
LA CALIDAD FISICOQUIMICA DE LAS AGUAS EN LA RESERVA NACIONAL MALLECO EN LA IX REGION DE CHILE

N.R. Rivera (1), A. Muñoz-Pedrerros (2) y F. Encina (2)

Univ. Católica de Temuco, Fac. de Ciencias, (1) Depto. de Ciencias Biológicas y Químicas, (2) Esc. de Ciencias Ambientales, Casilla 15-D, Temuco-Chile

RESUMEN

Se presenta el estudio sobre la calidad de las aguas de los ríos Amargos y Niblinto y sus afluentes, en el sector de la Reserva Nacional Malleco-Chile. Los cauces de agua estudiados son de tipo ritral, tienen alta pendiente, bajo caudal, alta velocidad de corriente, temperatura baja y aguas muy oxigenadas. La caracterización fisicoquímica se efectuó fijando seis estaciones de muestreo. El programa de muestreo, las técnicas analíticas de preservación y conservación de las muestras se implementaron de acuerdo a las normas vigentes. Los resultados muestran que todos los parámetros estudiados están dentro de los límites permitidos, concluyéndose que sus aguas son de buena calidad.

PHYSICO-CHEMICAL QUALITY OF THE WATERS IN THE MALLECO NATIONAL PARK LOCATED IN THE IX REGION OF CHILE

A study was done on the quality of the waters of the rivers Amargos and Niblinto and their effluents in the Malleco National Park-Chile. The water flows studied are of ritral type, have high slope, low water flow, high speed, low temperature and highly oxygenated waters. Six sampling points were established to perform the physico-chemical characterization. The sampling program, the analytical techniques for preservation and conservation of the samples were set according to the current legal standards. The results show that all the parameters considered are within reference values, concluding that the waters are of good quality.

Keywords: water quality, national reserve, physico-chemical characterization, natural waters

INTRODUCCIÓN

En Chile, debido a su especial geomorfología existe un número apreciable de hoyas hidrográficas que se encuentran constituidas por un gran número de pequeños ríos. Estos se caracterizan por originarse en la parte alta de la cordillera, para luego llegar a la parte baja denominada valle central y posteriormente descargar en el Océano Pacífico. Es difícil considerar puras a las aguas naturales, desde el punto de vista químico o físico, porque siempre contienen organismos animales, vegetales, partículas en suspensión o en solución como minerales, gases y extractos de plantas.

El ser humano ha provocado contaminación en las aguas, más aún, la mayor parte de los ríos están más o menos contaminados, pasando a ser algunos de estos literalmente alcantarillas abiertas (Murgel, 1984). El agua es el mejor disolvente natural de numerosas materias, sobre todo un medio conductor de sustancias disueltas, ya que se encuentra continuamente en contacto con el suelo (aguas subterráneas), con la superficie (aguas superficiales) o con el aire (aguas de lluvia).

En general, las sustancias químicas pueden comunicarle al agua mal sabor o coloración, pero esto es notorio si la sal o sustancias minerales están en gran cantidad, otras veces son capaces de reaccionar para formar compuestos con una toxicidad alterada, entre estas sustancias se pueden considerar al arsénico, bario, cadmio, cianuro, cromo hexavalente, plata, plomo, selenio y fluoruro, que comunican al agua propiedades tóxicas cuando se presentan en concentraciones superiores a los límites especificados. De esto se desprende la importancia que tienen los sistemas de vigilancia de la calidad de aguas.

De acuerdo a su uso (Rivera, 1992), se pueden distinguir cinco grandes parcelaciones de clasificación de las aguas: doméstico, comercial, industrial, agrícola y público. A la vez estos cinco grupos se subdividen en diversas formas de utilización del recurso hídrico. De esta manera el agua para uso doméstico, más específicamente para beber, no debe gustar a sal, azufre, o hierro, pero tampoco debe ser tan insípida como agua destilada, es así que de acuerdo a los usos ha sido posible establecer límites máximos y mínimos de tolerancia.

