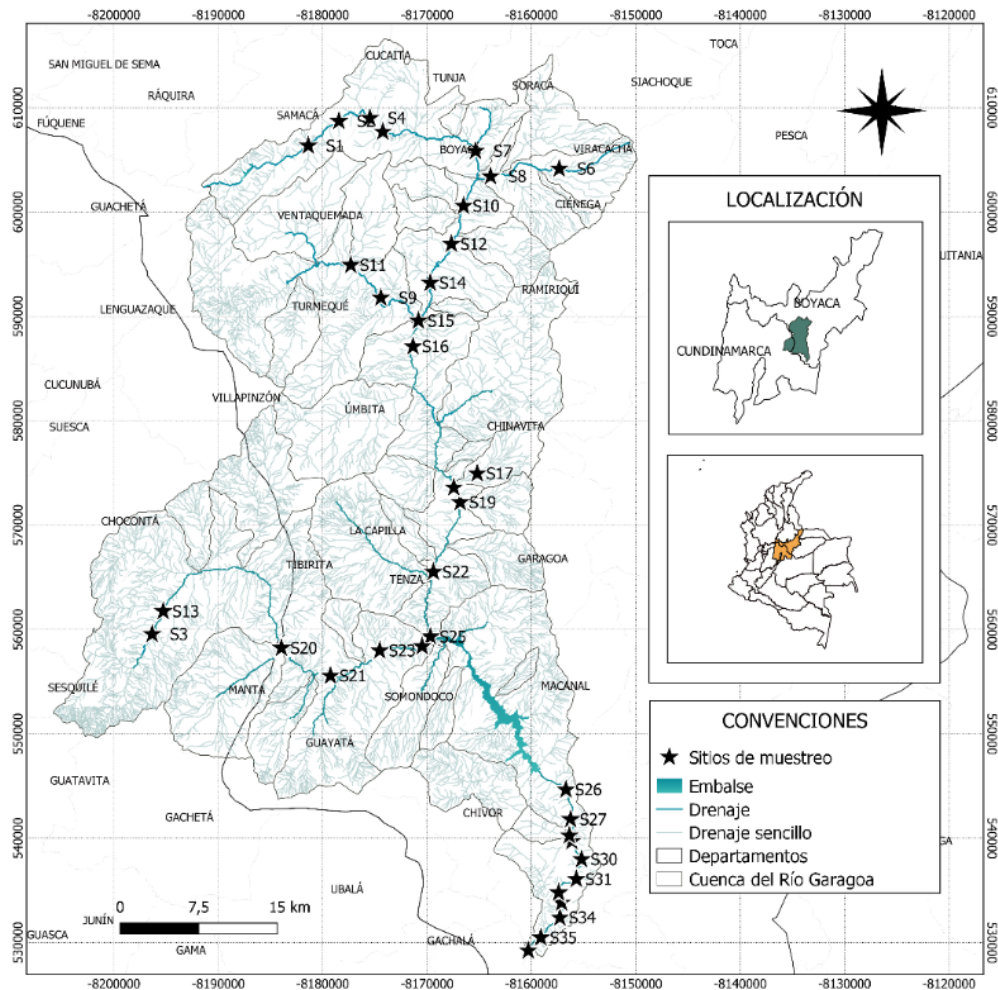


MATERIAL SUPLEMENTARIO
Influencia de las variables ambientales multiescala sobre la diversidad beta de la ictiofauna de sistemas lóticos andinos

SUPPLEMENTARY MATERIAL
Influence of multi-scale environmental variables on the beta diversity of fish fauna in Andean lotic systems



MSF1. Localización de los sitios de muestreo (S) en la Cuenca del Río Garagoa. Mapa elaborado con el software QGIS.org.

SMF1. Location of sampling sites (S) in the Garagoa River Basin. Map created with QGIS.org software.

