

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura**



**BIOECOLOGÍA DE LA LAGUNA CHALLHUACocha Y SU  
POTENCIAL DE USO, EN PERIODO DE SEQUÍA, DISTRITO DE  
CONCHUCOS (ANCASH, PERÚ) 2014.**

**Tesis para Optar el Título de Biólogo Acuicultor**

**TESISTAS:**

**BACH. JANA ABIGAIL HERRERA CHAVEZ**

**BACH. KATHERIN ESTEFANY LARA BALTAZAR**

**ASESOR:**

**MSc. RÓMULO LOAYZA AGUILAR**

**NUEVO CHIMBOTE -PERÚ**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Escuela Académico Profesional Biología en Acuicultura**

**TITULO**

**BIOECOLOGÍA DE LA LAGUNA CHALLHUACOCCHA Y SU  
POTENCIAL DE USO, EN PERIODO DE SEQUÍA, DISTRITO DE  
CONCHUCOS (ANCASH, PERÚ) 2014.**

**Tesis para Optar el Título de Biólogo Acuicultor**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

---

**MSc. Rómulo Loayza Aguilar**

**Asesor**

---

**Blg<sup>a</sup> Acui<sup>o</sup> Mirian Velásquez Guarniz**

**Coasesor**

**NUEVO CHIMBOTE -PERU**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Escuela Académico Profesional Biología en Acuicultura**

**TITULO**

**BIOECOLOGÍA DE LA LAGUNA CHALLHUACocha Y SU  
POTENCIAL DE USO, EN PERIODO DE SEQUÍA, DISTRITO DE  
CONCHUCOS (ANCASH, PERÚ) 2014.**

**Tesis para Optar el Título de Biólogo Acuicultor**

**REVISADO Y APROBADO POR EL JURADO EVALUADOR:**

---

**Dr. Guillermo Saldaña Rojas**

**Presidente**

---

**Mg. Sabino Zavaleta Aguilar**

**Secretario**

---

**MSc. Rómulo Loayza Aguilar**

**Miembro**

**NUEVO CHIMBOTE –PERU  
2016**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, que siempre me acompaña y guía, brindándome la fortaleza necesaria para llegar a mí meta.*

*A mis padres Leonardo Herrera y Angélica Chávez, que con todo su amor incondicional y sacrificio me dieron todo lo necesario para ser una persona de bien y siempre permanecieron apoyándome en todo momento para salir adelante.*

*A mi hermana Flor y mi novio Mickey quienes de una u otra manera siempre estuvieron apoyándome, sacándome muchas sonrisas, otorgándome alegrías y su compañía.*

*A todos mis profesores y amigos que siempre están conmigo, brindándome su apoyo y su comprensión.*

**Jana Herrera Ch.**

*A Dios quien es el más grande y siempre está ahí, cuidando y guiando mis pasos.*

*A mis padres Ovidio Lara y Olga Baltazar, por el apoyo incondicional que me han demostrado durante todos estos años, para poder llegar a mí meta.*

*A mis hermanos Grigori y Alexandra que han sido mi motivación para no rendirme, para poder llegar a ser un ejemplo para ellos.*

*A todos los profesores por brindarme sus enseñanzas, y su paciencia durante estos años.*

**Katherin Lara B.**

## AGRADECIMIENTO

Nuestro profundo agradecimiento al MSc. Rómulo Loayza Aguilar asesor de la presente tesis, pues sin cuyo apoyo y asesoramiento constante en este trabajo no se hubiese podido salir adelante; muchas gracias por la confianza y paciencia depositada en nosotras. Al profesor Guillermo Saldaña por la información brindada y sus enseñanzas.

A la Blg<sup>a</sup> Acui<sup>o</sup> Mirian Velásquez por su apoyo en el establecimiento del cronograma de trabajo y por los consejos para la sustentación de la presente tesis.

Al alcalde de Conchucos Alex Alberto Lara Vivar que nos proporcionó ayuda económica para el hospedaje y alimentación en los días de la realización de la presente tesis.

A nuestro compañero Santiago Vereau Laca, pues sin él esta tesis no se hubiese podido realizar, con su ayuda física y emocional nos brindó la confianza de seguir adelante y no dejarnos rendir en los momentos difíciles durante el estudio de la laguna.

A los señores Gumersindo García y Chadwin Ruiz quienes nos apoyaron en el traslado de equipos y materiales al lugar de estudio, y con quienes se trabajó en conjunto, gracias por su apoyo físico y entusiasmo a la hora de trabajo.

A las familias Lara Baltazar y Fernández Herrera quienes nos brindaron su confianza y su hospedaje en momentos determinados durante el estudio preliminar de la laguna.

A los profesores de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura que fueron siempre los guías del día a día en nuestra formación profesional.

Al distrito de Conchucos que nos abrió sus puertas, acogiéndonos y otorgándonos realizar el estudio en uno de sus tesoros naturales.

Muchas gracias.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	x
ABSTRACT	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>5</b>
2.1. Localización y época del Área de Estudio	5
2.2. Trabajo en campo y gabinete	6
2.2.1. Aspectos morfométricos	6
2.2.1.1. Batimetría	6
2.2.1.2. Perfiles	7
2.2.1.3. Parámetros morfométricos	7
2.2.1.3.1. Longitud máxima (LM), longitud efectiva máxima (LEM), ancho máximo (AM) y anchura efectiva máxima (AEM).	7
2.2.1.3.2. Anchura media (Am)	7
2.2.1.3.3. Profundidad media (Pm)	7
2.2.1.3.4. Profundidad máxima (PMx)	7
2.2.1.3.5. Relación profundidad media – Profundidad Máxima (Pm/PMx)	7
2.2.1.3.6. Relación profundidad máxima – Área superficial	7
2.2.1.3.7. Área (A)	7
2.2.1.3.8. Longitud de la línea de orilla (LO)	7
2.2.1.3.9. Desarrollo de la orilla	7
2.2.1.3.10. Volúmen total de la laguna	7
2.2.1.3.11. Desarrollo de Volúmen (Dv)	8
2.2.2. Parámetros físicos	8
2.2.2.1. Temperatura ambiental	8
2.2.2.2. Temperatura de la superficie del agua	8
2.2.2.3. Temperatura de media del agua	8
2.2.2.4. Color aparente del agua	8
2.2.2.5. Transparencia del agua	8
2.2.2.6. Profundidad	8
2.2.3. Aspectos Meteorológico	9
2.2.3.1. Nubosidad	9
2.2.3.2. Dirección el viento	9
2.2.3.3. Velocidad del viento	9
2.2.4. Aspectos Hidrológicos	9
2.2.4.1. Procedencia del agua	9
2.2.4.2. Desaguadero	9
2.2.5. Aspectos Sedimentarios	9
2.2.5.1. Procedimiento para la recolección	9
2.2.5.2. Análisis en laboratorio	10
2.2.5.2.1. Olor del sedimento	10
2.2.5.2.2. Color	10
2.2.5.2.3. Composición granulométrica	10
2.2.5.2.4. Cantidad de materia orgánica	10
2.2.6. Parámetros Químicos	10
2.2.6.1. Oxígeno disuelto (OD)	10
2.2.6.2. pH	11
2.2.6.3. Nitritos (NO <sub>2</sub> )	11

<b>2.2.7.</b>	<b>Parámetros Biológicos</b>	11
<b>2.2.7.1.</b>	<b>Fitoplancton</b>	11
<b>2.2.7.2.</b>	<b>Zooplancton</b>	11
<b>2.2.7.3.</b>	<b>Análisis de muestras en el laboratorio</b>	12
<b>2.2.7.4.</b>	<b>Análisis cualitativo para fitoplancton y zooplancton</b>	12
<b>2.2.7.5.</b>	<b>Análisis cuantitativo para fitoplancton y zooplancton</b>	12
<b>2.2.7.6.</b>	<b>Análisis de Información</b>	13
<b>2.2.7.6.1.</b>	<b>Índices de biodiversidad</b>	13
<b>2.2.7.6.2.</b>	<b>Composición de la Comunidad</b>	13
<b>2.2.7.6.3.</b>	<b>Estructura de la Comunidad</b>	13
<b>2.2.7.7.</b>	<b>Bentos</b>	13
<b>2.2.7.8.</b>	<b>Avifauna</b>	14
<b>2.2.7.9.</b>	<b>Flora Ribereña</b>	14
<b>2.2.7.10.</b>	<b>Actividades antropogénicas</b>	14
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b>	15
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	59
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	66
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	67
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	67
	<b>ANEXOS</b>	73

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Estaciones de monitoreo de la laguna Challhuacocha en época de sequía, localizada en Conchucos, en Agosto de 2014.	5
<b>Tabla 2.</b> Código para informar condiciones de nubosidad (Laevastu, 1971).	9
<b>Tabla 3.</b> Escala de olor aparente de sedimento	10
<b>Tabla 4.</b> Parámetros morfométricos de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	10
<b>Tabla 5.</b> Temperatura ambiental inicial y final en la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía en los días de muestreo (20-23 de Agosto, 2014).	18
<b>Tabla 6.</b> Temperatura superficial y media agua en la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía, según estaciones de muestreo, 2014.	18
<b>Tabla 7.</b> Color aparente del agua de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	20
<b>Tabla 8.</b> Transparencia del agua en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	20
<b>Tabla 9.</b> Profundidades en metros de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	21
<b>Tabla 10.</b> Nubosidad presente en el cielo de la laguna Challhuacocha (Conchucos), en periodo de sequía, 2014.	22
<b>Tabla 11.</b> Dirección del viento predominante en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	22
<b>Tabla 12.</b> Velocidad del viento en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	22
<b>Tabla 13.</b> Olor en la muestra de sustrato de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	23
<b>Tabla 14.</b> Color en la muestra de bentos de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	23
<b>Tabla 15.</b> Composición granulométrica en la muestra de bentos de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	24
<b>Tabla 16.</b> Cantidad de materia orgánica de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	24
<b>Tabla 17.</b> Oxígeno superficial y de media agua de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	24
<b>Tabla 18.</b> pH en las diferentes estaciones de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	26
<b>Tabla 19.</b> Cantidad de nitritos en las diferentes estaciones muestreadas de laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	27
<b>Tabla 20.</b> Análisis cualitativo y cuantitativo de fitoplancton de agua superficial de laguna (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	27
<b>Tabla 21.</b> Análisis cualitativo y cuantitativo de fitoplancton media agua de laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	33
<b>Tabla 22.</b> Análisis cualitativo y cuantitativo de zooplancton de laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	38
<b>Tabla 23.</b> Análisis cualitativo y cuantitativo de fitomicrobentos de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, con sus respectivos índices.	44
<b>Tabla 24.</b> Análisis cualitativo y cuantitativo de zoomicrobentos en de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, con sus respectivos índices.	51



<b>Tabla 25.</b>	Abundancia relativa de avifauna de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014).	56
<b>Tabla 26.</b>	Abundancia semicuantitativa de flora ribereña en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	57
<b>Tabla 27.</b>	Profundidades obtenidas para realizar batimetría en la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014.	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
<b>Fig. 1.</b>	Estaciones de muestreo y transeptos para la batimetría de la laguna Challhuacocha (Conchucos, Perú), en periodo de sequía.	6
<b>Fig. 2.</b>	Escala de color aparente del agua.	8
<b>Fig. 3.</b>	Escala de color aparente de sedimento	10
<b>Fig. 4.</b>	Escala de colores para determinar la cantidad de nitritos (NO <sub>2</sub> )	11
<b>Fig. 5.</b>	Esquema de barrido en la cámara de Sedgwick-Rafter para fitoplancton y zooplancton.para el análisis cualitativo	12
<b>Fig. 6.</b>	Recuento en tiras utilizando la Cámara de Sedgwick-Rafter.	12
<b>Fig. 7.</b>	Isobatas de la laguna Challhuacocha en el distrito de Conchucos, en periodo de sequía (Ancash-Perú) 2014.	15
<b>Fig. 8.</b>	Perfiles batimétricos de la laguna Challhuacocha en el distrito de Conchucos, en periodo de sequía (Ancash-Perú) 2014.	16
<b>Fig. 9.</b>	Escala tridimensional del lecho de la laguna Challhuacocha en el distrito de Conchucos en periodo de sequía, Agosto (Ancash-Perú) 2014.	17
<b>Fig. 10.</b>	Temperatura superficial y media agua en las estaciones de muestreo en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	19
<b>Fig. 11.</b>	Isotermas de los estratos (a) agua superficial y (b) media agua de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	19
<b>Fig. 12.</b>	Transparencia de las diferentes estaciones muestreadas en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en época de sequía, 2014.	21
<b>Fig. 13.</b>	Variación de oxígeno disuelto superficial y de media agua en las estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	25
<b>Fig. 14.</b>	Distribución de oxígeno (a) agua superficial y (b) media agua de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	25
<b>Fig. 15.</b>	Variación de pH en las estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	26
<b>Fig. 16.</b>	Distribución de pH de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	26
<b>Fig. 17.</b>	Distribución de especies de fitoplancton de agua superficial por grupo taxonómico en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha	28
<b>Fig. 18.</b>	Densidad (org.l-1) y número de especies de fitoplancton de agua superficial en las diferentes estaciones muestreadas en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	29
<b>Fig. 19.</b>	Dominancia de Simpson de fitoplancton de agua superficial en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	29
<b>Fig. 20.</b>	Diversidad de Shannon-Weiner de fitoplancton de agua superficial en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	30
<b>Fig. 21.</b>	Equidad de Pielou de fitoplancton de agua superficial en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	30
<b>Fig. 22.</b>	Abundancia de fitoplancton de agua superficial por grupo taxonómico registrada en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	31
<b>Fig. 23.</b>	Distribución de la densidad de fitoplancton de agua superficial (a) Bacillariophyta, (b) Charophyta, (c) Chlorophyta, (d) Cyanophyta, (e) Dinophyta, (f) Euglenophyta, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	32
<b>Fig. 24.</b>	Distribución de la densidad total de fitoplancton de agua superficial en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	32

	Distribución de especies de fitoplancton de media agua por grupo taxonómico; en las	
<b>Fig. 25.</b>	diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	35
<b>Fig. 26.</b>	Densidad (org.l-1) y número de especies de fitoplancton de media agua en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	35
<b>Fig. 27.</b>	Dominancia de Simpson de fitoplancton de media agua en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	35
<b>Fig. 28.</b>	Diversidad de Shannon-Weiner de fitoplancton de media agua en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	35
<b>Fig. 29.</b>	Equidad de Pielou de fitoplancton de media agua en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	36
<b>Fig. 30.</b>	Abundancia de fitoplancton de media agua por Phylum registrada durante el periodo de sequía, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	36
<b>Fig. 31.</b>	Distribución de la densidad de fitoplancton de media agua, (a) Bacillariophyta, (b) Charophyta, (c) Chlorophyta, (d) Cyanophyta, (e) Dinophyta, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	37
<b>Fig. 32.</b>	Distribución de la densidad de fitoplancton total de media agua en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	38
<b>Fig. 33.</b>	Distribución de especies de zooplancton por grupo taxonómico en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	39
<b>Fig. 34.</b>	Densidad (org.l-1) y número de especies de zooplancton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	40
<b>Fig. 35.</b>	Dominancia de Simpson en zooplancton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	40
<b>Fig. 36.</b>	Diversidad de Shannon -Weiner en zooplancton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	41
<b>Fig. 37.</b>	Equidad Pielou de zooplancton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	41
<b>Fig. 38.</b>	Abundancia de zooplancton por Phylum registrada durante el periodo de sequía, en la laguna Challhuacocha, (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	42
<b>Fig. 39.</b>	Distribución de la densidad zooplancton, (a) Amoebozoa, (b) Branchiopoda, (c) Cladóceras, (d) Copépoda, (e) Crustácea, (f) Ostráccoda, (g) Rotífera, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	43
<b>Fig. 40.</b>	Distribución de la densidad total de zooplancton en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	44
<b>Fig. 41.</b>	Distribución de especies de fitomicrobentos por grupo taxonómico en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	46
<b>Fig. 42.</b>	Densidad (org.l-1) y número de especies de fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	46
<b>Fig. 43.</b>	Dominancia de Simpson de fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	47
<b>Fig. 44.</b>	Diversidad de Shannon-Weiner de fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	47
<b>Fig. 45.</b>	Valor de la Equidad de Pielou para el fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	48
<b>Fig. 46.</b>	El índice de Margalef en fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	48

<b>Fig. 47.</b>	Abundancia de fitomicrobentos por grupo taxonómico registrado en las estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	49
<b>Fig. 48.</b>	Distribución de la densidad de fitomicrobentos (a) Bacillariophyta, (b) Charophyta, (c) Chlorophyta, (d) Cyanophyta, (e) Euglenophyta, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	50
<b>Fig. 49.</b>	Distribución de la densidad total del fitomicrobentos de cada grupo taxonómico en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	50
<b>Fig. 50.</b>	Distribución de especies de zoomicrobentos por grupo taxonómico en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	51
<b>Fig. 51.</b>	Densidad (org.l-1) y número de especies de zoomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	52
<b>Fig. 52.</b>	Dominancia de Simpson de zoomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	52
<b>Fig. 53.</b>	Diversidad de Shannon-Weiner de zoomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	53
<b>Fig. 54.</b>	Equidad de Pielou de zoomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	53
<b>Fig. 55.</b>	Índice de Margalef de zoomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	54
<b>Fig. 56.</b>	Abundancia de zoomicrobentos por grupo taxonómico en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	54
<b>Fig. 57.</b>	Distribución de la densidad de zoomicrobentos (a) Amoebozoa, (b) Annelida, (c) Arthropoda, (d) Crustácea (e) Ostrácoda, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.	55
<b>Fig. 58.</b>	Distribución de la densidad total de zoomicrobentos de cada grupo taxonómico en la laguna Challhuacocha (Conchucos), en periodo de sequía, 2014.	56
<b>Fig. 59.</b>	Laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014	74
<b>Fig. 60.</b>	Entradas de agua de la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014	74
<b>Fig. 61.</b>	Salida de la laguna de agua de la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014.	75
<b>Fig. 62.</b>	Nubosidad en la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014.	75
<b>Fig. 63.</b>	Principales especies (a) Anomooneis sp, (b) Cocconeis sp, (c) Ephytemia sp, (d) Staurastrum sp, (e) Triceratium sp, (f) Merismopedia sp, encontradas en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014	76
<b>Fig. 64.</b>	Algunos organismos del zooplancton: (a) Penilia sp, (b) Daphnia sp, (c) Centropyxis sp, (d) Temora sp, (e) Clausocalanus sp, (f) Ceratium sp, encontrados en la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014.	76
<b>Fig. 65.</b>	Avifauna (a) Chloephaga melanoptera y (b) Podilymbus sp. presentes en la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014	77
<b>Fig. 66.</b>	Flora ribereña (a) Muehlenbeckia volcánica, (b) Nasa magnifica, (c) Stipa ichu, (d) Ambrosia peruviana, (e) Matucana haynei, y (f) Baccharis glutinosa, presentes en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014	77

## RESUMEN

Con el propósito de determinar la bioecología y potencial de uso de la laguna Challhuacocha en periodo de sequía, ubicada a 3880 msnm en Conchucos (Perú), en Agosto del 2014, en 8 transeptos y 16 estaciones, se evaluaron aspectos morfométricos, batimétricos; meteorológicos, físicos (temperatura, color aparente y transparencia); sedimentarios (olor, color, composición granulométrica, materia orgánica); químicos (oxígeno disuelto, pH, nitritos), biológicos (fitoplancton, zooplancton, bentos), así como la avifauna y flora ribereña, actividades antropogénicas y el potencial de uso de la laguna. La laguna tiene 41.659 ha, es de forma y lecho irregular, de 35 m profundidad máxima. La temperatura del agua promedio fue de 11 °C, con 4.5 m.s<sup>-1</sup> de velocidad de viento. El abastecimiento de agua hacia laguna Challhuacocha ocurre por lluvias y escurrimiento de bofedales. El oxígeno disuelto es bajo, de 3.6 mg l<sup>-1</sup> relacionado con la materia orgánica del sedimento, registrado en 16.3%. El pH promedio fue 7.8 y los nitritos con valores de cero. Con relación al fitoplancton el grupo taxonómico Bacillariophyta es el de mayor riqueza y mayor densidad algal. En el zooplancton el grupo taxonómico Copépoda es el más abundante. Con relación a la avifauna, la especie más importante es *Chloephaga melanoptera*, especie en peligro de extinción, y con relación a la flora, las especies más abundantes y de mayor cobertura son *Distichlis spicata* y *Stipa ichu*. La crianza de ganado vacuno y ovino, y el lavado de ropa utilizando detergentes, son las actividades antropogénicas más importantes. Esta laguna se considera de suma importancia en el contexto del estrés hídrico que amenaza el cambio climático, y por otro lado reúne condiciones para el desarrollo del turismo ecológico.

**Palabras claves:** Bioecología, laguna Challhuacocha, Conchucos.

## SUMMARY

In order to determine the bio-ecology and potential use of Challhuacocha gap in drought period, located at 3880 meters above sea level in Conchucos (Peru), in August 2014, 8 transepts and 16 stations, morphometric aspects, bathymetric were evaluated; meteorological, physical (temperature, density and transparency color); Sedimentary (smell, color, grain size, organic matter); chemical (dissolved oxygen, pH, nitrite), biological (phytoplankton, zooplankton, benthos) and riparian birds and flora, human activities and the potential use of the lagoon. The lagoon has 416.59 ha, is shaped and irregular bed, maximum depth of 35 m. The average water temperature was 11°C, with 4.5 m.s<sup>-1</sup> wind speed. The water supply to the lagoon Challhuacocha occurs by rain and runoff from wetlands. Dissolved oxygen is low; 3.6 mg l<sup>-1</sup> related to the organic matter in the sediment, registered 16.3%. The average pH was 7.8 and nitrites with zero values. With regard to the Bacillariophyta phytoplankton taxonomic group is the richest and most algal density. In the Copepoda zooplankton taxonomic group it is the most abundant. Regarding the avifauna, the most important species is *Chloephaga melanoptera*, endangered species, and in relation to the flora, the most abundant and most species are *Distichlis spicata* coverage and *Stipa ichu*. Raising cattle and sheep, and laundry using detergents, are the most important anthropogenic activities. This gap is considered important in the context of water stress threatens climate change, and on the other hand meets conditions for the development of ecological tourism.

**Keywords:** Bioecology, lagoon Challhuacocha, Conchucos.

## I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de montaña son el hogar y refugio de una quinta parte de la población mundial y del 80% de la reserva total de agua dulce que existe sobre la tierra (Torres *et al.*, 2011), depositada en lagunas, lagos, bofedales, etc. Por otro lado, Barceló (2008) estima que a nivel mundial el 70% del agua consumida se destina a la agricultura, y el 30% adicional se reparte para los usos industriales y domésticos, de allí la importancia que representan. Para el caso latinoamericano, Anaya (2012) sostiene que las lagunas alto andinas son ecosistemas de enorme biodiversidad e importancia estratégica para millones de personas, por su valor ecológico, económico, social y cultural.

Dado que el agua es fundamental para el sostenimiento de la vida, su manejo demanda un enfoque ecosistémico, con un balance adecuado entre el desarrollo social, económico y la protección de los ecosistemas, sólo el 2.5 % es agua dulce que se encuentra dispersa en lagos, lagunas, ríos, ciénagas y pantanos, cumpliendo con la misión fundamental de mantener la vida asociada a sus ecosistemas (Andrade & Navarrete 2004).

Con relación a esta percepción, el conocimiento de los cuerpos de agua altoandinos en el Perú, merece preponderante atención, sobre todo ahora que la Tierra en su conjunto enfrenta cambios en el clima, lo que generara nuevos escenarios mundiales, debido, entre otros aspectos al abastecimiento de agua, la producción de alimentos, la generación de energía eléctrica, etc. Finalmente, se hace de suma importancia el conocimiento pleno de estos recursos hídricos porque están sometidos a una serie, cada vez más creciente, de estresores antropogénicos, que atentan en contra del equilibrio ecosistémico, como la contaminación en sus diversos aspectos, la sobreexplotación de los recursos hidrobiológicos, usos más allá de la capacidad de carga, uso irracional del agua, etc.

Chocano (2005) destaca el conocimiento de la biodiversidad de lagunas altoandinas, pues permitiría su utilización racional y sostenida para beneficio de las poblaciones humanas cercanas; determinar si debe ser considerada área de conservación; así como también plantear el uso de las especies presentes como indicadoras del estado de conservación.

Los glaciares desde hace varios años vienen atravesando un proceso de desglaciación acelerada (Municipalidad Distrital de Conchucos, 2013), dando como resultado la aparición de lagunas altoandinas, muchas de las cuales se constituyen en importantes recursos hidrológicos para diferentes fines como producción de energía hidroeléctrica, consumo humano, riego agrícola, etc (Franco *et al.*, 2000).

A nivel mundial el conocimiento de las lagunas de gran altitud, no es muy abundante. Velasco & Álvarez (2000) estudiaron las características físico-químicas de cinco lagunas de montaña de la Cordillera Ibérica (Sierra de Neila, Burgos, España), los cuales indicaron que el nivel de eutrofización encontrado está muy por encima del que se esperaría de lagunas de este tipo. La conservación de aguas en la zona alta de los andes, es condicionante de vida en las zonas bajas y la preservación del agua, implica también la conservación de toda forma de vida, vegetal, animal y sobre todo humana, existente en las zonas más altas. (Ponce & Lequerica, 1996).

A nivel de Latinoamérica, Casallas & Gunkel (2001) estudiaron el lago San Pablo (Ecuador) sobre la estratificación diaria durante gran parte del año, indicando que tiene un régimen de tipo polimictico de baja estabilidad, debida a una diferencia de temperatura de máximo 4.5 °C. En Bolivia, Acosta *et al.* (2003) estudiaron la comunidad planctónica lacustre en 22 lagunas, detectando patrones espaciales en su estructura, encontrando que las aguas poco mineralizadas de la zona andina favorece la mayor diversidad genética y abundancia de la división

Chlorophyta; mientras que la mayor mineralización favorece Chromophyta y Cyanophyta. Así mismo en el río Ichilo de Bolivia, Acosta (2005) estudió la composición y variación estacional del zooplancton de lagunas inundables y observó diferencias temporales y espaciales, relacionadas con los cambios ambientales en las diferentes épocas hidrológicas.

En los ríos altoandinos de Ecuador (Mira, Aguarico, Guallas y Pastaza) y Perú (Santa, Mosna, Colca y Urubamba), Villamarin (2008) realizó estudios sobre estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos encontrando 196 taxones importantes en estos ríos. Locascio *et al.* (2005) realizaron estudios de las características limnológicas y zooplantónicas de cinco lagunas de la puna (Argentina); dando como resultado que el área de estudio presenta un clima riguroso, con marcadas amplitudes térmicas, vientos frecuentes, precipitaciones escasas y vegetación xerófila baja; encontrando las lagunas permanentes o semipermanentes con una temperatura del agua entre 11 y 19°C, profundidad entre 0.5 y 1.5 m, conductividad entre 612  $\mu\text{S cm}^{-1}$  y mayor de 20 000  $\mu\text{S cm}^{-1}$  y pH entre 6.3 y 8.5, el zooplancton presentó una composición específica de 24 especies: 5 rotíferos, 12 cladóceros y 7 copépodos, los análisis cuantitativos infirieron una estructura comunitaria formada por predominancia de macrozooplancton sobre microzooplancton, típico de ambientes sin peces.

Garibotti *et al.* (2009) también estudiaron las características limnológicas y biológicas de dos lagunas de la región Pampeana de Buenos Aires (Argentina), siendo las características fisicoquímicas las que pueden explicar la gran variabilidad del zooplancton y tendrían en efecto importante sobre la dinámica de estos sistemas lagunares; en este mismo estudio registraron en lagos naturales y artificiales siete taxones del grupo Ciliophora, Cladóceros y Copépoda con densidades entre 221 y 1703 ind.l<sup>-1</sup> en la Laguna Unamuno y entre 41 y 1401 ind.l<sup>-1</sup> en la Laguna Calderón. Las especies más abundantes en las dos lagunas fueron *Moina eugeniae* y *Boeckella poopoensis*.

En la laguna Grande de San Pablo (Chile) Parra (1989), registraron que la temperatura fluctúa de 10-22.8°C, la transparencia entre 4-1.5 m; el pH entre 9.01-6.36, oxígeno disuelto de 13.96-0.06 mg.l<sup>-1</sup>, el NH<sub>4</sub> 402.55-3.05  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , el NO<sub>2</sub> 159.60-1.00  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , el NO<sub>3</sub> 768.00-1.00  $\mu\text{g.l}^{-1}$ .

Brack (2000) y el INEI (2012), reconocen que el Perú es uno de los países más valiosos del planeta Tierra, por su altísima diversidad de paisajes, diversidad de climas, de ecosistemas, pisos ecológicos, de especies, recursos genéticos, culturas aborígenes con conocimientos resaltantes, zonas de producción, etc., por ello se considera como un país megadiverso en el que las lagunas tienen una función importante ya que en ellas se albergan gran biodiversidad de especies.

La biodiversidad es la enorme variedad de seres vivos y sus complejas interacciones; se refiere al número de especies presentes en un ecosistema, país o región (Brack, 2000). Es importante mantenerla por la utilidad que les proporciona al hombre y a muchos organismos en su vida diaria, pero sobre todo por la función que cumple cada organismo dentro de un ecosistema. Cuando más especies posee un ecosistema, más estable y más fácilmente podrá restablecerse su funcionamiento, la conservación de la biodiversidad no es posible si no conserva igualmente los hábitats (Chocano, 2005). Las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad son múltiples y complejas, y su continua disminución tiene gran impacto sobre las sociedades humanas y los servicios de los ecosistemas (Brack, A., 2000).

El Perú es depositario de numerosos ambientes acuáticos los que constituyen reservas biológicas, para lo cual es menester estudiar sus características morfométricas, hidrobiológicas, físicas, químicas y biológicas (Diaz, 1975). Welch (1952 *in* Saldaña, 1976), considera que los estudios de la hidrología y morfometría de un cuerpo de agua, como parte de los estudios limnológicos,

representan la verdadera base, sobre la que debe descansar cualquier programa de este tipo de investigación.

Con relación a las lagunas altoandinas, Acuy & Pulido (2005) y MINAGRI (2009) sostienen que en el inventario nacional de lagunas realizado en 1980, muestra que el Perú posee 12201 lagunas, de las cuales, 3896 se encuentran en la vertiente del Pacífico, 7441 en la vertiente del Atlántico, 841 en la vertiente del Titicaca y 23 en una vertiente cerrada del sistema de Huarmicocha de estas existen 342 lagunas estudiadas; 204 en la vertiente del Pacífico, 1 en vertiente Cerrada, 133 en vertiente del Atlántico y 4 en el lago Titicaca; y 186 lagunas se encontraban en explotación con una capacidad promedio de regulación de 3028 MMC (millones de metros cúbicos); localizándose 105 en la vertiente del Pacífico con una capacidad de regulación de 1379 MMC; 76 en la vertiente del Atlántico con 1604 MMC, 2 en la hoya del Titicaca con 4 MMC y 3 en las vertientes cerradas con 41 MMC de capacidad de almacenamiento.

Chocano (2005) afirma que el Perú alberga una gran cantidad de lagos y lagunas y la ictiofauna o diversidad de peces de los andes es considerada como de escasa diversidad taxonómica. Así mismo (Produce, 2007) registra y resalta que en los lagos y lagunas se debe determinar su potencialidad para el desarrollo de actividades de acuicultura en razón de que se encuentran en la zona altoandina, de difícil acceso y por su configuración topográfica. Fukushima & Shimokawa (1987) en un estudio concluyeron que las lagunas Collasgón y Larga Alta ubicadas en Huamachuco, poseían 17.3 y 19 °C, los cuales son parámetros convenientes para el desarrollo de pejerrey.

Loayza (1997) estudió los factores bióticos y abióticos de la laguna Chinacocha–Llanganuco (Ancash), registrando profundidad máxima 14.9 m, temperatura de  $10.46 \pm 1.25$  °C, oxígeno disuelto de  $7.12 \pm 0.32$  mg.l<sup>-1</sup>, pH de  $6.2 \pm 0.25$  y que la densidad de fitoplancton fue de 15 org.l<sup>-1</sup>. En la laguna Llanganuco (Ancash), Alvarado (1999) y Benites (1999) realizaron estudios de las características físico - químicas registrando una temperatura superficial entre 10-12 °C y de 10-11°C en la zona profunda; oxígeno superficial y de profundidad en un rango entre 6-7 mg.l<sup>-1</sup>, transparencia desde 1.07 hasta los 2 m, la profundidad varió desde 1.20 m hasta los 28 m; los sedimentos del fondo del fondo de la laguna fueron un 100% limo y los sedimentos de la orilla de la laguna que se encontraron turboso, gravoso y arenoso; las densidades mayores de fitoplancton fueron las Bacillarophyta (80.73%), seguida por Chlorophyta (8.43%), Cyanophyta (6.03%), Dinophyta (2.41%), Crysophyta (1.2%) y Euglenophyta (1.2%).

