



**PRODUCCIONES CIENTÍFICAS. Sección: Ciencias de la Ingeniería, Agronomía y Tecnología.**

**Correlación Biofisiológica de las Electrolitemias en Equinos, Ovinos y Otras Especies.**

Autores: *De Vega, F.; Lobo, M. O.; Abalos, E. B. y Mamani, C. F.*

Dirección: [secter@unju.edu.ar](mailto:secter@unju.edu.ar)

Laboratorio de Investigaciones Biofisiológicas. Facultad de Ciencias Agrarias e Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy. Gorriti 237. San Salvador de Jujuy (4600). Jujuy, Argentina. Tel. (0388) 4221538.

**Introducción:**

Debido a las distintas patologías que alteran el medio interno, hemos considerado importante realizar el estudio de las electrolitemias u osmolaridades en sueros de equinos criollos y otras razas adaptadas a la zona de los valles de la provincia de Jujuy (localidades de Los Alisos y Chijra). Así mediante la determinación rápida de dos parámetros biofisiológicos como los son la conductividad específica y las proteínas totales, juntamente con la aplicación de la fórmula de Davidoff y Sautier, se puede conocer el valor de la osmolaridad o electrolitemia en el suero sanguíneo y solucionar, de ser necesario, en forma urgente una descompensación del medio interno.

**Materiales y Métodos:**

Sobre un total de 39 equinos raza peruana y de equinos criollos, en condiciones basales se extrajeron las muestras de sangre y posteriormente fueron separados los sueros en el lapso mínimo de haber transcurrido el proceso de coagulación para evitar intercambio iónico entre el suero y el coágulo que alteraría los valores. Sobre los sueros del lote de 39 equinos peruano y 31 equinos criollos se determinaron los valores de la conductividad específica y proteínas totales por la técnica de Buiret. El conductímetro usado para la medida de la conductividad fue el equipo METROHN E527, usando una celda de constante  $k = 12,46 \text{ cm}^{-1}$  la que fue

calibrada frente a soluciones de ClK 0,1 y 0,001 N según la técnica detallada en trabajos del autor principal y colaboradores (De Vega; 1969) (De Vega; 1980) (De Vega; 1982) (De Vega; 1983, a, b) (De Vega; 1988).

Las medidas de la conductividad fueron realizadas a temperatura constante de 37 °C, usando un termostato LAUDA. La metodología de cálculo fue la siguiente:

1) *Calculo de la conductividad:*

Conductividad Específica : X

$$X = \frac{Kte}{R} = \frac{\text{Constante de Celda}}{\text{Resistencia leída}} = \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

2) *Calculo de la Resistividad:*

Resistividad : 1/X

$$\frac{1}{X} = \text{Resistividad} = \frac{R}{Kte} = \frac{\text{Resistencia leída}}{\text{Constante de Celda}} = \Omega \text{ cm}$$

3) *Calculo de la Electrolitemia o ionograma*

Se aplicó la formula de Davidoff y Sautier y el ábaco que se detalla en (De Vega, 1969):

$\Omega$  : Resistividad del suero o plasma

p : proteínas Totales en gr/lit

$$\frac{1,8 \times 10^6}{\Omega (100 - 0,25 p)} = \text{Electrolitemia ( mEq / lt )}$$

## **Resultados y discusión:**

En la tabla N° 1 figuran los valores individuales de la conductividad específica (X), proteínas totales y electrolitemias del lote de equinos peruanos. Se muestran los valores medios con sus desviaciones estándar a 37 °C.