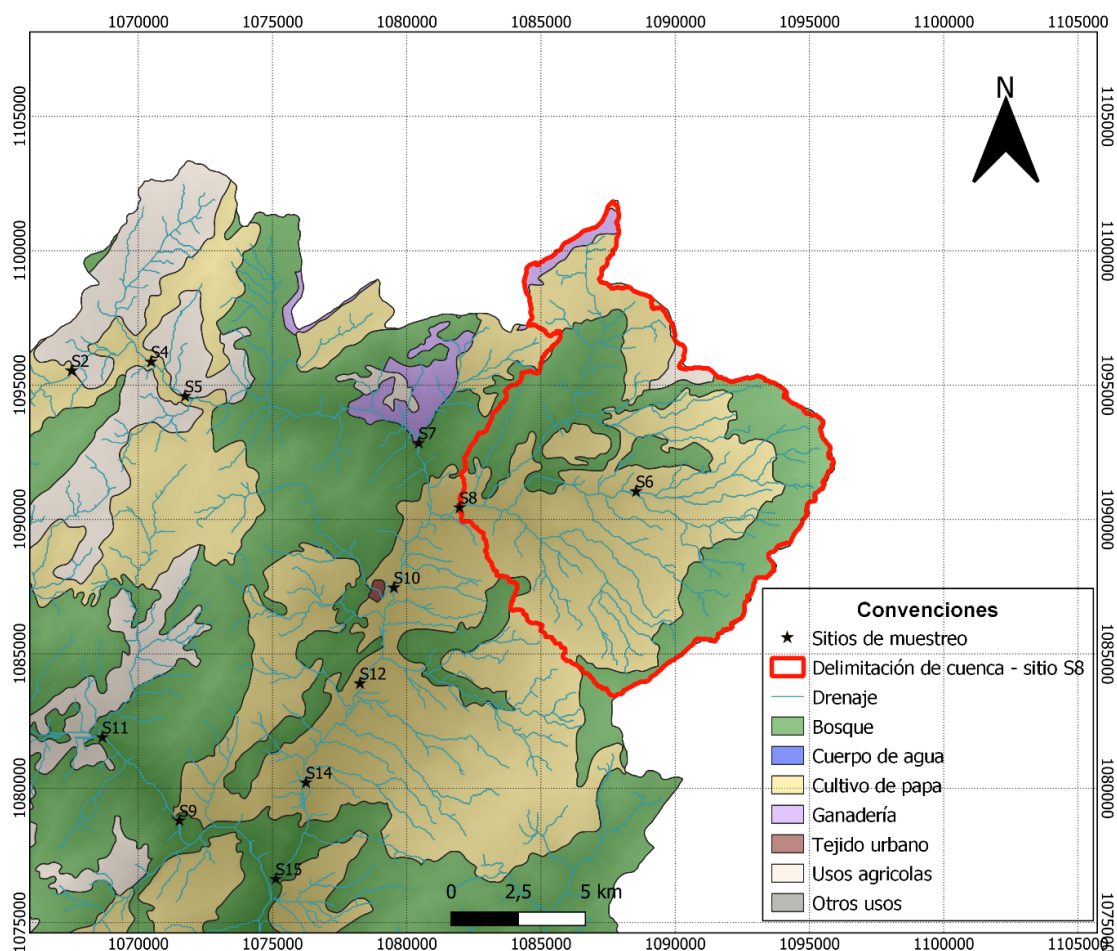
MST1

Valores promedio y desviación estándar ($\pm$ SD) de las variables predictoras agrupadas según su categoría

SMT1

Mean values and standard deviation ($\pm$ SD) of the predictor variables grouped according to their category

Categoría	Variable	Media	$\pm$ SD	Categoría	Variable	Media	$\pm$ SD
Variables locales (Lo)	OD (mg/l) media	7.35	1.47	Variables naturales de la cuenca (Cu)	Fondo de Artesa	0.001	0.006
	OD (mg/l) SD	0.09	0.37		Ladera de Artesa	0.006	0.028
	pH media	7.80	0.44		Cimas y Laderas	0.306	0.169
	pH SD	0.08	0.10		Ladera Estructural	0.132	0.071
	Cond (μ S/cm) media	190.74	75.64		Ladera Erosional	0.176	0.093
	Cond (μ S/cm) SD	4.08	8.04		Escarpe	0.141	0.133
	Temperatura ($^{\circ}$ C) media	19.87	3.06		Plano Estructural	0.020	0.048
	Temperatura ($^{\circ}$ C) SD	0.07	0.92		Plano de Glacis	0.064	0.035
	Dureza (mg/L CaCO ₃)	47.16	15.77		Plano de Terraza	0.003	0.003
	Dureza ($^{\circ}$ d)	2.63	0.91		Vega	0.067	0.036
	Índice de calidad QBR	67.37	32.21	Variables bioclimáticas (Bio)	bio_1	22.20	3.64
	Vegetación del ecotono	10.72	11.53		bio_2	9.66	0.45
	Gramíneas	20.77	19.38		bio_3	81.66	1.45
	Vegetación sumergida	3.16	10.13		bio_4	55.71	8.75
	Otra vegetación acuática	2.58	8.45		bio_5	28.44	3.56
	Sustratos blandos	14.53	9.22		bio_6	16.61	3.96
	Sustratos duros	35.46	14.18		bio_7	11.83	0.56
	Troncos, ramas y hojarasca	5.36	5.57		bio_8	21.68	3.46
	Otros materiales	0.39	7.41		bio_9	22.59	3.80
	Pozo	12.06	10.52		bio_10	22.95	3.72
	Corredor	26.46	16.41		bio_11	21.56	3.60
	Rápido	34.01	23.35		bio_12	2 864.79	873.65
	Ancho media	27.43	12.88		bio_13	452.84	137.70
	Ancho SD	3.74	3.07		bio_14	37.00	11.94
	Velocidad media	1.96	1.16		bio_15	59.20	6.59
	Velocidad SD	0.59	1.02		bio_16	1 222.58	392.53
	Q media	40.68	24.98		bio_17	201.47	60.37
	Q desv	17.63	12.87		bio_18	3 25.11	84.90
	Ganadería	0.385	0.148		bio_19	1 153.16	385.92
Usos del suelo (Us)	Cultivo de papa	0.011	0.028				
	Otros usos Agrícolas	0.251	0.132				
	Tejido Urbano	0.002	0.003				
	Zonas de extracción Minera	0.000	0.000				
	Otros usos antrópicos	0.003	0.003				
	Bosques	0.152	0.147				
	Áreas con herbazales	0.186	0.086				
	Áreas degradadas	0.003	0.004				



MSF2. Delimitación de las cuencas a partir de los sitios de muestreo (S) en la Cuenca del Río Garagoa y extracción de usos del suelo. Ejemplo: Delimitación de cuenca a partir de sitio de muestreo S8. Mapa elaborado con el software QGIS.org.

SMF2. Delimitation of the basins from sampling sites (S) in the Garagoa River Basin and extraction of land uses. Example: Delimitation of the basin from sampling site S8. Map created with QGIS.org software.

MST2

Composición de órdenes, familias y especies de los peces de la cuenca del Río Garagoa