Desde otro ángulo, Acuy & Pulido (2005) realizaron estudios de la avifauna en la Laguna Huaypo (departamento de Cusco), registrando 1957 individuos, siendo la especie más abundante *Áulica ardesiaca*. Flores *et al.*, (2005) estudiaron la diversidad florística de los alrededores de las lagunas Pomacocha y Habascocha (provincia de Concepción, Junín), donde se registró 29 familias, 64 géneros y 100 especies; por otro lado, la flora que se asocia a las lagunas se encuentra formando cuatro tipos de vegetación: césped de puna, comunidad de roquedales, oconales o turbera de *Distichia* y comunidad de hidrófitas. Roque & Ramírez (2008) realizaron estudios en la laguna Parinacochas (Ayacucho, Perú), determinando la vegetación y alrededores, registrando que la flora vascular está conformada por 234 taxones, en 179 géneros y 73 familias; siendo las Asteraceae, Poaceae y Fabaceae son las familias con más especies.

El distrito de Conchucos presenta un clima de templado a frío, con abundantes precipitaciones sobre todo entre los meses de enero a abril, la temperatura del ambiente fluctúa entre los 10 y 20 °C; la presencia de microclimas está condicionada por la estrecha subcuenca de los ríos Magistral con Challhuacocha y del río Tauli, con laderas de pendientes fuertes, donde en las alturas es notable la presencia de neblina y en las partes bajas se puede observar la presencia de



los rayos solares en los últimos meses del año y los vientos son de velocidad media a alta de Sur a Norte; el distrito de Conchucos es considerado como uno de los más fértiles de la provincia de Pallasca, y esto se debe a la existencia de diversidad de microclimas. Se encuentra ubicado en la Región Quechua, por lo tanto es de clima templado, apto para el desarrollo de la vida y sus pobladores básicamente se dedican a la agricultura y ganadería (Building Company, 2010b). Para poder llegar hacia la laguna Challhuacocha es necesario ir desde Lima a Chimbote y de esta ciudad hacia Conchucos siendo esta vía carrozable y tiene una distancia de 189 km; constituyéndose en la principal vía de comunicación de Conchucos a la costa; y desde Conchucos hacia laguna Challhuacocha hay una distancia de 15 km, asimismo el distrito cuenta con una red de caminos tanto trochas carrozables, los que comunican los centros poblados, caseríos y anexos, el camino a la laguna es un tipo de vía trocha carrozable y posee un estado regular.

La laguna Challhuacocha, pertenece a la cuenca del río Challhuacocha; el cual delimita como sigue: Por el Norte con la cuenca del río Pelagato, por el Sur y el Oeste con la Cuenca del río Shacapampa y por el Este con la Cuenca del río Llamra, Building Company (2010b).

De acuerdo con Building Company (2010a) y Municipalidad de Conchucos (2013) el distrito de Conchucos cuenta con 40 lagunas, las que distribuyen sus aguas tanto para la vertiente del Atlántico, así como para el Pacífico, añaden que un aspecto importante a considerar dentro de la hidrografía de Conchucos es la gran cantidad de lagunas, estimándose que la mayoría de ellas son de gran tamaño y contienen un volumen considerable de agua, lo que permite a los ríos mantener su caudal a lo largo del año, y que las principales lagunas son: Challhuacocha, Huaychumachay, Huascucocha, Labrascocha, Llamacocha, entre otras.

En este último contexto la laguna Challhuacocha es de suma importancia por lo que su estudio permite conocer la morfometría, características hidrológicas y biológicas que posee y así como reconocer el potencial de uso, tanto acuícola como turístico, contribuir a la conservación de la biodiversidad y manejo ecosistémico.

Teniendo en cuenta como marco referencial, se formula el siguiente problema de investigación ¿Cuáles son las características bioecológicas más importantes de la laguna Challhuacocha y su potencial de uso en periodo de sequía, localizadas en el distrito de Conchucos (Ancash, Perú) en el año 2014? Este reporte contribuirá al conocimiento de las características químicas, físicas, biológicas y limnológicas de la laguna Challhuacocha, cuerpo de agua el cual se carece de información, y aportando al conocimiento de los recursos hídricos de la provincia de Pallasca (Conchucos) y por consiguiente del país.

## **OBJETIVOS**

- **Objetivo general**

Describir la bioecología de la laguna Challhuacocha y su potencial de uso en periodo de sequía, distrito de Conchucos (Ancash, Perú) 2014.

- **Objetivos específicos**

- Describir las características morfométricas de la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía.
- Identificar los factores meteorológicos: nubosidad, velocidad y dirección del viento de la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía.
- Identificar los factores físicos del agua: temperatura, transparencia, color aparente, profundidad del agua de la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía.

- Identificar los factores químicos del agua: pH, oxígeno disuelto y nitritos de la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía.
- Identificar cualitativamente y cuantitativamente el fitoplancton y zooplancton de superficie, media agua y bentos, así como identificar avifauna y flora ribereña de la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía.
- Determinar las principales actividades antropogénicas que se desarrolla en la laguna Challhuacocha, en época de sequía y sus inmediaciones.
- Determinar el potencial de uso que posee la laguna Challhuacocha en periodo de sequía.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

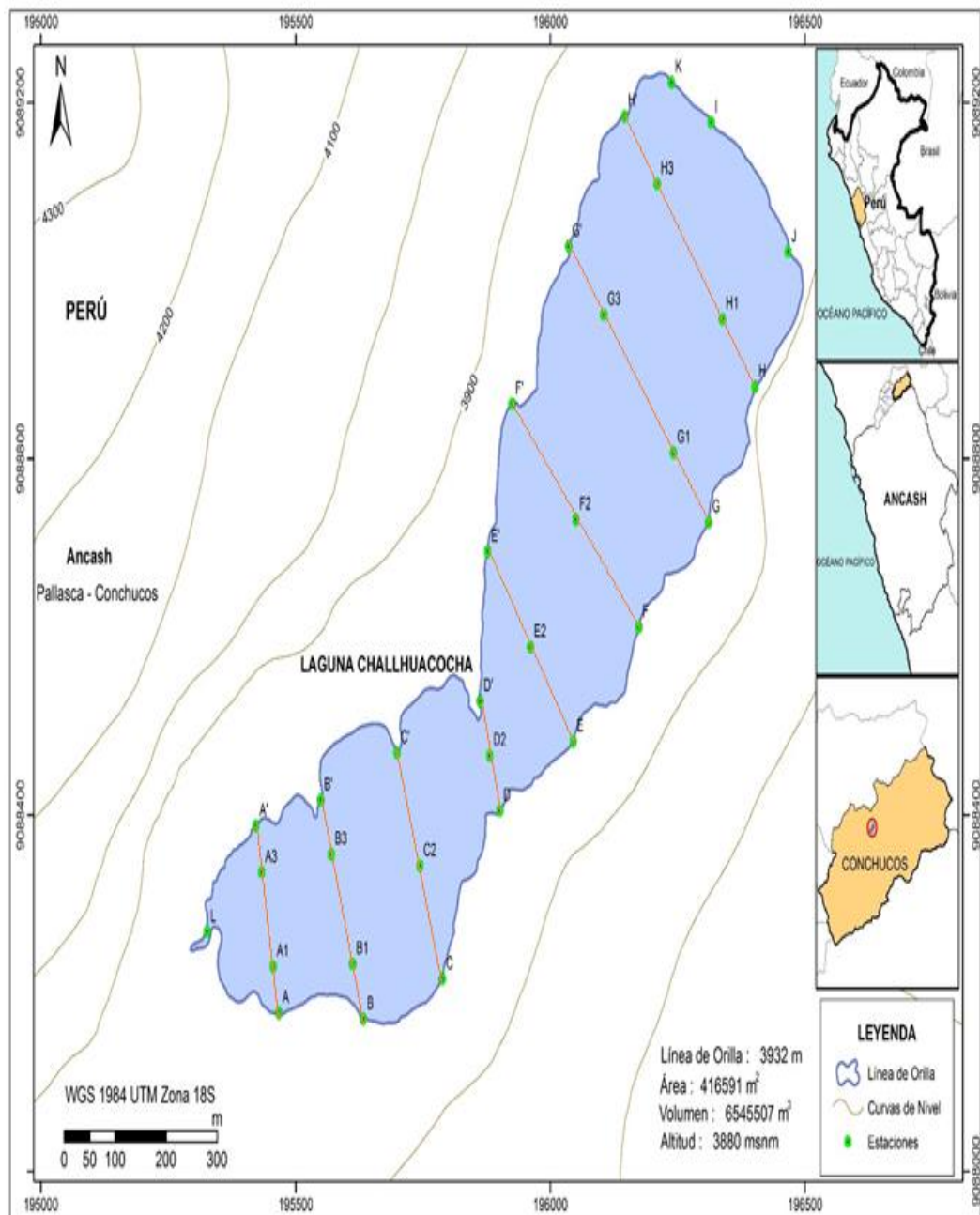
### 2.1. Localización y época del estudio

El estudio fue realizado en la laguna Challhuacocha en las coordenadas 8° 14' 14.66" S y 77° 45' 42.44" O, ubicada en el distrito de Conchucos, provincia de Pallasca, departamento de Ancash. Los monitoreos de la laguna Challhuacocha fueron realizados en periodo de sequía, durante los días 20, 21, 22 y 23 de Agosto del año 2014. Para la ejecución del muestreo se establecieron 8 transeptos de muestreo y 16 estaciones (tabla 1) (fig.1).

**Tabla 1.** Estaciones de monitoreo de la laguna Challhuacocha en época de sequía, localizada en Conchucos, en Agosto de 2014.

Estación	Coordenadas UTM		Latitud	Longitud
	Este (m)	Norte (m)		
A1	195456	9088230	8° 14' 20,29" S	77° 45' 51,04" O
A3	195433	9088336	8° 14' 16,86" S	77° 45' 51,76" O
B1	195612	9088233	8° 14' 20,24" S	77° 45' 45,95" O
B3	195570	9088356	8° 14' 16,24" S	77° 45' 47,29" O
C2	195744	9088343	8° 14' 16,68" S	77° 45' 41,62" O
D2	195881	9088467	8° 14' 12,07" S	77° 45' 37,01" O
E2	195961	9088589	8° 14' 8,72" S	77° 45' 34,46" O
F2	196050	9088732	8° 14' 4,11" S	77° 45' 31,54" O
G1	196242	9088807	8° 14' 1,72" S	77° 45' 25,24" O
G3	196105	9088962	8° 13' 56,64" S	77° 45' 29,68" O
H1	196338	9088957	8° 13' 54,36" S	77° 45' 22,08" O
H3	196210	9089109	8° 13' 51,88" S	77° 45' 26,15" O
*I	196316	9089178	8° 13' 49,65" S	77° 45' 22,74" O
*J	196467	9089033	8° 13' 54,39" S	77° 45' 17,85" O
*K	196238	9089223	8° 13' 48,19" S	77° 45' 25,27" O
*L	195326	9088269	8° 13' 19,01" S	77° 45' 55,27" O

\* Estación I (entrada principal), estación J (E1), estación K (E3) y L (salida).



**Fig. 1.** Estaciones de muestreo y transeptos para la batimetría de la laguna Challhuacocha (Conchucos, Perú), en periodo de sequía.

## 2.2. Trabajo en campo y gabinete

### 2.2.1. Aspectos morfométricos

#### 2.2.1.1. Batimetría

Para determinar el perfil batimétrico se establecieron ocho transeptos, como se indica en la fig. 1, la profundidad se registró cada 50 m, con un profundímetro de 8 kg de lastre, graduado cada 0.5 m; para lo cual se tendió un cabo entre orillas, guiados por este cabo se desplazó un bote de goma (zodiac). Los datos de las profundidades se anotaron en una libreta de campo y los resultados se analizaron con el programa ArcGIS 10.3 para obtener un modelo bidimensional y tridimensional de la laguna.

### 2.2.1.2. Perfiles

Se construyó ocho perfiles batimétricos en base a las curvas del plano batimétrico, utilizando el programa ArcGIS 10.3 para obtener un modelo bidimensional para el con el fin de mostrar los detalles que presenta el fondo de la laguna.

### 2.2.1.3. Parámetros morfométricos

Los procedimientos y fórmulas para los cálculos de los parámetros morfométricos se realizaron tomando en cuenta a Welch (1952) y Hutchinson (1957), citados por Saldaña (1976).

#### 2.2.1.3.1. Longitud máxima (LM), longitud efectiva máxima (LEM), ancho máximo (AM) y anchura efectiva máxima (AEM).

Estas determinaciones se hicieron mediante el uso de la información que brinda el programa Google Earth a través del internet.

#### 2.2.1.3.2. Anchura media (Am)

Se calculó mediante la siguiente relación:

$$Am = \frac{\text{Área de la laguna}(m^2)}{LM (m)}$$

#### 2.2.1.3.3. Profundidad media (Pm)

Se obtuvo calculando mediante la siguiente relación:

$$Pm = \frac{\text{Volumen de la laguna } (m^3)}{\text{Area } (m^2)}$$

#### 2.2.1.3.4. Profundidad máxima (PMx)

Se obtuvo de los datos obtenidos a partir de los sondeos sobre las líneas de transecto que se indica.

#### 2.2.1.3.5. Relación profundidad media – profundidad máxima (Pm/PMx)

Esta relación se obtuvo entre la división de la profundidad media y la profundidad máxima. El cociente calculado es un índice que sirve para expresar la tendencia que tiene la forma de una cubeta hacia la figura cónica.

#### 2.2.1.3.6. Relación profundidad máxima – área superficial (PMx/A)

Se obtuvo dividiendo la profundidad máxima y la raíz cuadrada de la superficie. Se expresa en valores decimales y es una indicación de la profundidad a la extensión horizontal de la laguna.

#### 2.2.1.3.7. Área (A)

Se calculó de manera directa a través del programa Google Earth a través del internet.

#### 2.2.1.3.8. Longitud de la línea de orilla (LO)

Es la determinación del contorno del espejo de agua en (m) (Fukushima *et al.*, 1981).

#### 2.2.1.3.9. Desarrollo de la orilla (DO)

El término desarrollo de la orilla se refiere a la proporción de la longitud actual de la línea de orilla de una laguna. Si una laguna tiene una línea de orilla que se acerque a la forma de círculo el valor de desarrollo será de 1 (Fukushima *et al.*, 1981):

$$DO = \frac{LO}{\sqrt{\frac{A}{\pi}}}$$

**Dónde:**

**LO** = Longitud de la línea de orilla (m)

**A** = Área (m<sup>2</sup>)

#### 2.2.1.3.10. Volúmen total de la laguna (V)

Se calculó por estrato a través de la fórmula dada por Welch (1952) y Reid, (1961), citados por Fukushima *et al.*, (1981):

$$Vi = h/3(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1A_2})$$

**Dónde:**

**Vi** = Volúmen de agua por estrato

**h** = Profundidad del estrato

**A1** = Área del contorno sumergido superior

**A2** = Área del entorno sumergido inferior

El cálculo final del volúmen total (**Vt**) corresponde a la suma total de los volúmenes parciales:

$$Vt = A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n$$

#### 2.2.1.3.11. Desarrollo de volúmen (Dv)

Este parámetro es otro índice que expresa el grado de acercamiento de la forma del lecho a la forma cónica; para lo cual se aplicó la siguiente fórmula, dado por Fukushima *et al.*, (1981):

$$Dv = 3 \frac{Pm}{PMx}$$

**Dónde:**

**Pm** = Profundidad media

**PMx** = Profundidad máxima

### 2.2.2. Parámetros físicos

#### 2.2.2.1. Temperatura ambiental

La medida de la temperatura ambiental a las 10 horas aproximadamente se registró *in situ* mediante un termómetro de mercurio simple protegido, con 0,1 °C de sensibilidad.

#### 2.2.2.2. Temperatura de la superficie del agua

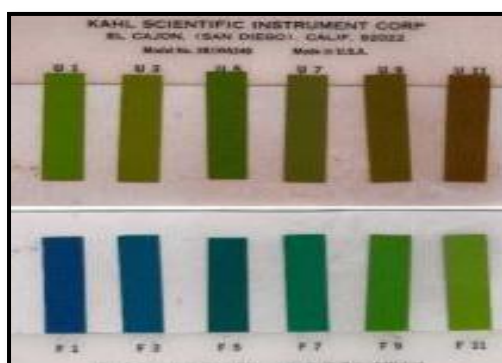
Se registró mediante un termómetro simple protegido, con 0,1 °C de sensibilidad, obteniéndose datos de agua superficial en las diferentes estaciones de muestreo.

#### 2.2.2.3. Temperatura de media del agua

Para el registro de la temperatura media del agua se utilizó una botella muestreadora tipo Alfa, con capacidad volumétrica de 2 l, y para la lectura se introdujo el termómetro simple con 0,1 °C de sensibilidad, por una de las tapas de la botella.

#### 2.2.2.4. Color aparente del agua

Se realizó mediante la observación directa, utilizando una escala Forel, como se muestra en la fig. 2.



**Fig. 2.** Escala de color aparente del agua.

#### 2.2.2.5. Transparencia del agua

La transparencia del agua se midió con un disco de Secchi, de 20 cm de diámetro, dividido en cuadrantes pintados alternadamente de blanco y negro; unido a una cuerda graduada cada un metro. El disco fue sumergido del lado sombreado de la embarcación hasta que se dejó de ver, momento en que se registró la profundidad y se volvió a subir hasta que nuevamente se hizo visible. Luego se promedió estas dos medidas.

#### 2.2.2.6. Profundidad

La profundidad se midió con un profundímetro de 8 kg de lastre, atado a un cabo graduado cada metro.

### 2.2.3. Aspectos meteorológicos

#### 2.2.3.1. Nubosidad

La nubosidad del cielo se determinó en octavos bajo la escala 9 de Laevastu (1971). Para ello solo se observó la cobertura de cielo por nubes, como se muestra (tabla 1).

**Tabla 2.** Código para informar condiciones de nubosidad (Laevastu, 1971).

Nº de Escala	Cantidad de nubes
0	Cielo despejado
1	1 octavo, o sea 1/8 de cielo cubierto
2	2 octavos, o sea 2/8 de cielo cubierto
3	3 octavos, o sea 3/8 de cielo cubierto
4	4 octavos, o sea 4/8 de cielo cubierto
5	5 octavos, o sea 5/8 de cielo cubierto
6	6 octavos, o sea 6/8 de cielo cubierto
7	7 octavo, o sea 7/8 de cielo cubierto
8	8 octavos, o sea 8/8 de cielo cubierto
9	Cielo oscurecido (v.g por niebla) o cantidad de nubes no calculada debido a la oscuridad.

#### 2.2.3.2. Dirección el viento

Se determinó al iniciar cada muestreo, mediante la utilización de una veleta en conjunto con una brújula.

#### 2.2.3.3. Velocidad del viento

Se determinó mediante la utilización del anemómetro con 0,1 m.s<sup>-1</sup> de sensibilidad, donde se tomaron los datos al inicio de la jornada de trabajo, en conjunto con la medición de la dirección del viento.

### 2.2.4. Aspectos hidrológicos

#### 2.2.4.1. Procedencia del agua

Se determinó la procedencia del agua mediante la observación directa por recorrido de la laguna y sus zonas aledañas. En cada fuente de abastecimiento se determinó el caudal mediante el método del flotador (Laevastu, 1980).

#### 2.2.4.2. Desaguadero

Las características del desaguadero se registraron por medio de la visión directa. El caudal del desaguadero se determinó mediante el método del flotador (Laevastu, 1980).

$$Caudal = \frac{v}{t'}$$

**Dónde:**

v= volumen (l)

t' = tiempo (seg)

### 2.2.5. Aspectos sedimentarios

#### 2.2.5.1. Procedimiento para la recolección

En cada estación se tomó muestras del fondo con el uso de una draga de tipo Ekman. Las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno (ziploc) previamente rotuladas a las que se les añadió 10 ml de una solución de formol al 10 %, los cuales fueron trasladados al Laboratorio de Biología Acuática de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa.

### 2.2.5.2. Análisis en laboratorio

#### 2.2.5.2.1. Olor del sedimento

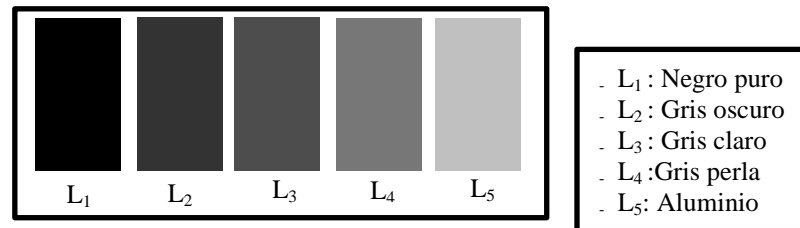
Se hizo de manera directa y se determinó el olor mediante escala propia (tabla 2).

**Tabla 3.** Escala de color aparente de sedimento.

	<b>Característica</b>
<b>Escala de olor</b>	Natural
	Sulfuro ligero
	Sulfuro
	Sulfuro fuerte

#### 2.2.5.2.2. Color

Se hizo de manera directa y se determinó utilizando la escala de elaboración propia fig. 3.



**Fig. 3.** Escala de color aparente de sedimento.

#### 2.2.5.2.3. Composición granulométrica

Para la composición granulométrica se colocó aproximadamente 200 gramos de muestra de lodo en probetas de 1000 ml provistos de agua, y luego de agitación vigorosa se dejó reposar hasta su completa sedimentación. Después se midió cada uno de los estratos con una regla, y se estableció la composición granulométrica porcentual.

#### 2.2.5.2.4. Cantidad de materia orgánica

Se determinó mediante método de incineración, usando una muestra del fondo, para ello se homogenizó las muestras y se tomó submuestras en placas Petri las cuales fueron colocadas en estufa a 60 °C, hasta su completa desecación, posteriormente se pulverizó la muestra siendo llevada a la mufla por 450 °C por un tiempo de cuatro horas. Para ello se utilizó crisoles y para el peso se empleó una balanza analítica con sensibilidad de 0.001 mg. La cantidad de materia orgánica expresada en porcentaje se calculó utilizando la siguiente fórmula (Nelson y Sommer, 1996; Blume *et al.*, 1990).

$$\text{Materia orgánica(\%)} = \frac{A - B}{B - C} \times 100$$

**Dónde:**

**A**= Peso del crisol más sustrato seco antes de la ignición.

**B**= Peso del crisol más cenizas después de la ignición.

**C**= Peso del crisol vacío.

### 2.2.6. Parámetros químicos

#### 2.2.6.1. Oxígeno disuelto (OD)

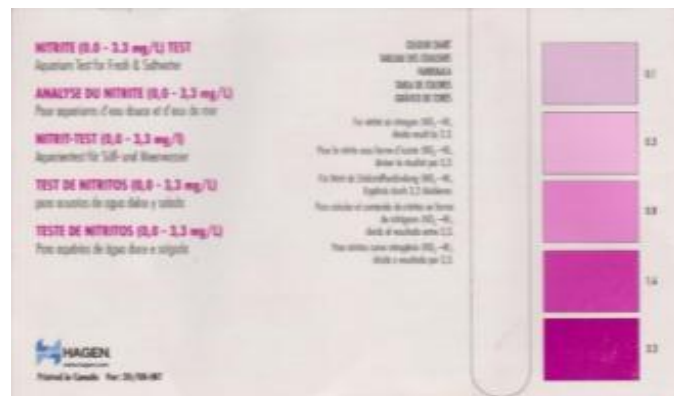
Se realizó de manera directa con de un oxímetro OATKON de serie PC650; colocando el bulbo sensor a unos 20 cm por debajo de la superficie del agua. Para la medida del oxígeno a media agua se utilizó una botella muestreadora tipo Alfa, con capacidad volumétrica de 2 l, y para la lectura se introdujo el bulbo sensor por una de las bocas de la botella.

### 2.2.6.2. pH

La medición de este parámetro se realizó *in situ*; empleando para ello el método electrométrico, con el uso de un pHmetro de marca HANNA HI98103 de sensibilidad  $\pm 0.01$ . La toma de muestra para medir el pH en caso del agua superficial se realizó con ayuda de un balde de 5 l, luego de tomar el agua se introdujo el bulbo del pHmetro.

### 2.2.6.3. Nitritos ( $\text{NO}_2$ )

En cada estación se tomaron muestras de agua superficial con un balde de 5 l de capacidad, se tomaron submuestras en botellas de 250 ml para análisis. Para la determinación de los nitritos se utilizó un kit de nitritos marca Nutrafin Test Kit. Luego de homogenizar la muestra, con una pipeta se llenó el tubo del kit al que después se añadió 5 gotas del reactivo #1 y 5 gotas del reactivo #2, luego se tapó manteniendo con el dedo y se agitó bien hasta la completa reacción. Se esperó dos minutos para que se desarrolle el color y valorar la concentración con el color más parecido en la escala de colores, como se muestra en la fig. 4.



**Fig. 4.** Escala de colores para determinar la cantidad de nitritos ( $\text{NO}_2$ ).

## 2.2.7. Parámetros biológicos

### 2.2.7.1. Fitoplancton

La localización de la estación de muestreo, se hizo mediante un GPS. La toma de muestras para ensayos cualitativos y cuantitativos de fitoplancton se realizó de manera directa de la superficie del agua sin filtrar, las botellas fueron enjuagadas tres veces con agua del lugar, después se sumergió la botella de plástico rotulada, aproximadamente unos 30 cm por debajo de la superficie del agua, se llenó el envase a 500 ml de muestra a la que se le agregó 3,5 ml de Lugol, para obtener una concentración al 0.7%. Y para la toma de muestra de media agua se utilizó una botella muestreadora Alfa, con capacidad de 2 l. Una vez colectada el agua se llenó una botella de plástico rotulada a 500 ml y luego se agregó 3,5 ml de lugol para obtener una concentración al 0.7%. Para su conservación, se protegió las muestras de la luz y se las mantuvo en una refrigeradora a  $4^\circ\text{C}$ , hasta su análisis cualitativo y cuantitativo en el laboratorio de Biología Acuática de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura, de la Universidad Nacional del Santa.

### 2.2.7.2. Zooplancton

Las muestras del zooplancton se realizaron por arrastre con una red para zooplancton de 20  $\mu\text{m}$  y 12.5 cm de diámetro de abertura de la boca, en sentido horizontal. El arrastre se inició en cada estación antes de enrumbar a la siguiente estación, a una velocidad de 0.5 nudos, durante 2 minutos. Luego se procedió a trasvasar el filtrado a la botella de plástico rotulada, donde se agregó 5 ml de lugol para obtener una concentración a 2% para su conservación. Se protegió las muestras de la luz, las muestras se mantuvieron en una refrigeradora a  $4^\circ\text{C}$  para su conservación, hasta su análisis cualitativo y cuantitativo en el Laboratorio de Biología



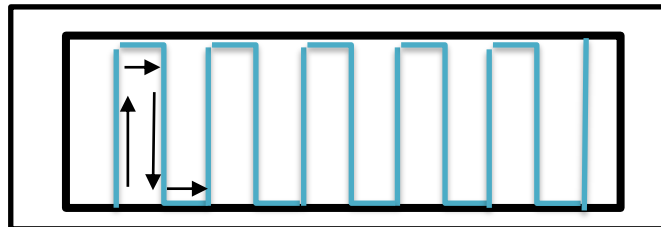
Acuática de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa.

#### 2.2.7.3. Análisis de muestras en el laboratorio

A partir de las muestras tomadas en campo tanto de fitoplancton y zooplancton se llevó a cabo el análisis en laboratorio, empleando probetas de 100 ml, una manguera de venoclisis de 100 cm y un vaso precipitado de 500 ml. Para el análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton y zooplancton se utilizó el método de concentración por sedimentación. Las botellas con las muestras se pusieron en reposo por 48 horas y luego con una manguera de venoclisis se decantó el agua sobrenadante dejando 10 ml de muestra concentrada, el que finalmente se llenó en un frasco pequeño para su respectivo análisis en microscopio compuesto.

#### 2.2.7.4. Análisis cualitativo para fitoplancton y zooplancton

Se homogenizó las muestras concentradas, suavemente, luego se tomó una muestra con una pipeta Pasteur, para ser llenadas a la cámara de Sedgwick-Rafter. Se dejó reposar cinco minutos para permitir que el plancton se sedimente y se examinó a una magnificación inicial de 10X y luego 20X en el microscopio compuesto y se observó los microorganismos haciendo un barrido en toda la cámara, como se muestra en la fig.5. Se utilizó claves taxonómicas de Al-Handal & Al-Rekabi (1994), Hötzel, & Croome (1999), Lebour (1930), Mattio & Tilca (2009), Balech (1988) y finalmente se contó el número de organismos por especie.

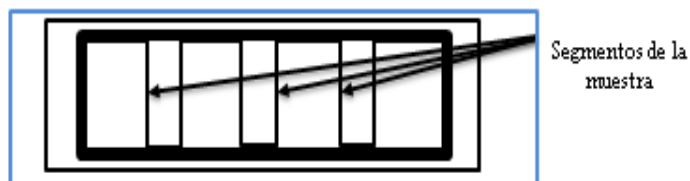


**Fig. 5** Esquema de barrido en la cámara de Sedgwick-Rafter para el análisis cualitativo para fitoplancton y zooplancton.

Para los datos relacionados con la biodiversidad del fitoplancton, zooplancton y bentos, se utilizaron los siguientes índices: Simpson, Shannon-Wiener, Equidad de Pielou y Margalef.

#### 2.2.7.5. Análisis cuantitativo del fitoplancton y zooplancton

Luego de identificar las especies presentes en cada una de las muestras se extrajo una muestra de la suspensión de cada frasquito empleando una pipeta Pasteur. Luego se llenó lentamente la cámara de Sedgwick-Rafter, girando la parte posterior del cubreobjeto, para evitar la formación de burbujas en las esquinas, dejando reposar cinco minutos para permitir que el plancton se sedimente y se examinó a una magnificación inicial de 10X en el microscopio compuesto. Antes de iniciar el recuento, se observó detenidamente toda la extensión de la cámara para verificar la distribución homogénea de los organismos del área de conteo. El recuento de los organismos se realizó en 3 segmentos de la celda de Sedgwick-Rafter, delimitados por un campo con el objetivo de 10 X como se muestra en la fig. 6.



**Fig.6.** Recuento en tiras utilizando la Cámara de Sedgwick-Rafter.

Para cuantificar el número de organismos (densidad) en la celda Sedgwick-Rafter se utilizó la siguiente fórmula:

$$\delta T = \frac{\Sigma T * C * Vm}{Vc}$$

**Dónde:**

$\delta T$ =densidad total (cel. l<sup>-1</sup>)

$\Sigma T$ =suma de células en el campo delimitado (cel.)

$C$  =concentración de la muestra (ml)

$Vm$ =volumen de muestra de campo (l)

$Vc$ =volumen del campo analizado (ml)

### 2.2.7.6. Análisis de información

#### 2.2.7.6.1. Índices de biodiversidad

La composición de la comunidad hidrobiológica fue determinada a través de la abundancia total de individuos (Magurran, 1998 y Moreno, 2001) y riqueza específica, mientras que la estructura, fue medida utilizando la dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) y diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), también utilizándose la equidad de Pielou ( $J'$ ) y Margalef ( $D_{Mg}$ ).

#### 2.2.7.6.2. Composición de la comunidad

##### - Abundancia total (N)

Es el valor en número de individuos por unidad de volumen (org.l<sup>-1</sup>) tanto para el fitoplancton como para el zooplancton.

##### - Riqueza específica (S)

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la diversidad biológica (Magurran, 1988 y Moreno, 2001), basándose solo en el número de especies presentes en el medio y sin tomar en cuenta la importancia relativa de cada una de ellas.

#### 2.2.7.6.3. Estructura de la comunidad

##### - Índice de Dominancia de Simpson ( $\lambda$ )

Esta versión del índice de Simpson  $\lambda = \frac{ni-1}{N}$  es el valor de la dominancia en el medio. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974).

##### - Diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ )

La diversidad de Shannon-Wiener  $H' = -\sum p_i \ln p_i$  mide la diversidad de un ecosistema en función al número de especies y su abundancia relativa. Según el cual, los valores de  $H'$  mayores a 2 bits/individuos pueden considerarse elevados en ecosistemas acuáticos (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

##### - Equidad de Pielou ( $J'$ )

La equidad de Pielou  $J' = \frac{H'}{H'_{max}}$  mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

##### - Margalef ( $D_{Mg}$ )

El índice de Margalef  $D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$  es un método que relaciona el número de especies y el número de individuos en un ecosistema, donde valores inferiores a 2.0 son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores cercanos a 5.0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Magurran, 1998).

#### 2.2.7.7. Bentos

Para el estudio de los organismos bentónicos se extrajo muestras mediante una draga de Ekman en el área de barrido, en las diferentes estaciones establecidas, colectándose en bolsas de plástico (ziploc), previamente rotuladas.

Una vez obtenidas las muestras se conservaron en formol neutralizado al 10%, las que fueron transportadas en cooler hasta el Laboratorio de Biología Acuática de Escuela Académico

Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa. Luego haciendo uso de las placas Petri, pinzas y haciendo uso de un estereoscopio se analizaron cada una de las muestras: en primer lugar se separaron los organismos por especie, luego fueron identificadas empleando claves taxonómicas de Al-Handal & Al-Rekabi (1994), Hötzel & Croome (1999), Lebour (1930), Mattio & Tilca (2009) Balech (1988) y finalmente se contó el número de organismos por especie.

#### **2.2.7.8. Avifauna**

Para el estudio de la avifauna se realizó un recorrido por el entorno de la laguna con el fin de visualizar las especies de aves que habitan cerca; donde se emplearon binoculares y claves taxonómicas de Lujan (1978).

