



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

Zonas óptimas para la cría de trucha en relación con la composición biofísicoquímica de los ríos de la Provincia de Jujuy.

Autores: *De Vega, F.; Lobo, M. O..*

Dirección: secter@unju.edu.ar

Laboratorio de Investigaciones Biofísicoquímicas. Facultades de Ingeniería y Ciencias Agrarias. UNJu.

Gorriti N° 237. (4600). San Salvador de Jujuy. Argentina. Tel: (0388) 4221576

Materiales y Métodos:

Las muestras de agua de los distintos ríos de la zona de los Valles (Departamentos de la Capital y Valle Grande), Quebrada y Puna, se recogieron durante los meses de Junio a Noviembre, o sea en épocas de no creciente, para tener así una uniformidad representativa de su composición. Se ha realizado un estudio en profundidad en la zona de los Valles en las localidades de La Almona, Paños y El Morado, por existir ríos de óptimas condiciones, según las experiencias iniciadas con siembra de truchas en dichas zonas. Se han determinado las concentraciones del anión Cloruro por la técnica de Mohr, siguiéndose la metodología ya indicada en otros trabajos presentados (De Vega, 1999, a, b); además se dosaron las concentraciones del catión Calcio y Magnesio por complexometría con solución de EDTA, usándose como indicadores Eriocromo negro T y Calcon, la metodología ya fue indicada en (De Vega, 1999, a, b); también se realizó la determinación de la alcalinidad y de la dureza debida al Bicarbonato; la valoración se realizó con solución de Acido Clorhídrico 0,1 N y como indicador Naranja de Metilo. El pH fue determinado en campaña con un peachímetro marca Seibold y en el laboratorio con un peachímetro METROHM-E-516 a 20 °C. Además se realizaron las medidas de la Conductividad en campaña con un conductímetro portátil marca Antares II, en el laboratorio las medidas se procesaron utilizando un conductímetro marca METROHM. Se han determinado algunos valores del contenido de Oxígeno mediante el uso del

instrumento Horiba modelo U7 que emplea una celda galvánica con electrodo de Oxígeno.

Resultados Y Discusión:

El valor medio de las concentraciones del anión Cloruro en los ríos de la zona de la Almona, Paños y el Morado, dio 4,53 mgr ‰ (0,12 mEq ‰), la concentración máxima la registró el río Paños que dio un valor en los meses de Junio a Octubre de 5,9 mgr ‰ (0,14 mEq ‰). Las concentraciones del catión Calcio en los ríos mencionados da un valor medio de 20,03 mgr ‰ (1,00 mEq ‰), las concentraciones del catión Magnesio registraron un valor medio de 6,81 mgr ‰ (0,56 mEq ‰). La alcalinidad total expresada en Carbonatos nos dio un valor medio de 40,61 mgr ‰ (1,35 mEq ‰). La determinación del pH en todos los ríos (Almona, Paños y el Morado) dio un valor medio de 7,09. El valor de la conductividad expresada como Conductividad Específica dio un valor medio de 181,28 US x cm^{-1} . En la tabla N° 1 puede observarse en detalle las distintas concentraciones iónicas y los valores del pH y Conductividad registrada en los meses de Junio a Noviembre.

TABLA N° 1:

Concentraciones de los iones cloruros, calcio, magnesio y carbonatos, pH y conductividad en los ríos de La Almona, paños y el morado -zona de los valle- Jujuy.