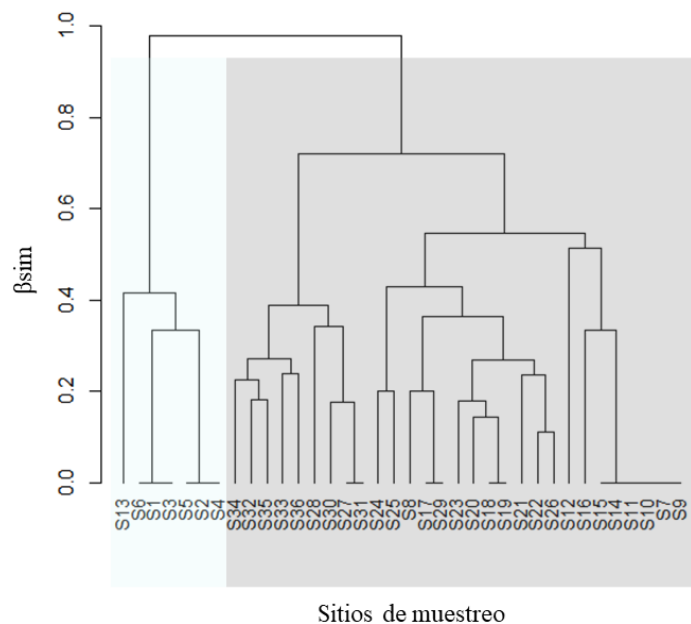
SMT2

Composition of orders, families and species of fishes in the Garagoa River basin

Orden	Familia	Especie
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus cismontanus</i> Eigenmann, 1914
		<i>Corynopoma riisei</i> Gill, 1858
		<i>Creagrutus atratus</i> Vari & Harold, 2001
		<i>Grundulus bogotensis</i> Humboldt, 1821
		<i>Hemibrycon metae</i> Myers, 1930
		<i>Knodus alpha</i> Eigenmann, 1914
		<i>Knodus deuterodonoides</i> Eigenmann, 1914
	Crenuchidae	<i>Characidium chupa</i> Schultz, 1944
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758

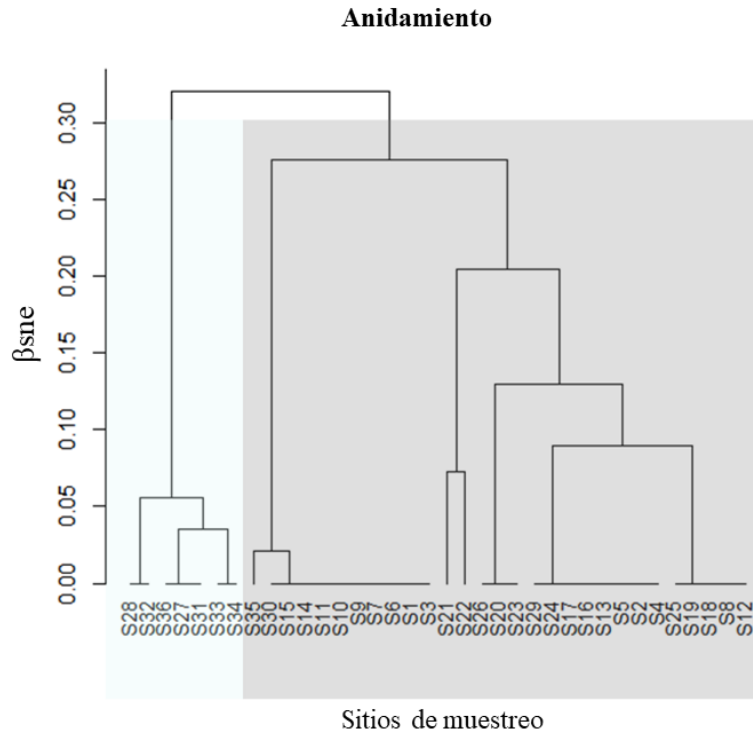
Gymnotiformes	Apteronotidae	<i>Apteronotus galvisi</i> Santana, Maldonado-Ocampo & Crampton, 2007
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus latidens</i> Eigenmann, 1918 <i>Astroblepus mariae</i> Fowler, 1919 <i>Chaetostoma dorsale</i> Eigenmann, 1922
		<i>Chaetostoma joropo</i> Ballen, Urbano-Bonilla & Maldonado-Ocampo, 2016
		<i>Dolichancistrus fuesslii</i> Steindachner, 1911
	Loricariidae	<i>Farlowella colombiensis</i> Retzer y Page, 1997
		<i>Chasmocranus rosae</i> Eigenmann, 1922
	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i> Quoy y Gaymard, 1824
	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus knerii</i> Steindachner, 1882
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i> Steindachner, 1880 <i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792

Reemplazamiento



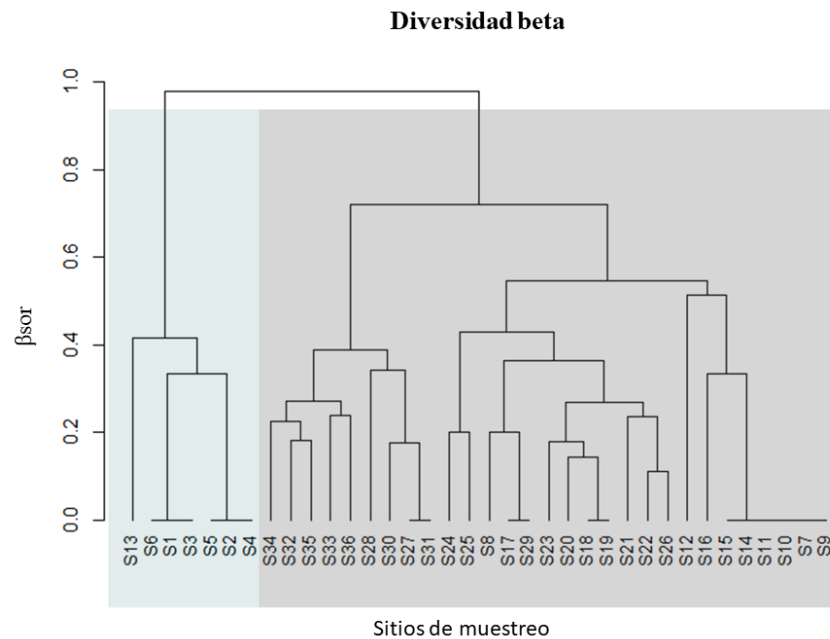
MSF3. Dendrograma de reemplazamiento de especies de peces construido con el índice de Sorensen para los sitios de muestreo en la Cuenca del Río Garagoa. El número de agrupaciones fue obtenido utilizando el método Silhouette.

SMF3. Fish species replacement dendrogram constructed with the Sorensen index for sampling sites in the Garagoa River Basin. The number of clusters was obtained using the Silhouette method.