#### **2.2.7.9. Flora ribereña**

Para el estudio de las especies de plantas se realizó un recorrido por la laguna donde se registró las especies y su abundancia relativa, por observación directa. Se tomó muestras de las especies presentes las que fueron herborizadas para su posterior identificación con claves taxonómicas de Sagastegui *et al.*, (1999).

#### **2.2.7.10. Actividades antropogénicas**

Para determinar las actividades antropogénicas de la laguna se realizó un recorrido y se observó las zonas aledañas para describir las actividades relacionadas con la actividad ganadera en el entorno de la laguna.

### III. RESULTADOS

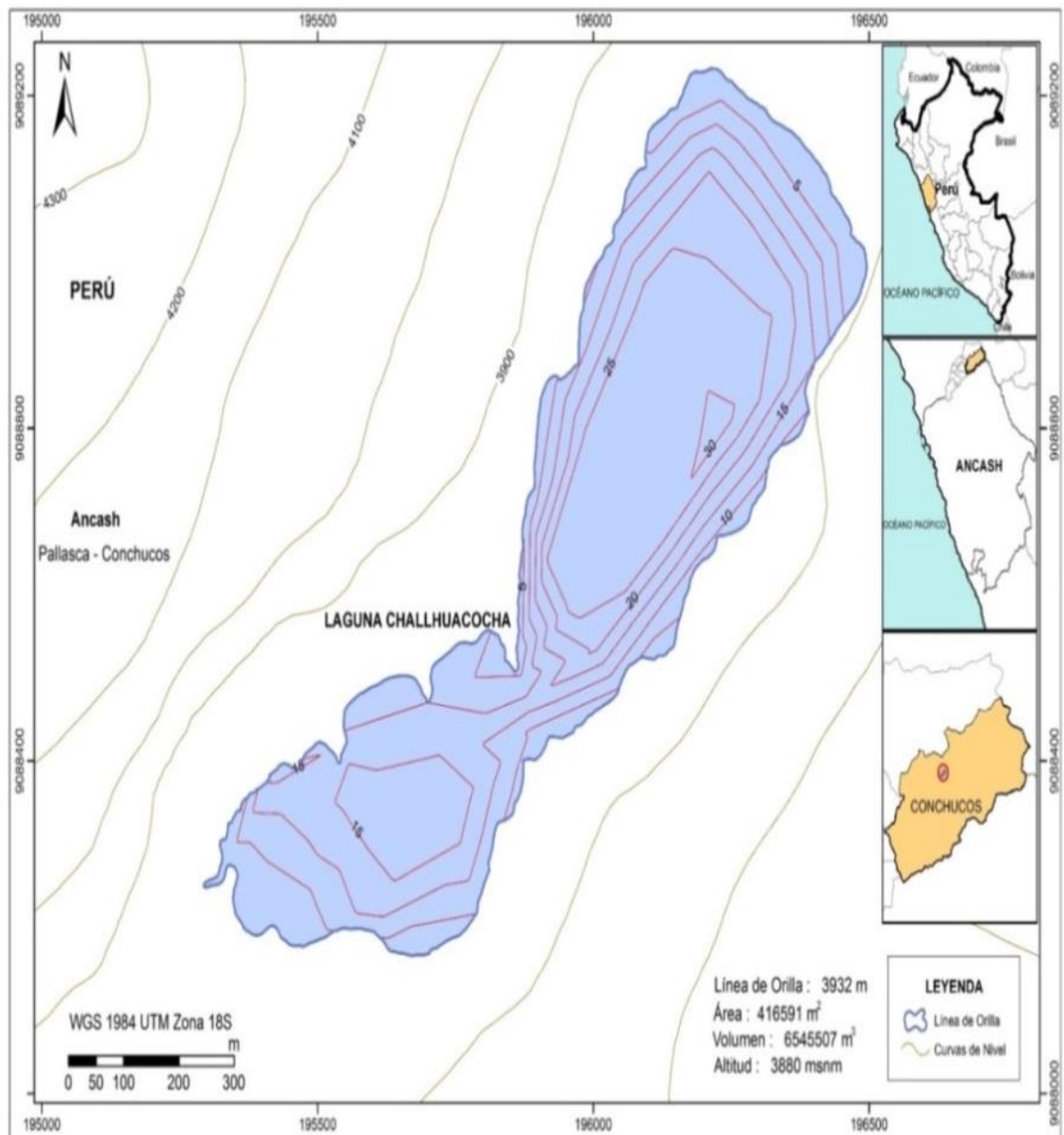
#### Localización del área y época de estudio

- Región : Ancash
- Provincia : Pallasca
- Distrito : Conchucos
- Altitud : 3880 msnm
- Latitud :  $8^{\circ} 14' 14.66''$  S
- Longitud :  $77^{\circ} 45' 42.44''$  O
- Época : Sequía

#### 3.1. Aspectos morfométricos

##### Batimetría

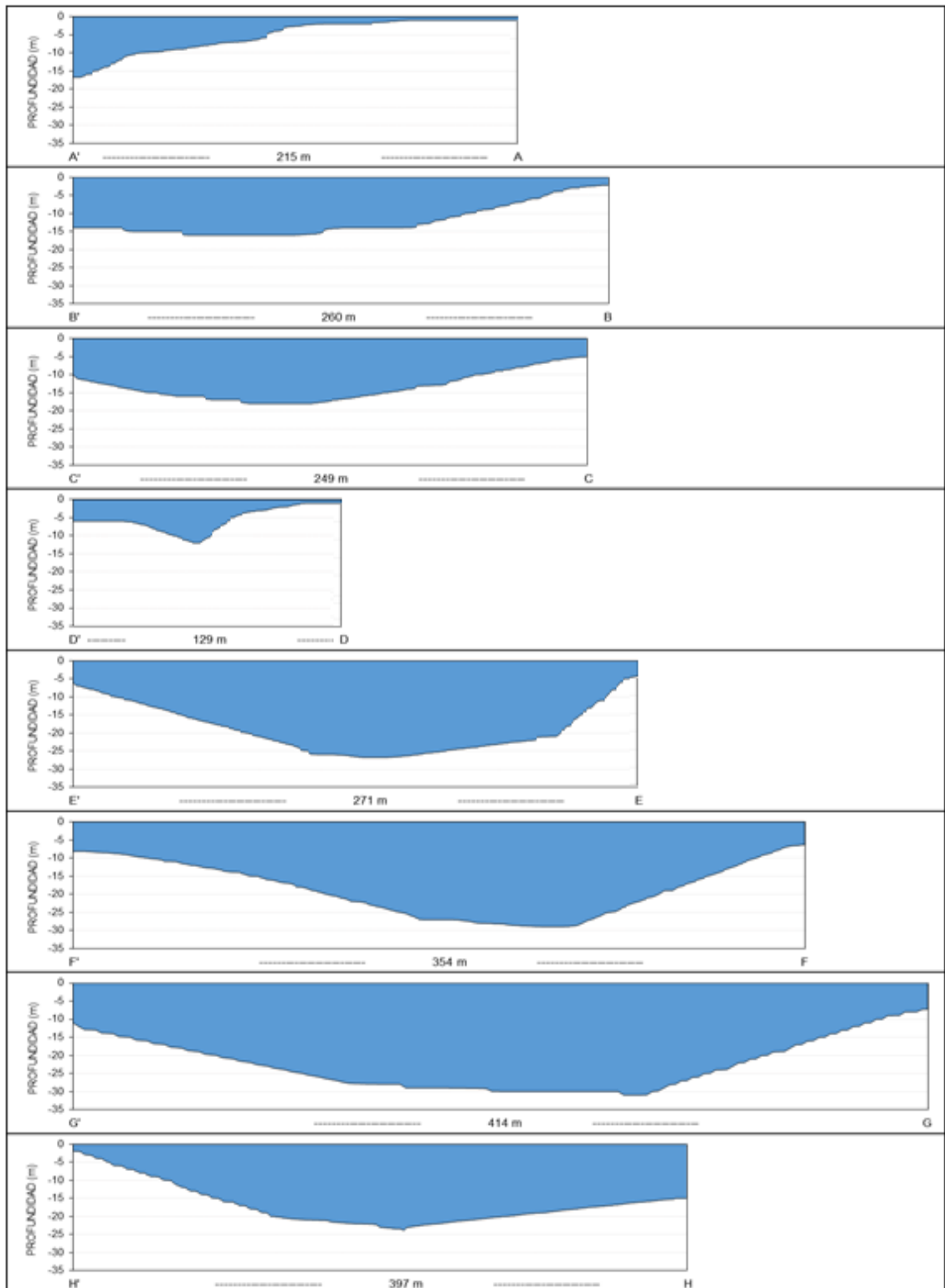
En el fig. 7, se presenta las isobatas de la laguna apreciándose la forma de bañera de lecho de la laguna.



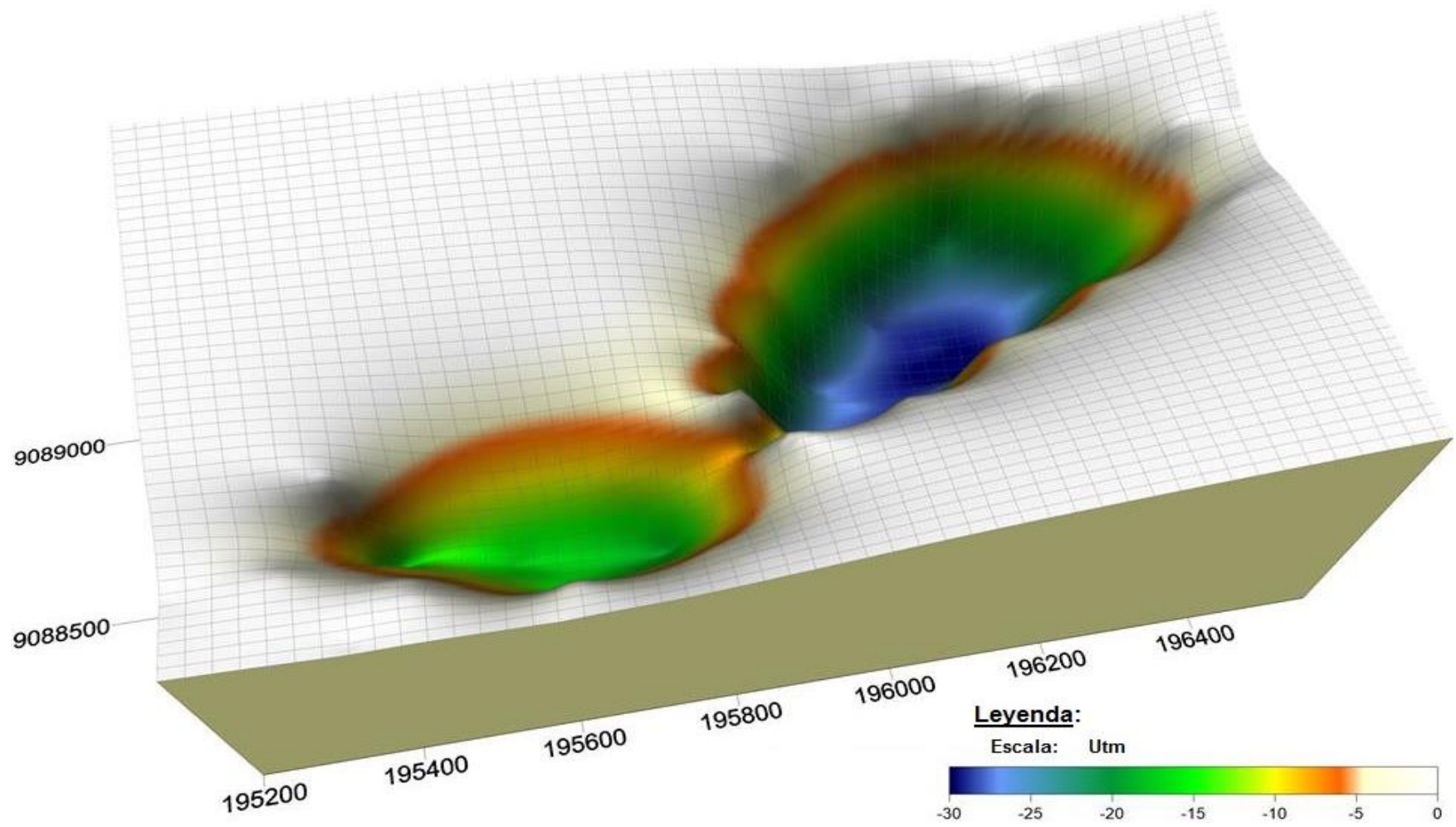
**Fig. 7.** Isobatas de la laguna Challhuacocha en el distrito de Conchucos, en periodo de sequía (Ancash-Perú) 2014.

- **Perfiles**

En la fig. 8, se presentan los perfiles batimétricos en donde se pueden apreciar que la cuenca de la laguna es somera.



**Fig. 8.** Perfiles batimétricos de la laguna Challhuacocha en el distrito de Conchucos, en periodo de sequía (Ancash-Perú) 2014.



**Fig. 9.** Escala tridimensional del lecho de la laguna Challhuacocha en el distrito de Conchucos en periodo de sequía, Agosto (Ancash-Perú) 2014.

- **Parámetros morfométricos**

Basados en el plano batimétrico fig. 7 y de acuerdo por las definiciones dadas por Fukushima *et al.*, (1981), la laguna Challhuacocha en periodo de sequía, presentó los siguientes valores.

**Tabla 4.** Parámetros morfométricos de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Parámetro	Resultados
Longitud máxima (LM)	1 379 m
Longitud efectiva máxima (LEM)	1 379 m
Ancho máximo (AM)	414 m
Anchura efectiva máxima (AEM).	414 m
Anchura media (Am)	302.10 m
Profundidad media (Pm)	15.71 m
Profundidad máxima (PMx)	35 m
Relación profundidad media – Profundidad máxima (Pm/PMx)	0.45 m
Relación profundidad máxima – Área superficial.	8.40 m
Área (A)	41.659 ha
Longitud de la línea de orilla	3 932 m
Desarrollo de la orilla	5.40 m
Volumen total de la laguna	654 5507 m <sup>3</sup>
Desarrollo de volumen	1.35 m

**3.2. Parámetros físicos**

➤ **Temperatura ambiental**

La temperatura ambiental que presentó la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía, en los días de muestreo fluctuaron entre 9.7 °C y 14.8 °C; presentándose las temperaturas más altas alrededor de las 10 horas (tabla 5).

**Tabla 5.** Temperatura ambiental inicial y final en la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía en los días de muestreo (Agosto, 2014).

Temperatura ambiental (°C)	Día			
	1	2	3	4
<b>Inicial</b>	20	11	18	10.5
<b>Final</b>	18	12	16	11

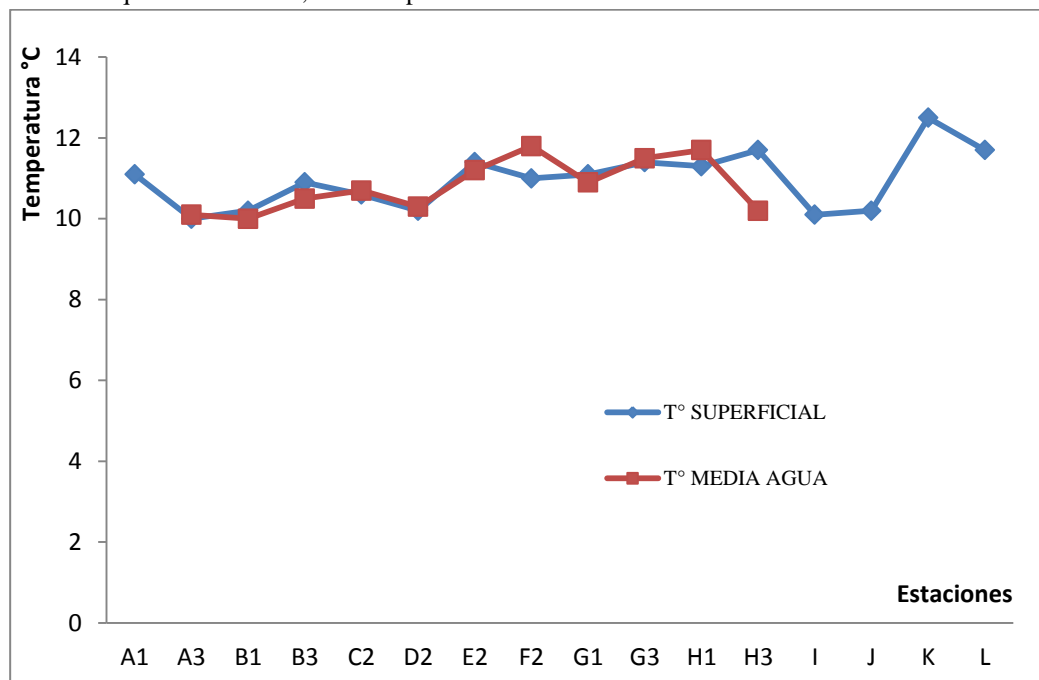
➤ **Temperatura del agua**

La temperatura del agua en promedio en todas las estaciones fue de 10.9 °C en el caso de agua superficial, y de media agua fue 10.8 °C, no habiendo diferencias significativas, como se muestra en la (tabla 6) (fig. 10)

**Tabla 6.** Temperatura superficial y media agua en la laguna Challhuacocha, en periodo de sequía, según estaciones de muestreo (Agosto, 2014).

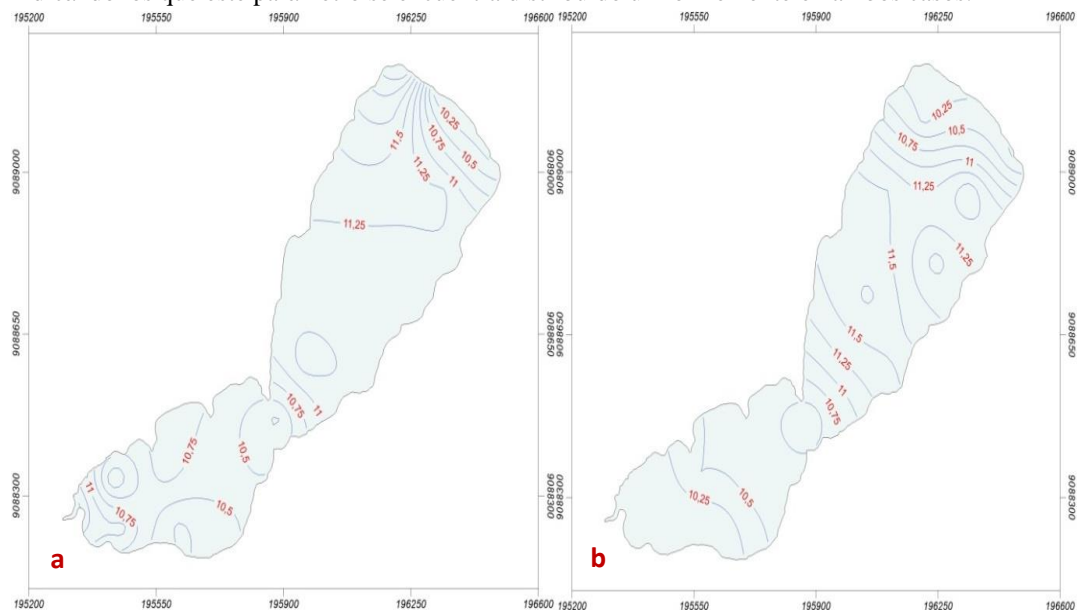
Temperatura agua (°C)	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	G3	H1	H3	I	J	K	L
<b>Superficial</b>	11.1	10	10.2	10.9	10.6	10.2	11.4	11	11.1	11.4	11.3	11.7	10.1	10.2	12.5	11.7
<b>Media agua</b>		10.1	10	10.5	10.7	10.3	11.2	11.8	10.9	11.5	11.7	10.2				

En la fig. 10, se puede apreciar las variaciones de temperatura superficial y de media agua, donde se detalla que son similares, no sobrepasando los 13 °C en ambos casos.



**Fig. 10.** Temperatura superficial y media agua en las estaciones de muestreo en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 11, se muestran las isotermas de los estratos de agua superficial y media agua; indicándonos que este parámetro se encuentra distribuido uniformemente en ambos casos.



**Fig. 11.** Isotermas de los estratos (a) agua superficial y (b) media agua de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

➤ **Color aparente del agua**

El color aparente que presentó la laguna Challhuacocha en las diferentes estaciones fue variado como se indica en la tabla 7; siendo el más frecuente el color verde oscuro. En las entradas y salida, el agua de la laguna es transparente.



**Tabla 7.** Color aparente del agua de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Día	Estación	Color	Observaciones
1	A1	Verde oscuro	Con sol
	A3	Verde oscuro	Con sol
	B1	Azul oscuro	Sin sol
	B3	Azul oscuro	Sin sol
	C2	Azul oscuro	Sin sol
2	D2	Verde petróleo	Sin sol
	E2	Azul oscuro	Con sol
	F2	Azul oscuro	Con sol
	G1	Verde oscuro	Con sol
	G3	Verde oscuro	Con sol
3	H1	Verde oscuro	Con sol
	H3	Verde oscuro	Con sol
	I	Transparente	Sin sol
4	J	Transparente	Sin sol
	K	Transparente	Sin sol
	L	Transparente	Con sol

➤ **Transparencia**

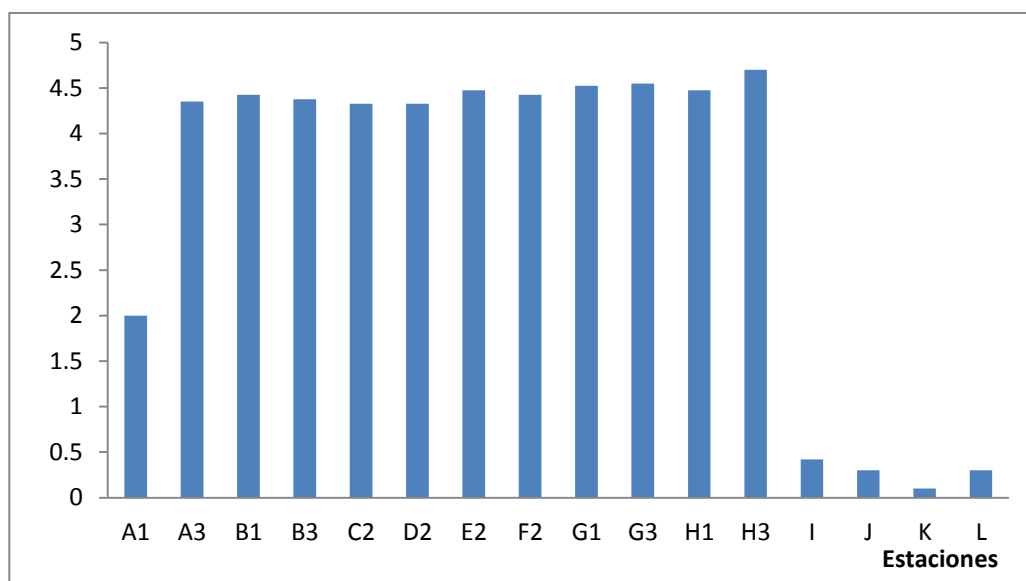
La transparencia en las estaciones muestreadas en la laguna Challhuacocha no presentaron diferencias significativas entre ellas (tabla 8); siendo en promedio 4.45 m. En la estación A1 transparencia fue total, y no se muestreó en las entradas (I, J, K,) y salida (L), pues estas no tenían una profundidad mayor de 40 cm, por lo que se considera que la transparencia es total.

**Tabla 8.** Transparencia del agua en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Día	Estación	Transparencia (m)
1	A1	*
	A3	4.35
	B1	4.425
	B3	4.375
	C2	4.325
2	D2	4.325
	E2	4.475
	F2	4.425
	G1	4.525
	G3	4.55
3	H1	4.475
	H3	4.7
	I	*
4	J	*
	K	*
	L	*

\* Transparencia = 100%

En la fig. 12, se aprecia la transparencia en metros (m), en las estaciones de muestreo, dando como resultado que la estación H3 presentó mayor grado de transparencia.



**Fig. 12.** Transparencia de las diferentes estaciones muestreadas en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en época de sequía, 2014.

➤ **Profundidad**

Las profundidades que presentó la laguna Challhuacocha en las diferentes estaciones fueron variadas, siendo las estaciones G1 y G3, quienes tenían mayor profundidad, la estación A1 que fue quien presentó la menor profundidad. También se destacan las entradas y salidas que la profundidad no fue mayor de 40 cm (tabla 9).

**Tabla 9.** Profundidades en metros de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Día	Estación	Profundidad (m)
1	A1	2
	A3	10
	B1	14
	B3	17
2	C2	19
	D2	12
	E2	27
	F2	27
3	G1	31
	G3	28
	H1	24
	H3	20
4	I	0.42
	J	0.3
	K	0.1
	L	0.3

### 3.3. Aspectos meteorológicos

#### ➤ Nubosidad

La nubosidad inicial que presentó la laguna Challhuacocha fue escasa (fig. 62), siendo registrada alrededor de las 10:00 horas y la nubosidad al finalizar el muestreo fue casi total, siendo la toma del muestreo a las 14:00 horas aproximadamente (tabla10).

**Tabla 10.** Nubosidad presente en el cielo de la laguna Challhuacocha (Conchucos), en periodo de sequía, 2014.

Nubosidad	Día			
	1	2	3	4
<b>Inicial</b>	2/8	7/8	2/8	1/8
<b>Final</b>	6/8	6/8	6/8	2/8

#### ➤ Dirección del viento

La dirección del viento predominante que presentó la laguna Challhuacocha fue de noreste a sureste (tabla 11); debiendo señalar que los datos se tomaron una sola vez cada día de muestreo. La toma fue aproximadamente alrededor de las 10 horas.

**Tabla 11.** Dirección del viento predominante en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Dirección del viento	Día			
	1	2	3	4
	noreste – sureste	noreste – sureste	noreste – sureste	noreste – sureste

#### ➤ Velocidad del viento

La velocidad del viento que presentó la laguna Challhuacocha tuvo un promedio de 4.5 m/s, (tabla 12), siendo el cuarto día de muestreo en que hubo mayor velocidad de viento. Los datos se tomaron una sola vez cada día de muestreo y la toma fue aproximadamente alrededor de las 10 horas.

**Tabla 12.** Velocidad del viento en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Velocidad (m/s)	Día			
	1	2	3	4
	5.2	4.7	2.5	5.6

### 3.4. Aspectos hidrológicos

Dentro de los aspectos hidrológicos se tuvieron en cuenta la procedencia del agua y el desagadero. Estos son de suma importancia ya que se tiene información de las procedencias y las cantidades que se aportan a la laguna, y en el caso del desagadero el volumen sale en un determinado tiempo.

#### - Procedencia del agua

Las fuentes de abastecimiento de agua de la laguna Challhuacocha son las siguientes:

**Precipitaciones pluviales:** En forma temporal, con mayor incidencia en los meses diciembre a marzo, los cuales caen directamente en el cuerpo de agua.

**Escorrentía:** Las aguas de precipitaciones que caen en la superficie con alta, media y baja pendiente circundantes al cuerpo de agua y que mediante escorrentía superficial llegan a la laguna a manera de drenes.

**Bofedales:** los bofedales que se forman en zonas como las de las mesetas andinas en donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas.

**Aguas subterráneas:** El agua subterránea que se encuentra en las cotas superiores de la laguna ocupa poros y las fisuras de las rocas sólidas, entrando así a la laguna de manera lenta.

La laguna Challhuacocha tiene varios ingresos de agua para su mantenimiento, sin embargo, dado el momento del estudio, que fue época de sequía sólo se pudo observar tres entradas, las cuales se encuentran en la parte superior de la laguna en la (fig. 60).

- **Desaguadero**

El desaguadero de la laguna Challhuacocha se ubica en la parte baja de la laguna (fig.61) y consta solamente de una salida. El caudal promedio fue determinado en  $0.44 m^3/s$ .

**3.5. Aspectos sedimentarios**

- **Olor aparente**

Las estaciones B3, E2 y F2 fueron los sedimentos que presentaron un olor ligero a sulfuro (tabla 13), y en las demás estaciones el olor fue natural.

**Tabla 13.** Olor en la muestra de sustrato de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Día	Estación	Olor
1	A1	Natural
	A3	Natural
	B1	Natural
	B3	Ligero sulfuro
2	C2	Natural
	D2	Natural
	E2	Ligero sulfuro
	F2	Ligero sulfuro
3	G1	Natural
	H1	Natural
4	I	Natural
	L	Natural

- **Color aparente**

Las muestras de sedimentos de las estaciones A3, F2, G1 y H1 fueron las que presentaron color gris claro (tabla 14).

**Tabla 14.** Color en la muestra de bentos de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Día	Estación	Color
1	A1	Gris perla
	A3	Gris claro
	B1	Gris perla
	B3	Gris oscuro
2	C2	Gris perla
	D2	Gris oscuro
	E2	Aluminio
	F2	Gris claro
3	G1	Gris claro
	H1	Gris claro
4	I	Aluminio
	L	Aluminio

- **Composición granulométrica**

La composición granulométrica del sustrato de la laguna no fueron iguales en todas las muestras, como en las estaciones A1 y B3 (arcilla, limo, arena fina y arena gruesa), siendo en ambas estaciones la arena gruesa la que predomina (tabla 15).

**Tabla 15.** Composición porcentual granulométrica en la muestra de bentos de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Componente	Estación/ Composición porcentual granulométrica											
	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	H1	I	L
<b>Arcilla</b>	2.44	20.83	1.23	0.6	0.29	6.82	11.63	1.75	2.14	100	100	15.38
<b>Limo</b>	4.88	16.67	12.35	3.59	12.5	93.18	88.37	98.25	97.86			84.62
<b>Arena fina</b>	19.51	62.5	86.42	17.96	87.21							
<b>Arena gruesa</b>	73.17			77.84								

- **Cantidad de materia orgánica**

Las estaciones que tuvieron mayor cantidad de materia orgánica fueron E2, F2 y G1 y las que tuvieron menos cantidad de materia orgánica fueron B1 y C2 (tabla 16).

**Tabla 16.** Cantidad de materia orgánica de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Estación	Materia (%)	Cenizas (%)
A1	17.4	82.6
A3	16.0	84.0
B1	10.6	89.4
B3	14.7	85.3
C2	11.1	88.9
D2	11.6	88.4
E2	26.9	73.1
F2	26.7	73.3
G1	27.3	72.7
H1	11.5	88.5
I	12.4	87.6
L	13.4	86.6

**3.6. Parámetros químicos**

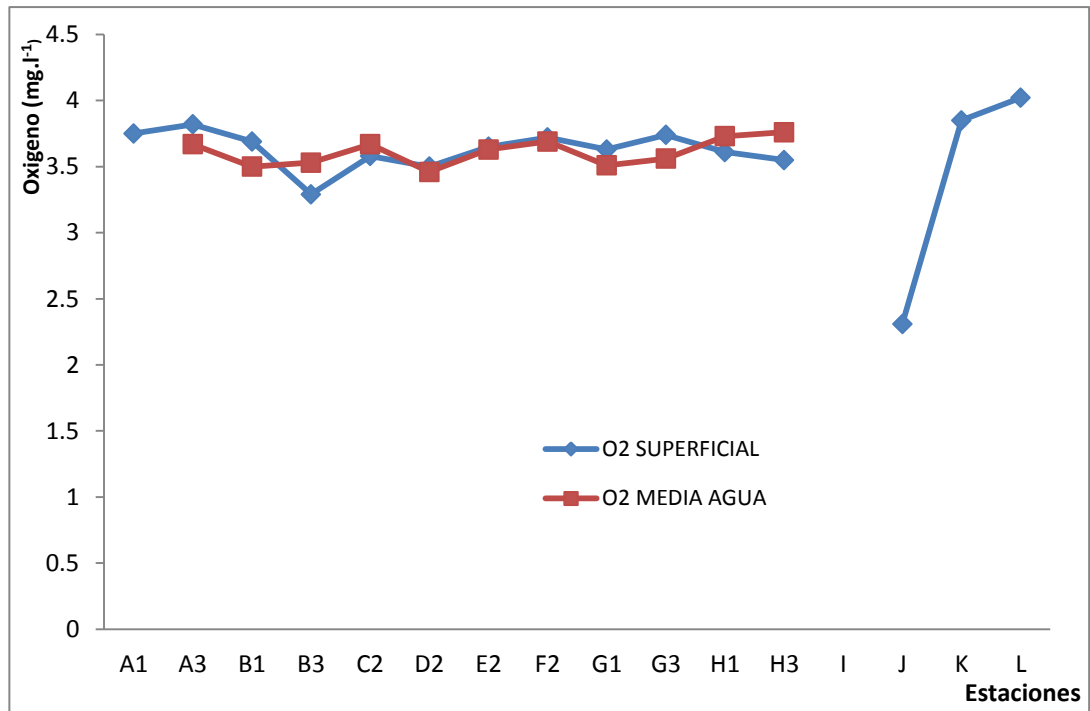
- **Oxígeno disuelto**

En la tabla 17 y fig. 14 se presentan las concentraciones de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo. Se puede destacar las concentraciones de oxígeno de superficie y media agua son muy próximas, entre 3 y 4 mg.l<sup>-1</sup>.