La presencia de componentes químicos ajenos a su propia estructura, hacen que las características de las aguas sean específicas, para cada región, de esta forma al norte de Chile se encuentran aguas abundantes en sales, no es así en el sur de éste. Existe una gran variedad en cuanto a la clase y cantidad de sales disueltas y sus efectos pueden ser muy variados, algunas sales por ejemplo, hacen que el agua sea dura (sales de

calcio y magnesio), pero estas mismas pueden resultar muy útiles para el riego.

La materia disuelta en los ríos, generalmente no excede de 500 ppm, aun cuando en algunos casos sobrepasa las 2000 ppm. Aguas que sobrepasan las 500 ppm. se consideran no aptas para el abastecimiento público de la ciudad. Se debe aclarar que no existen estándares fijos para determinar la calidad de las aguas, sino que existen estándares y criterios para diferentes usos y actividades; de lo anterior se deduce que se está en presencia de un carácter relativo de la calidad de las aguas (Rivera, 1992).

El objetivo de esta investigación fue determinar la calidad fisicoquímica de aguas superficiales y la estimación de caudal de seis estaciones de muestreo. El estudio se efectuó para las estaciones 1,2 y 3 el 2 de octubre de 1996 y para las estaciones 4,5 y 6 el 28 de agosto de 1996, procediendo de acuerdo a las normas para el muestreo y manipulación de muestras, los análisis se efectuaron en los laboratorios de Química Ambiental pertenecientes a la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco.

AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍAS

Descripción del área de estudio

La Reserva Nacional Malleco está ubicada a 38° 07' sur, 71° 45' este, a 75 km al sur-este de la ciudad de Collipulli. Está emplazada en la zona preandina, bordeada por el río Renaico que actúa como límite norte además es el límite entre las VIII y IX Regiones) y flanqueada por el sur por el Parque Nacional Tolhuaca. Al oeste limita con propiedades agrícolas privadas (figura 1).

La reserva tiene una extensión total de 16.625 hectáreas, que ha sido sectorizada en cuatro zonas: Los Guindos, Niblinto, Prado Escondido y Pino Huacho. Actualmente esta Reserva está sometida a múltiples actividades de silvicultura y manejo forestal, entre las que destacan ensayos experimentales con especies introducidas y nativas, viverización natural, franjas de regeneración, etc.

El área de estudio se concentró en dos ríos y sus afluentes en la zona alta de la cuenca hidrográfica del río Biobío correspondiente a la Provincia de Malleco, IX Región., Los dos sistemas corresponden a ríos de primer orden y presentan un flujo turbulento que impide la sedimentación fina. El primero de ellos es el río Amargos y sus afluentes, el estero Corredores y estero Prado Escondido, los cuales se originan en la vertiente occidental de la cordillera de Pemehue. El río Amargos es tributario del río Renaico, el cual es a su vez tributarios del río Vergara, este último desemboca en el río Biobío a la altura de la ciudad de Nacimiento. El segundo río corresponde al río

Niblinto y su afluente el estero el Toro, ambos cursos de agua también nacen en la cordillera de Pemehue. El río Niblinto es tributario del río Malleco, y se une a la altura de Angol con los ríos Picoiquén y Rehue para dar origen al río Vergara.

La cuenca hidrográfica del río Biobío se ubica entre los 36° 43' y los 38° 55' de latitud sur y los 70° 49' y 73° 10' longitud oeste, abarcando una superficie de 24.049 km² (Sánchez y Muñoz, 1988) constituyendo una de las cuencas más importantes en Chile al considerar su longitud, caudal,

área y sus usos múltiples. Los cauces de agua estudiados pertenecen a una red hídrica emplazada en sectores altos del área del drenaje general. Este sistema de tipo ritral, tiene alta pendiente, bajo caudal, alta velocidad de corriente, sedimento con grandes bolones y gujarros, temperaturas bajas y aguas muy oxigenadas. En los ríos y esteros del área de estudio se pueden diferenciar dos hábitat: los rápidos y los pozones. Los rápidos son bajos, con sedimento grueso, especialmente de bolones y gujarros, fuerte corriente y alta productividad bentónica. Los