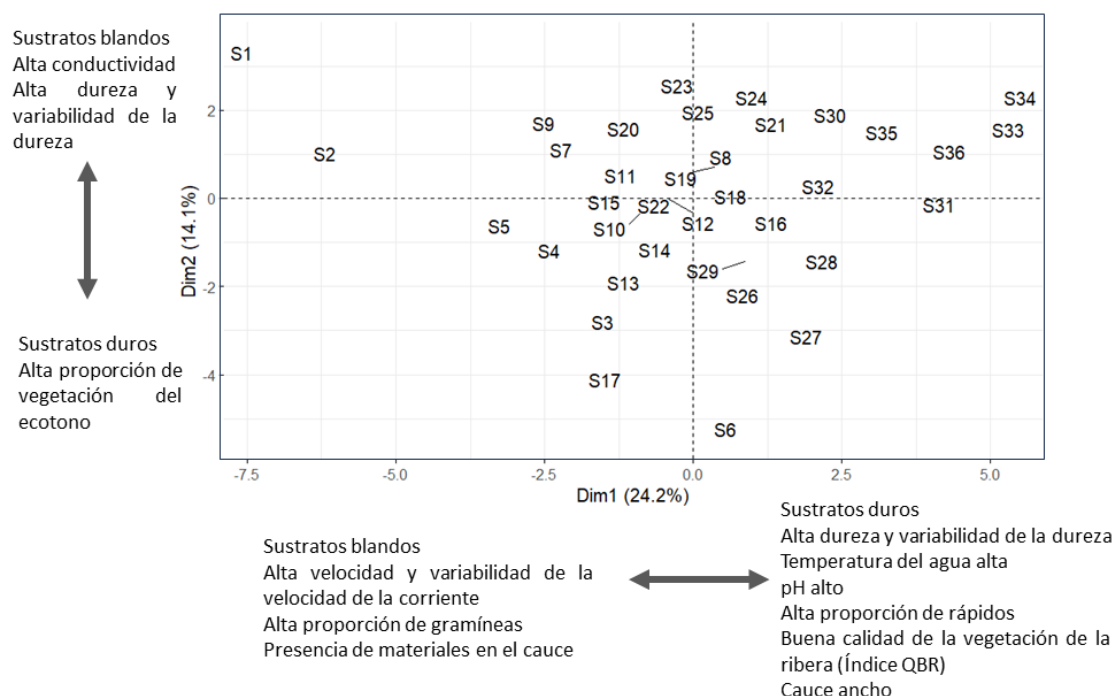
MSF4. Dendrograma de anidamiento de especies de peces construido con el índice de Sorensen para los sitios de muestreo en la Cuenca del Río Garagoa. El número de agrupaciones fue obtenido utilizando el método Silhouette.

SMF4. Nestedness dendrogram of fish species constructed using the Sorensen index for the sampling sites in the Garagoa River Basin. The number of clusters was obtained using the Silhouette method.



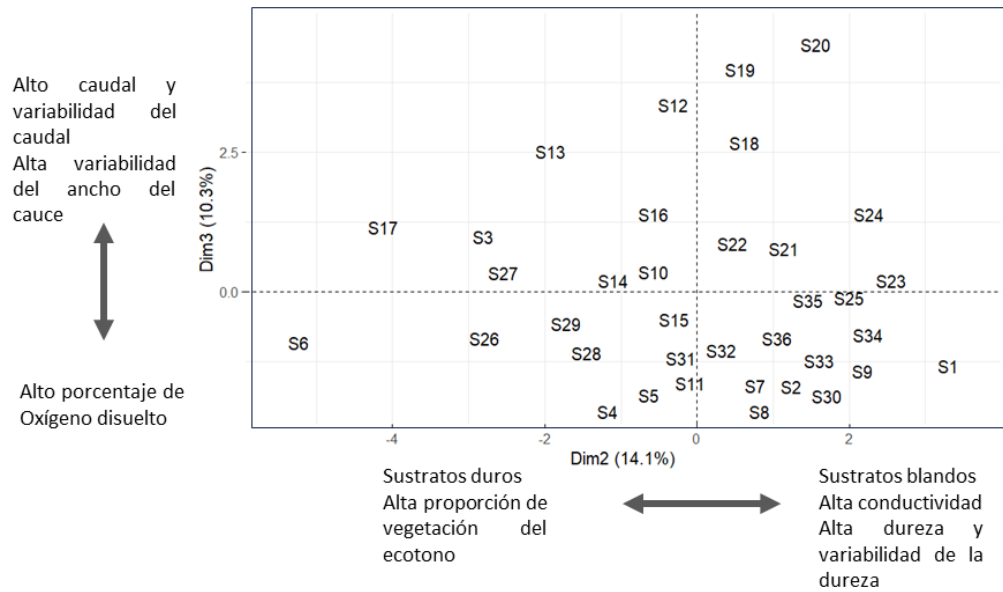
MSF5. Dendrograma de disimilitud de especies de peces construido con el índice de Sorensen para los sitios de muestreo en la Cuenca del Río Garagoa. El número de agrupaciones fue obtenido utilizando el método Silhouette.

SMF5. Fish species dissimilarity dendrogram constructed with the Sorensen index for sampling sites in the Garagoa River Basin. The number of clusters was obtained using the Silhouette method.



MSF6. Dimensiones 1 y 2 del análisis de componentes principales PCA de las variables ambientales locales en la Cuenca del Río Garagoa. S: sitios de muestreo

SMF6. Dimensions 1 and 2 of the PCA principal component analysis of local environmental variables in the Garagoa River Basin. S: sampling sites.



MSF7. Dimensiones 2 y 3 del análisis de componentes principales PCA de las variables ambientales locales en la Cuenca del Río Garagoa. S: sitios de muestreo.

SMF7. Dimensions 2 and 3 of the PCA principal component analysis of local environmental variables in the Garagoa River Basin. S: sampling sites.