**Tabla 17.** Oxígeno superficial y de media agua de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

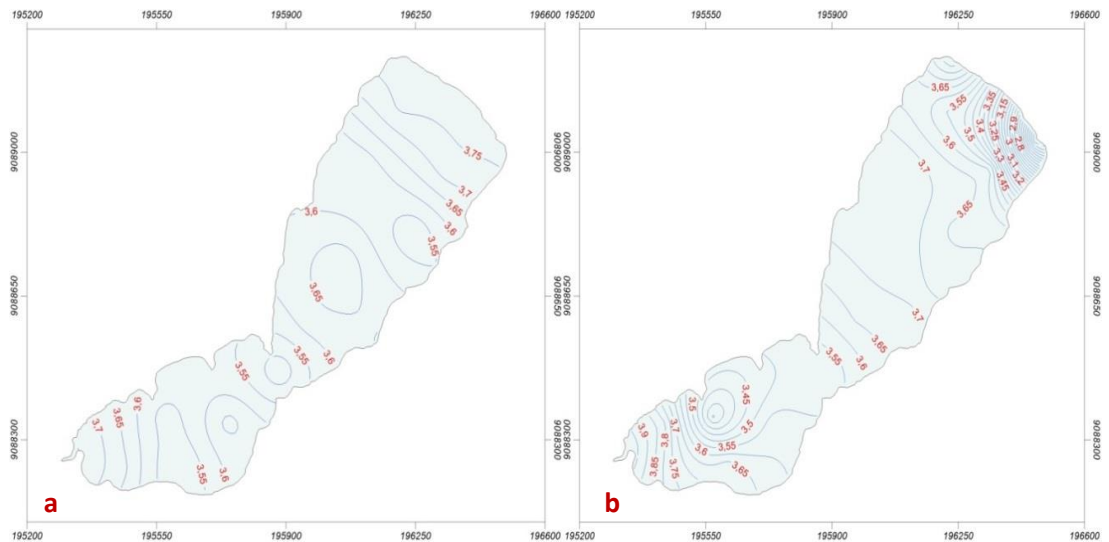
Oxígeno (mg.l <sup>-1</sup> )	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	G3	H1	H3	I	J	K	L
<b>Superficial</b>	3.75	3.82	3.69	3.29	3.58	3.5	3.65	3.72	3.63	3.74	3.61	3.55		2.31	3.85	4.02
<b>Media agua</b>		3.67	3.5	3.53	3.67	3.46	3.63	3.69	3.51	3.56	3.73	3.76				

En la fig. 13, se muestran las variaciones de oxígeno disuelto superficial y media agua.



**Fig. 13.** Variación de oxígeno disuelto superficial y de media agua en las estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 14, se muestran las isolepas de la distribución de oxígeno; indicándonos que este parámetro es bajo y se encuentra distribuido uniformemente tanto en superficie como en media agua en la laguna.



**Fig. 14.** Distribución de oxígeno (a) agua superficial y (b) media agua de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

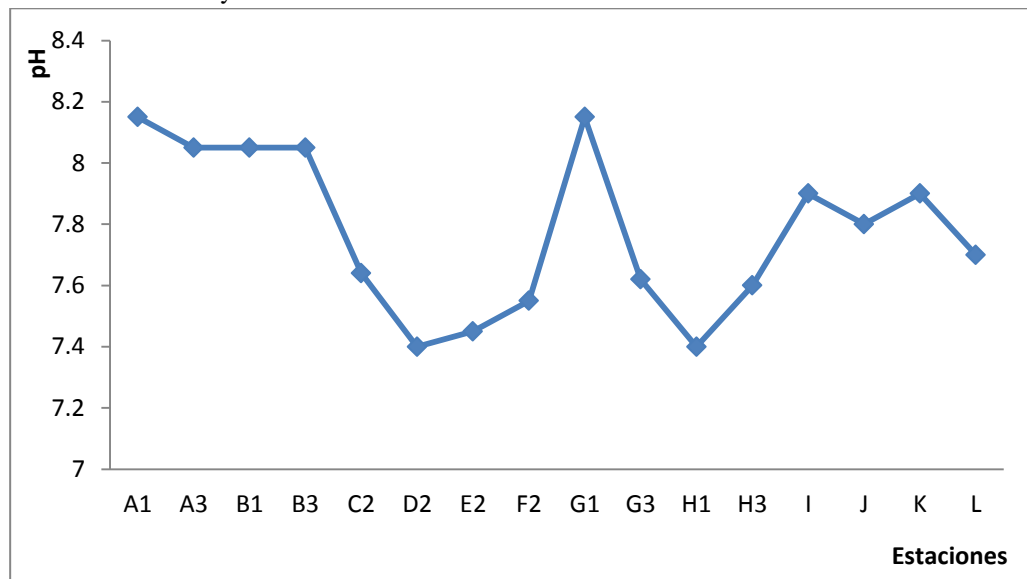
- **pH**

En la tabla 18, se presenta las variaciones de pH, siendo en promedio 7.78, indicándonos que el pH es alcalino.

**Tabla 18.** pH en las diferentes estaciones de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

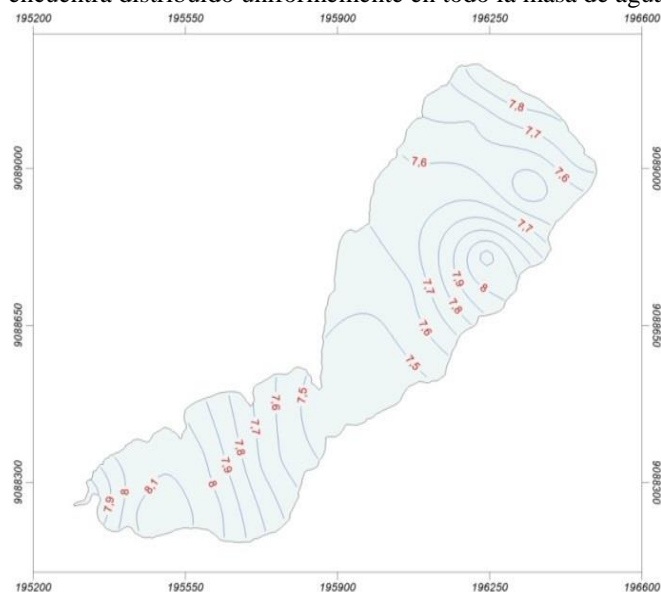
	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	G3	H1	H3	I	J	K	L
pH	8.15	8.05	8.05	8.05	7.64	7.4	7.45	7.55	8.15	7.62	7.4	7.6	7.9	7.8	7.9	7.7

En la fig. 15, se muestran las variaciones de pH, indicándonos que este parámetro se encuentra entre 7.4 y 8.2.



**Fig. 15.** Variación de pH en las estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 16, se muestran las isolepas de la distribución de pH, indicándonos que este parámetro se encuentra distribuido uniformemente en toda la masa de agua de la laguna.



**Fig. 16.** Distribución de pH de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

- **Nitritos**

Como se puede apreciar en la tabla 18, en todas las estaciones la concentración de nitritos fue cero.

**Tabla 19.** Cantidad de nitritos en las diferentes estaciones muestreadas de laguna Challhuacochoa (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Nitritos mg l <sup>-1</sup>	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	G3	H1	H3	I	J	K	L
Superficie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**3.8. Parámetros biológicos**

A continuación se presenta los resultados de los parámetros biológicos.

- **Fitoplancton superficial.**

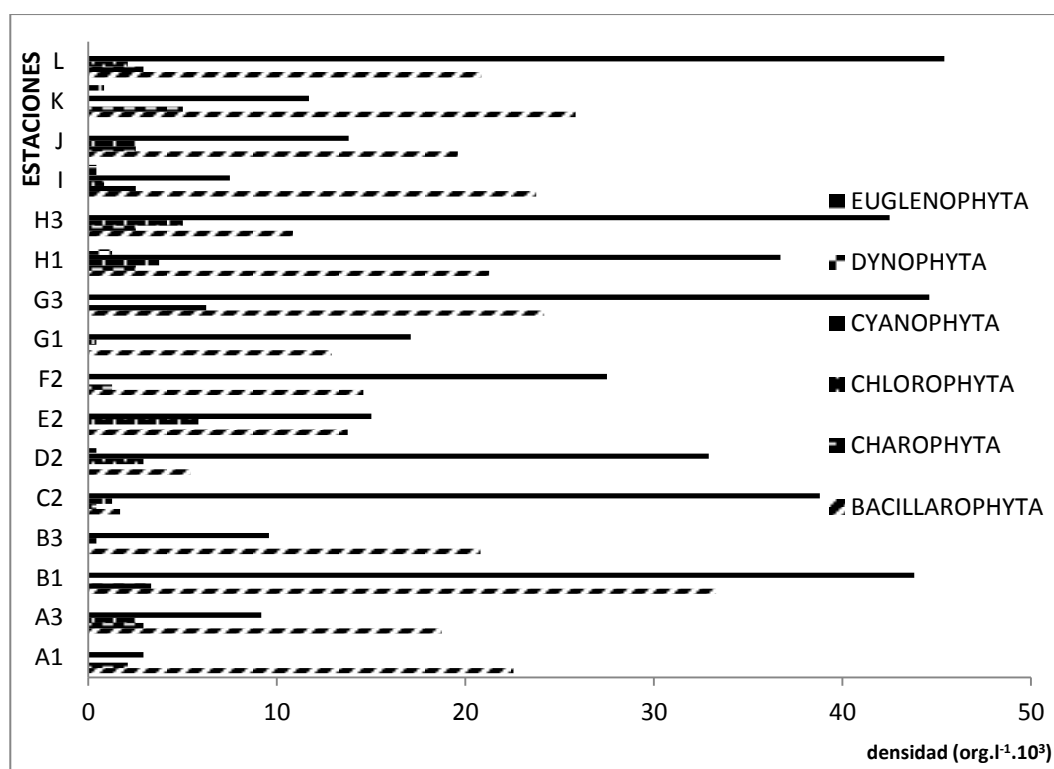
**Tabla 20.** Análisis cualitativo y cuantitativo de fitoplancton de agua superficial de laguna Challhuacochoa (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Grupo Taxonómico	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	G3	H1	H3	I	J	K	L
<b>BACILLAROPHYTA</b>																
<i>Amphora ovalis</i>	1.7	3.3	2.5		0.4											
<i>Amphora</i> sp.1										3.3						
<i>Anomoeoneis</i> sp.1													4.6	3.3	5.4	5.4
<i>Anomoeoneis</i> sp.2				1.7										0.4	2.1	1.3
<i>Cocconeis placentula</i>			0.8					1.3	2.5	1.3			0.8		0.8	0.8
<i>Cocconeis</i> sp.1												1.25		0.4	3.8	1.7
<i>Cocconeis</i> sp.2													0.4			1.3
<i>Cymbella ventricosa</i>													0.8		0.8	0.8
<i>Detonula pumila</i>											2.1					
<i>Detonula</i> sp.1			0.8							0.4						
<i>Didymosphenia</i> sp.1						0.8										
<i>Epithemia turgida</i>	0.8	2.5	1.7	6.7			5.8	1.3		0.4		2.92				
<i>Fragilaria</i> sp.1	1.3			0.8		4.6	5	5.8		0.8	7.1	1.25	4.6	5	5	5
<i>Fragilaria</i> sp.2	1.3	5	0.8	8.8						2.5			4.2		5.4	
<i>Grammatophora hamulifera</i>	0.4	1.3	0.4				2.9	3.8		3.3	6.3		2.5	5		
<i>Grammatophora</i> sp.1	2.5	0.8						1.3	7.5	5		4.17	5		0.8	1.3
<i>Guinardia</i> sp.1									0.4							
<i>Guinardia</i> sp.2					0.4											
<i>Melosira</i> sp.1	11	5	13	11												
<i>Melosira</i> sp.2											4.2					
<i>Navicula lanceolata</i>														2.1	0.4	0.4
<i>Navicula radiosa</i>								0.8								
<i>Navicula</i> sp.1		0.8												1.3		0.8
<i>Navicula</i> sp.2														1.7	0.4	1.7
<i>Navicula</i> sp.3					0.8						0.4					
<i>Pinnularia neomajor</i>									2.5				0.4	0.4	0.4	0.4
<i>Pinnularia</i> sp.			0.4									1.25				
<i>Pleurosigma</i> sp.																
<i>Rhizosolenia</i> sp.							0.4									
<i>Synedra acus</i>	3.3									1.7			0.4		0.4	
<i>Synedra tabulata</i>				4.6												
<i>Triceratium</i> sp										5.4	1.3					
<b>CYANOPHYTA</b>																
<i>Merismopedia</i> sp.1	2.9	9.2	9.6	44	39	33	15	28	17	45	37	42.5	7.5	14	12	45
<b>CHAROPHYTA</b>																
<i>Micrasterias anómala</i>													0.8		2.5	
<i>Mougeotia</i> sp.1	2.1	2.9		3.3								2.5	0.4	0.8		2.1
<b>CHLOROPHYTA</b>																
<i>Pediastrum boryanum</i>																
<i>Spirogyra</i> sp.1														1.3	0.8	0.8
<i>Spirogyra</i> sp.2				0.4			1.3				1.3		1.3			
<i>Staurastrum</i> sp.1										6.3	1.3			0.4	1.7	
<i>Ulothrix</i> sp.1		2.5		0.8	2.9						2.5	2.92				1.7
<i>Ulothrix zonata</i>														1.3		
<i>Vaucheria</i> sp.1				0.4		5.8						2.08				



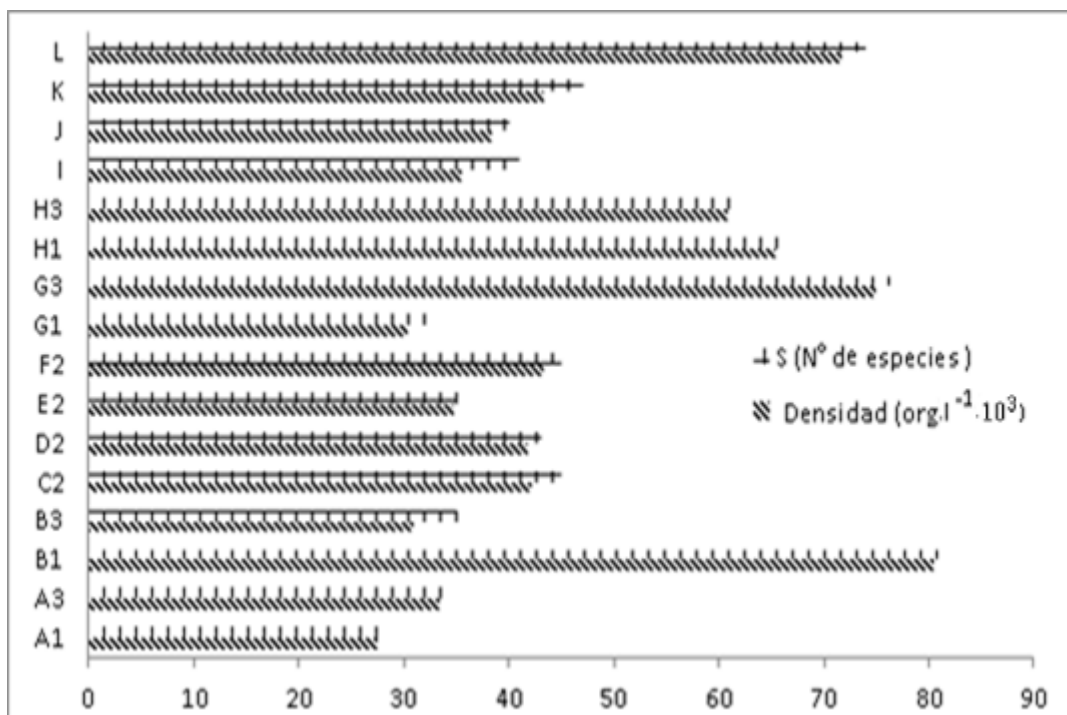
<i>Vaucheria</i> sp.2													0.8	1.3		0.4
<i>Volvox</i> sp		0.4							0.4	1.3						
<b>DYNOPHYTA</b>																
<i>Ceratium fusus</i>												0.4	0.4			0.4
<i>Ceratium lienatum</i>												0.8				
<i>Ceratium tripos</i>					0.4											
<b>EUGLENIDA</b>																
<i>Phacus</i> sp													0.4		0.8	
<b>DENSIDAD (cel.l<sup>-1</sup>.10<sup>3</sup>)</b>	<b>27.5</b>	<b>33.3</b>	<b>80.4</b>	<b>30.8</b>	<b>42.1</b>	<b>41.7</b>	<b>34.6</b>	<b>43.3</b>	<b>30.4</b>	<b>75</b>	<b>65.4</b>	<b>60.8</b>	<b>35.4</b>	<b>38.3</b>	<b>43.3</b>	<b>71.7</b>
<b>S (Número de especies)</b>	10	10	10	8	7	7	5	9	6	12	13	9	17	15	17	18
<b>D (Índice de Simpson)</b>	0.8	0.85	0.67	0.74	0.25	0.39	0.73	0.58	0.66	0.64	0.67	0.51	0.9	0.83	0.88	0.62
<b>H' (Índice de Shannon-Weiner)(bits.ind<sup>-1</sup>)</b>	1.15	1.23	0.97	1.07	0.35	0.57	1.05	0.84	0.95	0.92	0.96	0.73	1.29	1.2	1.27	0.89
<b>J (Equidad de Pielou)</b>	0.84	0.91	0.72	0.74	0.33	0.51	0.91	0.61	0.74	0.64	0.65	0.56	0.88	0.82	0.87	0.59

En la fig. 17, se muestra la distribución de especies por grupo taxonómico, siendo la estación L (salida) en la que se encuentran mayor número de especies, donde el grupo taxonómico Bacillariophyta fue la mayoritaria, siguiéndole Chlorophyta.



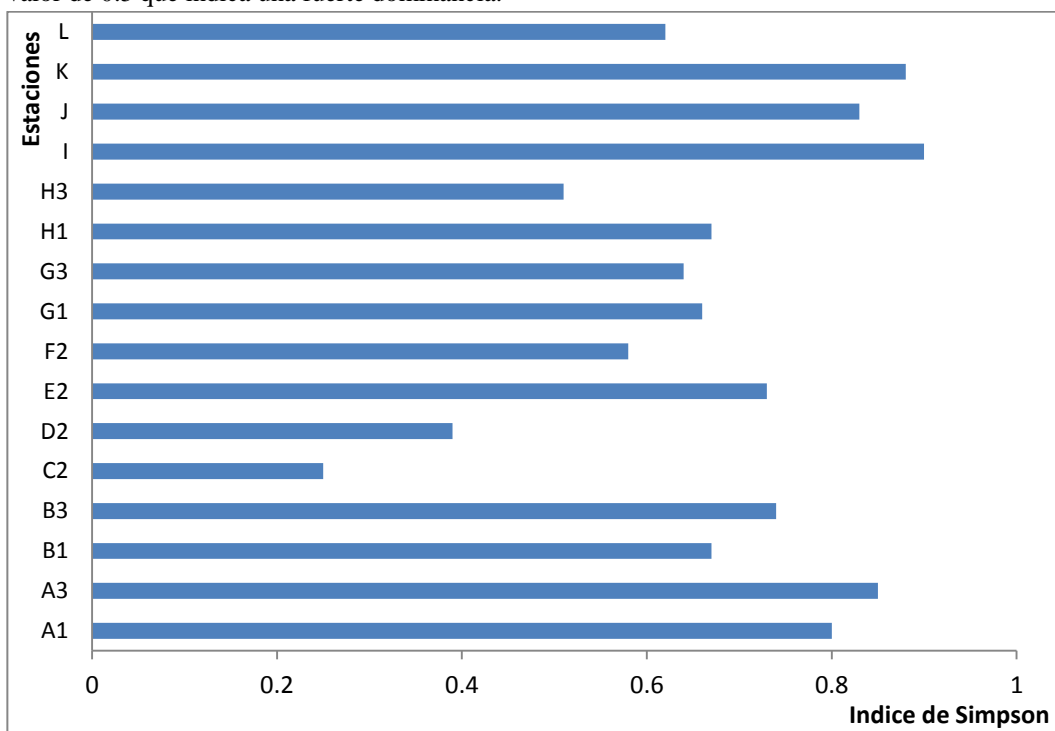
**Fig. 17.** Distribución de especies de fitoplancton de agua superficial por grupo taxonómico en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 18, se detalla las densidades totales y número de especies indicándonos que las estaciones B1, G3 y la estación L (salida), tienen mayor cantidad de especies y mayor densidad.



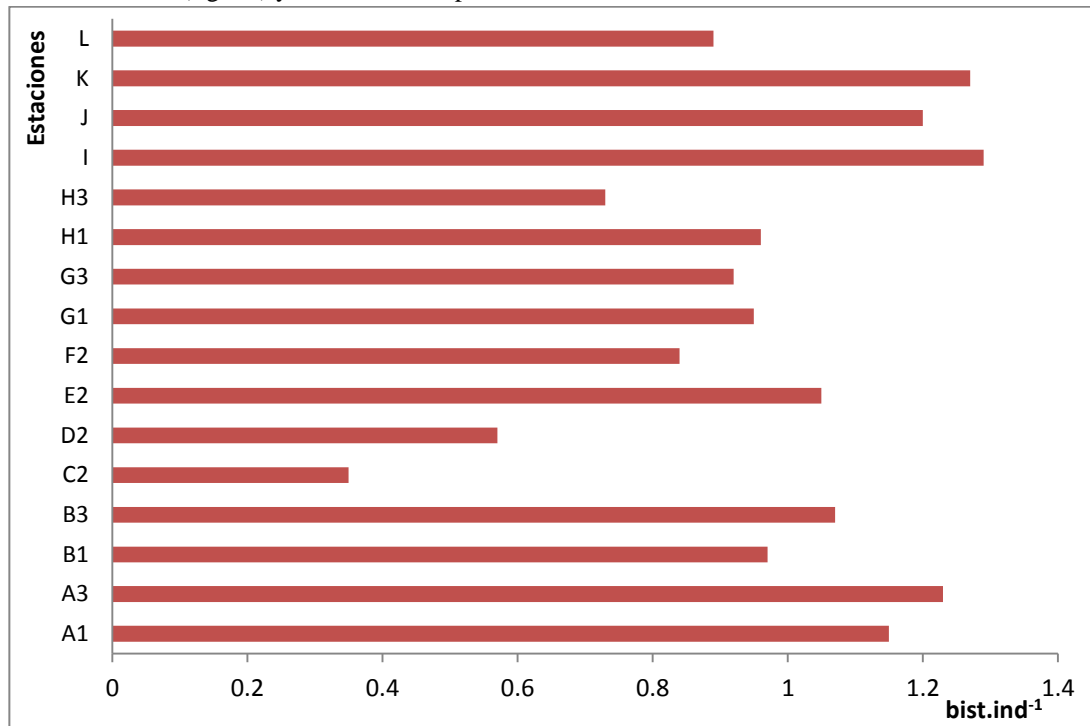
**Fig. 18.** Densidad (org.l<sup>-1</sup>.10<sup>3</sup>) y número de especies de fitoplancton de agua superficial en las diferentes estaciones muestreadas en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 19, se puede destacar que en la mayoría de las estaciones, el índice de Simpson supera el valor de 0.5 que indica una fuerte dominancia.



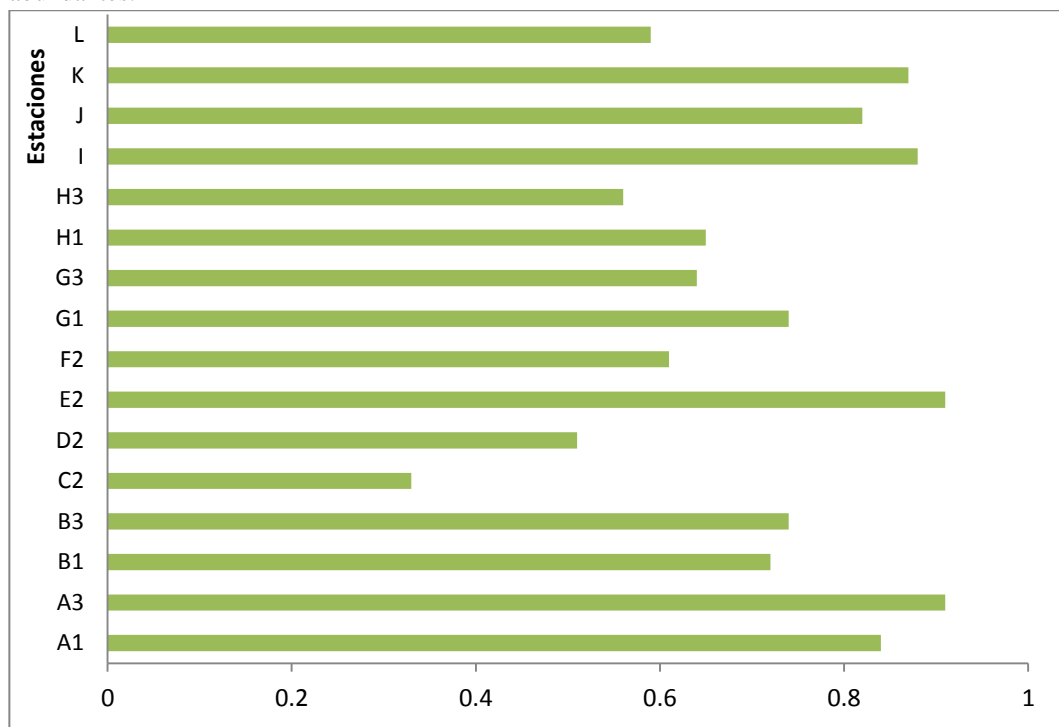
**Fig. 19.** Dominancia de Simpson de fitoplancton de agua superficial en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Los valores de Shannon-Weiner de fitoplancton de agua superficial muestran que están por debajo de 1.4 bits.ind<sup>-1</sup> (fig. 20) y 7 estaciones superan un 1 bits.ind<sup>-1</sup>



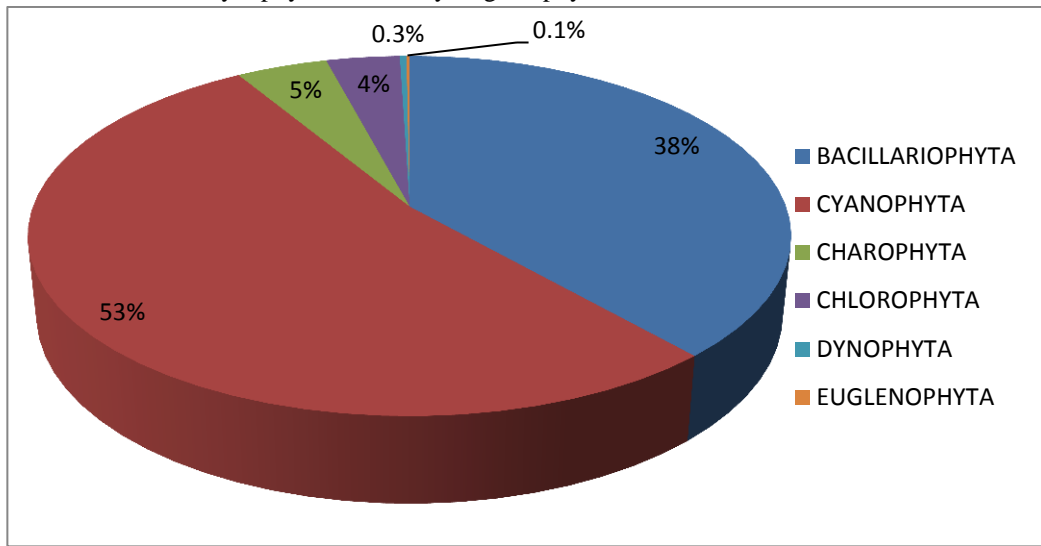
**Fig. 20.** Diversidad de Shannon-Weiner de fitoplancton de agua superficial en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Los valores de la Equidad de Pielou de fitoplancton de agua superficial (fig. 21), muestra las estaciones A3, E2, I y K están cercanas a 1, indicándonos que las especies son igualmente abundantes.



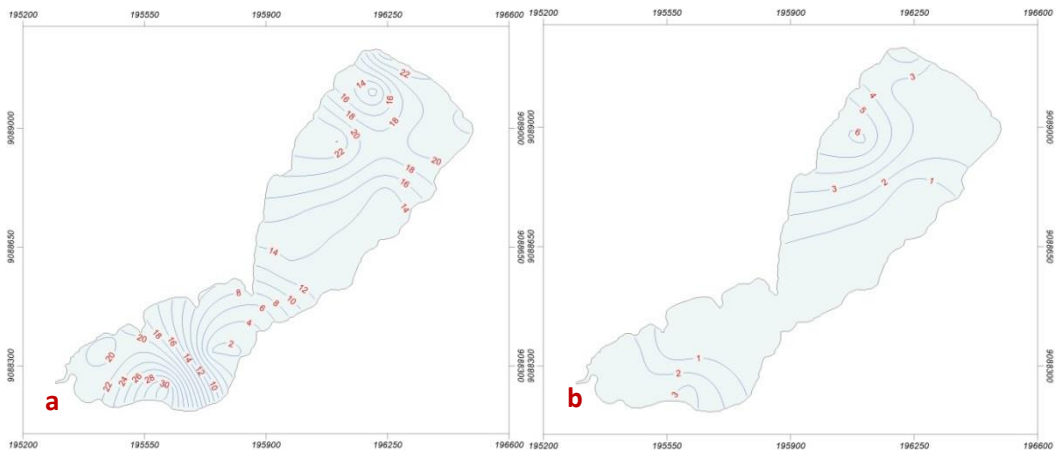
**Fig. 21.** Equidad de Pielou de fitoplancton de agua superficial en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

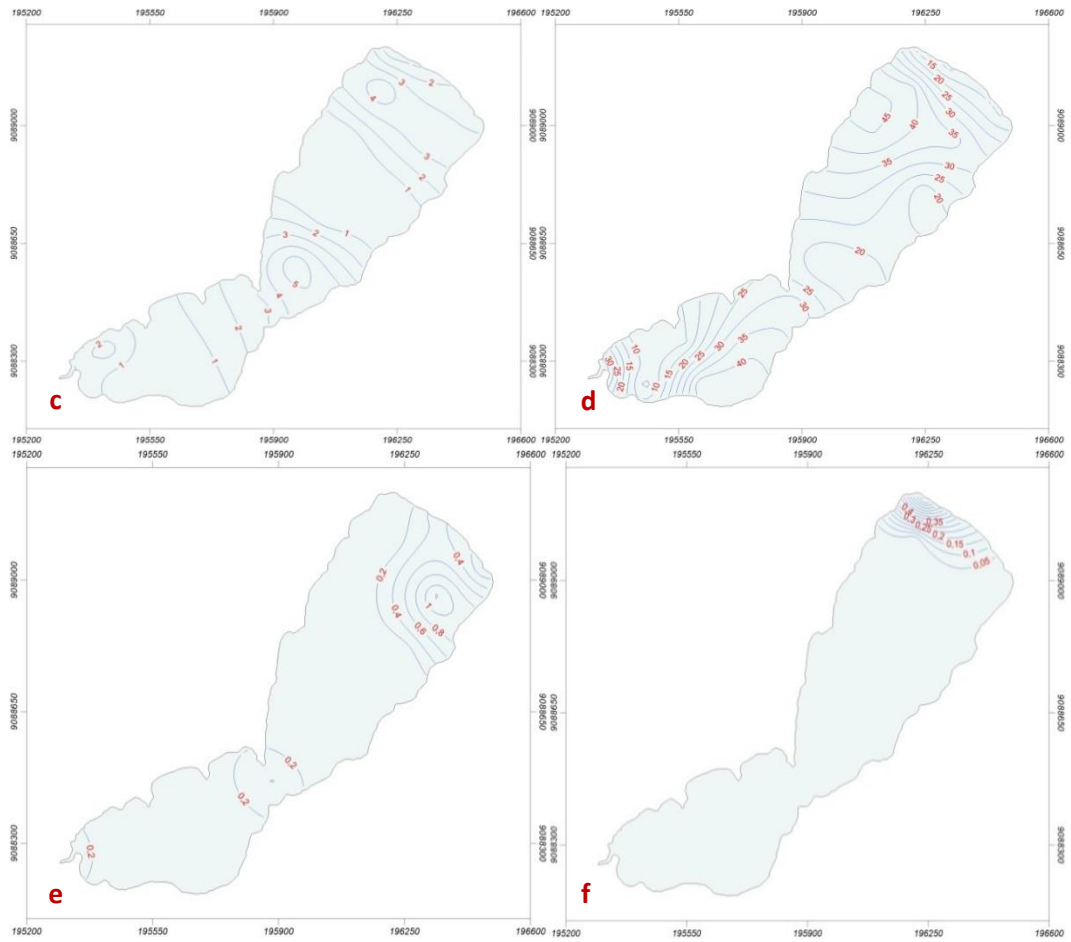
En la fig. 22, se presenta la distribución de las microalgas, siendo las más abundantes el grupo taxonómico Cyanophyta con 52.9 %, seguido de Bacillariophyta con 38.4 %, las microalgas menos abundantes fueron Dynophyta con 0.3% y Euglenophyta con 0.17%.