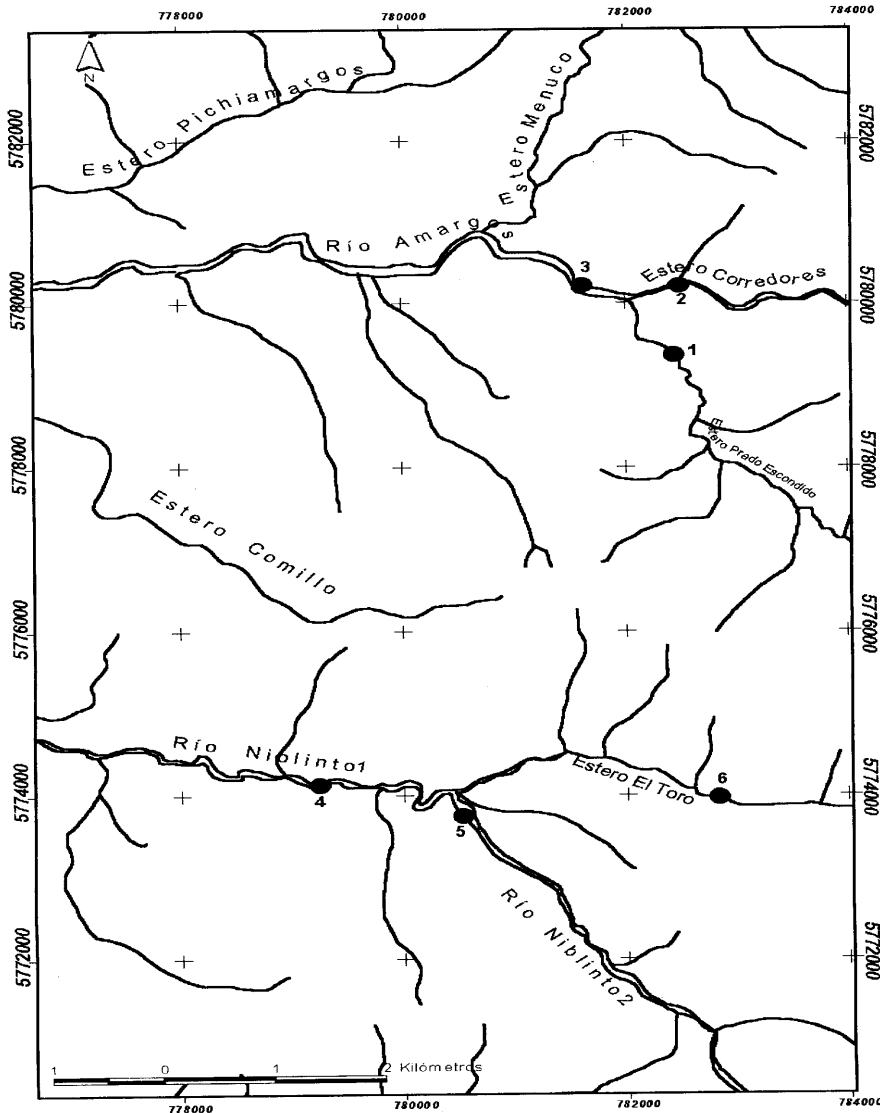


Fig. 1: Ubicación geográfica del área de estudio.

1. Estero Prado Escondido; 2. Estero Corredores; 3. Río Amargos; 4. Río Niblinto 1; 5. Río Niblinto 2; 6. Estero El Toro

pozones son más profundos, con sedimento fino y materia orgánica, velocidad de corriente lenta y baja productividad bentónica.

Caracterización de las estaciones de muestreo

Se estudiaron dos ríos de la Reserva Nacional Malleco: Amargos y Niblinto, con sus respectivos

afuentes, los esteros Prado Escondido, Corredores y El Toro. (Ver Tabla 1).