Meses	RIOS	Cl ⁻¹ mEq‰	Ca ⁺⁺ mEq‰	Mg ⁺⁺ mEq‰	CO ₃ ⁼ mEq‰	pH	Conductividad Específica μS cm ⁻¹
JUNIO	ALMONA	0,11	1,00	0,55	1,26	7,00	201,40
	PAÑOS	0,14	0,85	0,54	1,45	7,30	160,55
	MORADO	0,11	1,20	0,42	1,45	7,10	188,10
JULIO	ALMONA	0,11	1,20	0,55	1,33	7,30	192,00
	PAÑOS	0,15	0,75	0,54	1,33	7,55	160,55
	MORADO	0,10	1,15	0,42	1,30	6,90	190,00
AGOSTO	ALMONA	0,11	1,05	0,55	1,33	7,30	201,00
	PAÑOS	0,17	0,85	0,55	1,33	7,55	167,00
	MORADO	0,11	1,00	0,68	1,36	7,00	188,00
SETIEM	ALMONA	0,12	1,00	0,55	1,40	7,32	203,00
	PAÑOS	0,16	0,90	0,53	1,36	7,50	169,00
	MORADO	0,11	1,05	0,69	1,30	7,10	165,00
OCTUBR	ALMONA	0,11	1,10	0,68	1,30	6,65	202,00
	PAÑOS	0,15	1,00	0,54	1,36	6,60	169,00
	MORADO	0,11	1,10	0,68	1,40	6,80	190,00
NOVIEM	ALMONA	0,11	0,75	0,68	1,30	7,00	186,00
	PAÑOS	0,11	1,02	0,42	1,36	6,65	169,00
	MORADO	0,11	1,05	0,42	1,40	7,00	162,00
Valores medios		0,12	1,00	0,56	1,35	7,09	181,28
STD		0,02	0,13	0,10	0,04	0,31	14,61

Constante de celda : K = 0,95 cm⁻¹

Los valores del contenido de oxígeno en agua en parte por millón dan un valor medio a 20 °C de 9,01.

Si se comparan los valores obtenidos, con los registrados en otras zonas de los Valles (ríos Reyes, Yala, Guerrero, Lozano y León) según tabla N° 2, como los valores de pH y conductividad puede observarse una gran uniformidad con los ríos anteriores, los ríos Cusi Cusi, como el de Santa Catalina, de la Puna, poseen también varios parámetros similares a los ríos de las zonas de los Valles.

TABLA Nº 2

Concentraciones de los iones cloruros, calcio, magnesio y carbonatos, pH, conductividad e índice de refracción en distintos ríos de la provincia de Jujuy -valle-quebrada-puna.

RIOS	Cl ⁻ mEq‰	Ca ⁺⁺ mEq‰	Mg ⁺⁺ mEq‰	CO ₃ ⁼ mEq‰	pH	Cond. Espec. μS cm ⁻¹	Indice de Refracción
REYES	0,11	1,25	0,21	1,50	7,20	266,00	1,3328
YALA	0,11	0,85	0,42	1,43	6,95	167,00	1,3328
GUERRERO	0,11	1,05	0,42	1,57	6,30	174,00	1,3328
LOZANO	0,11	1,03	0,78	2,68	7,35	253,00	1,3328
LEON	0,22	1,60	0,64	2,46	7,35	316,80	1,3326
*LEON	1,41	2,40	1,44	3,00	7,50	774,20	1,3329
*TUMBAYA	2,37	4,00	2,24	4,48	7,60	1102,00	1,3330
*MAIMARA	2,37	3,68	1,81	4,48	7,85	1007,00	1,3324
*TILACAR	2,03	3,68	1,53	3,92	7,75	978,50	1,3324
*UQUIA	1,69	2,40	1,36	3,36	8,05	869,20	1,3328
*HUMAHUA	1,21	4,10	1,31	3,66	8,10	874,00	1,3329
*AZUL PAM	1,52	5,52	2,80	2,80	7,75	1339,50	1,3329
S.CATALI	0,62	1,12	0,48	1,12	7,90	291,60	1,3328
TAFNA	0,56	1,60	1,04	0,80	7,85	418,00	1,3328
CINCEL	0,34	1,12	0,24	1,68	8,55	275,50	1,3327
S.J.ORO	4,06	2,64	0,48	4,48	7,90	1102,00	1,3329
OROSMAYO	5,64	2,16	0,48	2,13	7,80	1064,00	1,3329
CUSI-CUSI	0,22	0,72		0,90	6,90	144,40	1,3326
MIRAFLOR	1,07	1,25	0,80	2,24	7,75	508,00	1,3328
Valor medio					7,60		1,3327
STD					0,50		0,0001

