

ESTUDIO BIOFISICOQUÍMICO Y BIOENERGÉTICO DE LA CONDUCTIVIDAD DEL PLASMA SANGUÍNEO DE LLAMA.

De Vega, F.

Laboratorio de Investigaciones Biofísicoquímicas. Universidad Nacional de Jujuy.
Gorriti 237. San Salvador de Jujuy. Subsidio INTA * y SECTER.

E-mail: fdevega@fca.unju.edu.ar

RESUMEN

Considerando la importancia del comportamiento de la conductividad de los fluidos biológicos extracelulares, lo cual permitió al autor enunciar un comportamiento universal de dichos fluidos en humanos, bovinos, caprinos y ovinos, consideró importante realizarlo en plasma de llama, a los fines de poder correlacionar su valor con los ya obtenidos.

Sobre una muestra de un pool de plasma de 25 llamas, se realizó la medida de la conductividad específica en los rangos de temperatura de 20 a $50 \pm 0,1$ °C, el instrumental usado fue un conductímetro HM metrohn, usándose una microcélula E.H. 660 C, para pequeñas cantidades de líquidos, el valor de la conductividad específica a 37 °C dio $1,639 \times 10^{-2} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$.

La variación de la conductividad en función de la temperatura siguió una función lineal del tipo

$$X_t = X_{20} + X_{20}\alpha(t - 20)$$

A partir de la misma se calculó el valor del coeficiente α , que nos da la variación de la conductividad específica por unidad de variación de temperatura y de la conductividad específica de referencia a 20 °C (X_{20})

$$\alpha = \frac{\Delta X}{X_{20}} \frac{1}{\Delta t^\circ}$$

Y su valor a 37°C fue de $2,0428 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Al representar el logaritmo decimal de la conductividad específica media del plasma de llama, en función de la inversa de la temperatura absoluta, se obtiene un comportamiento de una ecuación de Arrhenius a partir de la pendiente, se calculó el valor de la energía de activación que fue de 3,031 kcal/mol, que tiene total uniformidad con la calculada por el autor en distintos fluidos extracelulares (plasma, líquido cefalorraquídeo, humor vítreo).

Palabras clave: Biofísicoquímica - conductividad - plasma - llama

SUMMARY

Considering the importance of conductivity behavior of the extracellular biological fluids, that allowed the author to enunciate a universal behavior of these fluids in humans, bovines, goat and ovines. It was considered of importance to carry it out in llama plasma, within the object of being able to correlate its value with the already obtained.

On a sample of pool of plasma of 25 llamas, the measurement of the specific conductivity was made in the range of temperature from 20 to 50 ± 0.1 °C, used instruments were HM metrohn conductymeter, using a microcell E.H. 660 Cs, for small amounts of liquids, the value of the specific conductivity to 37 °C gave $1,63 \times 10^{-2} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$.

The variation of the conductivity based on the temperature followed a function linear of the type

$$X_t = X_{20} + X_{20}\alpha(t - 20)$$

Based on the function one value of the coefficient α was calculated, that give us the variation us of the specific conductivity by unit of temperature variation and of the specific conductivity of reference to 20°C (X_{20})

$$\alpha = \frac{\Delta X}{X_{20}} \frac{1}{\Delta t^{\circ}}$$

And its value to 37°C was of $2,1 \times 10^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

When representing the decimal logarithm of the average specific conductivity of the llama plasma, based on the inverse of the absolute temperature, obtained a behavior of an equation of Arrhenius from the slope, the value of the activation energy was calculated that was of 3,031 kcal/mol, that has total uniformity with the calculated one by the author in different extracellular fluids (it plasm, cephalorachitic liquid, vitreous humor).

Key words: Biophysicalchemistry - conductivity - plasm - llama

INTRODUCCIÓN

Dada la importancia de conocer el comportamiento de la conductividad en función de la temperatura, de los fluidos extra e intracelulares, se ha realizado sobre un pool de plasma de llama en el rango de 20 a 50 °C de temperatura.