Metodologías de estudio

Los muestreos se efectuaron de acuerdo a MOPT (1992) y CONAMA (1996), tales como: registrarlos en puntos alejados de las orillas, en sistemas

Tabla 1: Caracterización de las estaciones de muestreo Reserva Nacional Malleco

ESTACION	RIOS/ESTEROS	UBICACIÓN	ALTURA (msnm)	CARACTERISTICAS	VEGETACION CIRCUNDANTE
1	Prado Escondido	38° 05' 54" 71° 46' 43"	1.240	Río pedregoso con fondo rocoso, alta turbulencia, dominado por clastos grandes y emergentes con muchos musgos (> 60% de las rocas). Rivera con troncos semisumergidos	Estrato arbóreo denso dominado por <i>Nothofagus dombeyi</i> (coigue), <i>Weinmannia trichosperma</i> (tineos), <i>Nothofagus obliqua</i> (roble), <i>Geuvina avella</i> (avellano) y sotobosque con <i>Chusquea quila</i> (quila).
2	Corredores	38° 05' 54" 71° 46' 40"	1.220	Río correntoso y pequeño, con grandes clastos (un 20% de un metro de radio, un 20% de 0,5 metros de radio el resto <20-30cm. de radio)	Estrato arbóreo denso dominado por: <i>Nothofagus dombeyi</i> (coigue), <i>Weinmannia trichosperma</i> (tineo), <i>Nothofagus obliqua</i> (roble), <i>Geuvina avella</i> (avellano) y sotobosque con <i>Chusquea quila</i> (quila).
3	Amargos	38° 05' 35" 71° 47' 18"	1.190	Río correntoso y pequeño, con grandes clastos (un 10% de un metro de radio, un 20% de 0,5 metros de radio el resto de 20-30cm. de radio)	Estrato arbóreo denso dominado por bosque adulto de <i>Nothofagus dombeyi</i> (coigue), <i>Nothofagus obliqua</i> (roble) y <i>Geuvina avella</i> (avellano).
4	Niblinto1	38° 08' 46" 71° 49' 36"	648	Río pedregoso con fondo rocoso, clastos de 20 a 40 cm.	En el estrato arbóreo dominan: los <i>Nothofagus dombeyi</i> (coigue) y en el estrato arbustivo la <i>Chusquea quila</i> (quila).
5	Niblinto2	38° 08' 47" 71° 48' 12"	707	Río pedregoso con fondo rocoso y clastos de 20 a 30 cm.	En el estrato arbóreo dominan: <i>Nothofagus dombeyi</i> (coigue), <i>Geuvina avella</i> (avellano), <i>Weinmannia trichosperma</i> (tineo), <i>Laureliopsis philippiana</i> (tepa) y <i>Laurelia sempervirens</i> (laurel).
6	El Toro	38° 09' 02" 71° 46' 28"	815	Río pedregoso con fondo rocoso, clastos de 40 a 60 cm. Con fuertes turbulencias.	Estrato arbóreo denso, dominado por <i>Nothofagus dombeyi</i> (coigue) y <i>Geuvina avellana</i> (avellano).

homogéneos, en cantidad adecuada para submuestras y todo lo que significa obtener muestras representativas del total. Las muestras fueron enviadas inmediatamente al laboratorio y almacenadas a 4°C. Para trabajar con la secuencia lógica de los análisis, se procesaron con tres réplicas paralelas para cada caso.

La elección de los parámetros significativos (MOPT, 1992) consideró los factores naturales y antrópicos que condicionarían la composición de las aguas de la Reserva Nacional Malleco.

Los criterios y estándares empleados son los señalados por las Normas Chilenas de calidad de aguas (Conama, 1994), confrontadas a patrones internacionales aplicados a este tipo de estudios

Se analizaron las siguientes mediciones in situ: El oxígeno disuelto, medido con un oxímetro portátil Hanna modelo HI9142. El pH medido con un pHmetro digital portátil Hanna modelo 2041. La conductividad (mS) medida con un conductímetro HACH modelo 4460.