Constante de celda: K = 0,95 cm⁻¹

* RIO GRANDE, localidades por la que pasa

En la tabla Nº 3 se detallan las concentraciones de los iones Cloruros, Calcio, Magnesio y Carbonatos; y los parámetros biofísicoquímicos: Conductividad, pH e Índice de Refracción, obtenidos en los ríos de la zona de Valle Grande.

Del análisis de la misma vemos que la concentración media de Calcio en los ríos de Valle Grande (Colorado, Caspala, Junta Colorado - Caspala, Valle Grande y Valle Grande Puente Pampichuela) dio $41,10 \pm 3,45$ mgr ‰ ($2,05 \pm 0,17$ mEq ‰) y la concentración media de Calcio de los afluentes del Río Valle Grande (Cuevas, Loza, Yerba Buena, Santa Rosa, Noques) acusó $50,53 \pm 10,16$ mgr ‰ ($2,53 \pm 0,51$ mEq ‰).

TABLA N° 3:

Concentraciones de los Iones Cloruros, Calcio, Magnesio y Carbonatos, pH, Conductividad e Índice de Refracción en distintos Ríos de la Provincia de Jujuy, Zona de los Valles - Valle Grande.

RIO VALLE GRANDE							
RIOS	Cl ⁻¹ mEq‰	Ca ⁺⁺ mEq‰	Mg ⁺⁺ mEq‰	CO ₃ ⁼ mEq‰	pH	Cond. Espec. μS cm ⁻¹	Índice Refracción
COLORADO	0,11	1,80	0,59	1,94	7,37	319,20	1,3323
CASPALA	0,19	2,20	0,88	1,96	7,60	435,10	1,3325
JUNTA (1)	0,17	2,02	0,75	1,85	7,50	396,60	1,3324
V.GRANDE	0,23	1,96	0,90	1,85	7,77	385,00	1,3325
V.G.(2)	0,17	2,29	0,75	2,02	8,25	432,30	1,3323
X MEDIO	0,17	2,05	0,77	1,93	7,70	393,60	1,3324
STD	0,04	0,17	0,11	0,07	0,31	42,00	0,0001

AFLUENTES DEL RIO VALLE GRANDE							
RIOS	Cl ⁻¹ mEq‰	Ca ⁺⁺ mEq‰	Mg ⁺⁺ mEq‰	CO ₃ ⁼ mEq‰	pH	Cond. Espec. μS cm ⁻¹	Índice Refracción
CUEVAS	0,11	2,68	0,55	2,47	7,75	420,40	1,3324
LOZA	0,11	1,50	0,00	1,57	7,20	248,00	1,3325
Y.BUENA	0,11	3,06	0,64	2,82	7,85	489,50	1,3325
S. ROSA	0,11	2,90	0,70	2,69	8,05	470,30	1,3325
NOQUES	0,11	2,38	0,44	1,91	8,00	385,70	1,3323
S.LORENZ	0,40	2,64	0,88	2,64	7,80	555,30	1,3325
X MEDIO	0,16	2,53	0,54	2,37	7,78	428,20	1,3324
STD	0,11	0,51	0,27	0,47	0,28	96,60	0,0001

Constante de celda : K = 0,95 cm⁻¹

(1): JUNTA de los ríos Caspala y Colorado (2): Río Valle Grande en Puente Pampichuela

Estos valores son superiores a los determinados en los ríos de zona de los Valles, Departamento Capital Almona, Paños, Morado, Guerrero, Yala), como puede observarse en las tablas N° 1 y N° 2. Esto favorece el mantenimiento del pH por lo cual resultan de muy buena calidad para la cría de salmónidos (Stevensosn, 1967).