De los parámetros biofísicoquímicos y bioenergéticos calculados se obtuvo una uniformidad de los valores obtenidos por el autor (2-4) que confirman a nivel fisiológico una ley universal en el comportamiento de la conductividad específica de los fluidos extra e intracelulares en función de la temperatura. (10)

MATERIALES Y MÉTODOS

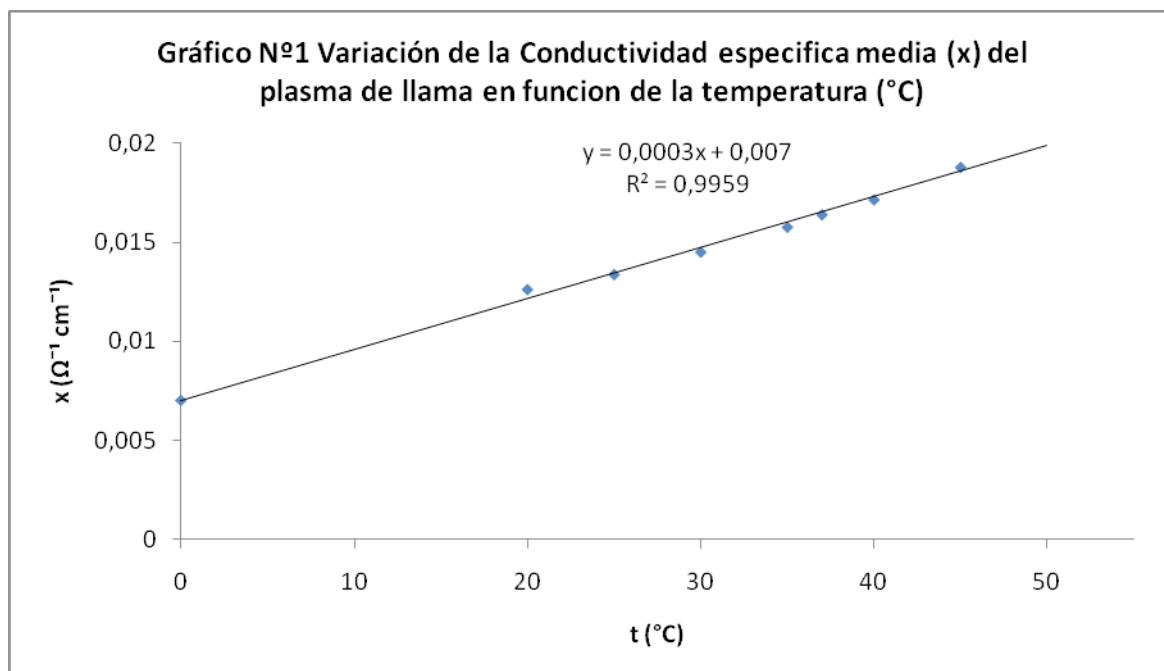
Se realizó la extracción de la muestra de sangre en 25 llamas y en los tubos que se recogieron, se usó un anticoagulante no iónico (heparina), en el lapso de 2 horas se separaron los plasmas y a partir de las muestras individuales con porciones iguales, se obtuvo un pool medio de las 25 muestras. Las medidas de la conductividad específica se realizaron en el rango de 20 a $50 \pm 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, el instrumental utilizado fue un conductímetro HM metrohn usando una microcélula E. H. 660 C, para pequeñas cantidades de líquido, la que fue calibrada con solución de KCl 0,001 N.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla N° 1 se detallan los valores medios de la conductividad y resistividad correspondientes al pool de las 25 muestras del plasma de llamas normales, en el rango de las temperaturas de 20 a 50 °C. A partir de los mismos se realizó la representación gráfica de la variación de la conductividad específica media del plasma de llama en función de la temperatura, lo cual se detalla en el gráfico N° 1.

Tabla Nº1 Valores medios de la conductividad y resistividad correspondientes al plasma de llama

Temperatura (°C)	Conductividad 1/R (Ω^{-1})	Kte. celda (cm^{-1})	Conductividad específica = x ($\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$)	Resistividad = $1/x$ (Ωcm)
20	0,001	12,61	0,01261	79,302
25	0,00106	12,61	0,01337	74,813
30	0,00115	12,61	0,01450	68,958
35	0,00125	12,61	0,01576	63,442
37	0,0013	12,61	0,01639	61,002
40	0,00136	12,61	0,01715	58,310
45	0,00149	12,61	0,01879	53,223
50	0,0016	12,61	0,02018	49,564



Del análisis del gráfico 1 se determinó que el comportamiento de la conductividad específica en función de la temperatura sigue una función lineal del tipo:

A) $X_t = X_0 + X_0 \alpha t$

B) $\left(\frac{\delta X_t}{\delta t}\right) = X_0 \alpha = m$

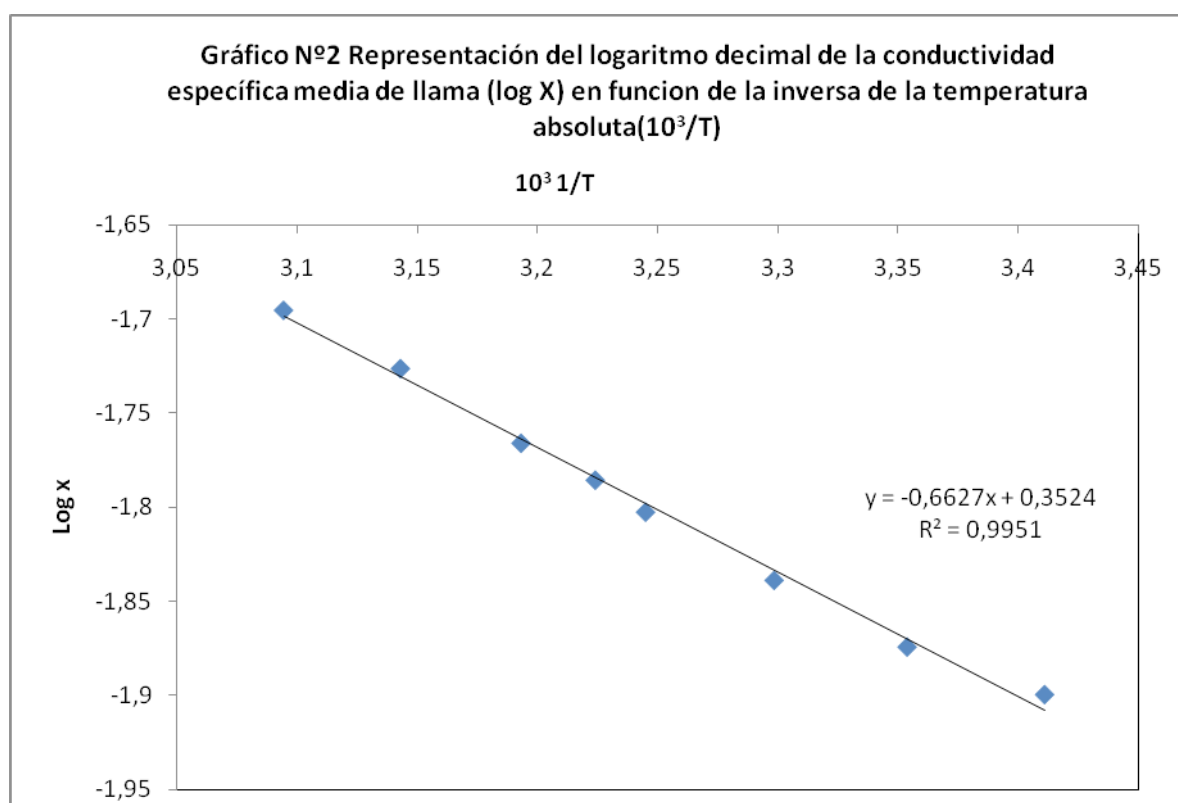
C) $X_t = X_0 + m t$

Que es la ecuación de una línea recta que tiene por coeficiente angular el producto de $X_0 \alpha$, cuyo valor es de $3 \times 10^{-4} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1} \text{°C}^{-1}$ y el valor de α de $2,0428 \times 10^{-2} \text{°C}^{-1}$ que es un coeficiente que nos da la variación de la conductividad específica referida a 20 °C de plasma por unidad de variación de temperatura, valor que guarda uniformidad con los determinados por el autor en distintos trabajos en fluidos extracelulares, en muestras realizadas sobre las distintas especies, ovinos, bovinos y caprinos, que dio $2,23 \times 10^{-2} \text{°C}^{-1}$ (1-6-9-10) en plasma y el humor vítreo (3-4-5-7-8-11).

Tabla Nº 2 Datos de valores para la representación gráfica de la ecuación de Arrhenius correspondiente al plasma en llamas.

Temperatura °C	Temperatura absoluta T (°K)	Inversa de T $1/T \cdot 10^3$	Conductividad específica (X)	Log x
20	293,15	3,411	0,0126	-1,89928
25	298,15	3,354	0,0134	-1,87398
30	303,15	3,299	0,0145	-1,83859
35	308,15	3,245	0,0158	-1,80238
37	310,15	3,224	0,0164	-1,78534
40	313,15	3,193	0,0172	-1,76575
45	318,15	3,143	0,0188	-1,72610
50	323,15	3,094	0,0201	-1,69517

La representación del logaritmo decimal de la conductividad específica media en función de la inversa de la temperatura absoluta, se hizo a partir de los valores que figuran en la tabla Nº2.



