1) Taverna et al, 2016

3.- Acceso al pastoreo o comida en los comederos durante la noche

En diferentes trabajos de investigación, entre ellos, el realizado en la primavera de 1996 por el autor de este artículo (tesis de Magister en la EEA INTA Balcarce), los animales encerrados en corrales y consumiendo una dieta a base de silaje de maíz y concentrados, consumieron el 30% del total de la MS durante las horas nocturnas (Gráfico 1). Mientras que, en regiones calurosas (por arriba de los 32°C) la cantidad de alimentos que pueden comer los animales durante las horas nocturnas puede ascender hasta el 60% del total de la MS consumida en el día (Purechena 1999).

Gráfico 1: Patrón de consumo (Fernández Mayer et al, 1998)



En este estudio se utilizó un tacógrafo colocado en la tabla del cuello de los animales, el cuál marcó sobre un diagrama circular con papel carbónico cada vez que los animales se agachaban a comer. Producto de este estudio, se confirmaron 3 conclusiones:

1. Los animales comen durante las 24 h en diferentes proporciones, siempre que haya comida (cantidad y calidad) y que no existan condiciones de “estrés de calor”. Esto se observa tanto en los engordes a corral como en los engordes pastoril.

2. Se observan 2 picos de consumos, el primero y de mayor proporción ocurre entre 1.5 a 2 h de salido el sol (pastoril) o de la entrega de la nueva comida (engorde a corral), y el segundo y de menor proporción, ocurre entre 1.5 a 2h de entrado el sol (tanto pastoril como a corral).
3. Los animales comen una alta proporción de la MS durante las horas nocturnas. En los meses de temperaturas frías o frescas (otoño-invierno y primavera), varía entre el 20 al 30% del total y en los meses de verano, pueden consumir entre el 40 al 60% del total, dependiendo de la temperatura del ambiente.

Todo esto demuestra que, en los meses del verano, es clave que los animales tengan acceso a comida “fresca”, en calidad y cantidad durante toda la noche, ya sea pastoreo de forrajes frescos (pasturas o verdeos de verano) o que haya comida fresca en los comederos suministrada al final de la tarde (engorde a corral). Algunos técnicos hablan que se debe suministrar a la tardecita el 60% del total de la comida diaria. Sin embargo, este tema debería estar sujeto a cada sistema productivo (carne o leche), a la categoría animal y a las características de cada dieta.

Lo importante es que los animales tengan acceso a comida “fresca”, en calidad y en la cantidad adecuada durante las horas nocturnas, para cubrir ese mayor consumo y poder sostener altas producciones de carne o leche.

4.- Consumo de agua

En la Tabla 5 se presentan los consumos de agua (litros/día) de diferentes categorías de animales de ganado lechero en función de la temperatura del ambiente. Esto refuerza la importancia de contar con agua “fresca” de calidad y en la cantidad suficiente para hacer frente a la mayor demanda que ocurre durante la época de altas temperaturas.

Tabla 5: Requerimiento de agua (l/d) de diferentes categorías de ganado lechero según temperatura ambiente

Categoría	Consumo de materia seca (kg MS/cabeza/día)	Requerimiento de consumo de agua (l/d)		
		10°C	20°C	32°C
Ternera de 90 kg (peso vivo –PV-)	3	10	11	15
Vaquillona de 270 kg PV	8	26	37	45
Vaca seca (600 kg PV)	13	45	58	70
Vaca ordeño de 18 l leche/día	16	76	79	92
Vaca ordeño de 30 l leche/día	18	77	90	100

Fuente: Harris y Van Horn (1991) citado por Gallardo y Valtorta (2000)

5.- Movimientos de animales

Por último y como manejo preventivo se deben evitar los arreos, trabajos en los corrales o que los animales hagan grandes desplazamientos en los horarios de mayor incidencia de estrés calórico. Los mismos deben hacerse temprano en la mañana o a la tardecita.

REFERENCIAS

- Bovinos: cómo cuidarlos del estrés por calor** <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=41871>
- Cruañez, M.J, 2017.** Clima y Producción lechera. Universidad Nacional de Entre Ríos. <http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/leche/Tema%203%20Clima%20y%20produccion%20lechera.pdf>
- Fernández Mayer, A.E., Santini, F.J., Rearte, D.H., Mezzadra, C., Garcia, C.S. y Manchado, J.C. 1998.** Engorde a corral: comportamiento productivo de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base, harina de girasol y grano de maíz. Tesis de M.Sci. Fac.Cs Agr. UNMdP-EEA INTA Balcarce.
- Gallardo, M y Valtorta, S. 2000.** Suplemento lechero del INTA. EEA Rafaela
- Manejo del ganado lechero en verano, 2017.** Ficha técnica n°2 CONAPROLE. Uruguay. [file:///C:/Users/inta/Downloads/FICHA+2%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/inta/Downloads/FICHA+2%20(3).pdf)
- NRC (National Research Council), 2015.** Nutrient requirements of beef cattle revised edition. Nat. Ac. Press. Washington D.C. pp 60
- Oberto, M.F, Reitú, M.A y Pirra, M.A 2006.** Estrés calórico: ¿Qué podemos hacer? ¿Dietas frías, manejo del ambiente? [file:///C:/Users/inta/Documents/ESTR%C3%89S%20CAL%C3%93RICO%20\(QU%C3%89%20PODEMOS%20HACER\).pdf](file:///C:/Users/inta/Documents/ESTR%C3%89S%20CAL%C3%93RICO%20(QU%C3%89%20PODEMOS%20HACER).pdf)
- Producción de energía en los microorganismos (UCV) 2015.** Universidad de Venezuela. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/08_Tema_4_Metabolismo.pdf
- Purechena, C, O, 1999.** Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales. Aspectos nutricionales, productivos y económicos Conferencia. XXXVI Congreso Anual de la Sociedad Brasileira de Zootecnia, Porto Alegre, Brasil.
- Taverna, M; Ghiano, J; Gastaldi, L y Tec. Emilio Walter, 2016.** Estrés calórico. Enfriamiento de vacas mediante la combinación de mojado y ventilación forzada. INTA EEA Rafaela. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_estres_calorico_sistema_ventilacion_y_aspersion_.pdf
- Thom, E. 1959.** Oficina de Climatología del US Weather Bureau) https://wikivisually.com/lang-es/wiki/%C3%8Dndice_de_temperatura-humedad