**Fig. 22.** Abundancia de fitoplancton de agua superficial por grupo taxonómico registrada en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

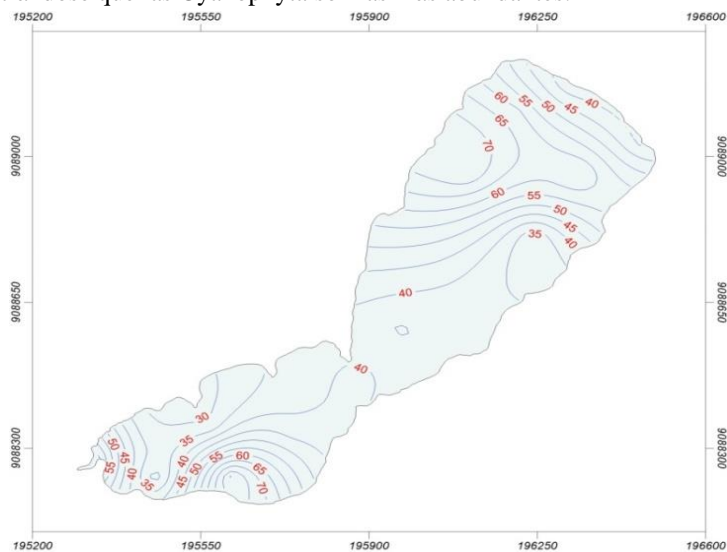
En la fig. 23, se muestran las isopleas de distribución de la densidad de fitoplancton de agua superficial, indicándonos que la fig. (a) Bacillariophyta y la fig. (d) Cyanophyta están distribuidos uniformemente y en abundancia en toda la masa de agua, en la fig. (b) Charophyta y (c) Chlorophyta están distribuidas escasamente en la masa de agua y la fig. (e) Dinophyta y (f) Euglenophyta se encuentran mínimamente en el cuerpo de agua.





**Fig. 23.** Distribución de la densidad de fitoplancton de agua superficial (a) Bacillariophyta, (b) Charophyta, (c) Chlorophyta, (d) Cyanophyta, (e) Dinophyta, (f) Euglenophyta, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 24, se muestran las isolepas de la distribución de la densidad total de fitoplancton de agua superficial mostrándose que las Cyanophyta son las más abundantes.



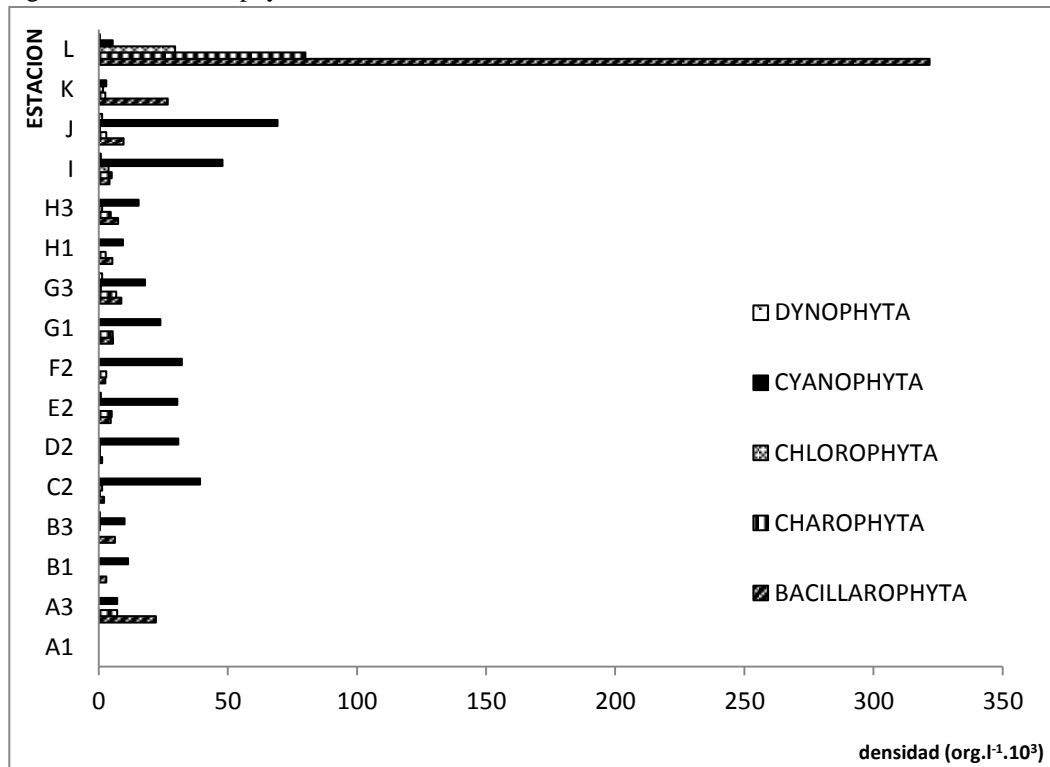
**Fig. 24.** Distribución de la densidad total de fitoplancton de agua superficial en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

- **Fitoplancton de media agua**

**Tabla 21.** Análisis cualitativo y cuantitativo de fitoplancton media agua de laguna Challhuacocho (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

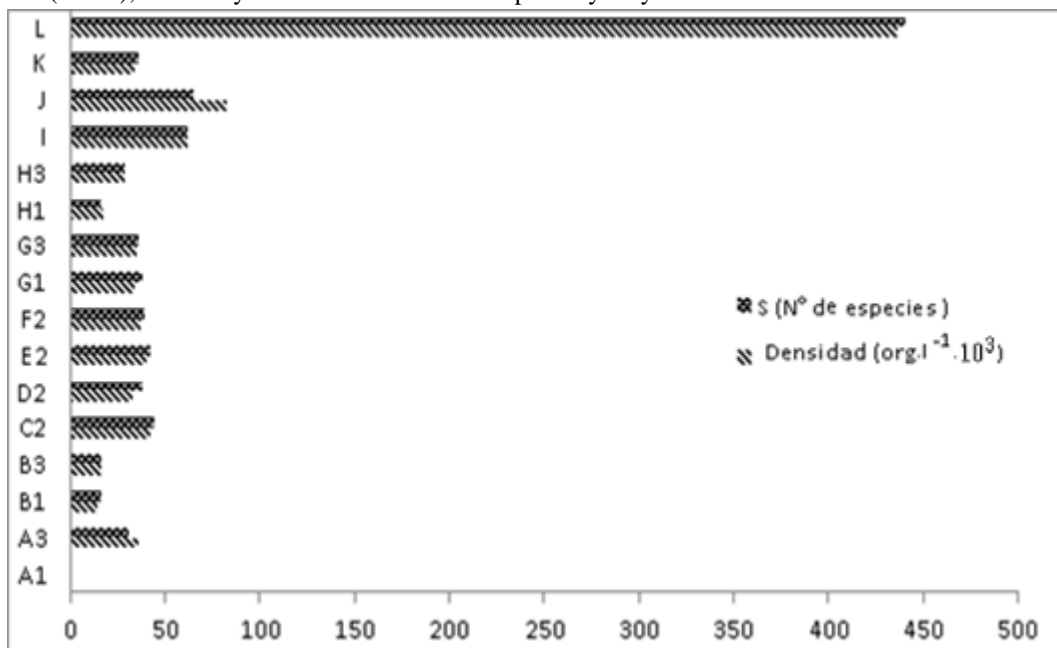
Grupo taxonómico	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	G3	H1	H3	I	J	K	L
<b>Bacillariophyta</b>																
<i>Amphora ovalis</i>																44
<i>Amphora</i> sp.																5
<i>Anomooneis</i> sp.																5
<i>Cocconeis placentula</i>						0.4	0.4	0.4	0.4							2.9
<i>Cocconeis</i> sp.													1.3	1.3	2.1	
<i>Cocconeis</i> spp.		5.4		1.3											0.8	
<i>Cymbella ventricosa</i>						0.4									4.6	25
<i>Detonula</i> sp.															0.8	
<i>Didymosphenia</i> sp.			0.4									0.8				
<i>Epithemia turgida</i>		5.4		1.3	0.4		1.3		1.3				2.1	2.9	1.3	30
<i>Fragilaria</i> sp.1		2.5					0.4		0.4						1.7	10
<i>Fragilaria</i> sp.2		2.5							0.4							19
<i>Grammatophora hamulifera</i>		1.3							0.4					2.1		31
<i>Grammatophora</i> sp.1		1.3		0.8	0.8		0.8	0.8	0.4	1.7	5.2	6.7			1.3	
<i>Grammatophora</i> sp.2			0.8			0.4										
<i>Guinardia</i> sp.1																9.6
<i>Guinardia</i> sp.2									1.3							
<i>Melosira</i> sp.														2.5	1.7	54
<i>Melosira</i> spp.		2.5		2.9				0.4		5					0.8	
<i>Navicula lanceolata</i>			0.4													14
<i>Navicula radiosa</i>			0.8				1.3									
<i>Navicula</i> sp.1									0.4						0.8	
<i>Navicula</i> sp.2															5	
<i>Navicula</i> sp.3		1.3														11
<i>Pinnularia neomajor</i>							0.4			0.8						
<i>Pinnularia</i> sp.			0.4										0.8			
<i>Pleurosigma</i> sp.															0.4	7.5
<i>Rhizosolenia</i> sp.					0.8					1.3						
<i>Synedra acus</i>															2.1	23
<i>Synedra tabulata</i>								0.8	0.4					0.8	3.3	30
<b>Charophyta</b>																
<i>Mougeotia</i> sp.		7.1			0.4	0.4	5	2.9	5.4	6.7	2.6	4.6	5	2.9	2.5	80
<b>Chlorophyta</b>																
<i>Pediastrum boryanum</i>																4.6
<i>Spirogyra</i> sp.1																6.7
<i>Spirogyra</i> sp.2					0.8					0.8						
<i>Staurastrum</i> sp.																5.4
<i>Ulothrix</i> sp.													2.9	0.4	1.7	5.4
<i>Ulothrix zonata</i>						0.4										
<i>Volvox</i> sp.			0.4									1.3				0.4
<i>Vaucheria</i> sp.1																7.1
<i>Vaucheria</i> sp.2					0.4								0.8			
<b>Cyanophyta</b>																
<i>Merismopedia</i> sp.		7.1	11	10	39	31	30	32	24	18	9.3	15	48	69	2.9	5.4
<b>Dynophyta</b>																
<i>Ceratium fusus</i>													0.8	1.3		
<i>Ceratium lienatum</i>				0.4						1.3						0.4
<i>Ceratium tripos</i>							0.8									
<b>Densidad (cel.l<sup>-1</sup>.10<sup>3</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>43</b>	<b>33</b>	<b>41</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>17</b>	<b>29</b>	<b>62</b>	<b>83</b>	<b>34</b>	<b>437</b>
<b>S (Número de especies)</b>	10	7	6	7	6	9	6	11	8	3	5	8	9	17	25	
<b>D (Índice de Simpson)</b>	0.9	0.6	0.6	0.3	0.3	0.5	0.3	0.6	0.7	0.6	0.6	0.4	0.3	0.9	0.9	
<b>H' (Índice de Shannon-Weiner)(bits.ind<sup>-1</sup>)</b>	3	1.9	1.9	0.9	0.9	1.6	1.1	2.1	2.1	1.5	1.8	1.3	1	3.9	4	
<b>J (Equidad de Pielou)</b>	0.9	0.7	0.7	0.3	0.4	0.5	0.4	0.6	0.7	0.9	0.8	0.5	0.3	0.9	0.9	

En la fig. 25, se muestra la distribución de especies por grupo taxonómico, siendo la estación L (salida) encontrándose mayor número de especies en el grupo taxonómico Bacillarophyta, siguiéndole las Charophyta.



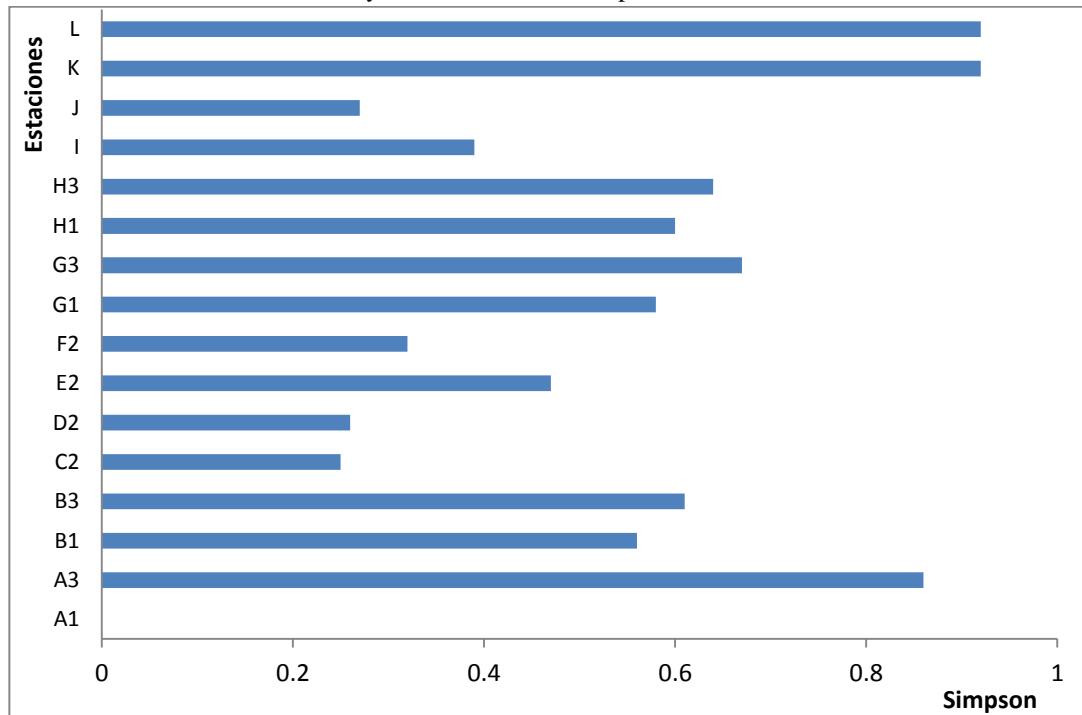
**Fig. 25.** Distribución de especies de fitoplancton de media agua por grupo taxonómico; en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 26, se detalla las densidades totales y número de especies, indicándonos que la estación L (salida), tiene mayor cantidad de número especies y mayor densidad.



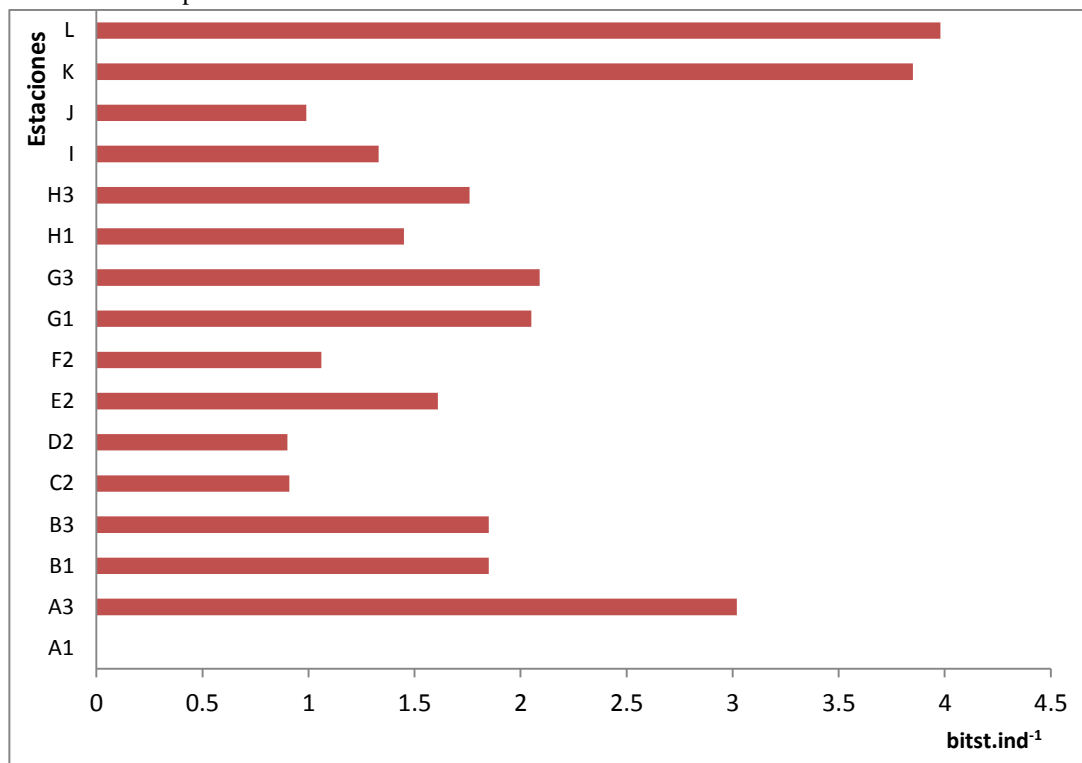
**Fig. 26.** Densidad ( $\text{org.l}^{-1} \cdot 10^3$ ) y número de especies de fitoplancton de media agua en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 27, se puede destacar que en 9 estaciones el índice de Simpson supera el valor de 0.5, indicando una fuerte dominancia y el resto de estaciones presenta dominancia moderada.



**Fig. 27.** Dominancia de Simpson de fitoplancton de media agua en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

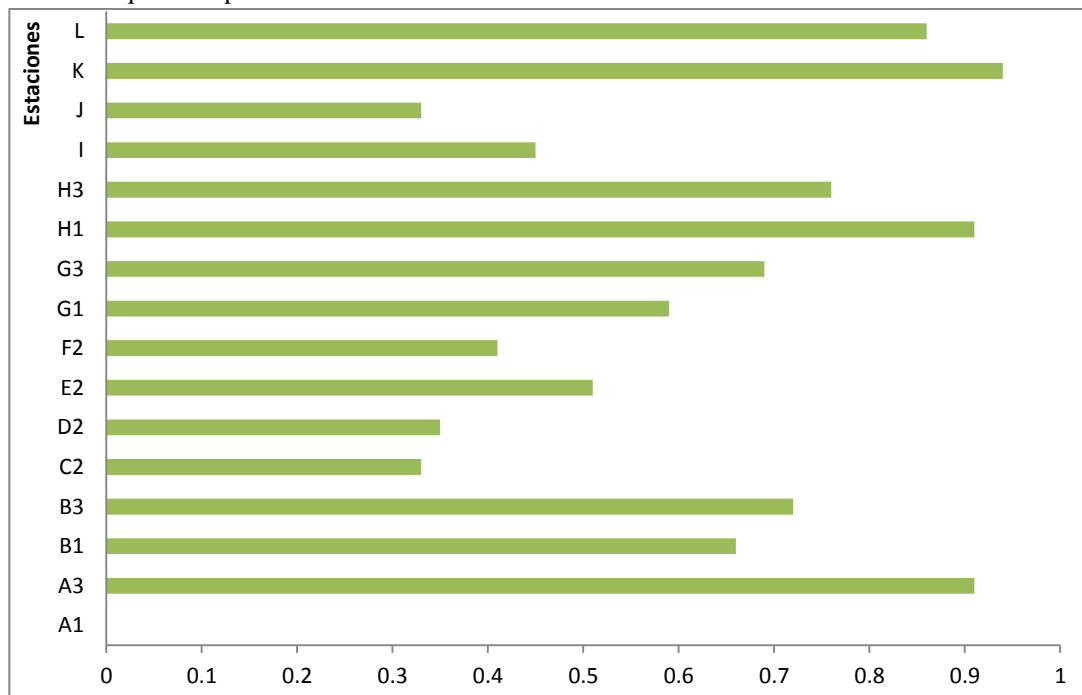
Los valores de Shannon–Weiner de media agua (fig. 28), están por debajo de 4.0 bits.ind<sup>-1</sup> y solo 11 estaciones superan 1 bits.ind<sup>-1</sup>.



**Fig. 28.** Diversidad de Shannon-Weiner de fitoplancton de media agua en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

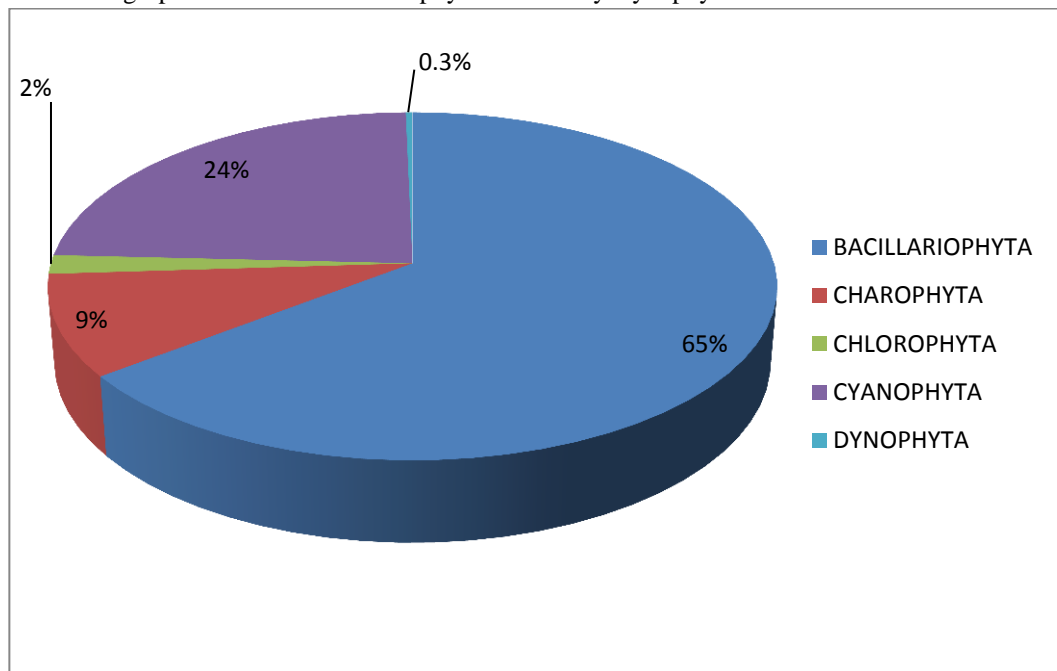


Los valores de la Equidad de Pielou (fig. 29), se muestra que 4 estaciones están cercanas a 1, indicando que todas las especies son igualmente abundantes y 5 estaciones están por debajo de 0.5, indicando que las especies no son abundantes



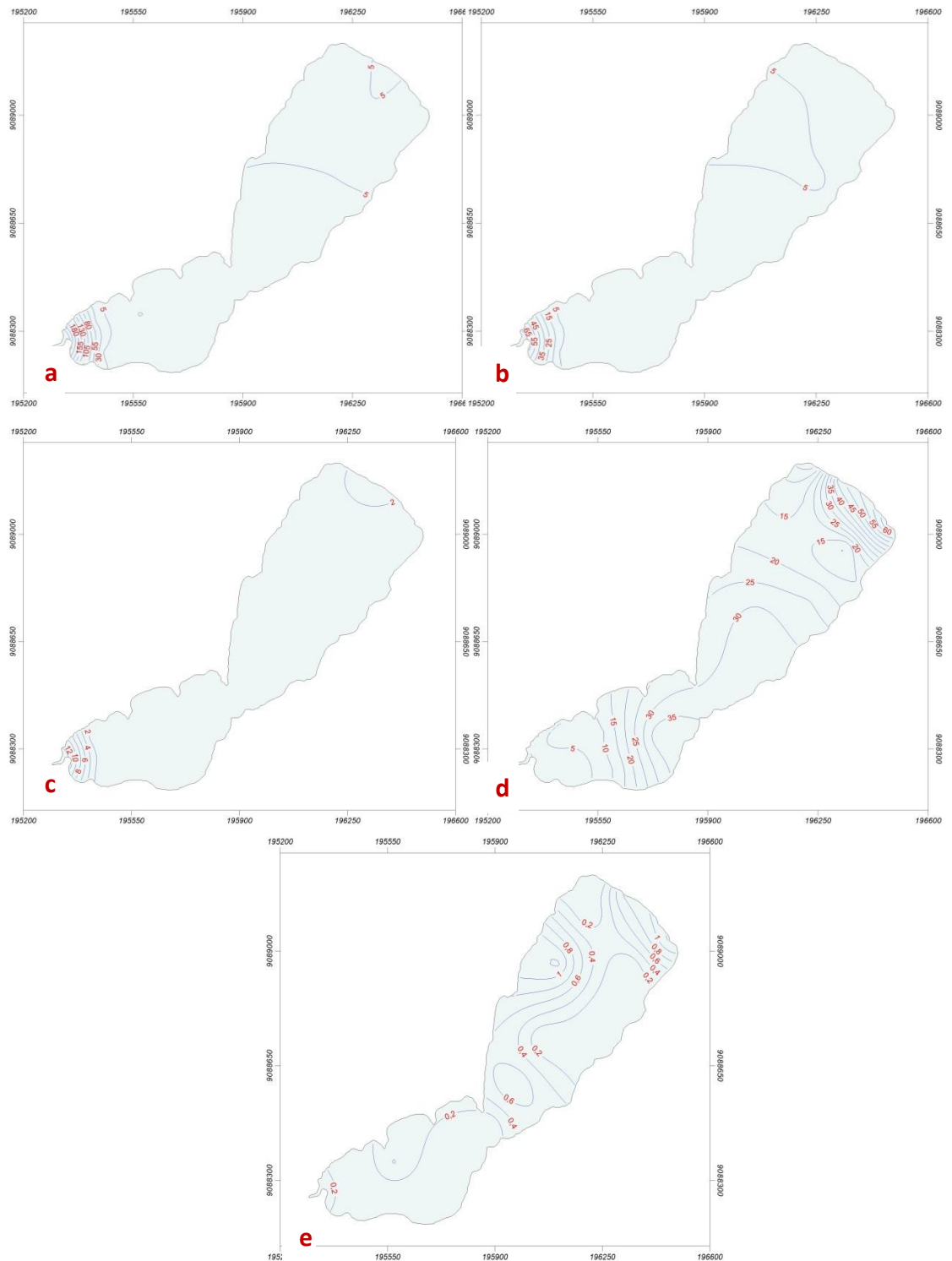
**Fig. 29.** Equidad de Pielou de fitoplancton de media agua en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 30, se presentan las microalgas más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Bacillariophyta con 64.6 %, seguido de Cyanophyta con 23.9 %, las microalgas menos abundantes fueron los grupos taxonómicos Chlorophyta con 1.8% y Dynophyta con 0.3%.



**Fig. 30.** Abundancia de fitoplancton de media agua por grupo taxonómico, registrada en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 31, se muestran las isopleas de distribución de la densidad de fitoplancton de media agua, indicándonos que en las fig. (a) Bacillariophyta, (b) Charophyta y (c) Chlorophyta, se encuentran mayoritariamente en la salida de la laguna y la fig. (d) Cyanophyta y (e) Dinophyta se encuentran distribuidos uniformemente en toda la masa de agua de la laguna.



**Fig. 31.** Distribución de la densidad de fitoplancton de media agua, (a) Bacillariophyta, (b) Charophyta, (c) Chlorophyta, (d) Cyanophyta, (e) Dinophyta, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 32, se muestran las isolepas de la distribución de la densidad de fitoplancton total de media agua, mostrándose que el grupo taxonómico Bacillariophyta se muestra en abundancia en la salida del cuerpo de agua.



**Fig. 32.** Distribución de la densidad de fitoplancton total de media agua en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

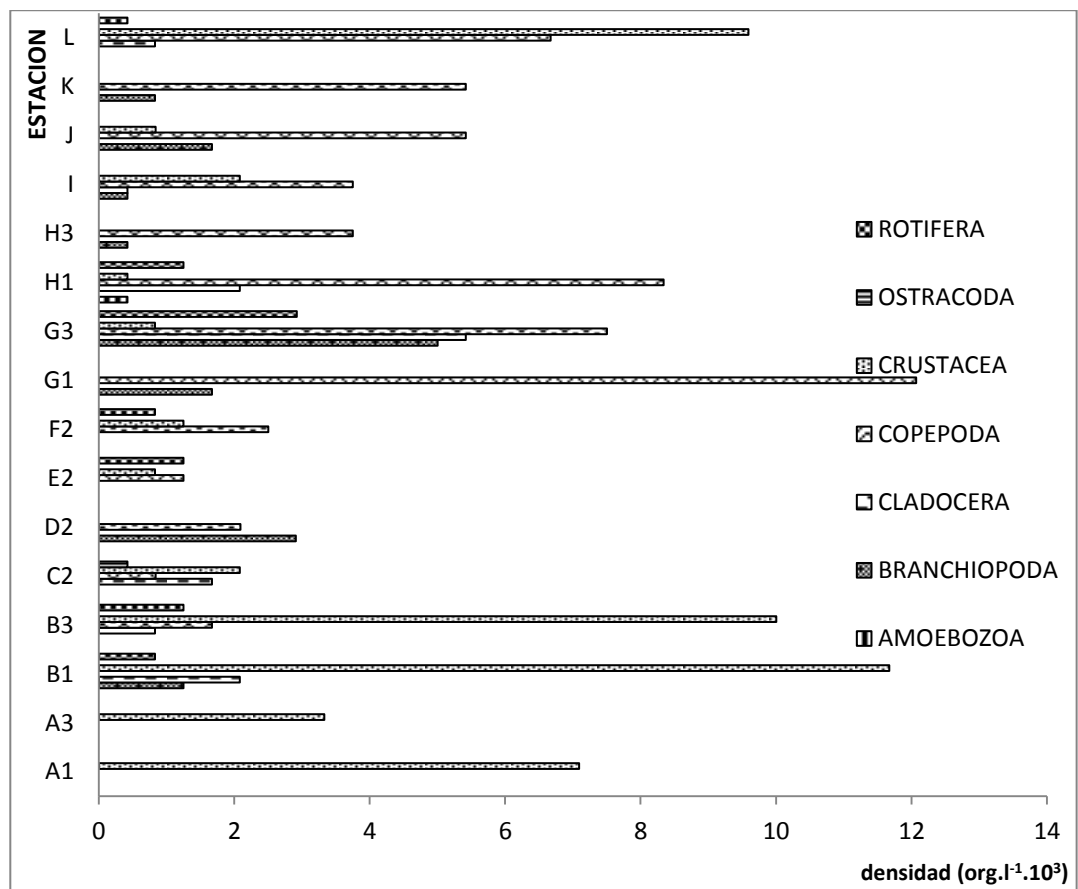
- **Zooplancton**

**Tabla 22.** Análisis cualitativo y cuantitativo de zooplancton de laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

GRUPO TAXONÓMICO	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	G3	H1	H3	I	J	K	L
<b>Amoebozoa</b>																
<i>Centropyxis aculata</i>											0.42					
<b>Branchiopoda</b>																
<i>Penilia</i> sp.1			0.42			2.08			1.67	5		0.42	0.42	1.67	0.83	
<i>Penilia</i> sp.2			0.83			0.83										
<b>Cladóceras</b>																
<i>Daphnia</i> sp.			2.08	0.83	1.67					5.42	2.08		0.42			0.83
<b>Copépoda</b>																
<i>Clausocalanus</i> sp.				1.67		1.67			10.4	7.5	6.67	2.92	1.25	3.75	5	6.25
<i>Cyclops</i> sp.					0.42			0.83								
<i>Temora</i> sp.					0.42	0.42	1.25	1.67	1.67		1.67	0.83	2.5	1.67	0.42	0.42
<b>Crustacea</b>																
<i>Acanthocyclops</i> sp.	0.42				0.83											
<i>Amphipodo</i> sp.	5	1.25	2.08	10				1.25		0.83	0.42		0.42	0.42		9.17
<i>Calanus</i> sp.1	1.25	1.25	8.75		1.25								0.83			0.42
<i>Calanus</i> sp.2	0.42	0.83	0.42										0.83	0.42		
<i>Sapphirina</i> sp.			0.42				0.83									
<b>Ostrácoda</b>																
<i>Heterocypris</i> sp.					0.42											
<b>Rotífera</b>																
<i>Brachionus</i> sp.			0.83					0.83		2.92						
<i>Filinia</i> sp.1				1.25			1.25				0.83					0.42
<i>Filinia</i> sp.2											0.42					

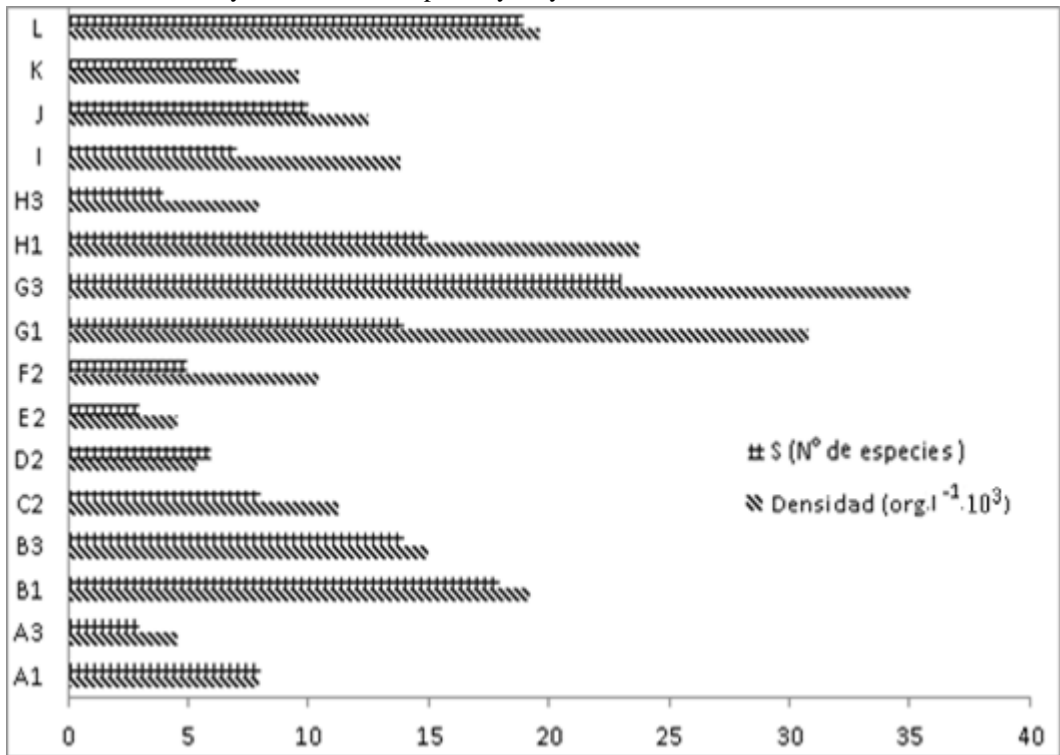
<b>Formas Larvarias</b>																	
Huevos						0.42		2.08			1.25	0.83	6.25	1.67	1.25		
Nauplio	0.83	1.25	3.34	1.25	6.26		1.25	3.75	17.1	13.3	10	2.92	0.83	2.92	2.08	2.08	
<b>DENSIDAD (cel.l<sup>-1</sup>.10<sup>3</sup>)</b>	<b>7.92</b>	<b>4.58</b>	<b>19.2</b>	<b>15</b>	<b>11.3</b>	<b>5.42</b>	<b>4.58</b>	<b>10.4</b>	<b>30.8</b>	<b>35</b>	<b>23.8</b>	<b>7.92</b>	<b>13.8</b>	<b>12.5</b>	<b>9.58</b>	<b>19.6</b>	
<b>S (Número de especies)</b>	4	3	8	4	6	4	3	4	3	5	7	3	7	5	3	6	
<b>D (Índice de Simpson)</b>	0.56	0.67	0.71	0.46	0.82	0.72	0.67	0.72	0.45	0.75	0.74	0.56	0.82	0.74	0.45	0.67	
<b>H' (Índice de Shannon-Weiner)(bits.ind<sup>-1</sup>)</b>	1.54	1.59	2.36	1.3	2.52	1.92	1.59	1.92	1.15	2.1	2.35	1.37	2.64	2.12	1.15	1.93	
<b>J (Equidad de Pielou)</b>	0.77	1	0.79	0.65	0.98	0.96	1	0.96	0.73	0.9	0.84	0.86	0.94	0.91	0.73	0.75	

En la fig. 33, se muestra la distribución de especies por grupo taxonómico, siendo la estación B1 donde se encontraron más especies en el grupo taxonómico Crustácea, y en la estación G1 donde se encontraron más especies fue el grupo taxonómico copépoda.