De dicha representación surge un comportamiento de la ecuación de Arrhenius, siendo en este caso del tipo

$$X = B e^{-E/RT}$$

Que nos demuestra que la conductividad específica crece en forma exponencial con la temperatura (composición constante) y tomando la expresión anterior logaritmos naturales y luego llevándola a logaritmos decimales, tendremos:

a) $X = B e^{-E/RT}$

b) $\ln X = \ln B - \frac{E}{RT}$

c) $\log X = \frac{-E}{2,303 R} \times \frac{1}{T} + \frac{\log B}{2,303}$

De la última relación matemática, o sea la c), observamos que a partir del valor de la pendiente y ordenada en el origen de la recta, que representa la variación de los valores de la conductividad específica (X) con la temperatura, se calculan las constantes empíricas E_a y B.

Del gráfico N° 2 se obtuvo una pendiente de - 0,6627, a partir de cuyo valor se determinó la energía de activación ligada al proceso de conductividad que fue de 3,031 kcal/mol. Dicho valor se obtuvo al multiplicar la pendiente por el valor de $4,574 \text{ cal} \times \text{grado}^{-1} \times \text{mol}^{-1}$.

Como controlador del estado normal del plasma se realizó la determinación de su osmolaridad, que fue de 355 mEq/lit, cuyos valores coincidieron con los ya determinados y la proteinemia total estuvo dentro del rango de los datos normales según trabajos anteriores realizados en plasma y suero. (1-13)

CONCLUSIONES

a) El comportamiento de la conductividad específica del plasma de llamas sigue exactamente una función lineal en todo el intervalo de temperatura comprendido entre los 20 y 50 °C.

b) Se determinaron los siguientes parámetros. La conductividad específica 0 °C, deducida por extrapolación es de $0,007 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ y a 37 °C es de $0,0167 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ determinado experimentalmente y por interpolación y el coeficiente a 20°C de temperatura de la conductividad específica es de $2,0428 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ que resulta ser un poco superior al doble del coeficiente de temperatura para la conductividad equivalente en medio acuoso de soluciones de electrolitos (14). En nuestro caso se trabajó con un fluido biológico de composición constante y los valores de la conductividad específica obtenidos son el valor de la suministrada por todos los iones que la componen (macromoléculas e iones verdaderos) contenidos en un cm³ de la solución cuya concentración total por litro corresponde a la osmolaridad de plasma demostrada por conductividad y vía química. (1-5). Estos valores descriptos guardan total relación con los obtenidos en otros fluidos extracelulares, como es el humor vítreo de equinos y porcinos, cuyas conductividades específicas a 37 °C fueron $1,7 \times 10^{-2} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ y $1,8 \times 10^{-2} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Además el coeficiente de temperatura de este trabajo guarda total correlación con el medido en humor vítreo de equinos, porcinos, bovinos y humanos, que fue de $2,23 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Los valores obtenidos de los coeficientes de temperatura y de conductividad de los distintos humores vítreos y plasma, nos confirmaría una total similitud; esto nos permite afirmar que en los fluidos extracelulares su comportamiento en la conducción electrolítica respecto a la temperatura, a nivel fisiológico, siguen una ley universal en los vertebrados, hecho que se confirma al obtener el mismo valor en otros fluidos extracelulares, pudiendo enunciarse diciendo: cualquier alteración que ocurra por desequilibrio electrolítico en el sistema biológico, este reacciona fisiológicamente, de tal manera de contrarrestar dicha alteración; por ejemplo, cambios en el equilibrio ácido base, metabolismo mineral, aumento de temperatura, variaciones en la presión osmótica, etc., de tal manera de volver el sistema a su valor de conductividad específica normal.(3-4-5)

c) Si bien a partir de los 45 a 50 °C existe ya desnaturalización de las proteínas, lo que actúa alterando sus configuraciones por aumento de entropía, pudo observarse la no alteración de la función lineal de la conductividad.

d) La mantención de la conductividad como ecuación lineal en función de la temperatura considerando las macromoléculas al estado coloidal, nos demuestra que la viscosidad del plasma a cada temperatura no se ve alterada por no existir modificación marcada sobre las moléculas de proteínas por variación de la solvatación a consecuencia de un cambio de la estructura por efecto del aumento de entropía.

e) La representación de la variación del logaritmo decimal de la conductividad específica media del plasma en función de la inversa de la temperatura absoluta permitió obtener un comportamiento de una ecuación de Arrhenius que del valor de la pendiente la energía de activación calculada es de 3,031 Kcal/mol. Cabe considerar que esta energía de activación es una energía promedio de todas las especies de moléculas que existen en solución en el plasma.

f) Dado que todo fluido biológico extracelular en los vertebrados tiene la misma isotonía y semejante concentración iónica total, se estableció que la energía de activación vinculada al proceso de conductividad es una constante y tiene un valor del orden de las 3,031 Kcal/mol.

g) El valor de la energía de activación está comprendido dentro del rango de los calculados en los fenómenos de conductividad de membrana que oscila entre 2 y 6 Kcal /mol. (6-7-15-16)

h) Las consideraciones demostradas abren un nuevo campo de investigación en el comportamiento de los fluidos biológicos intra y extracelulares como soluciones de polielectrolitos, contribuyéndose con ello en la investigación básica y aplicada en el terreno de la medicina humana y veterinaria.