**Tabla N° 1:** Valores de Electrolitemias (Osmolaridad) en Sueros de Equinos, Raza Peruana, determinadas por medida de la Conductividad, Resistividad y Proteínas a 37 °C.

| Suero<br>N° | 1/R<br>$\Omega^{-1} \times 10^{-3}$ | R<br>$\Omega$ | X<br>$\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ | $\rho$<br>$\Omega \text{ cm}$ | Proteínas<br>gr/lit | Electrolitemia<br>mEq/lit |
|-------------|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|
| 1           | 1,090                               | 917,43        | 0,01358                           | 73,63                         | 67,84               | 294,39                    |
| 2           | 1,170                               | 854,70        | 0,01458                           | 68,60                         | 66,46               | 314,69                    |
| 3           | 1,145                               | 873,36        | 0,01427                           | 70,09                         | 71,99               | 313,17                    |
| 4           | 1,120                               | 892,86        | 0,01396                           | 71,66                         | 72,55               | 306,85                    |
| 5           | 1,140                               | 877,19        | 0,01420                           | 70,40                         | 86,39               | 326,11                    |
| 6           | 1,125                               | 888,89        | 0,01402                           | 71,34                         | 67,01               | 303,09                    |
| 7           | 1,110                               | 900,90        | 0,01383                           | 72,30                         | 70,61               | 302,32                    |
| 8           | 1,090                               | 917,43        | 0,01358                           | 73,63                         | 69,78               | 296,12                    |
| 9           | 1,130                               | 884,96        | 0,01408                           | 71,02                         | 65,07               | 302,68                    |
| 10          | 1,160                               | 862,07        | 0,01445                           | 69,19                         | 63,13               | 308,92                    |
| 11          | 1,120                               | 892,86        | 0,01396                           | 71,66                         | 73,38               | 307,63                    |
| 12          | 1,070                               | 934,58        | 0,01333                           | 75,01                         | 68,67               | 289,72                    |
| 13          | 1,060                               | 943,40        | 0,01321                           | 75,71                         | 68,67               | 287,01                    |
| 14          | 1,120                               | 892,86        | 0,01396                           | 71,66                         | 67,84               | 302,50                    |
| 15          | 1,120                               | 892,86        | 0,01396                           | 71,66                         | 55,93               | 292,03                    |
| 16          | 1,100                               | 909,09        | 0,01371                           | 72,96                         | 70,61               | 299,59                    |
| 17          | 1,092                               | 916,17        | 0,01360                           | 73,53                         | 69,78               | 296,53                    |
| 18          | 1,160                               | 862,07        | 0,01445                           | 69,19                         | 65,07               | 310,71                    |
| 19          | 1,150                               | 869,57        | 0,01433                           | 69,79                         | 63,69               | 306,76                    |
| 20          | 1,170                               | 854,70        | 0,01458                           | 68,60                         | 80,30               | 328,32                    |
| 21          | 1,120                               | 892,86        | 0,01396                           | 71,66                         | 72,55               | 306,85                    |
| 22          | 1,120                               | 892,86        | 0,01396                           | 71,66                         | 67,84               | 302,50                    |
| 23          | 1,149                               | 870,40        | 0,01432                           | 69,86                         | 62,30               | 305,21                    |
| 24          | 1,130                               | 884,96        | 0,01408                           | 71,02                         | 69,23               | 306,48                    |
| 25          | 1,140                               | 877,19        | 0,01420                           | 70,40                         | 60,36               | 301,12                    |
| 26          | 1,120                               | 892,86        | 0,01396                           | 71,66                         | 67,01               | 301,74                    |
| 27          | 1,090                               | 917,43        | 0,01358                           | 73,63                         | 70,61               | 296,87                    |
| 28          | 1,150                               | 869,57        | 0,01433                           | 69,79                         | 70,61               | 313,21                    |
| 29          | 1,100                               | 909,09        | 0,01371                           | 72,96                         | 76,15               | 304,72                    |
| 30          | 1,110                               | 900,90        | 0,01383                           | 72,30                         | 66,46               | 298,55                    |
| 31          | 1,090                               | 917,43        | 0,01358                           | 73,63                         | 78,09               | 303,76                    |
| 32          | 1,170                               | 854,70        | 0,01458                           | 68,60                         | 66,46               | 314,69                    |
| 33          | 1,080                               | 925,93        | 0,01346                           | 74,31                         | 54,00               | 280,02                    |
| 34          | 1,070                               | 934,58        | 0,01333                           | 75,01                         | 71,99               | 292,65                    |
| 35          | 1,110                               | 900,90        | 0,01383                           | 72,30                         | 67,84               | 299,80                    |
| 36          | 1,080                               | 925,93        | 0,01346                           | 74,31                         | 68,67               | 292,43                    |
| 37          | 1,080                               | 925,93        | 0,01346                           | 74,31                         | 82,52               | 305,18                    |
| 38          | 1,090                               | 917,43        | 0,01358                           | 73,63                         | 76,15               | 301,95                    |
| 39          | 1,150                               | 869,57        | 0,01433                           | 69,79                         | 66,46               | 309,31                    |
| X medio     | 1,118                               | 895,34        | 0,01393                           | 71,86                         | 69,23               | 303,24                    |
| STD         | 0,031                               | 24,48         | 0,00038                           | 1,96                          | 6,32                | 9,50                      |