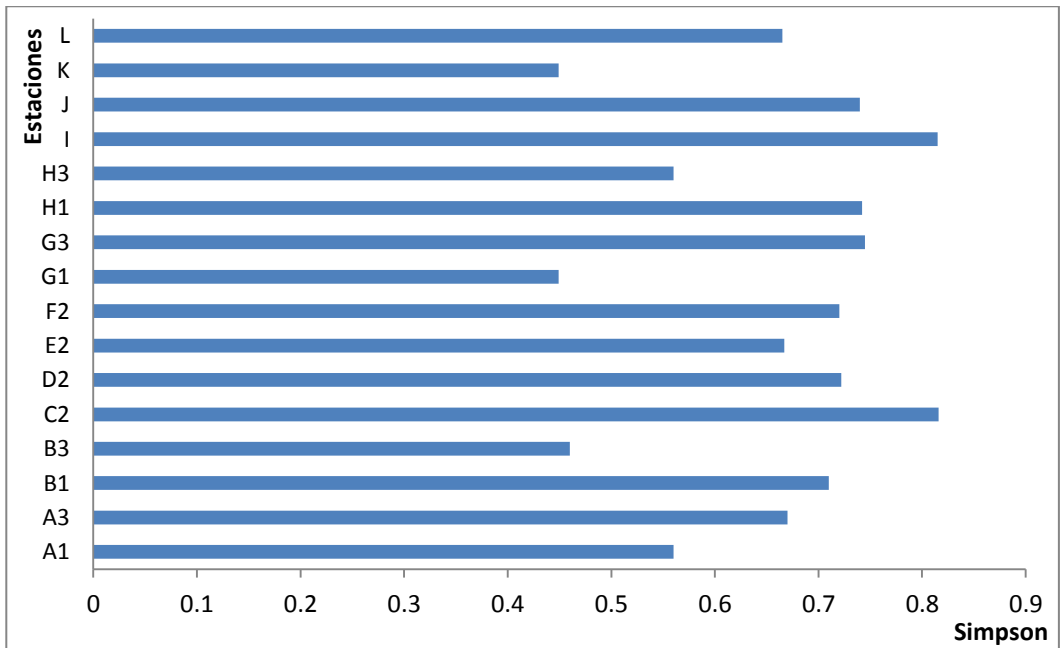
**Fig. 33.** Distribución de especies de zooplancton por grupo taxonómico en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 34 se detalla las densidades totales y número de especies indicándonos que la estación G3 tiene mayor cantidad de especies y mayor densidad.



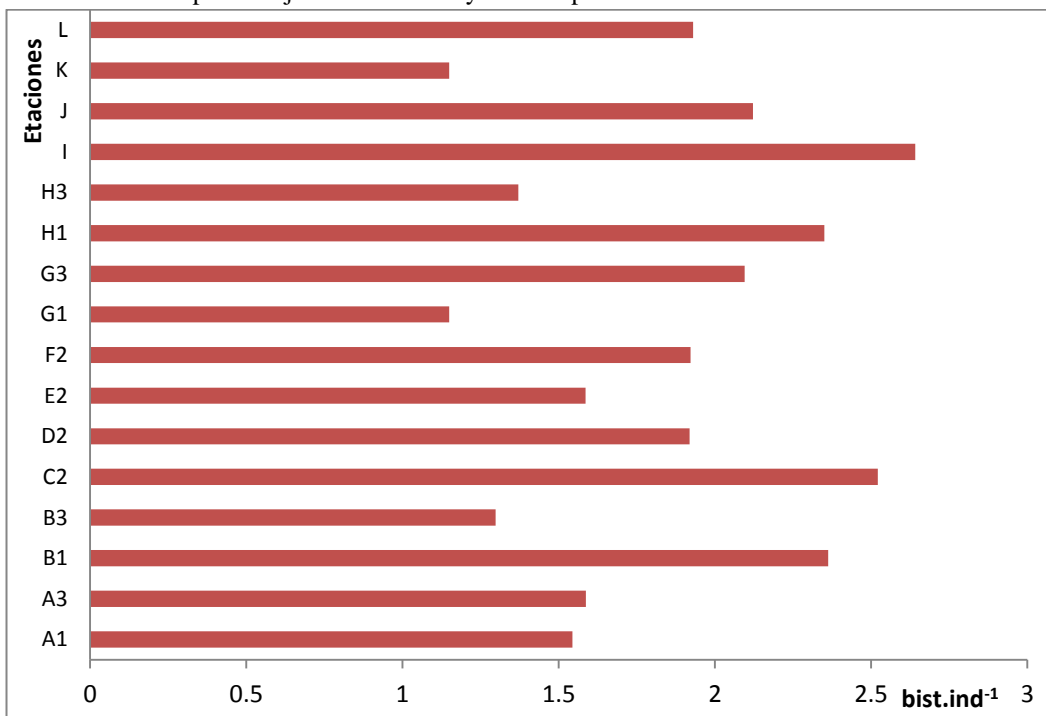
**Fig. 34.** Densidad (org.l<sup>-1</sup>.10<sup>3</sup>) y número de especies de zooplancton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 35, se puede destacar que 13 estaciones tienen el índice de Simpson que supera al valor de 0.5 indicando una fuerte dominancia y las demás es estaciones presentaron dominancia moderada.



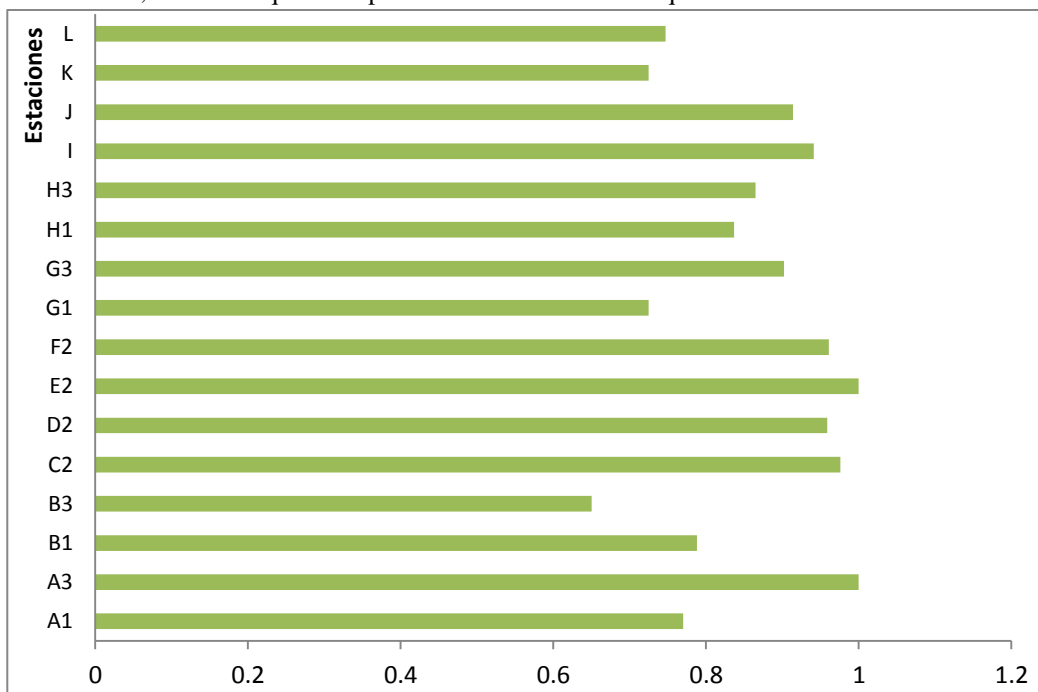
**Fig. 35.** Dominancia de Simpson de zooplancton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Los valores del índice de Shannon–Weiner de zooplancton (fig. 36), indican que todas las estaciones están por debajo de 3 bits.ind<sup>-1</sup> y todas superan 1 bits.ind<sup>-1</sup>.



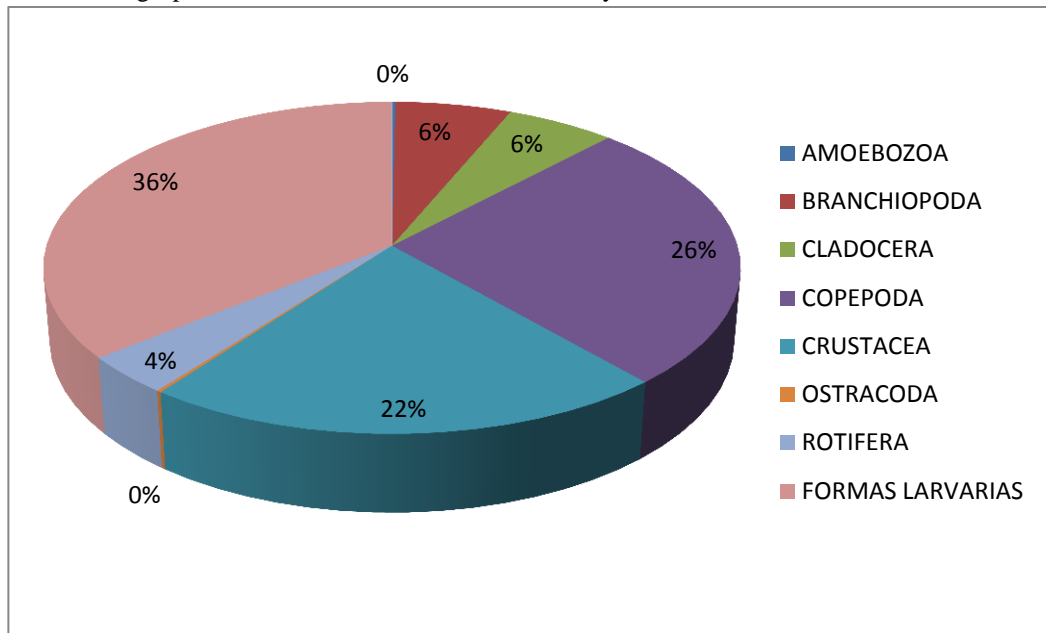
**Fig. 36.** Diversidad de Shannon-Weiner de zooplancton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Los valores de la Equidad de Pielou para zooplancton (fig. 37), muestra que 2 estaciones tienen el valor de 1, indicando que las especies son más abundantes que el resto de las estaciones.



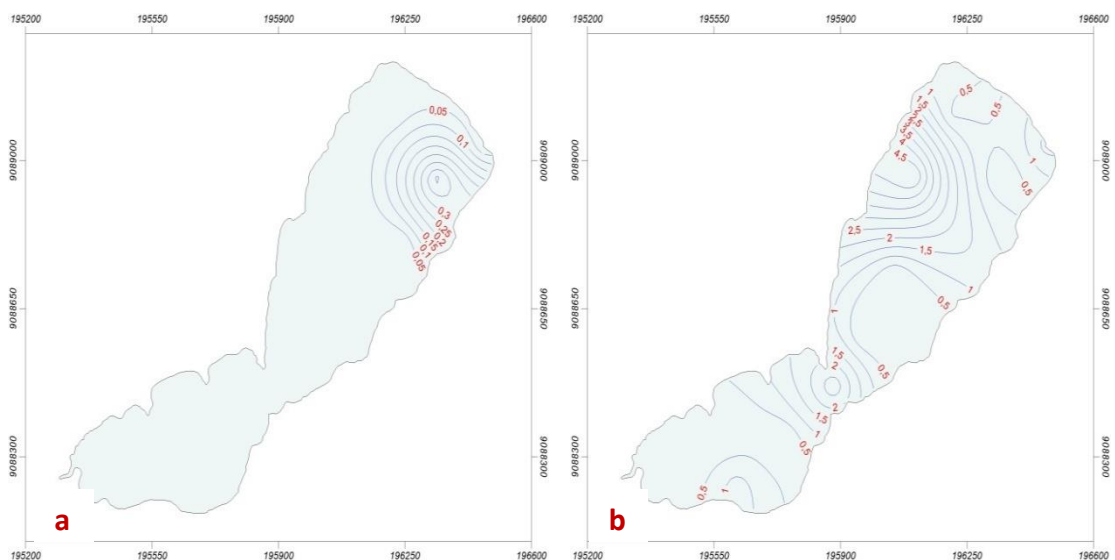
**Fig. 37.** Equidad Pielou de zooplancton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

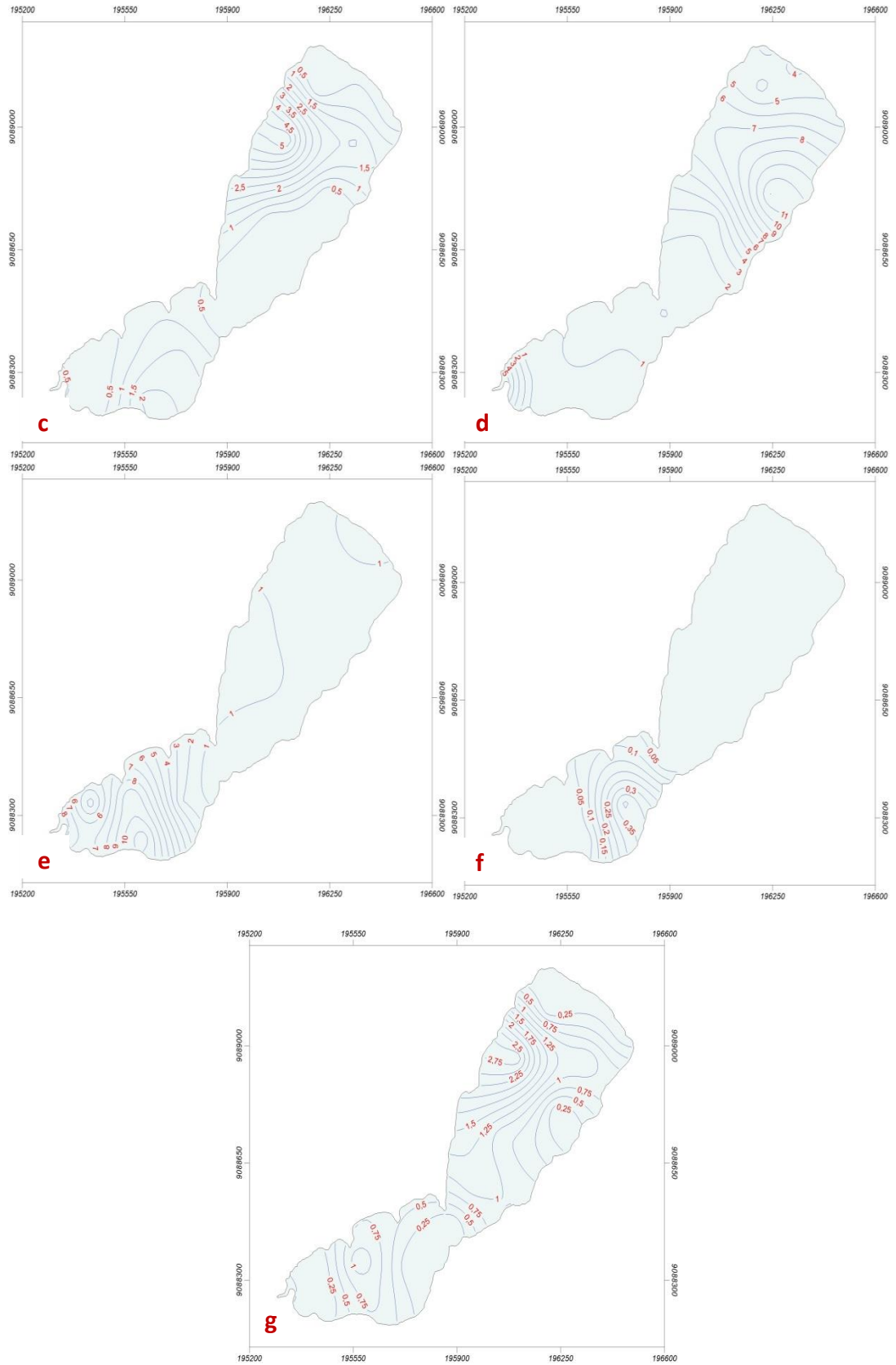
En la fig. 38, se muestra que los organismos más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Copépoda con 26.5 %, seguido de Crustácea con 21.6 %, los organismos menos abundantes fueron los grupos taxonómicos Amoebozoa con 0.2% y Ostrácoda con 0.2%.



**Fig. 38.** Abundancia de zooplancton por grupo taxonómico en la laguna Challhuacocha, (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 39, se muestran las isopleas de la distribución de la densidad de la comunidad zooplanctónica, indicándonos que en la fig. (a) Amoebozoa, se encuentra concentrada mayoritariamente en las regiones de las entradas; las fig. (b) Branchiopoda, (c) Cladocera (d) Copépoda y (g) Rotífera su distribución es uniforme por todo el cuerpo de agua y las fig. (e) Crustácea y (f) Ostrácoda muestra que su distribución se encuentra en cercanía a la salida de la laguna.

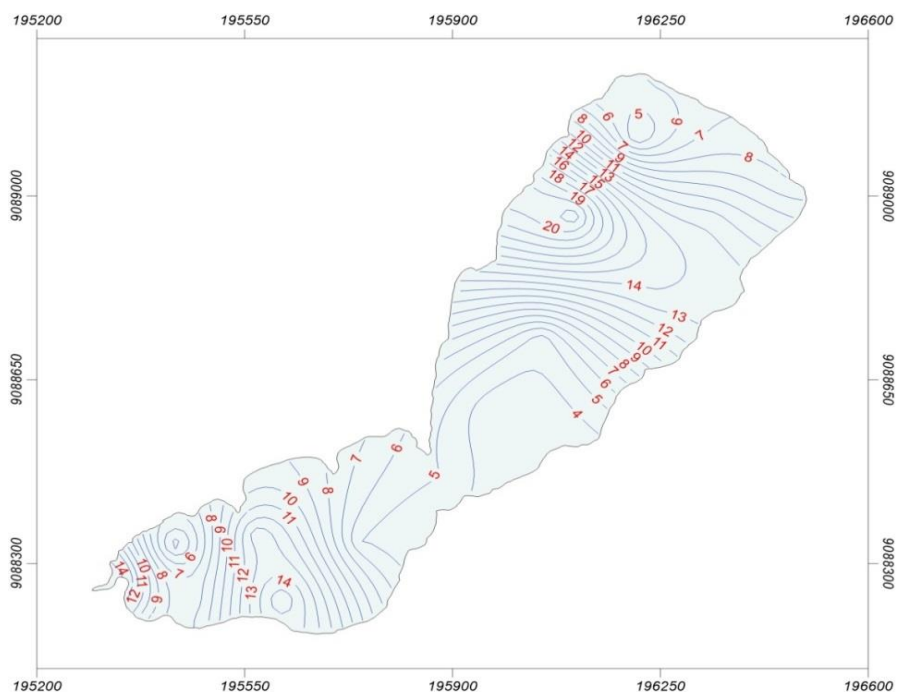




**Fig. 39.** Distribución de la densidad zooplancton, (a) Amoebozoa, (b) Branchiopoda, (c) Cladóceras, (d) Copépodos, (e) Crustáceos, (f) Ostrácodos, (g) Rotíferos, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.



En la fig. 40, se muestran las isopleas de la distribución de la densidad total de la comunidad zooplanctónica mostrándose que la comunidad zooplanctónica está distribuida uniformemente en todo el cuerpo de agua mostrándose abundancia en los extremos de la laguna.



**Fig. 40.** Distribución de la densidad total de zooplancton en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

- **Bentos**

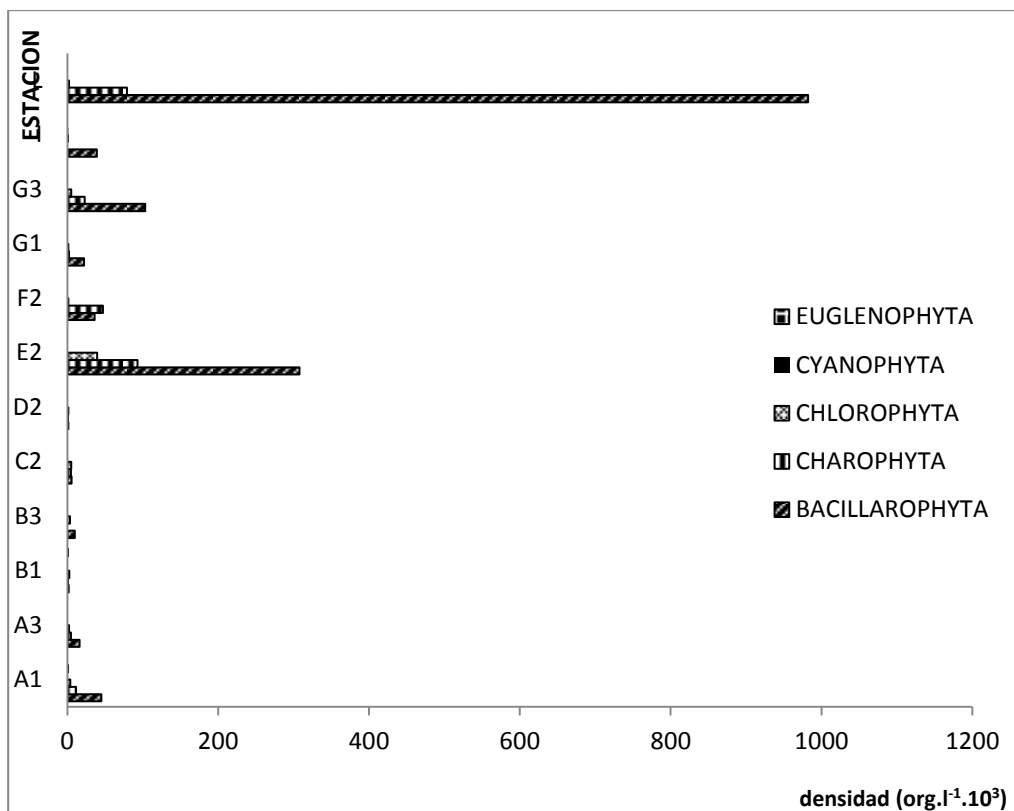
**A. Fitomicrobentos**

**Tabla 23.** Análisis cualitativo y cuantitativo de fitomicrobentos de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, con sus respectivos índices.

Grupo taxonómico	A1	A3	B3	B1	C2	D2	E2	F2	G1	H1	I	L
<b>Bacillariophyta</b>												
<i>Amphora ovalis</i>							18	9.2	0.8	9.2		16.7
<i>Amphora</i> sp.1							13	4.2	8.8	8.8		
<i>Anomoeoneis</i> sp.								1.3				
<i>Cocconeis placentula</i>	3.8	8.8	2.5	1.2	1.3		10		2.1	20	5.8	54.2
<i>Cocconeis</i> sp.1				0.8	1.7		4.2					
<i>Cocconeis</i> sp.3								4.6				
<i>Cymbella ventricosa</i>			0.4				34		5.8	5		39.6
<i>Detonula pumila</i>							4.2					
<i>Detonula</i> sp.1	0.8											
<i>Didymosphenia geminata</i>	0.4											
<i>Didymosphenia</i> sp.1	0.8											
<i>Epithemia turgida</i>	16	3.8	1.7		0.8	1.3	77	13	3.8	8.3	4.6	8.33
<i>Fragilaria</i> sp.1							7.9			5.4		81.7
<i>Fragilaria</i> sp.2							23			9.2	1.7	
<i>Grammatophora hamulifera</i>	1.7		2.1		0.4		8.3			2.9		

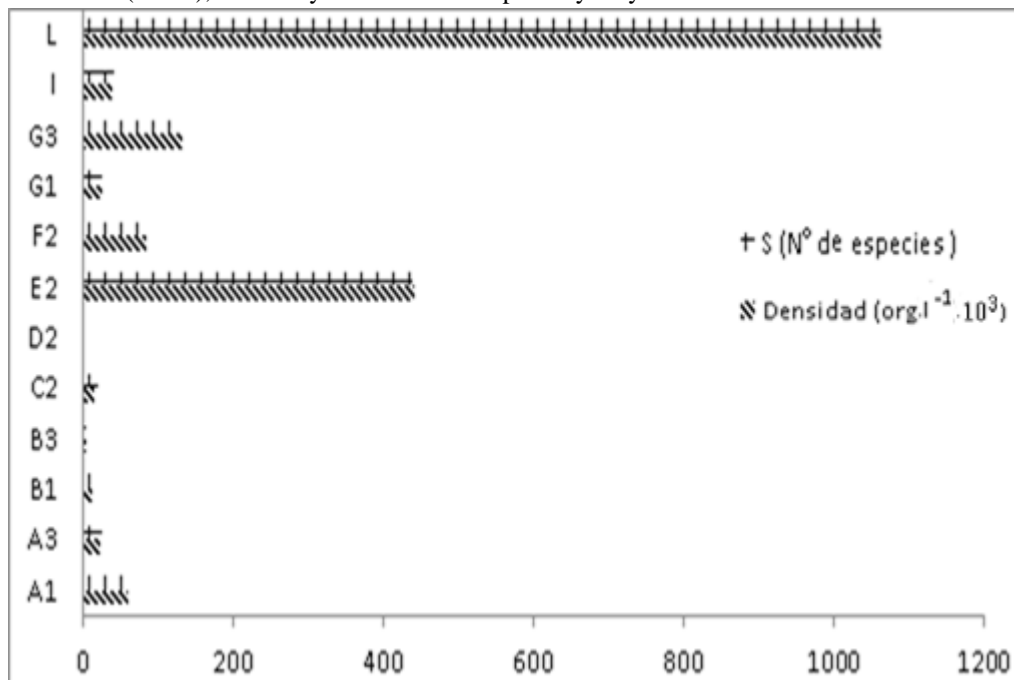
<i>Grammatophora</i> sp.1	21	0.4	1.7		0.4		20					
<i>Grammatophora</i> sp.2		1.3										
<i>Guinardia</i> sp.1							4.6		1.3			
<i>Guinardia</i> sp.2			1.3									
<i>Melosira</i> sp.1	0.4	0.4					15	3.8	0.8	1.3		
<i>Melosira</i> sp.2		0.4					27		14	1.3	757	
<i>Navicula lanceolata</i>					0.8							
<i>Navicula radiosa</i>					0.4							
<i>Navicula</i> sp.1									5	3.8		
<i>Navicula</i> sp.2											4.17	
<i>Pinnularia neomajor</i>								0.8	5			
<i>Pinnularia</i> sp.1												
<i>Pleurosigma</i> sp.							4.2					
<i>Synedra tabulata</i>							8.8		4.6		6.25	
<i>Synedra acus</i>			0.4				28		4.6	21	14.6	
<i>Synedra neomajor</i>		0.4										
<i>Triceratium</i> sp.		0.8							0.8			
<b>Charophyta</b>												
<i>Micrasterias anómala</i>	0.4											
<i>Mougeotia</i> sp	11	5	0.4		5	0.4	93	47	2.1	23		79.2
<b>Chlorophyta</b>												
<i>Eudorina</i> sp.	0.8											
<i>Oedogonium</i> sp.	1.3											
<i>Pediastrum boryanum</i>		0.8		0.8			1.7				0.4	
<i>Pediastrum simplex</i>				0.4	0.8		2.5	1.3	1.3			2.08
<i>Spirogyra</i> sp.1	1.3						6.3					
<i>Spirogyra</i> sp.2												
<i>Staurastrum</i> sp.1	0.4	1.3	2.5	2.4	4.2	1.3						
<i>Tetraedron</i> sp.	0.4											
<i>Ulothrix</i> sp.1							13			5.4		
<i>Ulothrix zonata</i>					0.4							
<i>Vaucheria</i> sp.1							11					
<i>Vaucheria</i> sp.2							4.6					
<b>Cyanophyta</b>												
<i>Merismopedia</i> sp.1					0.8						1.3	
<b>Euglenophyta</b>												
<i>Phacus</i> sp.			0.8									
<b>DENSIDAD (cel.l<sup>-1</sup>.10<sup>3</sup>)</b>	<b>61</b>	<b>23.3</b>	<b>14</b>	<b>5.6</b>	<b>17</b>	<b>2.9</b>	<b>441</b>	<b>84.6</b>	<b>25</b>	<b>132</b>	<b>41</b>	<b>1063</b>
<b>S (Número de especies)</b>	15	11	10	5	12	3	24	9	8	17	9	11
<b>D (Índice de Simpson)</b>	0.2	0.8	0.9	0.8	0.9	0.7	0.9	0.7	0.8	0.9	0.7	0.48
<b>H' (Índice de Shannon-Weiner)(bits.ind<sup>-1</sup>)</b>	2.81	2.85	3.18	2.25	3.24	1.59	3.86	2.11	2.54	3.71	2.31	1.63
<b>J (Equidad de Pielou)</b>	0.7	0.8	1	1	0.9	1	0.8	0.7	0.9	0.9	0.7	0.47
<b>D<sub>Mg</sub> (Índice de Margalef)</b>	3.4	3.1	3.2	2.2	3.7	1.8	3.8	1.8	2.2	3.3	2.1	1.44

En la fig. 41 se muestra la distribución de especies por grupo taxonómico, siendo la estación L (salida), donde se encuentra mayor especies en el grupo taxonómico Bacillaroophyta, seguido del grupo taxonómico Charophyta.



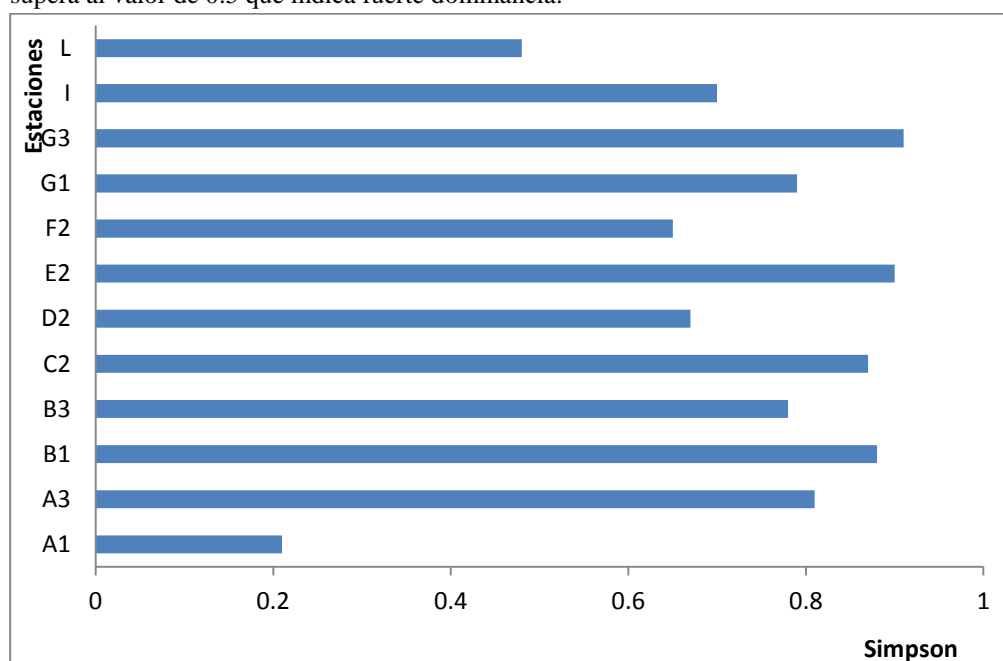
**Fig. 41.** Distribución de especies de fitomicrobentos por grupo taxonómico en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 42, se detalla las densidades totales y número de especies indicándonos que la estación L (salida), tiene mayor cantidad de especies y mayor densidad.