Las concentraciones de Magnesio en los ríos del Departamento Valle Grande, acusaron un valor medio de $9,40 \pm 1,38$ mgr ‰ (0,77 ± 0,11 mEq/lt) que

guardan similitud con el valor medio calculado en los afluentes del Río Valle Grande, cuyo valor fue $0,54 \pm 0,27$ mEq ‰ ($6,51 \pm 3,34$ mEq ‰).

El valor medio de la concentración de anión cloruro en ríos de Valle Grande acusó un valor de $6,20 \pm 1,33$ mgr ‰ ($0,17 \pm 0,04$ mEq ‰) y las de sus afluentes $5,67 \pm 3,73$ mgr ‰ ($0,16 \pm 0,11$ mEq ‰). Los Ríos Cuevas, Loza, Yerba Buena y Santa Rosa dieron una concentración del anión Cloruro totalmente similares, que guardan relación con las concentraciones del anión Cloruro determinadas en los ríos de la zona de La Almona, Departamento Capital, Jujuy.

Las concentraciones de carbonatos en los ríos de Valle Grande dieron un valor medio de $57,78 \pm 1,97$ mgr ‰ ($1,93 \pm 0,07$ mEq ‰) y la de sus afluentes fue de $70,96 \pm 14,16$ mgr ‰ ($2,37 \pm 0,47$ mEq ‰) siendo las concentraciones determinadas (Stevensón, 1967), óptimas para la cría de truchas.

La Conductividad Específica media de los afluentes del Río Valle Grande dio $428,2 \pm 96,6$ $\mu\text{S}^1\text{cm}^{-1}$, siendo estos valores ligeramente superiores al valor de la Conductividad Específica media de los Ríos de Valle Grande, su valor promedio fue $393,6 \pm 42$ $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}$, dichos valores nos indican una osmolaridad casi del doble de la determinada en los Ríos de zona de los Valles, Departamento Capital (La Almona, Paños, Morado).

El valor medio del Índice de Refracción tanto en los ríos de Valle Grande y sus afluentes es exactamente el mismo, lo que nos indicaría una cantidad de solutos totales muy uniforme (iones orgánicos e inorgánicos y material orgánico).

Las experiencias obtenidas a la fecha con la siembra de salmónidos en los ríos estudiados fueron de muy buenos resultados en función de su crecimiento animal.

En la tabla N° 4 se indican las distintas concentraciones registradas en los meses de Agosto, Setiembre y Octubre.

TABLA N° 4:

Concentraciones de los Iones Cloruros, Calcio, Magnesio y Carbonatos, pH, Conductividad e Índice de Refracción en distintos Ríos de la Provincia de Jujuy Zona de los Valles - Valle Grande. Agosto - Setiembre – Octubre.