MST3

Resultados de los Análisis de Componentes Principales para las variables locales (PCA_Lo), donde se incluyen los puntajes obtenidos de cada variable para los ejes PC1, PC2 y PC2, los cuales se mostraron significativos para el análisis con un valor $p \leq 0.005$

SMT3

Results of the Principal Component Analysis for the local variables (PCA_Lo), which include the scores obtained for each variable for the PC1, PC2 and PC2 axes, which were shown to be significant for the analysis with a p value ≤ 0.005

Variable	Lo1	Lo2	Lo3
OD_m	0.40160681	0.27045685	-0.5849173*
OD_sd	-0.1893697	0.11613973	0.01480025
pH_m	0.79547998*	0.30215899	0.01068598
pH_sd	-0.1108763	-0.4313228	0.05320803
Con_m	0.48950763	0.66828814*	-0.1020046
Con_sd	0.18799547	0.10013463	-0.059698
T_m	0.81160943*	0.19558981	0.06506416
T_sd	0.01270462	-0.4314148	-0.092334
Dur_m	0.58612293*	0.63485219*	-0.2371333
Dur_sd	0.60666632*	0.63037836*	-0.2349602
I_Cob	0.64555967*	-0.124573	0.10532127
V_Gram	-0.7459261*	0.45443265	0.01782968
V_Ecot	0.22480284	-0.5337657*	0.36824151
V_Sum	-0.2143262	-0.1839608	-0.1404316
V_Acua	-0.2855228	0.30243035	-0.0889593
S_Blan	-0.532333	0.57734617*	-0.0511931
S_Dur	0.53245888*	-0.5776674*	0.05078886
HoTron	-0.4232993	-0.1692754	-0.0526444
O_Mat	-0.5692376	0.12491071	-0.2699947
Pozo	-0.2596092	0.12585621	0.32424666

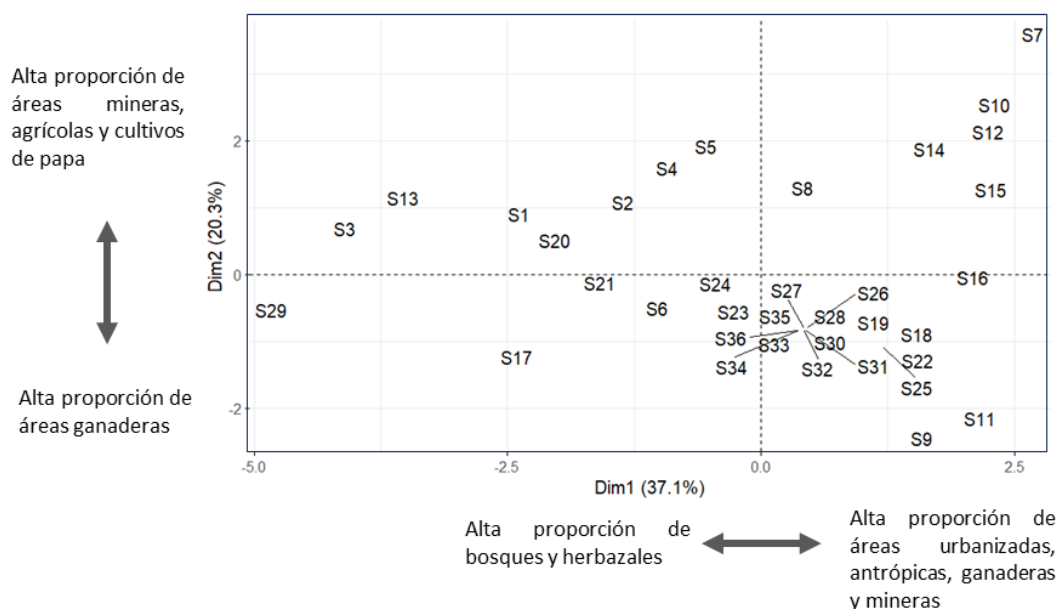
Rap	0.57786638*	-0.2286967	-0.3248134
Corr	-0.5053775	0.18808589	0.19058683
Anc_m	0.59636007*	0.31575493	0.46846766
Anc_sd	0.0887526	-0.0526417	0.56591566*
Vel_m	-0.7336266	0.3325574	0.18453581
Vel_sd	-0.5278097*	0.3833592	-0.0876322
Q_m	0.21637283	0.34618083	0.80617409*
Q_sd	0.07331937	0.26985576	0.76658693*
Varianza	6.598	3.845	2.805
% de varianza	24.238	14.125	10.304
Varianza acumulada	24.238	38.363	48.667

OD_m: media del oxígeno disuelto. OD_sd: desviación estándar del oxígeno disuelto. pH_m: media del pH. pH_sd: desviación estándar del pH. Con_m: media de la conductividad. Con_sd: desviación estándar de la conductividad. T_m: media de la temperatura. T_sd: desviación estándar de la temperatura. Dur_m: media de la dureza. Dur_sd: desviación estándar de la dureza. I_Cob: índice de calidad de la vegetación de ribera QBR-And. V_Gram: presencia de gramíneas. V_Ecot: porcentaje de presentación del ecotono. V_Sum: porcentaje de vegetación sumergida. V_Acua: porcentaje de vegetación sumergida y emergente. S_Blan: porcentaje de sustratos blandos. S_Dur: porcentaje de sustratos duros. HoTron: porcentaje de troncos y hojarazca dentro del canal. O_Mat: porcentaje de otros materiales dentro del canal. Pozo: porcentaje de pozos. Rap: porcentaje de rápidos. Corr: porcentaje de corriente. Anc_m: media del ancho. Anc_sd: desviación estándar del ancho del tramo. Vel_m: velocidad media. Vel_sd: desviación estándar de la velocidad de la corriente. Q_m: media del caudal. Q_sd: desviación estándar del caudal.

*Correlación negativa significativa de la variable relacionada con el eje del componente principal correspondiente con un valor $p \leq 0.01$. *Correlación positiva significativa de la variable relacionada con el eje del componente principal correspondiente con un valor $p \leq 0.01$.