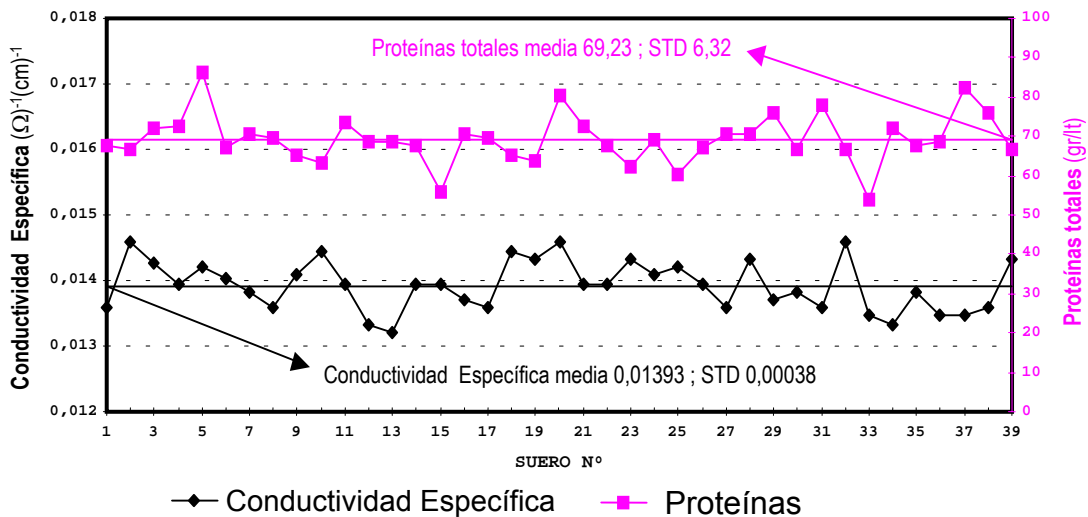
La medida de la conductividad sobre el otro lote de equinos criollos fue realizada sobre un suero mezcla tomando cantidades iguales de cada suero individual (0,2 ml). Los valores de resistividad y conductividad obtenidos sobre el suero mezcla fueron:

Conductividad Específica (X):..... 0,01400  $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$   
 Resistividad ( $\rho$ ):..... 71,43  $\Omega \text{ cm}$   
 Proteínas Totales :..... 70,00 gr/lt  
 Electrolitemia (osmolaridad):..... 305,46 mEq/lt

Como puede observarse los valores de las electrolitemias de ambos lotes son semejantes.

En el gráfico N° 1 se correlaciona la conductividad específica con la proteína total en sueros de equinos raza peruana, en donde puede observarse que la mayoría de los casos a una hiperproteïnemia le corresponde una disminución de la conductividad y viceversa.