Los análisis realizados en laboratorio fueron: el fosfato disponible, determinado por el método de Olsen modificado para aguas. N-amoniaco se determinó usando el reactivo de Nessler. Nitrito se determinó mediante método colorimétrico de diazotización con mediciones espectrofotométricas en un DR3000. El nitrato se determinó mediante método colorimétrico con reducción de Cd, con mediciones espectrofotométricas. Hierro se determinó usando el método colorimétrico 1-10 fenantrolina, con mediciones espectrofotométricas.

Los cloruros se determinaron aplicando método colorimétrico con tiocianato mercúrico. Cobalto se determinó usando 1-2 piridilazo-2 naphthol con mediciones espectrofotométricas. Sodio, potasio y calcio se determinaron con un espectrofotómetro de llama (Jenway).

Alcalinidad total se determinó por el método de titulación con ácido clorhídrico 0,1N. Para la dureza total se usó el método simplificado Titriplex.

Sólidos disueltos se determinaron por método gravimétrico.

La estimación del caudal se realizó mediante el cálculo del área de la sección del río y de la velocidad de la corriente. La velocidad se estimó mediante derivadores subsuperficiales. (sensu Linsley, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimación de caudal

Se estimó el caudal de los dos ríos con sus respectivos afluentes: a) río Amargos, con sus

Tabla 2: Mediciones de caudal en las seis estaciones de muestreo.

Estaciones	V media (m/s)	Q medio (m ³ /s)
Estero Prado Escondido	2,53	10,01
Estero Corredores	2,14	4,32
Río Amargos	4,67	14,33
Río Niblinto 1	0,36	7,79
Río Niblinto 2	0,64	4,29
Estero El Toro	0,69	3,50

afluentes los esteros Prado Escondido y Corredores. Este río y sus esteros están sobre los 1.100 msnm y es un típico río ritrónico; b) río Niblinto, con su afluente el estero El Toro. Este río y sus esteros están sobre los 800 y los 600 msnm y es un río ritrónico.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para las mediciones de caudal y velocidades de corriente, realizadas en las seis estaciones de muestreo. El río Amargos y sus afluentes presentan mayores velocidades y caudales medios que el río Niblinto y sus afluentes.

Temperatura

De acuerdo a los datos de la tabla 3 se encontraron dos rangos de temperaturas: a) El río Amargos y sus afluentes, los esteros Prado Escondido y Corredores, presentan valores que fluctúan entre los 7,5 y los 7,7 °C; b) El río Niblinto y su afluente el estero El Toro presentan valores que fluctúan entre 4,7 y 5,5 °C. En el primer caso se explica su mayor temperatura por su menor altitud (600-800 msnm) y el segundo explica su temperatura más baja por su mayor altitud (entre 1.100 y 1200 msnm). Estos registros son los esperados para cursos de agua del tipo ritrón. Campos (1985), encontró temperaturas invernales que fluctuaban entre los 3,8 y los 8,8 °C en 30 ríos andinos del tipo ritrón en el sur de Chile.

Considerando la temperatura desde el punto de vista de favorecer la vida acuática, en flujo corriente no debe aumentar el valor natural en más de 3°C. En cuanto a la recreación (contacto directo) se puede tolerar hasta un máximo de 30 °C.

pH

El pH se presenta en los ríos Prado Escondido, Corredores y Amargo variando entre 7,3 y 7,4, mientras que en los ríos Niblinto y El Toro varía entre 7,4 y 7,7. Estos son valores que tienden a rangos neutros, como los esperados para aguas de ríos de tipo ritrón. Los rangos de pH, son marcadamente diferentes a los que presentan las aguas del río Cautín (IX Región, Chile), que son 5,7 a 5,9 (Rivera y Muñoz-Pedrerros, 1999)

Desde el punto de vista del consumo humano, se considera un rango de pH 7 a 8,5 y un límite

Tabla 3: Análisis Físicoquímico de las aguas de los ríos de la reserva Nacional Malleco.