OD_m: mean dissolved oxygen. OD_sd: standard deviation of dissolved oxygen. pH_m: mean pH. pH_sd: standard deviation of pH. Con_m: mean conductivity. Con_sd: standard deviation of conductivity. T_m: mean temperature. T_sd: standard deviation of temperature. Dur_m: mean hardness. Dur_sd: standard deviation of hardness. I_Cob: riparian vegetation quality index QBR-And. V_Gram: presence of grasses. V_Ecot: percentage of ecotone presence. V_Sum: percentage of submerged vegetation. V_Acua: percentage of submerged and emergent vegetation. S_Blan: percentage of soft substrates. S_Dur: percentage of hard substrates. HoTron: percentage of logs and litter inside the channel. O_Mat: percentage of other materials inside the channel. Pozo: percentage of wells. Rap: percentage of rapids. Corr: percentage of stream. Anc_m: mean width. Anc_sd: standard deviation of reach width. Vel_m: mean velocity. Vel_sd: standard deviation of stream velocity. Q_m: mean discharge. Q_sd: standard deviation of discharge.

*Significant negative correlation of the related variable with the corresponding principal component axis with a p-value ≤ 0.01 . *Significant positive correlation of the related variable with the corresponding principal component axis with a p-value ≤ 0.01 .



MSF8. Dimensiones 1 y 2 del análisis de componentes principales PCA de los usos del suelo en la Cuenca del Río Garagoa. S: sitios de muestreo.

SMF8. Dimensions 1 and 2 of the PCA principal component analysis of land uses in the Garagoa River Basin. S: sampling sites.

MST4

Resultados de los Análisis de Componentes Principales para las variables de usos del suelo (PCA_Us), donde se incluyen los puntajes obtenidos de cada variable para los ejes PC1 y PC2, los cuales se mostraron significativos en el análisis con un valor $p \leq 0.005$

SMT4

Results of the Principal Component Analysis for the land use variables (PCA_Us), which include the scores obtained for each variable for the PC1 and PC2 axes, which were shown to be significant in the analysis with a p value ≤ 0.005

Variables	Us1	Us2
GAN	0.693675*	-0.5995466*
PAP	0.3756037	0.6864086*
AGRI	0.4501829	0.66260397*
URB	0.7837392*	-0.2741938
MIN	0.577086*	0.54585084*
ANTR	0.7802866*	-0.3598305
BOSQ	-0.7042564*	-0.018931
AR_HE	-0.5978147*	-0.0404579
DEG	0.107333	0.02725814
Varianza	3.246	1.775
% de varianza	37.096	20.286
Varianza acumulada	37.096	57.382

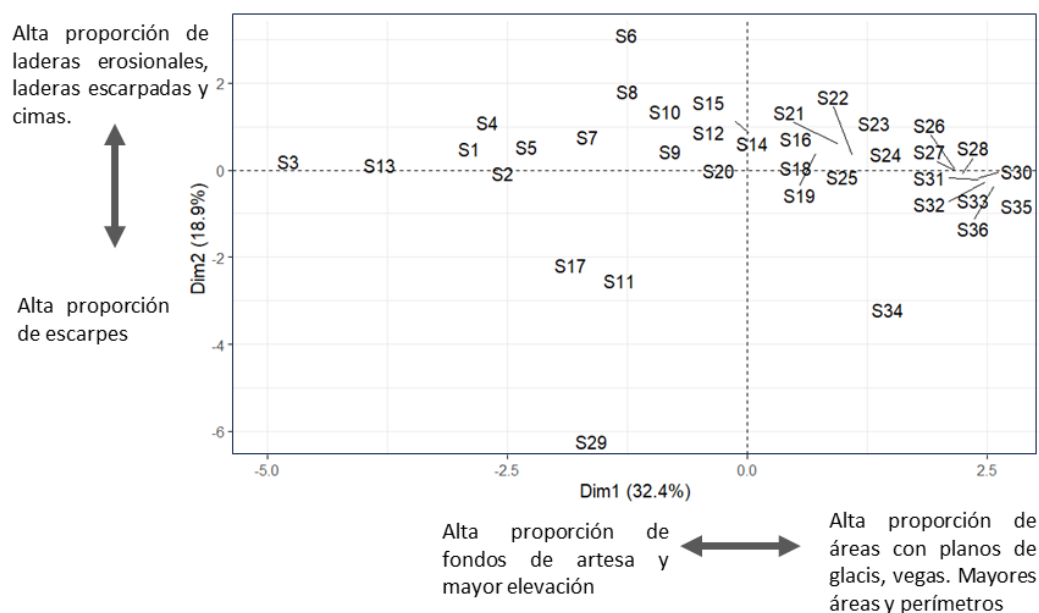
GAN: Áreas con ganadería. PAP: Cultivo de papa. AGRI: Otros usos agrícolas. URB: Tejido urbano continuo y discontinuo. MIN: Zonas de extracción minera. ANTR: Otros usos

antrópicos. BOSQ: Bosques. AR_HE: Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva. DEG: Tierras desnudas y degradadas.

***Correlación negativa significativa de la variable relacionada con el eje del componente principal correspondiente con un valor $p \leq 0.01$.** ***Correlación positiva significativa de la variable relacionada con el eje del componente principal correspondiente con un valor $p \leq 0.01$.**