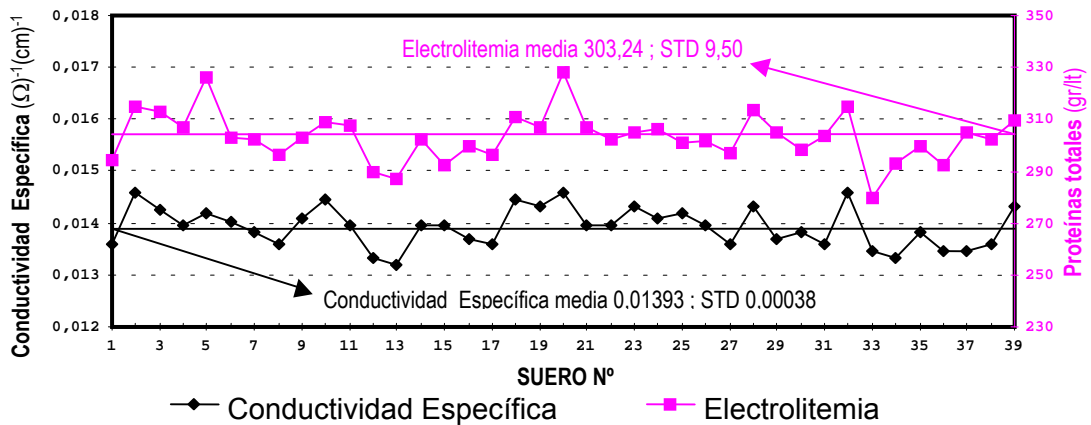
**Gráfico N° 1:** Conductividad Específica y Proteinas. Equinos Raza Peruana - Los Alisos - Jujuy.



En el gráfico N° 2 se correlaciona la conductividad específica y la electrolitemia en sueros del mismo lote de equinos, existiendo una total relación entre el aumento de la electrolitemia y la conductividad, lo que indirectamente nos manifiesta la exactitud del método, a mayor conductividad mayor electrolitemia, esto también fue

confirmado en otros trabajos del autor principal en sueros de ovinos criollos de La Almona (De Vega; 1997, a) y otras especies (De Vega, 2000).

**Gráfico N° 2:** Conductividad Específica y Electrolitemia. Equinos Raza Peruana - Los Alisos - Jujuy.



## Conclusiones:

- Se ha colaborado en la determinación del valor de las electrolitemias en 2 lotes de equinos raza peruana y raza criolla cuyos valores medios con sus desviaciones estándar fueron:

### Equinos raza Peruana

Conductividad Específica (X):.....  $0,01393 \pm 0,00038 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$   
 Resistividad ( $\rho$ ):.....  $71,86 \pm 1,96 \Omega \text{ cm}$   
 Proteínas Totales :.....  $69,23 \pm 6,32 \text{ gr } ^\circ\text{oo}$   
 Electrolitemia (osmolaridad):.....  $303,24 \pm 9,50 \text{ mEq } ^\circ\text{oo}$

### Equinos raza Criolla

Conductividad Específica (X):.....  $0,01400 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$   
 Resistividad ( $\rho$ ):.....  $71,43 \Omega \text{ cm}$   
 Proteínas Totales :.....  $70,00 \text{ gr/lit}$   
 Electrolitemia (osmolaridad):.....  $305,46 \text{ mEq/lit}$

- Al comparar los valores de conductividad específica, resistividad, proteinemia y electrolitemias en equinos razas Criolla y Peruana con los determinados en los distintos sueros de bovinos, ovinos y caprinos criollos (De Vega, 1969)

(De vega, 1980) (De Vega, 1983) (De Vega, 1988) (De Vega, 1997, a) (De Vega, 2000), se observó que en el caso de la especie equina la electrolitemia es ligeramente inferior a la observada en bovinos, ovinos y caprinos. Como se detalla en la tabla N° 2:

**TABLA N° 2:** Valores medios de la Conductividad Específica y Resistividad, Electrolitemia y Proteinemia de los Sueros de Bovinos, Ovinos, Caprinos y Equinos Criollos.