AGOSTO							
RIOS	Cl ⁻¹ mEq‰	Ca ⁺⁺ mEq‰	Mg ⁺⁺ mEq‰	CO ₃ ⁼ mEq‰	pH	Cond. Espec. μS cm ⁻¹	Índice Refracción
COLORADO	0,11	1,67	0,62	1,91	7,40	308,80	1,3322
V.GRANDE	0,28	1,85	0,88	1,80	7,83	360,50	1,3324
V.G.(2)	0,17	2,29	0,75	2,02	8,25	432,30	1,3323
CUEVAS	0,11	2,64	0,62	2,47	7,80	422,80	1,3322
Y.BUENA	0,11	3,43	0,44	3,14	7,95	515,40	1,3322
S. ROSA	0,11	2,90	0,70	2,69	8,05	470,30	1,3325
NOQUES	0,11	2,38	0,44	1,91	8,00	385,70	1,3323
X MEDIO	0,17	2,45	0,63	2,28	7,90	413,70	1,3323
STD	0,04	0,58	0,15	0,47	0,25	63,90	0,0001
SETIEMBRE							
RIOS	Cl ⁻¹ mEq‰	Ca ⁺⁺ mEq‰	Mg ⁺⁺ mEq‰	CO ₃ ⁼ mEq‰	pH	Cond. Espec. μS cm ⁻¹	Índice Refracción
COLORADO	0,11	1,89	0,53	1,91	7,40	312,60	1,3325
CASPALA	0,17	2,20	0,88	1,91	7,70	427,50	1,3324
JUNTA (1)	0,17	2,02	0,79	1,80	7,70	408,50	1,3324
V.GRANDE	0,23	1,96	0,90	1,85	7,77	385,00	1,3325
CUEVAS	0,11	2,68	0,55	2,47	7,75	420,40	1,3324
Y. BUENA	0,11	3,06	0,64	2,92	7,85	489,50	1,3325
S.LORENZO	0,40	2,64	0,88	2,64	7,80	555,30	1,3325
X MEDIO	0,19	2,53	0,74	2,21	7,71	428,30	1,3324
STD	0,10	0,41	0,15	0,42	0,14	71,30	0,0001
OCTUBRE							
RIOS	Cl ⁻¹ mEq‰	Ca ⁺⁺ mEq‰	Mg ⁺⁺ mEq‰	CO ₃ ⁼ mEq‰	pH	Cond. Espec. μS cm ⁻¹	Índice Refracción
COLORADO	0,11	1,85	2,02	0,62	7,30	336,30	1,3322
CASPALA	0,20	2,20	2,02	0,88	7,50	442,70	1,3326
JUNTA (1)	0,17	2,02	1,91	0,70	7,30	384,80	1,3324
V.GRANDE	0,17	2,07	1,91	0,92	7,70	409,50	1,3325
CUEVAS	0,11	2,73	2,47	0,48	7,70	418,00	1,3325
LOZA	0,11	1,50	0,00	1,57	7,20	248,00	1,3325
Y.BUENA	0,11	2,68	0,84	2,69	7,75	463,40	1,3327
X MEDIO	0,14	2,15	0,63	2,03	7,49	386,10	1,3325
STD	0,04	0,41	0,30	0,35	0,21	68,00	0,0001

Constante de celda : K = 0,95 cm⁻¹

(1) : JUNTA de los ríos Caspala y Colorado

(2) : Río Valle Grande en Puente Pampichuela

Conclusiones:

1. El caudal de todos los ríos estudiados se adapta para la cría de salmónidos salvo en los meses de sequía pronunciada, en los cuales disminuye en forma marcada sobre todo en el río Paños. Esto no ocurre en los ríos del Departamento de Valle Grande, ya que poseen un excelente caudal durante todo el año. (De Vega, 1999, c).
2. La temperatura media de los ríos es de 15 °C, valor que está dentro del indicado para la cría de truchas Arco Iris, se ha observado que estas truchas soportan una temperatura de hasta 25 °C, según experiencias del equipo de trabajo. en épocas de viento norte y sequía (Julio-Agosto) se observó temperaturas superiores en ríos de montaña sin que esto provoque mortandad de truchas.
3. Las concentraciones de protones registrada en los distintos ríos, según el pH medido en la zona de La Almona, Paños y el Morado que dio un valor medios de pH de $7,09 \pm 0,31$ esta dentro del exigido; pudo observarse que valores de pH ligeramente superiores al punto neutro también son favorables. El valor del pH medio en los ríos del Departamento de valle grande y sus afluentes esta dentro de los valores óptimos aconsejados. (De Vega, 1997, a).
4. La dureza de las aguas (De Vega, 2000, a, b) está dentro de los valores necesarios para la cría de salmónidos como las concentraciones del anión Cloruro. Las concentraciones de los distintos iones como la dureza de las aguas en los ríos del Departamento de Valle Grande son óptimas según la bibliografía (Stevenson, 1967), para la cría de Salmónidos.
5. La conductividad nos indica indirectamente la osmolaridad del sistema ecológico acuático estudiado y nos da una medida de su homogeneidad o heterogeneidad. Los valores medios de la Conductividad (De Vega, 1997, a, b) guardan total correlación con la osmolaridad iónica promedio determinada en los ríos del Departamento de Valle Grande y en zona de los Valle, Departamento Capital.
6. Las correlaciones de las curvas de conductividad con la osmolaridad, según últimos trabajos de uno de los autores, dan un aporte importante para la preservación de los ecosistemas y un auxilio para los que hacen acuicultura (De Vega, 1997, b) (De Vega, 2000, c)
7. La $d(\text{pH})/d(\text{río})$ tiende a 0, nos demuestra la capacidad buffer del sistema ácido carbónico-bicarbonato e indirectamente da cuenta de la no contaminación de los espejos acuáticos con materia orgánica, pues esta alteraría la capacidad buffer y por consiguiente el pH.