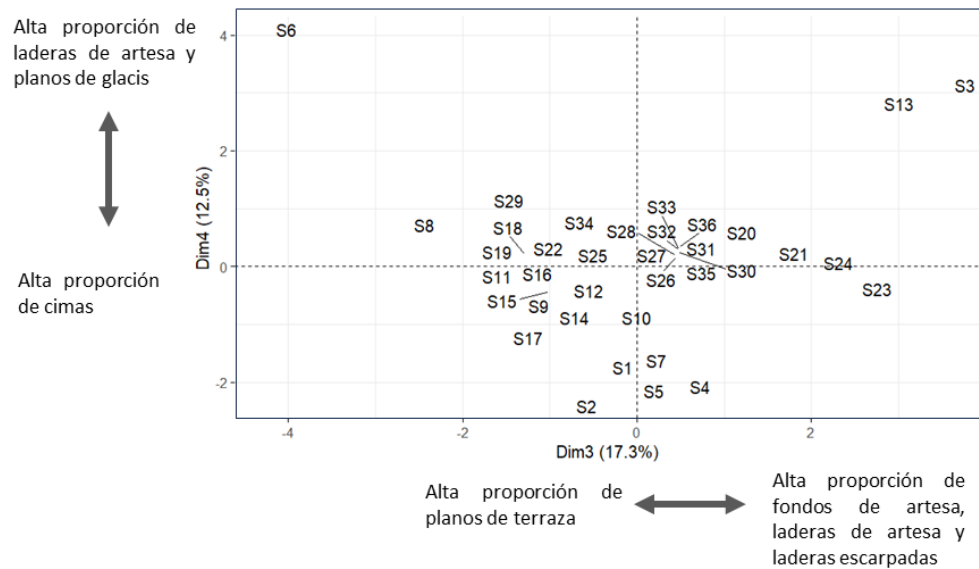
GAN: Areas with livestock. PAP: Potato cultivation. AGRI: Other agricultural uses. URB: Continuous and discontinuous urban fabric. MIN: Mining extraction zones. ANTR: Other anthropic uses. BOSQ: Forests. AR_HE: Areas with herbaceous and/or shrub vegetation. DEG: Bare and degraded lands.

***Significant negative correlation of the related variable with the corresponding principal component axis with a p-value ≤ 0.01 .** ***Significant positive correlation of the related variable with the corresponding principal component axis with a p-value ≤ 0.01 .**



MSF9. Dimensiones 1 y 2 del análisis de componentes principales PCA de las características de la cuenca en el Río Garagoa. S: sitios de muestreo.

SMF9. Dimensions 1 and 2 of the PCA principal component analysis of the basin characteristics in the Garagoa River. S: sampling sites.



MSF10. Dimensiones 3 y 4 del análisis de componentes principales PCA de las características de la cuenca en el Río Garagoa. S: sitios de muestreo.

SMF10. Dimensions 3 and 4 of the PCA principal component analysis of the basin characteristics in the Garagoa River. S: sampling sites.

MST5

Resultados de los Análisis de Componentes Principales para las variables naturales de la cuenca (PCA_Cu), donde se incluyen los puntajes obtenidos de cada variable para los ejes que se mostraron significativos en el análisis con un valor $p \leq 0.005$

SMT5

Results of the Principal Component Analysis for the natural variables of the basin (PCA_Cu), where the scores obtained for each variable are included for the axes that were shown to be significant in the analysis with a p value ≤ 0.005

Variables	Cu1	Cu2	Cu3	Cu4
Alt	-0.854901	0.37564916	-0.095723	-0.2309369
Área	0.84172808*	-0.1386422	0.10857755	0.11227769
Peri	0.87232173*	-0.0579476	0.14058762	0.0431066
F_ART	-0.6038087*	0.04714205	0.61586578*	0.3628523
L_ART	-0.4726552	0.00397293	0.61878644*	0.54337685*
CIM	-0.2367776	0.60715995*	-0.0557634	-0.5927272*
LAD_Es	-0.1122072	0.57559231*	0.64176741*	-0.0140517
LAD_Er	0.35230482	0.68213755*	-0.2010981	0.30719415
ESC	-0.0067669	-0.717951*	0.01744875	0.20835847
P_EST	-0.1216722	0.44217249	-0.3611603	0.65199627*
P_GLA	0.69046955*	0.26994372	0.48084288	-0.1098037
P_TERR	0.34042778	0.4328162	-0.5951496*	0.38307266
VEGA	0.71235126*	0.28352835	0.45609786	-0.108956
Varianza	4.096	2.383	2.182	1.580
% varianza	32.408	18.853	17.268	12.499

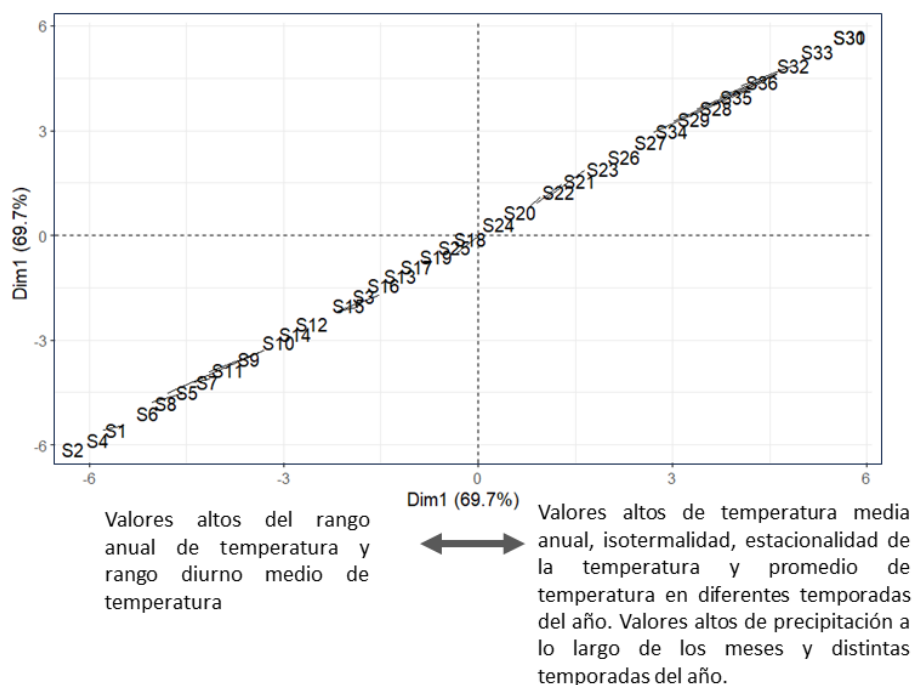
Varianza acumulada	37.408	51.260	68.529	81.028
--------------------	--------	--------	--------	--------

Alt: altitud, Área: área en km² de cada microcuenca. Peri: perímetro en km de cada microcuenca. F_ART: fondo de artesa. L_ART: ladera de artesa. CIM: cimas y laderas. LAD_Es: ladera estructural. LAD_Er: ladera erosional. ESC: escarpe. P_EST: plano estructural. P_GLA: plano de Glacis. P_TERR: plano de terraza. VEGA: vegas.