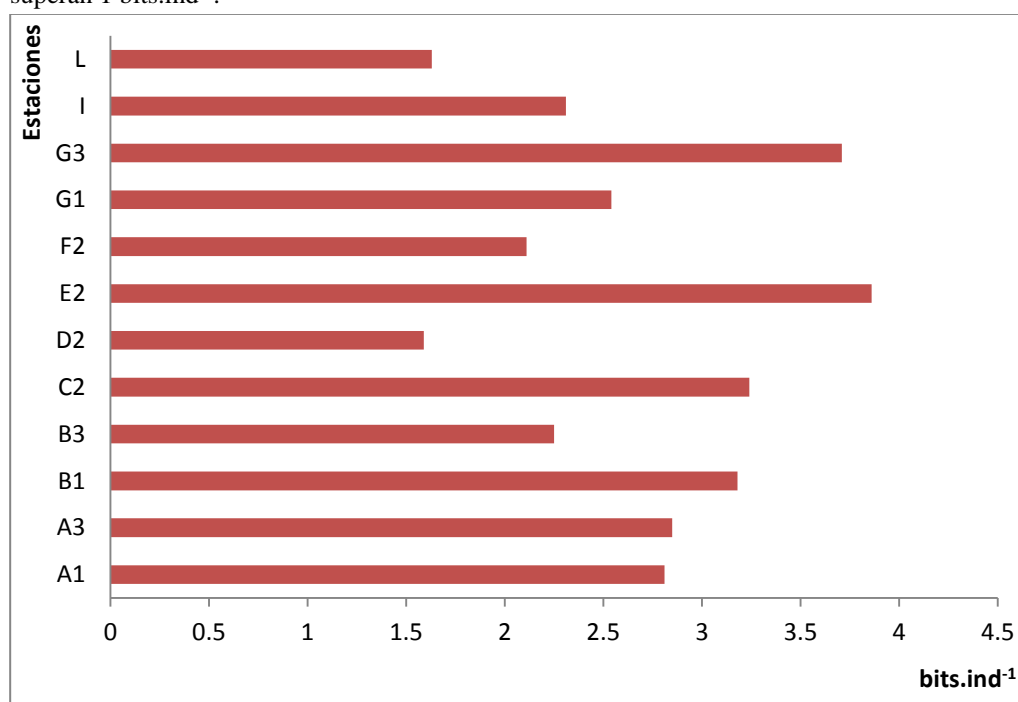
**Fig. 42.** Densidad ( $\text{org.l}^{-1}.10^3$ ) y número de especies de fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 43, se puede destacar que en la mayoría de las estaciones el índice de Simpson supera al valor de 0.5 que indica fuerte dominancia.



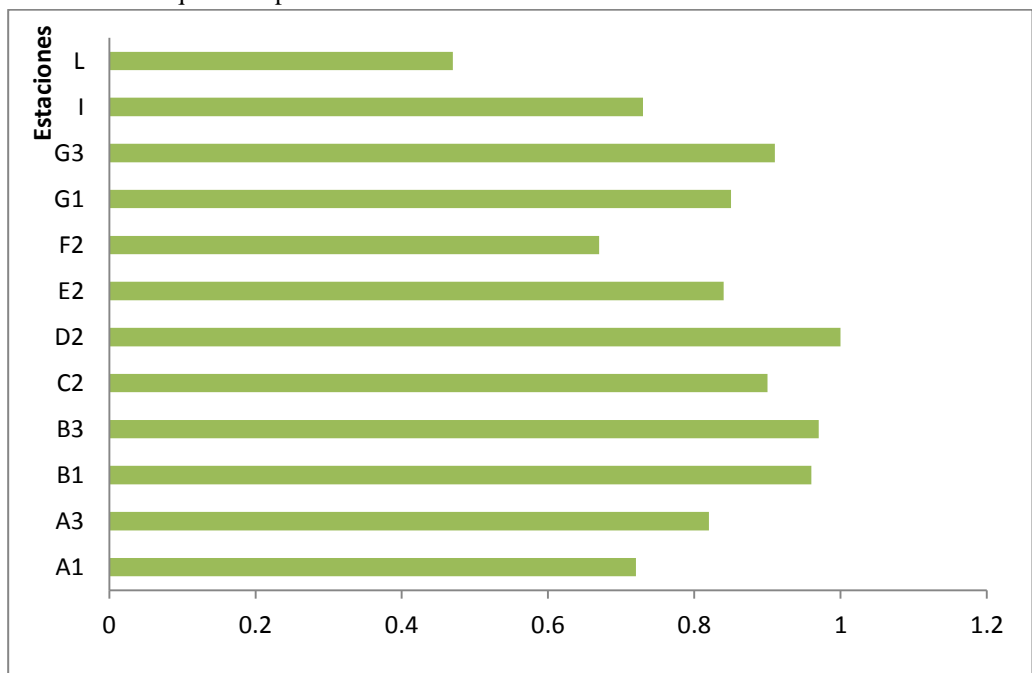
**Fig. 43.** Dominancia de Simpson de fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Los valores de Shannon–Weiner en fitomicrobentos (fig. 44), están por debajo de 4.0 y todas superan 1 bits.ind<sup>-1</sup>.



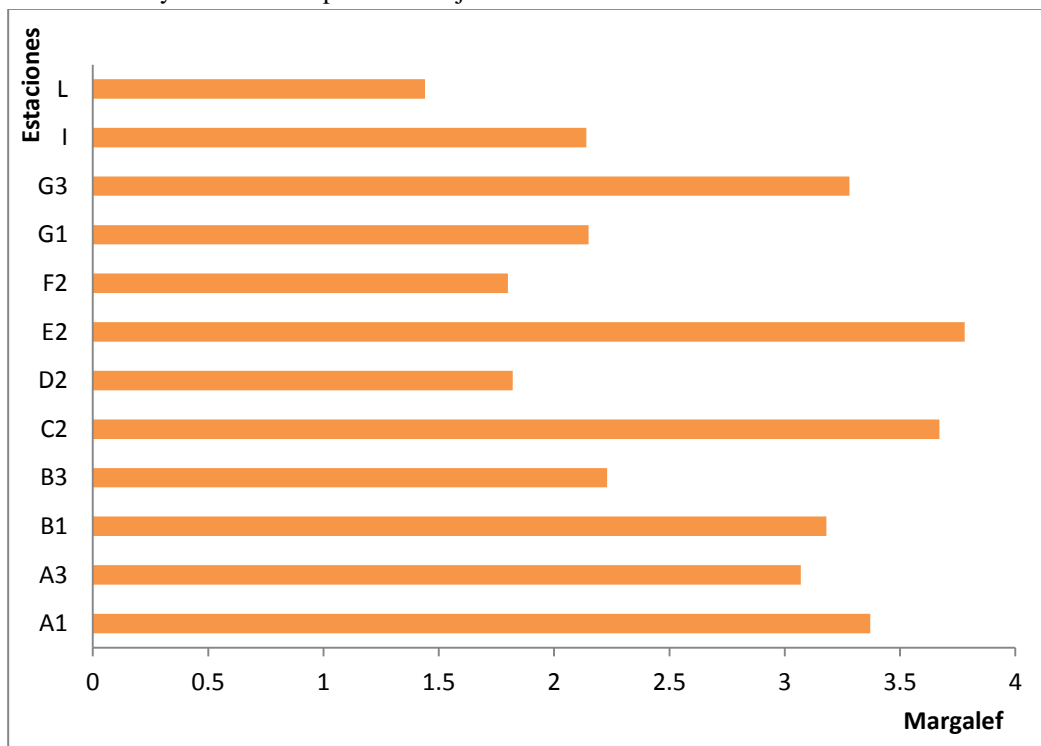
**Fig. 44.** Diversidad de Shannon-Weiner de fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Los valores de la Equidad de Pielou (fig. 45), muestra que 1 de las estaciones tiene el valor de 1 indicando que las especies son más abundantes a diferencia del resto de las estaciones.



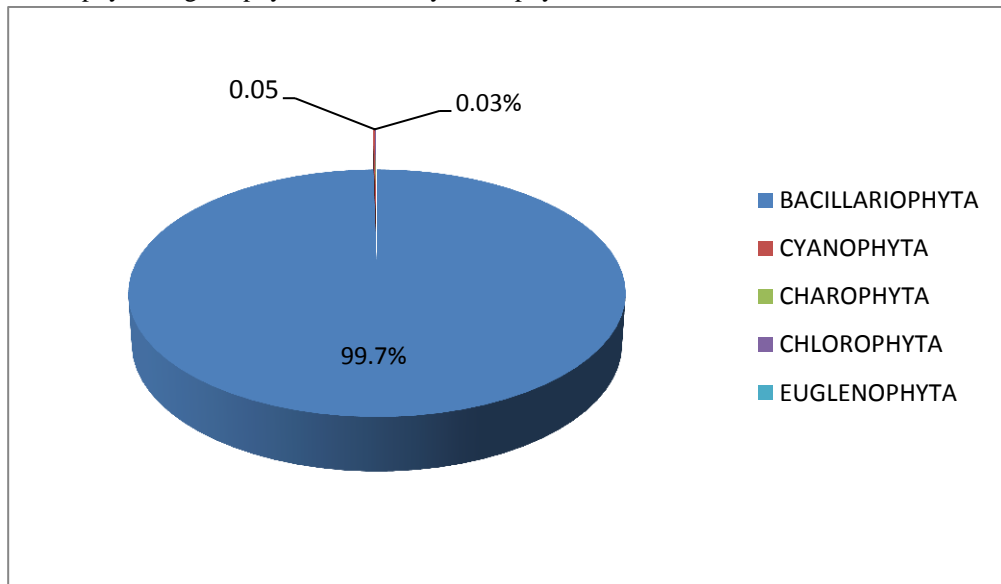
**Fig. 45.** Equidad de Pielou de fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

El índice de Margalef en fitomicrobentos (fig. 46), muestra que 9 estaciones tienen mayor biodiversidad y 3 estaciones presentan baja biodiversidad.



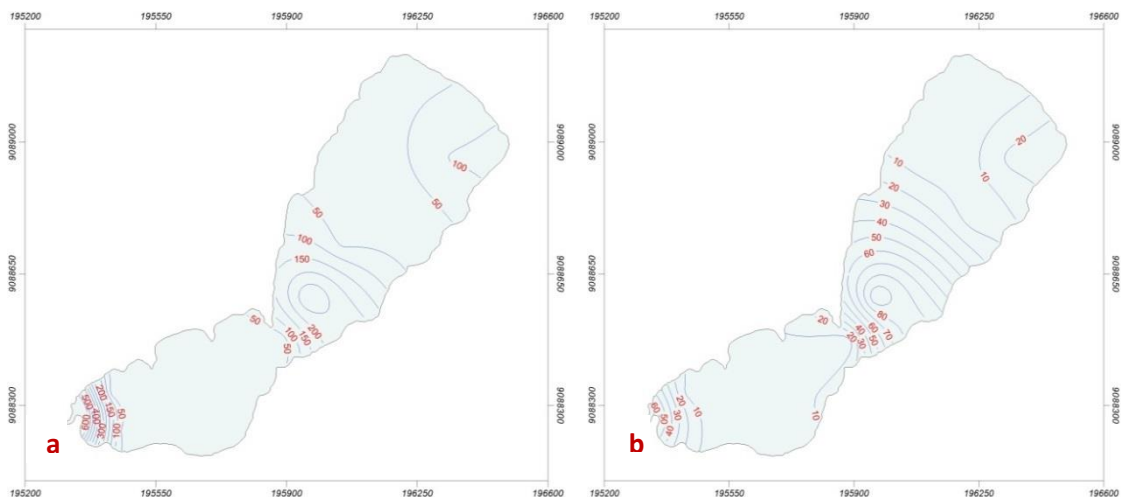
**Fig. 46.** El índice de Margalef de fitomicrobentos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

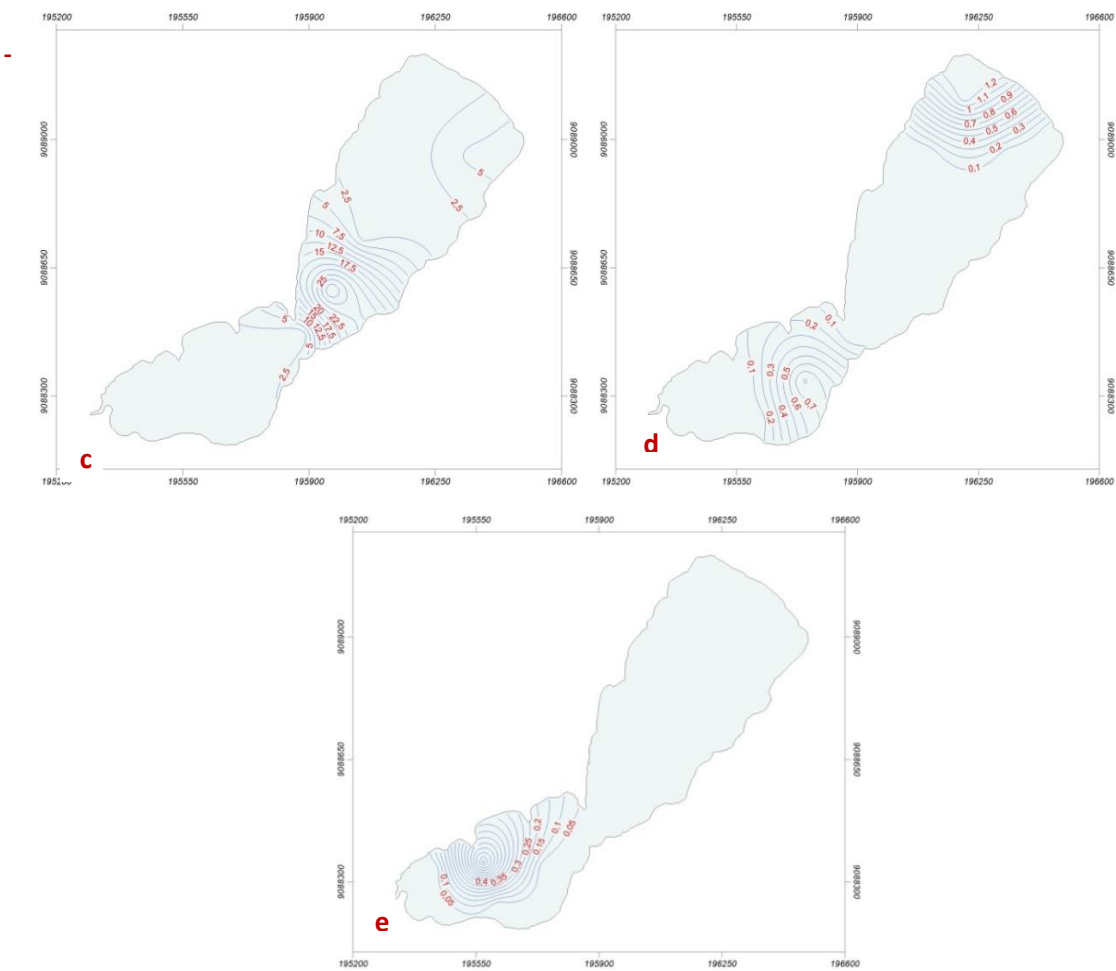
En la fig. 47, nos muestra que el grupo taxonómico más abundante y casi total fue Bacillariophyta con 99.7 %, y los grupos taxonómicos menos abundantes fueron Chlorophyta, Euglenophyta con 0.05% y Charophyta 0.03%



**Fig. 47.** Abundancia de fitomicrobentos por grupo taxonómico registrado en las estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 48, se muestra las isopleas de la distribución de la densidad de fitomicrobentos, indicándonos la fig. (a) Bacillariophyta se encuentra mayoritariamente en la entrada y el centro de la laguna; la fig. (b) Charophyta se encuentra distribuido al centro y extremos de la laguna; la fig. (c) Chlorophyta su distribución se encuentra al centro de la laguna; la fig. (d) Cyanophyta se encuentra distribuida a los extremos de la laguna y la fig. (e) Euglenophyta se encuentra mayoritariamente al extremo inferior izquierdo de la laguna acercándose a la salida.





**Fig. 48.** Distribución de la densidad de fitomicrobentos (a) Bacillariophyta, (b) Charophyta, (c) Chlorophyta, (d) Cyanophyta, (e) Euglenophyta, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 49, se muestran las isolepas de la de la densidad total del fitomicrobentos, mostrándose que la comunidad algal está distribuida mayoritariamente en la salida y al centro de la laguna.



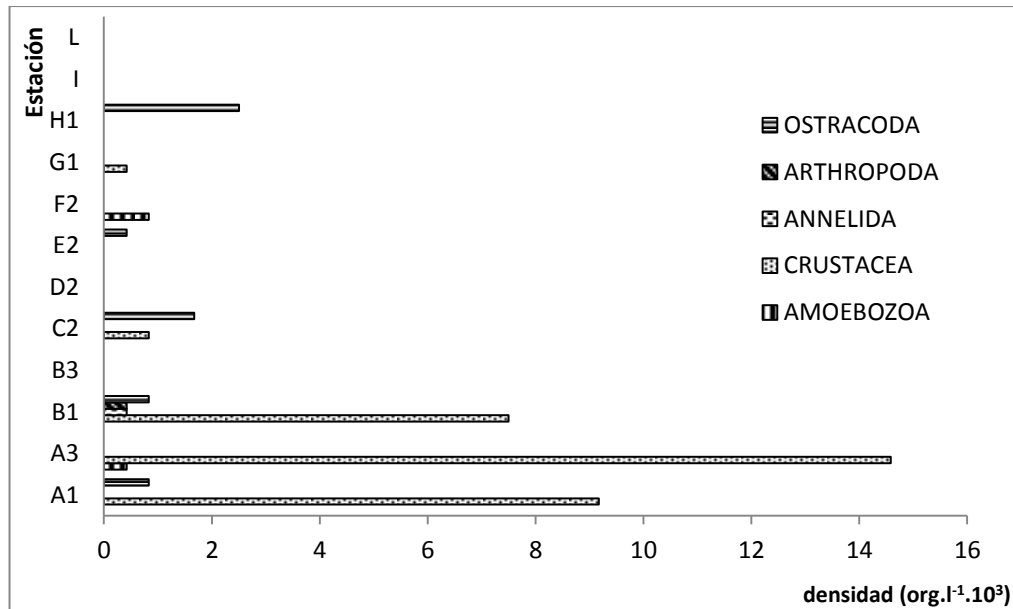
**Fig. 49.** Distribución de la densidad total del fitomicrobentos de cada grupo taxonómico en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

## B. Zoomacrobenos

**Tabla 24.** Análisis cualitativo y cuantitativo de zoomacrobenos en de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, con sus respectivos índices.

Grupo taxonómico	A1	A3	B1	B3	C2	D2	E2	F2	G1	H1	I	J
<b>Amoebozoa</b>												
<i>Centropyxis aculata</i>		0.4						0.8				
<b>Annelida</b>												
<i>Hirudinea</i> sp.				0.4								
<b>Arthropoda</b>												
<i>Tipulidae</i> sp.				0.4								
<b>Crustácea</b>												
<i>Anfipodo</i> sp.1	9.2	15		7.5	0.8				0.4			
<b>Ostrácoda</b>												
<i>Heterocypris</i> sp.	0.8			0.8	1.7		0.4			2.5		
<b>DENSIDAD (cel.l<sup>-1</sup>.10<sup>3</sup>)</b>	<b>10</b>	<b>15.4</b>	<b>0</b>	<b>9.2</b>	<b>2.5</b>	<b>0</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.4</b>	<b>2.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>S (Número de especies)</b>	2	2		4	2		1	1	1	1		
<b>D (Índice de Simpson)</b>	0.2	0.1		0.4	0.4		0	0	0	0		
<b>H' (Índice de Shannon-Weiner)(bits.ind<sup>-1</sup>)</b>	0.5	0.3		1.3	0.9							
<b>J (Equidad de Pielou)</b>	0.5	0.3		0.6	0.9							
<b>D<sub>Mg</sub>(Índice de Margalef)</b>	0.4	0.4		1.3	0.9							

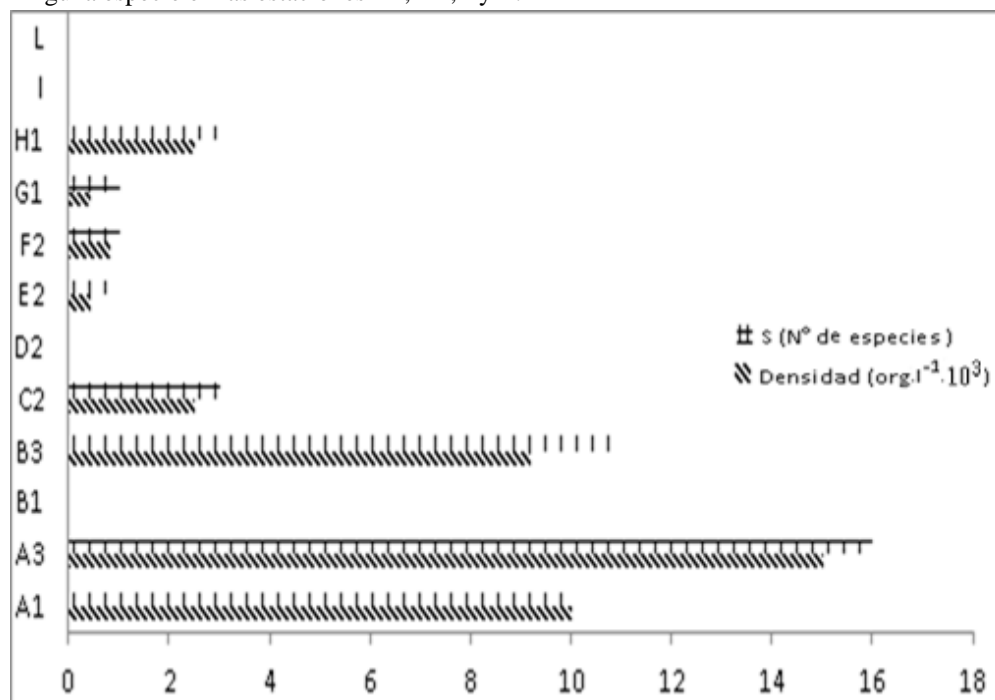
En la fig. 50, se muestra la distribución de especies por grupo taxonómico, siendo la estación A3, donde se encontró mayor número de especies del grupo taxonómico Crustácea y la estación que posee menor número de especies fue B3 con los grupos taxonómicos Arthropoda y Annelida.



**Fig. 50.** Distribución de especies de zoomacrobenos por grupo taxonómico en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

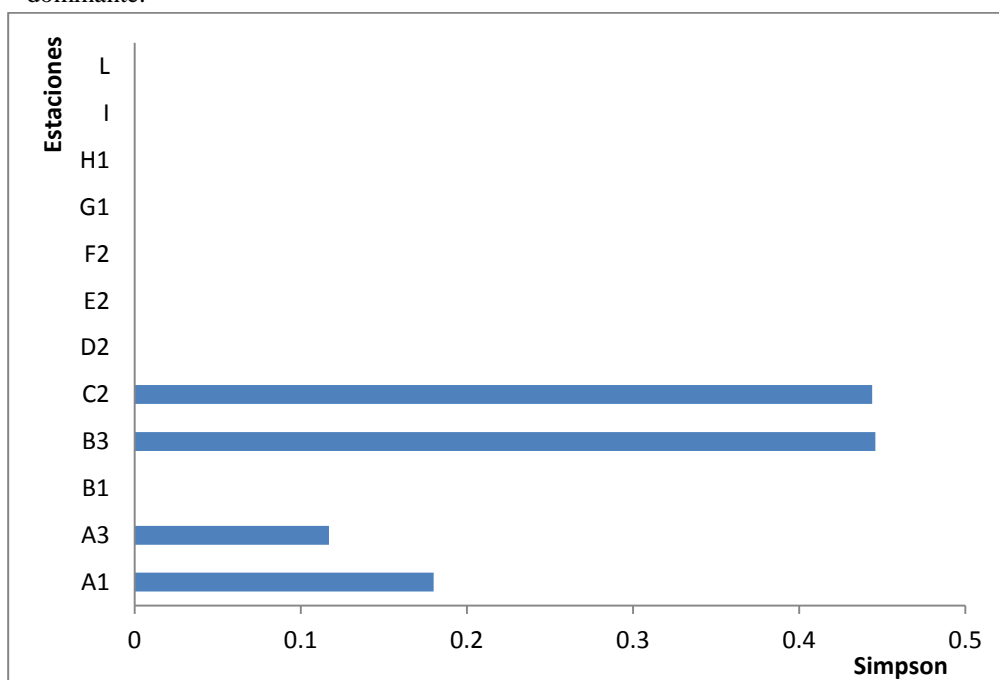


En la fig. 51, se detalla las densidades totales y número de especies, indicándonos que la estación A3 tiene mayor cantidad de especies y mayor densidad, y no encontrándose ninguna especie en las estaciones B1, D2, I y L.



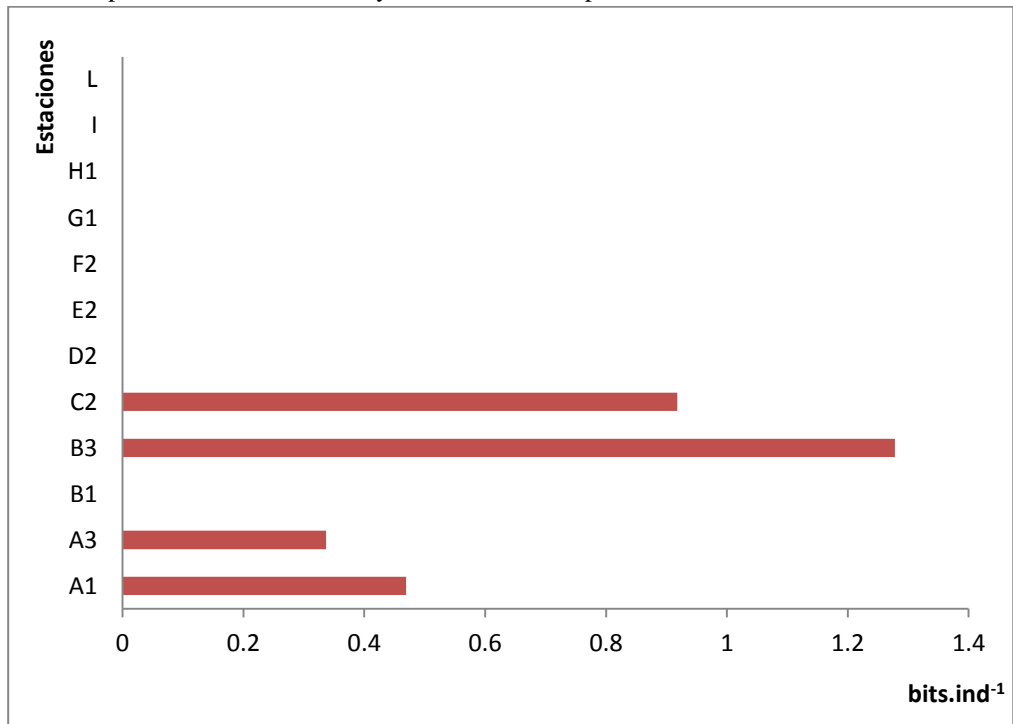
**Fig. 51.** Densidad (org.l<sup>-1</sup>.10<sup>3</sup>) y número de especies de zooplankton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 52, se puede destacar que el índice de Simpson en las estaciones no supera al valor de 0.5 indicando que el 50% es moderadamente dominante y el otro es 50% no es dominante.



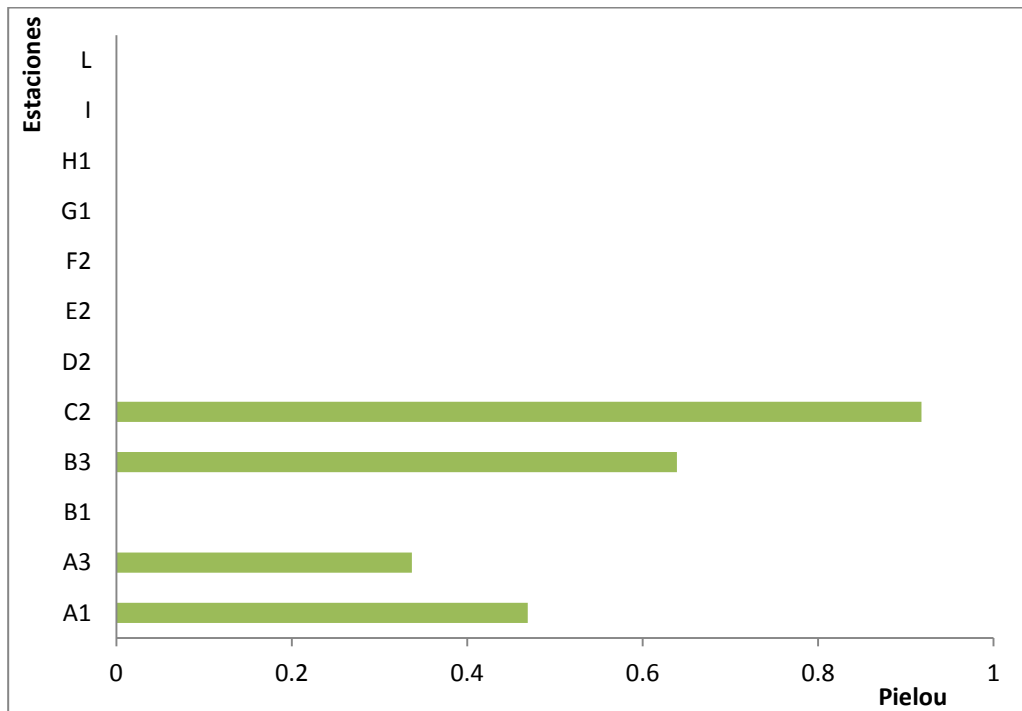
**Fig. 52.** Dominancia de Simpson de zooplankton en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Los valores de Shannon-Weiner de zoomacrobenos (fig. 53), se muestra por debajo de 1.4 bits.ind<sup>-1</sup> para todas las estaciones y solo 1 estación supera 1 bits.ind<sup>-1</sup>.



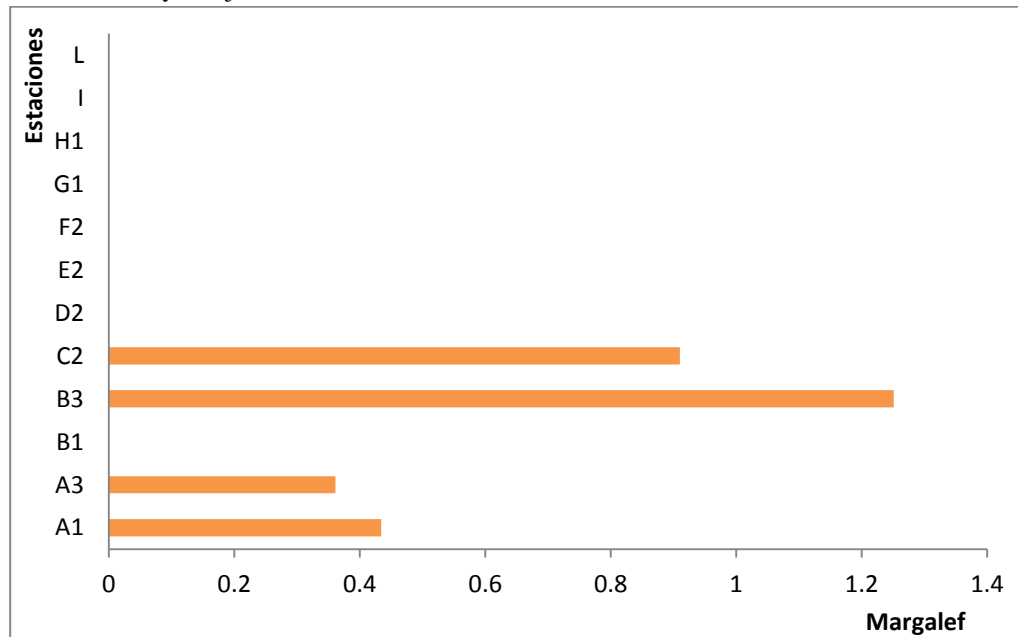
**Fig. 53.** Diversidad de Shannon-Weiner de zoomacrobenos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

Los valores de la Equidad de Pielou de zoomacrobenos (fig. 54), muestran que 2 de las estaciones están cercanas a 1, esto indica que las especies son igualmente abundantes y 2 de las estaciones están por debajo de 0.5, indicándonos que las especies no son igualmente abundantes.