| Suero Mezcla | Conductividad $\Omega^{-1}$ | Conduct. Especifica $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ | Resistividad $\Omega \text{ cm}$ | Proteinemia $\text{gr } ^\circ/\text{oo}$ | Electrolitemia $\text{mEq/lit}$ |
|--------------|-----------------------------|---|----------------------------------|---|---------------------------------|
| Bovinos      | 0,0794                      | 0,0147  | 67,80                            | 76,1                                      | 329                             |
| Ovinos       | 0,0853                      | 0,0158  | 63,42                            | 68,7                                      | 341                             |
| Caprinos     | 0,0842                      | 0,0156  | 64,10                            | 66,3                                      | 336                             |
| Equinos      | 0,0750                      | 0,0139  | 71,86                            | 69,2                                      | 303                             |

- De la correlación de la Conductividad Específica con la concentración de Proteínas se demuestra que la función ELECTROLITEMIA con la variable CONDUCTIVIDAD sigue un comportamiento Biofísicoquímico correcto, o sea a un aumento de la concentraciones de Proteínas corresponde una disminución del la Conductividad, proceso opuesto ocurre con la hipoproteinemia. Esto se debe a que la Conductividad Específica media determinada es una Conductividad sumatoria de la Conductividades Específicas individuales de cada uno de los iones orgánicos e inorgánicos existentes en el sistema sanguíneo (plasma y suero), matemáticamente :

$$X_{\text{Específica Media}} = \sum_1^n X_i = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

siendo 1, 2, 3,..., n; las Conductividades Específicas correspondiente a cada ión. En el caso de las Proteínas, estas actúan como medio de transporte al solvatare al pH fisiológico y la disminución de la Conductividad se debería al aumento de la viscosidad por la mayor concentración de Proteínas.

- Al estudiar la relación entre la función ELECTROLITEMIA con la variable CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA de los sueros de Equinos, Caprinos, Bovinos y Ovinos se demostró que la Electrolitemia es una función creciente con la Conductividad, salvo el caso en que las proteinemias son elevadas, causando

disminución de la Conductividad Específica por aumento de la viscosidad motivada por los coloides obligados solvatados.

5. Los pocos casos en los cuales se apartarían de lo demostrado Biofísicoquímicamente, se deberían a variaciones de los electroferogramas de las Proteínas Totales, por variaciones de las concentraciones de albúmina y las distintas fracciones de globulinas que como sabemos poseen distinta movilidad.
6. A la fecha existe una correlación del ionograma total con la Electrolitemia, obtenida por conductividad y confirmada por el autor (De Vega, 1969).
7. Se ha colaborado, mediante una medida Biofísicoquímica, al conocimiento de las electrolitemias en las especies Equinas, Caprina, Bovina y Ovina Criollas de la zona del NOA.
8. Del estudio realizado a la fecha se ha demostrado que las concentraciones de Fósforo inorgánico y la del catión Na son inferiores en el caso de equinos a otras especies, esta causa sería la responsable de que la electrolitemia media sea inferior en el caso de equinos.
9. También el autor principal y colaboradores (De vega y Lobo, 1998) (De Vega y Lobo, 2000) (De Vega, 1997, b) determinaron una constante biofísicoquímica que relaciona el metabolismo óseo al pH fisiológico con las concentraciones de Fósforo, Calcio y Magnesio. La interpretación de dicha constante biofísicoquímica es:

$$Kte_{\text{biofísicoquímica}} = \sum_1^3 mEq_i = mEq_1 Ca^{++} + mEq_2 Mg^{++} + mEq_3 (PO_4H^- + PO_4H_2^-)$$

En el caso de equinos (De Vega, et.al., 2002) dio: equinos raza peruana  $8,43 \pm 0,92$  mEq/lit y equinos criollos  $8,54 \pm 0,60$  mEq/lit, valores mas bajos que los que se observan en otras especies como se puede ver en la tabla N° 3:

**Tabla N° 3:** Valores de la Constante Biofísicoquímica relacionada con los Miliequivalentes Totales - Especies Bovinas, Ovinas, Caprinas y Equinas.