8. Durante mas de 10 años se ha observado la permanencia de los valores biofisicoquímicos e iónicos, lo cual debemos preservar respetando así el ecosistema.

Bibliografía:

- ^aDE VEGA, F. 1997. Correlación Biofísicoquímica del pH con la Alcalinidad Total y Osmolaridad Determinada en los Ríos de la Provincia de Jujuy. Revista de Geología y Minería. Vol. 11, N° 2. Pag. 47-59.
- ^bDE VEGA, F. 1997. Correlación Biofísicoquímica de la Conductividad Específica con la Osmolaridad de los Ríos de la Provincia de Jujuy. Revista de Geología y Minería Vol. 11, N° 2. Pag. 35-46.
- ^aDE VEGA, F. 1999. Biofísicoquímica del Dosaje de Sodio y Potasio y su Correlación con las Concentraciones de Calcio, Magnesio, Cloruros y Alcalinidad Total Expresada como Carbonatos como otros Parámetros Físicoquímicos de los Ríos de la Zonas de los Valles, Quebrada y Puna. Revista Agraria.. Vol. I, Pág. 93-98.
- ^bDE VEGA, F. 1999. Estudio Biofísicoquímico del Dosaje de Sodio y Potasio y su Correlación con las Concentraciones de Calcio, Magnesio, Cloruros y Carbonatos como otros Parámetros Físicoquímicos de los Ríos de Valle Grande - Provincia de Jujuy. Revista Agraria. Vol. I, Pág. 79-84.
- ^cDE VEGA, F. 1999. Correlación Biofísicoquímica de las Concentraciones de Sodio y Potasio Aplicados a la Fisiología Vegetal Zonal según las Composiciones Obtenidas en Ríos de la Zonas de los Valles, Quebrada y Puna de la Provincia de Jujuy. Revista Agraria.. Vol. I, Pág. 85-91.
- ^aDE VEGA, F. 2000. Biofísicoquímica de los iones alcalinos de sodio y potasio y su correlación con los otros equilibrios iónicos de los ríos de Valle Grande. Provincia de Jujuy. V Seminario Internacional de Integración Sub - Regional: Iquique - Chile. 20 de Octubre de 2000. Libro de resúmenes- Vol. I. Pág. 5.
- ^bDE VEGA, F. 2000. Biofísicoquímica de las concentraciones iónicas de sodio y potasio en los ríos de la Provincia de Jujuy aplicados a fisiología vegetal. V Seminario Internacional de Integración Sub - Regional: Iquique - Chile. 20 de Octubre de 2000. Libro de resúmenes- Vol. I. Pág. 5.
- ^cDE VEGA, F. 2000. Mecanismo Biofísicoquímico de las Concentraciones Iónicas y otros Parámetros Físicoquímicos de los Ríos de la Zona de Jujuy. V Seminario Internacional de Integración Sub - Regional: Iquique - Chile. 20 de Octubre de 2000. Libro de resúmenes- Vol. I. Pág. 5.
- STEVENSOSN, J. 1967. Manual de cría de la trucha. Editorial Acribia, S.A. - Zaragoza - España - Pág 7 a 15.