***Correlación negativa significativa de la variable relacionada con el eje del componente principal correspondiente con un valor $p \leq 0.01$.** ***Correlación positiva significativa de la variable relacionada con el eje del componente principal correspondiente con un valor $p \leq 0.01$.**

Alt: altitude. Área: area in km² of each micro-basin. Peri: perimeter in km of each micro-basin. F_ART: bottom of trough. L_ART: trough slope. CIM: peaks and slopes. LAD_Es: structural slope. LAD_Er: erosional slope. ESC: escarpment. P_EST: structural plane. P_GLA: Glacis plane. P_TERR: terrace plane. VEGA: meadows.

***Significant negative correlation of the related variable with the corresponding principal component axis with a p-value ≤ 0.01 .** ***Significant positive correlation of the related variable with the corresponding principal component axis with a p-value ≤ 0.01 .**



MSF11. Dimensión 1 del análisis de componentes principales PCA de las características Bioclimáticas de la cuenca del Río Garagoa. S: sitios de muestreo

SMF11. Dimension 1 of the PCA principal component analysis of the Bioclimatic characteristics of the Garagoa River basin. S: sampling sites.

MST6

Resultados de los Análisis de Componentes Principales para las variables bioclimáticas de la cuenca (PCA_Bio), donde se incluyen los puntajes obtenidos de cada variable para los ejes que se mostraron significativos en el análisis con un valor $p \leq 0.005$

SMT6

Results of the Principal Component Analysis for the bioclimatic variables of the basin (PCA_Bio), where the scores obtained for each variable are included for the axes that were shown to be significant in the analysis with a p value ≤ 0.005

Variable	Bio1
bio_1	0.956734
bio_2	-0.5944373
bio_3	0.3793661
bio_4	0.6149536
bio_5	0.9474467
bio_6	0.9671113
bio_7	-0.7910029
bio_8	0.9546722
bio_9	0.9604846
bio_10	0.9580787
bio_11	0.9537694
bio_12	0.9663343
bio_13	0.9557548
bio_14	0.6364941
bio_15	0.4575718
bio_16	0.9690904
bio_17	0.8070544
bio_18	0.1161939
bio_19	0.9506077
Varianza	12.88
% varianza	69.728
Varianza acumulada	69.728

bio1: media anual de temperatura. bio2: rango diurno medio de temperatura. bio3 = isothermalidad (bio2 / bio7) ($\times 100$). bio4 = estacionalidad de la temperatura (desviación estándar $\times 100$). bio5: temperatura máxima del mes más caliente. bio6: temperatura mínima del mes más frío. bio7 = rango anual de temperatura (bio5 - bio6). bio8: temperatura media del trimestre más húmedo. bio9: temperatura media del trimestre más seco. bio10: temperatura media del trimestre más cálido. bio11: temperatura media del trimestre más frío. bio12: precipitación anual. bio13: precipitación del mes más húmedo. bio14: precipitación del mes más seco. bio15: estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación). bio16: precipitación del cuarto más húmedo. bio17: precipitación del cuarto más seco. bio18: precipitación del cuarto más cálido. bio19: precipitación del cuarto más frío.

***Correlación negativa significativa de la variable relacionada con el eje del componente principal correspondiente con un valor $p \leq 0.01$.** ***Correlación positiva significativa de la variable relacionada con el eje del componente principal correspondiente con un valor $p \leq 0.01$.**

bio1: mean annual temperature. bio2: mean diurnal temperature range. bio3 = isothermality (bio2 / bio7) ($\times 100$). bio4 = seasonality of temperature (standard deviation $\times 100$). bio5: maximum temperature of the hottest month. bio6: minimum temperature of the coldest

month. bio7 = annual temperature range (bio5 - bio6). bio8: mean temperature of the wettest quarter. bio9: mean temperature of the driest quarter. bio10: mean temperature of the warmest quarter. bio11: mean temperature of the coldest quarter. bio12: annual precipitation. bio13: precipitation of the wettest month. bio14: precipitation of the driest month. bio15: seasonality of precipitation (coefficient of variation). bio16: precipitation of the wettest quarter. bio17: precipitation of the driest quarter. bio18: precipitation of the warmest quarter. bio19: precipitation of the coldest quarter.

*Significant negative correlation of the related variable with the corresponding principal component axis with a p-value ≤ 0.01 . *Significant positive correlation of the related variable with the corresponding principal component axis with a p-value ≤ 0.01 .

MST7

Valores de importancia (Índice LCBD) para cada uno de los sitios de muestreo en la cuenca del río Garagoa

SMT7

Importance values (LCBD Index) for each of the sampling sites in the Garagoa River basin

Sitio de muestreo	LCBD	Sitio de muestreo	LCBD
S1	0.0456	S19	0.0118
S2	0.0449	S20	0.0136
S3	0.0456	S21	0.0115
S4	0.0448	S22	0.0216
S5	0.0473	S23	0.0147
S6	0.0456	S24	0.0317
S7	0.0203	S25	0.0305
S8	0.0158	S26	0.0118
S9	0.0203	S27	0.0138
S10	0.0203	S28	0.0201
S11	0.0203	S29	0.0170
S12	0.0306	S30	0.0337
S13	0.0498	S31	0.0230
S14	0.0203	S32	0.0368
S15	0.0203	S33	0.0288
S16	0.0204	S34	0.0398
S17	0.0209	S35	0.0419
S18	0.0277	S36	0.0374

Valores resaltados en negrita corresponden a los puntajes de importancia LCBD superiores a la media ($\bar{x} = 0.0278$).

Values highlighted in bold correspond to LCBD importance scores above the mean ($\bar{x} = 0.0278$).