* proyectos correspondientes al convenio INTA AUDEAS CONADEV.

BIBLIOGRAFIA

- (1) De Vega, F. 1969. Medida de la Conductividad en Plasma y Suero de Bovinos Normales y su Correlación con el Ionograma. *Bioquímica Clínica*. Vol III, Nº 4. Pág. 166 - 173.
- (2) De Vega, F. 1988. Biofísicoquímica de la Conductividad de los Fluidos Extra e Intracelulares en los Vertebrados. VIII Reunión Latinoamericana de Electroquímica y Corrosión. Resúmenes, Pág. 362 a 364. Córdoba. Argentina.
- (3) De Vega, F. 1982. Medidas de la Conductividad y de las Constantes Físicoquímicas del Humor Vítreo de Equinos y Porcinos . *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*. Vol XVI, Nº 2. Pág. 289 - 296.
- (4) De Vega, F. 1978. Comportamiento de la Conductividad en Función de la Temperatura del Humor Vítreo de Humanos y otros Vertebrados y su Relación con el medido en plasma. Primera Reunión Argentina de Físicoquímica. Sede del Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA). La Plata. Argentina. Pág. 38 - 320.
- (5) De Vega, F. 1978. Conductividad del Humor Vítreo de Humanos y Bovinos Normales y su Relación Biofísicoquímica y Fisiológica. Sextas Jornadas Internacionales. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. Argentina (5 al 11 de Noviembre). Resúmenes Abstracts. Pág. 80
- (6) De Vega, F. 1978. Estudio Biofísicoquímico y Fisiológico de la Conductividad del Plasma de Bovinos. Sextas Jornadas Internacionales. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. Argentina (5 al 11 de Noviembre). Resúmenes Abstracts. Pág. 81
- (7) De Vega, F. 1980. Medidas de la Conductividad y de las Constantes Físicoquímicas del Humor Vítreo de Equinos y Porcinos. Segundo Congreso Argentino de Físicoquímica. Córdoba, Argentina. T. 106.
- (8) De Vega, F. 1980. Estudio Biofísicoquímico de la Conductividad del Humor Vítreo de los Vertebrados. Segundo Congreso Argentino de Físicoquímica. Córdoba, Argentina. T. 105.
- (9) DE VEGA, F. 1996. Biofísicoquímica de los Perfiles Metabólicos de Fósforo, Calcio y Magnesio en las Especies Bovinas, Ovinas y Caprinas de la Provincia de Jujuy y Biofísicoquímica de los Espejos Acuáticos y Ríos de la provincia de Jujuy. Ed. REUN. Jujuy. Argentina. Pág. 79-88.
- (10) DE VEGA, F. 2000. “ Biofísicoquímica de la Conductividad Específica y Resistividad en Función de la Temperatura en Sueros de Bovinos , Ovinos y Caprinos - Raza Criolla ”. *Revista Agraria*. Vol. I. Pág. 101 – 107
- (11) CARROZA, J. W. y DE VEGA, F. 1971.”Estudio de las constants físicoquímicas del humor vítreo en bovinos normales”., *Anales Quinras Jornadas Internacionales*, cap. I Patología y Clínica, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Veterinarias.
- (12) GRAS, J. 1964. *Fundamentos de Bioquímica Médica*. Tercera Edición. Ediciones Toray S.A. Barcelona. España, 271-272.
- (13) Fermín De Vega, Jorge Marín y col. 2009. Biofísicoquímica de la proteinemia total en humanos y otros vertebrados. *Avances en la Producción Vegetal y Animal del NOA*. Sexta Reunión de Producción Vegetal y Cuarta de Producción Animal del NOA. ISBN 978-950-554-603-9. San Miguel de Tucumán. 23 – 24 de abril de 2009. Pag. 263-267.
- (14) S. Glasstone. *Tratado de Química Física*. Pag. 803. 7º Edición 1972.
- (15) T.S. Brund. and T. A. Oftedal. *Arbok*. Univ. Bergen Mat. Nat. Serv. Nº 12. 1963.
- (16) J.R. Wilson, (Ed.), *Demineralization by Electrodialysis*, P. 93. Butterworths, London. 1960.