| ESPECIE       | LUGAR            | mEq TOTALES (mEq/lt) |
|---------------|------------------|----------------------|
| OVINA         | LA VIÑA          | 10,86 ± 0,76         |
| OVINA         | LA ALMONA        | 10,09 ± 0,73         |
| CAPRINA       | LA ALMONA        | 10,46 ± 1,02         |
| CAPRINA       | HORNILLOS        | 10,78 ± 1,14         |
| BOVINA        | ARROYO DEL MEDIO | 10,64 ± 0,48         |
| BOVINA        | LOS ALISOS       | 10,46 ± 1,20         |
| EQUINA (PER)  | LOS ALISOS       | 8,43 ± 0,92          |
| EQUINA (CRIO) | CHIJRA           | 8,54 ± 0,60          |

Lo que confirmaría el valor mas bajo de electrolitemia en equinos al relacionarlas con otras especies.



## Bibliografía:

- 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, N° 4. Pág. 166 - 175.
- 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. T : 106.
- DE VEGA, F. 1982. Medidas de la Conductividad y de las constantes Físicoquímicas del Humor Vítreo de Equinos y Porcinos. *Acta Bioquímica Latinoamericana*. Vol XVI, N° 2, Pág. 289 - 296.
- <sup>a</sup>DE VEGA, F. 1983. Biofísicoquímica de la Conductividad de los Fluidos Extracelulares. Forum Analítico Bioquímico. 11 a 15 de Setiembre de 1982. Buenos Aires. Vol XVII, N° 1, Pág. 150.
- <sup>b</sup>DE VEGA, F. 1983. Biofísicoquímicas de la Conductividad de los Fluidos Extra e Intracelulares. Tercer Congreso Argentino de Físicoquímica. Sede del Instituto de Investigaciones Físicoquímicas, Teóricas y Aplicadas. La Plata. Pág. 1.
- <sup>a</sup>DE VEGA, F. 1997. Perfiles Metabólicos en Bovinos, Ovinos y Caprinos Criollos de la Provincia de Jujuy”. Red de Editoriales de Universidades Nacionales. San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. Pag. 46-52.
- <sup>b</sup>DE VEGA, F. 1997. Perfiles Metabólicos en Bovinos, Ovinos y Caprinos Criollos de la Provincia de Jujuy”. Red de Editoriales de Universidades Nacionales. San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. Pag. 9-16.
- DE VEGA, F. 1988. Biofísicoquímicas de la Conductividad de los Fluidos Extra e Intracelulares en los Vertebrados. VIII Reunión Latinoamericana de Electroquímica y Corrosión. Huerta Grande. Córdoba. Resúmenes. Pág. 362.
- DE VEGA, F.; LOBO, M. 1998. Perfiles Metabólicos de Fósforo, Calcio y Magnesio en Bovinos Criollos. *Revista Agraria*. Vol. II, N° 2. Pág. 57-61.
- DE VEGA, FERMIN. 2000. Biofísicoquímica de la Electroletimia en Sueros de Bovinos, Ovinos y Caprinos - Raza Criolla - Jujuy. *Revista Agraria*. Vol. I. Pág. 117-122.
- DE VEGA, FERMIN y LOBO, MANUEL. 2000. Correlación Biofísicoquímica de la Colesterolemia con los Perfiles Metabólicos de Fósforo, Calcio y Magnesio. *Revista Agraria*. Vol. I. Pág. 43-54.
- DE VEGA, F., LOBO, M. O.; ABALOS, E. B., Y MAMANÍ, C. F. 2002. Biofísicoquímica de los perfiles metabólicos de Fósforo, Calcio y Magnesio en equinos razas peruana y criolla en la zona de los valles de la provincia de Jujuy. Congreso Regional de Ciencia y Tecnología NOA 2002. 29 y 30 de Agosto de 2002. Universidad Nacional de Catamarca.