PARAMETRO	ESTACIONES					
	1.PRADO ESCONDIDO	2.CORREDORES	3.AMARGOS	4.NIBLINTO1	5.NIBLINTO2	6. EL TORO
pH (unidades)	7.35	7.30	7.4	7.37	7.65	7.51
Cond. (Ms/cm.)	19.27±1.76	19.0±0.52	17.37±0.42	26.2±2.43	25.63±0.72	22.17±0.05
PO ₄ disp.(ppm)	0.118±0.0035	0.172±0.024	0.19±0.00153	0.09±0.003	0.098±0.0025	0.09±0.007
P	0.039±0.0015	0.057±0.0083	0.062±0.0006	0.028±0.001	0.033±0.0012	0.029±0.002
N-amon.(ppm)	0.29±0.035	0.197±0.011	0.207±0.0058	0.16±0.053	0.133±0.065	0.19±0.035
NO ₃ (ppm)	0.23±0.058	0.33±0.058	0.33±0.058	0.2±0.0	0.5±0.0	0.2±0.1
NO ₂ (ppm)	0.016±0.0035	0.046±0.001	0.023±0.0017	0.0087±0.003	0.005±0.002	0.005±0.002
Fe total(ppm)	0.208±0.0128	0.232±0.00833	0.227±0.0053	0.20±0.012	0.193±0.002	0.258±0.002
Al(ppm)	0.071±0.0022	0.068±0.00231	0.044±0.0067	0.035±0.026	0.03±0.013	0.038±0.016
Cu(ppm)	0.063±0.0058	0.06±0.01	1.37±0.0115	0.035±0.026	0.03±0.013	0.038±0.016
Cl(ppm)	0.83±0.04	0.82±0.094	0.737±0.085	0.53±0.04	0.54±0.075	0.50±0.072
Co(ppm)	0.097±0.0115	0.09±0.01	0.08	0.087±0.020	0.20±0.02	0.16±0.04
Mn(ppm)	0.014±0.0007	0.012±0.0011	0.012±0.002	0.011±0.0011	0.012±0.001	0.01±0.001
Na(ppm)	3.24±1.3	3.22±2.21	3.16±1.6	2.38±0.74	2.40±0.1	2.05±0.72
K(ppm)	2.23±0.72	2.12±0.23	2.27±0.4	1.93±0.42	1.94±0.058	1.84±0.86
Ca(ppm)	1.75±1.94	1.55±0.59	1.46±1.73	1.11±0.11	1.12±0.23	0.99±0.25
Alcalinidad total	8.5±0.2	8.3±0.1	8.34±0.058	9.95±0.35	9.6	9.35±0.35
Dureza total(ppm)	9.33±1.53	7.33±0.68	7.93±1.33	9.1±0.3	10.4±0.5	9.0±0.4
Sólidos disueltos(ppm)	25.66±2.52	30.1±0.17	28.0±1.7	15.95±0.25	15.15±0.85	23.25±7.45
Oxígeno(ppm)	9.0±0.2	9.0±0.5	8.6±0.2	10.8±0.6	11.3±0.2	11.2±0.2
Temperatura(°C)	7.8±0.1	7.5±0.1	7.7±0.0	5.4±1.01	4.9±0.1	4.6±0.4

máximo de 6,5 a 9,2; de acuerdo a lo anterior las aguas de estos ríos están dentro de lo establecido en las normas. Considerando el requisito para aguas de riego, según las Normas Chilenas Oficiales (NCh 1333-1978), éstas deben tener un pH entre 5,5 y 9,0, por lo cual las aguas de estos ríos son aptas para ese uso. Los requisitos de pH

para aguas destinadas a recreación y estética, según la Norma Chilena 1333, son 6,5 a 8,3 y en ningún caso menor de 5 o mayor de 9, de acuerdo a esta normativa las aguas de estos ríos son aptas para ese uso. El requisito para la vida acuática, es de 6 a 9 unidades de pH, por lo cual las aguas de estos ríos no presentan problema.