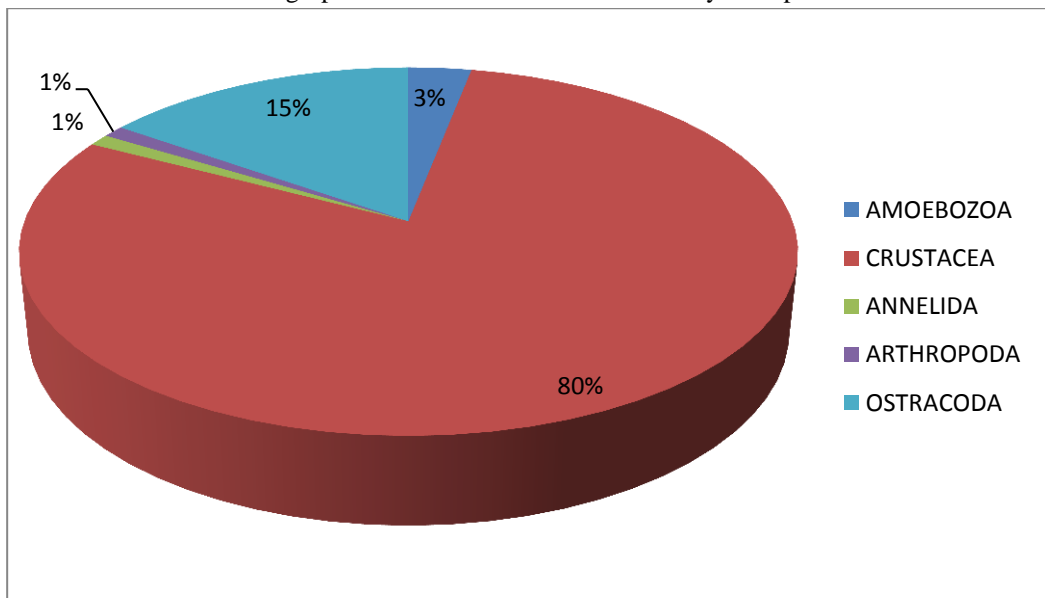
**Fig. 54.** Equidad de Pielou de zoomacrobenos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

El índice de Margalef de zoomacrobenos (fig. 55), muestra que 2 estaciones tienen mayor biodiversidad y 2 baja biodiversidad



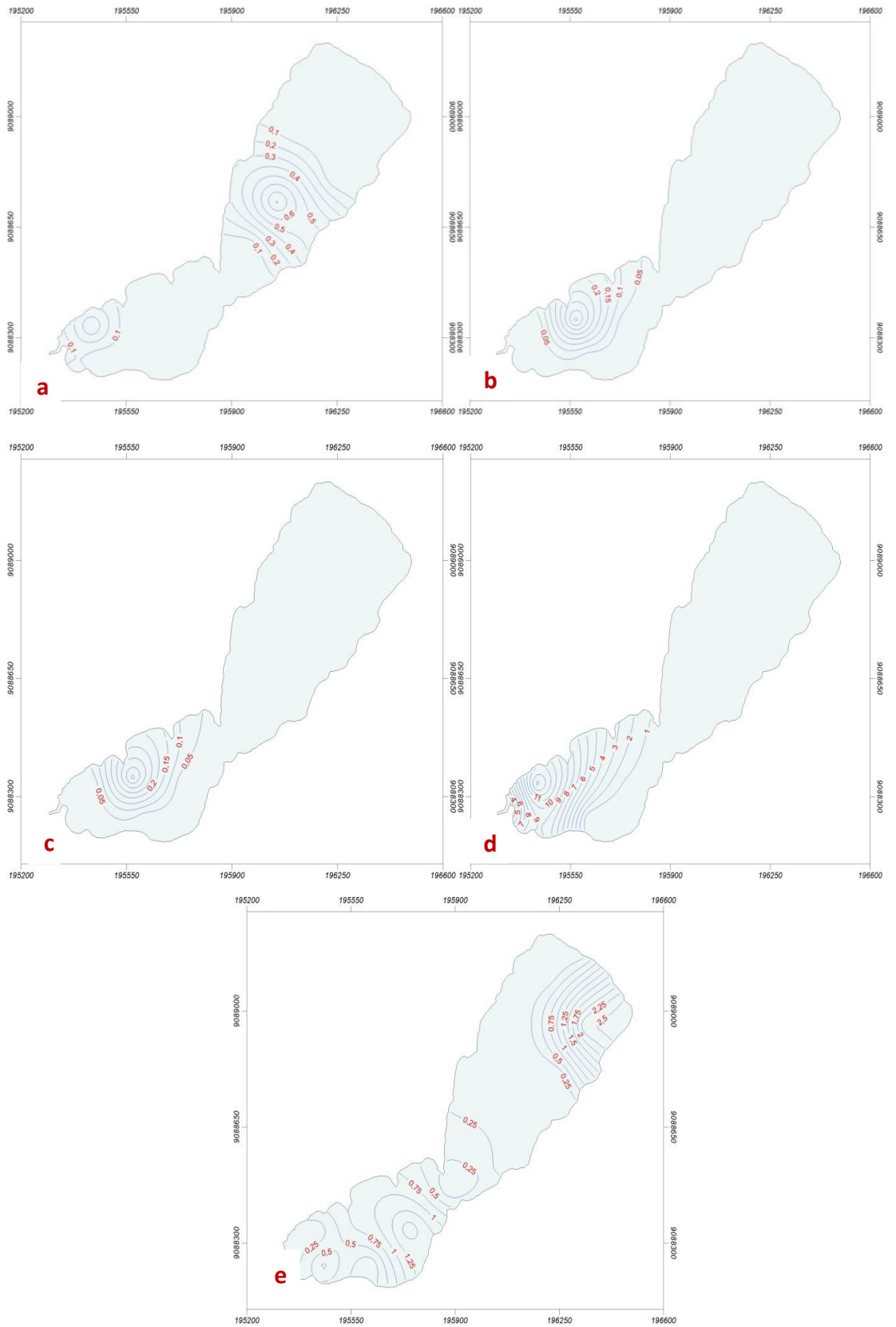
**Fig. 55.** Índice de Margalef de zoomacrobenos en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 56, se muestra que los organismos más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Crustácea con 79.6 %, seguido de Ostrácoda con 15.3%, los organismos menos abundantes fueron del grupo taxonómico Annelida con 1.3 % y Artrópoda con 0.2%.



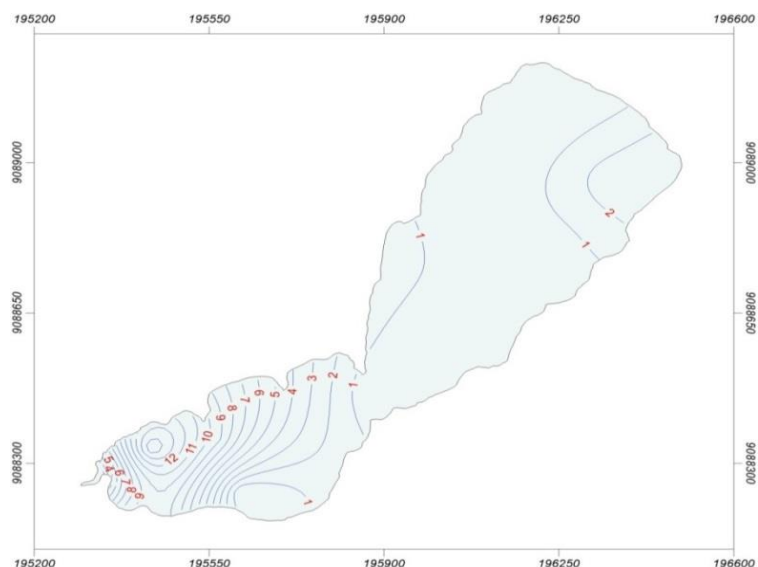
**Fig. 56.** Abundancia de zoomacrobenos por grupo taxonómico en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 57, se muestran las isopleas de la distribución de la densidad de macrozoobentos, indicándonos que la fig. (a) Amoebozoa, se encuentra distribuida en el centro superior y la salida de la laguna; la fig. (b) Annelida, (c) Arthropoda y (d) Crustácea, se encuentran distribuidas en el extremo inferior izquierdo; la fig. (e) Ostrácoda se encuentra distribuida en el extremo superior derecho y en la parte inferior del cuerpo de agua.



**Fig. 57.** Distribución de la densidad de zoomacrobenos (a) Amoebozoa, (b) Annelida, (c) Arthropoda, (d) Crustácea (e) Ostráccoda, en la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

En la fig. 58, se muestran las isolepas de la distribución de zoomacrofitos total, mostrándose que la comunidad zooplanctónica está distribuida mayoritariamente en la salida de la laguna.



**Fig. 58.** Distribución de la densidad total de zoomacrofitos de cada grupo taxonómico en la laguna Challhuacocha (Conchucos), en periodo de sequía, 2014.

- **Avifauna**

En la laguna Challhuacocha se divisó diferentes especies de aves, a continuación en la tabla 24, muestra los tipos de aves que existen y sus respectivas características (fig. 67).

**Tabla 25.** Abundancia relativa de avifauna de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014).

Nombre común	Nombre científico	Abundancia	Condición	Residencia	En peligro
Huacchua	<i>Chloephaga melanoptera.</i>	++	R	B	SI
Zambullidor	<i>Podilymbus sp.</i>	+++	R	B	NO
Garza negra	<i>Egretta ardesiaca</i>	++	M	C	NO
Garza blanca	<i>Ardea alba</i>	++	M	C	NO
Pichuchanca “gorrión”	<i>Zonotrichia capensis</i>	+	R	A	NO
Gallareta	<i>Fulica sp.</i>	+++	R	B	NO
Abundancia		Condición		Residencia	
Muy abundante	++++	M = Migratorio		A solos	
Abundante	+++	R = Residente		B pareja	
Escaso	++			C grupo	
Raro	+				

- **Flora ribereña**

La presencia de abundancia relativa, tipos y atributos medicinales de la flora ribereña de la laguna se presenta en la tabla 26, en donde se puede destacar que las plantas más abundantes son las Poaceae *Distichlis spicata* y *Stipa ichu* fig. 64.

**Tabla 26:** Abundancia semicuantitativa de flora ribereña en las diferentes estaciones muestreadas de la laguna Challhuacocha (Conchucos) en periodo de sequía, 2014.

<b>Grupo taxonómico</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Tipos</b>	<b>Atributo</b>
<b>Arterales</b>			
<b>Asteraceae</b>			
<i>Ambrosia</i> sp.	++	Arbusto	NM
<i>Ambrosia peruviana</i>	++	Arbusto	NM
<i>Baccharis glutinosa</i>	+++	Arbusto	NM
<i>Chuiraga oblongifolia</i>	++		NM
<i>Helianthus tuberosus</i>	+	Herbácea	NM
<i>Hypochaeris echegarayi</i>	++	Herbácea	M
<i>Senecio canescens</i>	++	Herbácea	M
<i>Tessaria absinthioides</i>	+++	Arbusto	NM
<i>Taraxacum officinale</i>	++	Herbácea	M
<b>Caryophyllales</b>			
<b>Cactaceae</b>			
<i>Matucana haynei</i>	++	Cactus	NM
<b>Amaranthaceae</b>			
<i>Chenopodium petiolare</i>	++	Herbácea	NM
<b>Polygonaceae</b>			
<i>Muehlenbeckia volcánica</i>	++	Herbácea	M
<b>Ceratophyllales</b>			
<b>Ceratophyllaceae</b>			
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	Acuática	NM
<b>Cornales</b>			
<b>Loasaceae</b>			
<i>Nasa magnifica</i>	++	Herbácea	M
<b>Fabales</b>			
<b>Fabaceae</b>			
<i>Psoralea glandulosa</i>	++	Herbácea	M
<b>Gentianales</b>			
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Arcytophyllum</i> sp.	+	Arbusto	M
<b>Geraniales</b>			
<b>Geraniaceae</b>			
<i>Geranium chamaense pittier</i>	++	Herbácea	NM
<b>Lamiales</b>			
<b>Calceolariaceae</b>			
<i>Calceolaria pinnata</i>	+++	Herbácea	NM
<b>Lamiaceae</b>			
<i>Mintostachys mollis</i>	+++	Herbácea	M
<i>Satureja pulchella</i>	++	Arbusto	M
<b>Orobanchaceae</b>			
<i>Bartsia diffusa</i>	++	Herbácea	NM
<b>Plantaginaceae</b>			
<i>Plantago lanceolata</i>	++	Herbácea	M
<i>Plantago major</i>	++	Herbácea	M
<b>Poales</b>			
<b>Cyperaceae</b>			
<i>Scirpus californicus</i>	+	...	NM
<i>Schoenoplectus californicus</i>	++		NM
<b>Poaceae</b>			
<i>Stipa ichu</i>	++++	Herbácea	NM
<i>Distichlis spicata</i>	++++	Herbácea	NM

<b>Ranunculales</b>			
<b>Ranunculaceae</b>			
<i>Laccopetalum giganteum</i>	++	Herbácea	M
<b>Rosales</b>			
<b>Urticaceae</b>			
<i>Urtica dioica</i>	++	Herbácea	M
<b>Abundancia</b>		<b>Atributo</b>	
Muy abundante	++++	M= Medicinal	
Abundante	+++	NM = no medicinal	
Escaso	++		
Raro	+		

### 3.9. Actividades antropogénicas

Las actividades antropogénicas que presenta la laguna Challhuacocha son:

- La crianza de ganado, donde se pudo contabilizar aproximadamente 70 unidades de ganado vacuno, así como ovino que aproximadamente eran 500 unidades; y a causa de esta actividad se dejan residuos de medicina veterinaria, que originan basura en el contorno laguna, minimizando la belleza de esta.
- El lavado de ropa por parte de las personas en el ingreso de agua de la laguna, aproximadamente de 3 a 4 familias, que al menos una vez a la semana utilizan detergentes, provocando que los fosfatos del mismo, al ser dispuestos en el agua, puedan atentar la producción microalgal río abajo afectando así a las especies que habitan en dicha laguna.
- La construcción de casas rudimentarias para ser utilizadas por personas que poseen animales para su pastoreo y la formación de caminos para el tránsito, en diferentes lugares, originando el desgaste de los bofedales, los cuales aseguran la permanencia de la laguna.
- Personas que visitan la laguna dejan desperdicios plásticos, latas de conservas y restos de sogas, produciendo acumulación de basura en el contorno laguna.
- Los bofedales que son cortados por parte de las personas que habitan cerca de la laguna para realizar cercos para sus animales o también de personas ajenas a esta, ocasionando un problema de pérdida de almacenamiento de agua y regulación de flujo hídrico de la laguna a largo plazo.

### 3.10. Potencialidades de la laguna Challhuacocha

- La laguna por su tamaño, la belleza de sus paisajes, por su valor ecológico, social y cultural podría en mediano plazo incentivar el ecoturismo.
- La laguna contribuye con la conservación de la biodiversidad aviar, por tanto sería importante considerarla como zona de reserva de aves en peligro de extinción como *Chloephaga melanoptera* (huacchua) y otras migratorias como *Egretta ardesiaca* (garza negra) y *Ardea alba* (garza blanca).
- El cultivo de trucha como actividad que permitirá incrementar el poder adquisitivo y diversificación de fuentes de alimento para las comunidades locales, reduciendo los niveles de pobreza, desnutrición y falta de empleo, aunque para esto se tendría que evaluar la posibilidad de colocar aireadores en la laguna ya que el nivel de oxígeno disuelto en la laguna es bajo en relación a la especie que se quiere cultivar.
- El cambio climático y la estrategia de captación y almacenamiento de agua en la cuenca alta. La cordillera de los andes del Perú está sufriendo descongelamiento severo. Según el CONAM (1999) en los últimos 22 a 35 años se ha perdido el 22% de la superficie glaciar (equivalente a 7 000 millones de metros cúbicos ó 10 años de consumo de agua en Lima), con un efecto mayor sobre los glaciares pequeños y de menor cota. En este sentido, se proyecta que para el 2025 los

glaciares del Perú por debajo de los 5 500 metros sobre el nivel del mar habrán desaparecido y de modo particular la Cordillera Blanca. Vargas (2009) señala que en los últimos 40 años los glaciares de las 19 cordilleras nevadas del Perú han sufrido la pérdida de su superficie en más de un 42,64% con respecto a los resultados del inventario realizado en los 1970 y la Cordillera Blanca ha disminuido su extensión de 728 a 536 km<sup>2</sup> entre 1960 y 2003. Por lo que en pocos años no sólo la serranía peruana sufrirá de estrés hídrico, sino fundamentalmente las zonas costeras. En este contexto el conocimiento conservación y manejo de la zona alta es de suma importancia y preponderancia para supervivencia del hombre en la tierra.

#### IV. DISCUSIÓN

Municipalidad de Conchucos (2013) afirma que la laguna Challhuacocha (fig. 59), se encuentra en la región zuni, que va desde los 3500 hasta 4000 msnm, en la experiencia realizada se logró comprobar que la laguna se encuentra a 3880 msnm correspondiendo a la región antes mencionada.

Andrade & Navarrete (2004) señala que en ecosistemas de alta montaña de elementos como la vegetación y el suelo, han desarrollado un gran potencial para interceptar y almacenar agua (lluvia y nieve) que es liberada en otras épocas de año; esta característica determina su valor estratégico y su importancia radica fundamentalmente en su capacidad para almacenar agua y regular los flujos hídricos superficiales y subterráneos, y filtrar el agua, protegiendo su calidad, en regiones de abundante precipitación, las montañas abastecen entre el 30 y el 60% del líquido. En términos hidrológicos, el balance hídrico de la laguna Challhuacocha, está dado por la diferencia entre las entradas y de la salida de agua, el ingreso de agua proviene de varias fuentes como precipitaciones pluviales en época de lluvia sobre la superficie de la laguna, y en época de estiaje es por escorrentía, aguas subterráneas que dependen de los bofedales y que aún en época de sequía presenta buen volumen de agua.

Los aspectos morfométricos; la longitud máxima y anchura máxima, no presentan valores aproximados, dando como resultado que el cuerpo de agua tiene forma irregular. En las lagunas de la costa, Fukushima & Schneider (1975 in Saldaña 1976), se ve que todos estos cuerpos de aguas son someros y de longitud que es casi el doble que el ancho; mientras que la laguna Challhuacocha presentaba una longitud el triple del ancho y su cuenca esta generada por una planicie aluvial flanqueada de cerros por tanto su morfología obedece a esta característica geológica y el desarrollo de su volumen se aleja de uno.

Fukushima & Shimokawa (1987) dicen que las lagunas largas son cuerpos de agua altoandinas, de naturaleza oligotrófica que estarían constituidas por características morfoedáficas disímiles, en cuanto a las lagunas media y baja, está en su mayoría conformada por depósitos lagunares y glaciares constituida por alternancia de areniscas, cuarcitas y lutitas. En función a sus características morfométricas y su volumen la laguna Challhuacocha se puede calificar como laguna larga, según lo mencionado por los autores anteriores, pues adopta las características mencionadas.

En un estudio limnológico de la laguna Llanganuco, Benites (1999) realizó un muestreo batimétrico donde encontró una superficie de 548 120 m<sup>2</sup>, el volumen de agua se estimó en 11 443 m<sup>3</sup> con una profundidad promedio de 28 m, así mismo en el estudio de la laguna Challhuacocha se encontró un área de 416 591m<sup>2</sup>, teniendo una semejanza con la superficie de la laguna Llanganuco, pero el volumen de agua fue de 6 545 507 m<sup>3</sup>, notándose la gran diferencia entre ambas lagunas; mientras que el comportamiento de las profundidades en la laguna Challhuacocha variaron pues se encontraron profundidades desde 0.1 m hasta 31 m y en promedio fue de 14.50 m, mostrando una dinámica muy cambiante en el fondo de la laguna.



Tomando como referencia el área con el volumen total y relacionándolas con las fluctuaciones de nivel, la laguna muestra un incremento del nivel del agua durante el periodo de lluvia el cual crece 30 a 40 cm y es de manera significativa, esto nos da una idea que este cuerpo de agua puede ser utilizado para su aprovechamiento acuícola, sea mediante la instalación de jaulas o la construcción de corrales en las zonas someras de fácil accesibilidad. La longitud de la línea de orilla es relativa pues está sujeta a las variaciones del nivel de agua, propias de las épocas de lluvia, creciente, estiaje, o invierno con poca aportación de agua y con respecto al desarrollo de la línea de orilla ésta presentó irregularidad por la cantidad de entrantes y salientes.

En un informe técnico realizado por Building Company S.A.C. (2010), manifiesta que el caudal promedio anual calculado en la cuenca de la laguna Challhuacocha es de  $0.21 \text{ m}^3/\text{s}$ . En el muestreo realizado en dicha laguna se obtuvo un caudal de  $0.44 \text{ m}^3/\text{s}$  en lo que respecta a la salida de agua de la laguna; siendo este dato diferente al encontrado en el informe anterior, la diferencia se puede dar por la época en que se realizó el estudio “época de sequía”, a diferencia del informe técnico el cual fue realizado en el transcurso de un año completo, pudiéndose encontrar caudales diferentes.

En otro ámbito, el clima de la laguna Challhuacocha es frígido y seco propio de la región puna, la temperatura ambiental media según Building Company S.A.C. (2010c), es de  $10.77 \text{ }^\circ\text{C}$  y su temperatura máxima absoluta es de  $16.56 \text{ }^\circ\text{C}$  y la mínima de  $-11.26 \text{ }^\circ\text{C}$  en el mes de enero cuando se realizó el informe técnico, donde el clima en este mes es algo abrumador por las constantes lluvias; por otro lado el estudio que se realizó en la laguna Challhuacocha, en época de sequía donde la temperatura ambiental que se registró fue cambiante, en ella la temperatura ambiental fluctuaba entre  $10.5\text{--}20^\circ\text{C}$ , siendo más elevada en algunas horas del día, a diferencia de la temperatura del agua de la laguna, fue en promedio de  $10.9 \text{ }^\circ\text{C}$  no siendo cambiante, siendo así una ventaja en un posible desarrollo de la acuicultura. Chura & Mollocondo (2009) hicieron estudios en el Lago Titicaca para determinar si se podía desarrollar la acuicultura, encontrando que el oxígeno disuelto del lago es de  $7 \text{ mg.l}^{-1}$ , los valores más altos se registran en invierno debido al aumento de la solubilidad del oxígeno que acompaña la disminución de la temperatura de las aguas; así mismo, el contenido de oxígeno, la temperatura promedio del agua del Titicaca fluctúa entre  $11.2$  y  $14.35 \text{ }^\circ\text{C}$ , donde se concluyó que la calidad del agua del lago y su cuenca es favorable para desarrollar actividades de acuicultura, particularmente del cultivo de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* en jaulas flotantes, de amplia difusión y aceptación. En la laguna Challhuacocha el nivel de oxígeno encontrado fue bajo, con un promedio de  $3.6 \text{ mg.l}^{-1}$  en comparación del estudio realizado por los autores anteriores, siendo este un inconveniente para el cultivo de trucha ya que el rango de oxígeno es bajo para la crianza de esta especie; por lo que el cultivo de esta especie podría darse a nivel extensivo.

Valores de pH de 6.5 - 8.5 son valores ligeramente alcalinos buenos para la piscicultura (MGAP-DINARA-FAO, 2010) y Stevenson (1985). En lo que respecta al pH de la laguna Challhuacocha, ésta presentó valores de 7.40 a 8.15 siendo así aguas ligeramente alcalinas; Wheaton (1993) sostiene que estas aguas que presentan valores de pH cerca de la neutralidad son completamente seguras para los peces, incrementando así las posibilidades de hacer cultivos de trucha. En lo referente a los nitritos se ha observado que las concentraciones fueron nulas, lo que nos lleva a conjeturar que este cuerpo de agua es oligotrófico.

De acuerdo con Reynolds (1988), la comunidad fitoplanctónica se estructura en relación a la disponibilidad de luz y nutrientes, en ambientes con disponibilidad de nutrientes, predominan organismos oportunistas, de rápido crecimiento y reproducción, generalmente de pequeño tamaño y alta relación superficie/volumen. En la laguna Challhuacocha el color del agua fue verde oscuro en la mayoría del cuerpo de agua, a diferencia de la salida que fue transparente y alrededor de ella se encontraba vegetación y materia orgánica en descomposición, donde se

encontró mayor número de organismos concentrados en esta estación, mostrando una relación entre nutrientes y luz, corroborando lo mencionado con el autor anterior, y así también en el cuerpo de agua se registraron un total de 47 especies fitoplanctónicas en agua superficial, en media agua se encontró 44 especies, indicándonos que en la laguna Challhuacocha existe suficiente disponibilidad de luz y nutrientes por descomposición de materia, donde el fitoplancton se desarrolla de manera rápida.

El fitoplancton es un excelente indicador alternativo debido a sus ciclos biológicos reducidos que son un reflejo de los cambios en los parámetros abióticos y del estrés ambiental, en tanto el muestreo es sencillo y rápido (Silva *et al.*, 2006) y (Amador *et al.*, 2011). En el contexto, las Bacillariophyceae son excelentes bioindicadores autotróficos en la calidad de agua por acción de los nutrientes, pH y conductividad, al actuar sobre su estructura y ensamblaje (Silva *et al.*, 2006, Abuhatab-Aragón & Donato-Rondón, 2012). En el estudio de la laguna Challhuacocha se encontró que el grupo taxonómico más abundante fue Bacillariophyceae tanto en agua superficial y media agua, demostrando que tiene una clara predominancia sobre el resto de grupos y que tiene un desarrollo rápido; e indicando así que la laguna de estudio posee calidad de agua, concordando con lo mencionado por el autor anterior.

*Navicula*, *Pinnularia* y *Ephitemia* son especies de Bacillariophyceae de amplia distribución en los ambientes dulceacuícolas (Vouilloud *et al.*, 2005, Cuesta *et al.*, 2007). En la laguna Challhuacocha se encontró estas especies en la mayoría de las estaciones muestreadas. Los géneros de fitoplancton con mayor dominancia numérica fueron tres: *Ephitemia*, *Grammatophora* y *Fragilaria* y en cuanto a las Cyanophyta fue *Merismopedia*. La diatomea *Navicula* es un género considerado tolerante a la contaminación y su dominancia, señala sitios altamente perturbados (Bellinger & Sigee, 2010). En la laguna de estudio se encontró el género *Navicula* pero no fue de manera significativa, indicándonos que la laguna no se encuentra perturbada. Por otro lado *Cocconeis* es considerado una especie de diatomea de contaminación moderada (Bellinger & Sigee, 2010), las cuales también se encontraron en este ecosistema pero mínimamente.

Los macroinvertebrados debido a su naturaleza sedentaria permiten un análisis adecuado del efecto de las perturbaciones, su taxonomía es bien conocida y se tienen numerosos métodos para su análisis que incluyen los índices bióticos (Silva *et al.*, 2006). En los copépodos microinvertebrados, la predominancia numérica de estadios tempranos de desarrollo, nauplios y metanauplios es el patrón más común, registrándose en diferentes hábitats dulceacuícolas como los humedales de Ventanilla (Callao, Perú) (Moreno, 2003) y así también se encontró en el estudio realizado en la laguna Challhuacocha etapas iniciales de copépodos microinvertebrados indicándonos que las altas densidades de formas inmaduras son resultados de una continua y constante reproducción de estos organismos.

La existencia de formas inmaduras es de gran importancia para la estructura comunitaria del zooplancton y también a los aspectos tróficos, ya que son formas claves para el desarrollo de otras formas de vida, contribuyendo en el equilibrio ecosistémico debido a que las fases tempranas pueden ocupar nichos diferentes que los adultos (Neves *et al.*, 2003). En la laguna de estudio se evidenció la presencia de formas inmaduras de zooplancton como nauplios, metanauplios, los cuales indican que estos son de importancia porque forman parte del eslabón de la cadena alimenticia, siendo beneficioso en un futuro desarrollo de acuicultura en la laguna Challhuacocha.

Los copépodos, constituyen el segundo eslabón de la cadena alimenticia en un sistema acuático, y a su vez, son alimentos de larvas; por lo tanto los microcrustáceos son un vehículo eficiente para transferir la energía, generada y almacenada de los productos primarios hacia los

consumidores secundarios (Garibotti *et al.*, 2009). En relación a la diversidad del zooplancton en la laguna estudiada se observaron un total de 16 géneros; en zoomacrofitos se observaron 5 géneros para cada grupo trófico. Respecto a la composición poblacional zooplanctónica, el grupo taxonómico Copépoda fue el grupo dominante en todas las estaciones, evidenciándose su predominancia sobre los demás grupos indicándonos que el grupo taxonómico copépoda es de suma importancia ya que son alimento para otras especies.

En las especies de cladóceros grandes, principalmente Daphniidae, están relacionadas con una mejor calidad del agua, por el control del fitoplancton por herbivoría; en cambio la predominancia de pequeños cladóceros está relacionada con aguas más eutróficas (Santos-Wisniewski *et al.*, 2002). En el presente estudio se encontró la especie *Daphnia* no mostrándose ser dominante, y encontrándose en su mayoría en la fase adulta, pudiendo ello indicar que la laguna posee una buena calidad de agua.

Es importante tener en cuenta que al calcularse los índices de diversidad a nivel de orden, es de esperarse que no tengan un resultado alto por ser grupos muy generales (Pinilla & Zuluaga, 2009); por este motivo, recomiendan un estudio de diversidad a nivel de familia o incluso género, en especial de los órdenes más abundantes. En consecuencia en el estudio, se realizó cálculos de los índices de biodiversidad a nivel de grupo taxonómico para así determinar cuáles fueron los géneros y densidades más abundantes; por lo que el índice de Simpson en el muestreo fitoplancton de agua superficial (fig. 19), para la comunidad fitoplanctónica muestra que existe fuerte dominancia en más del 50 % de las estaciones; y en el muestreo de media agua (fig. 27), para la comunidad fitoplanctónica se puede observar que 9 estaciones presentaron fuerte dominancia, y el resto una dominancia moderada. En el caso de zooplancton (fig. 35), se evidencia que existe fuerte dominancia en más del 50 % de las estaciones.

En cuanto a los valores de Shannon-Wiener encontrados en la comunidad fitoplanctónica de agua superficial (fig. 20), 9 estaciones tienen nivel de conservación ecosistémico crítico y sólo 7 que superan 1 bits.ind<sup>-1</sup> indicando que existe estructura comunitaria precaria; en media agua (fig. 28), pudiéndose observar que sólo 3 estaciones tienen mayor a 3 bits.ind<sup>-1</sup>, es decir que muestra un nivel de conservación ecosistémico compatible, 2 estaciones de 2-3 bits.ind<sup>-1</sup> mostrando nivel moderado, 8 estaciones de 1-2 bits.ind<sup>-1</sup> indicando un nivel severo y 2 estaciones nivel crítico. En el caso de zooplancton (fig. 36), muestra que 6 estaciones superan a 2-3 bits.ind<sup>-1</sup>, mostrando un nivel de conservación moderado, el resto muestra un nivel de conservación comunitario precario. En un estudio similar realizado por Hernández & Tapia (1981), en el lago de Tequesquitengo (Morelos, México), indica que los valores de Shannon-Wiener encontrados en las 8 estaciones de muestreo en periodo primaveral es de 1.79 bits.ind<sup>-1</sup> en fitoplancton de agua superficial son similares a los encontrados en la laguna Challhuacocha ya sea porque fueron tomados en la misma época.

Para los valores de la equidad de Pielou en el muestreo de agua superficial (fig. 21), la comunidad fitoplanctónica muestra que más del 90% de las estaciones indican que todas las especies son igualmente abundantes; y en el muestreo de la comunidad fitoplanctónica de media agua (fig. 29), se puede observar más del 60% de las estaciones indican que todas las especies son igualmente abundantes, esto nos indica que en toda la laguna Challhuacocha existe las mismas especies y en la misma proporción, tanto en la parte superficial y media. En el caso de zooplancton (fig. 37), 2 estaciones alcanzaron el valor de 1, indicando que son más abundantes que las demás estaciones.

El fitomacrofitos en todas las estaciones estuvo representado por mayor cantidad por el grupo taxonómico Bacillariophyta (fig. 41), a excepción, de las estaciones L y E2, en donde las densidades fueron muy pequeñas. Ya que las Bacillariophytas son unos excelentes

bioindicadores de la calidad del medio, debido a que están adaptadas a condiciones químicas y físicas muy particulares, y si ocurriera algo en el lugar como cambio de acidez, concentración de nutrientes, transparencia del agua, corrientes u otras alteraciones producto de la actividad humana, la manera en que reaccionen las poblaciones de diatomeas serán esenciales para avisar de que algo no va bien en ese lugar (Novelo, 2012). El índice de Simpson (fig. 43), fitomicrobentos muestra que existe fuerte dominancia en más del 50 % de las estaciones. En cuanto a los valores de Shannon-Wiener (fig. 44), 4 estaciones tienen valores mayores a 3 bits.ind<sup>-1</sup> mostrando un nivel de conservación ecosistémico compatible, 6 estaciones indican un nivel de conservación ecosistémico moderado y 2 estaciones nivel de conservación ecosistémico precario. Para los valores de la equidad de Pielou en fitomicrobentos (fig. 45), muestra que 1 estación alcanzó el valor de 1 bits.ind<sup>-1</sup>, indicando que es más abundante que las demás estaciones. Y para el índice de Margalef (fig. 46), se muestra que el 75% de las estaciones tienen alta biodiversidad, y el 25% baja biodiversidad.

En zoomacrofitos en todas las estaciones estuvo representado por el grupo taxonómico crustacea (fig. 50), y a excepción de las estaciones A1, A3 y B1 las densidades fueron muy pequeñas. El índice de Simpson (fig.52), para la zoomacrofitos muestra que el 50% es moderadamente dominante y el otro 50% no tiene dominancia. En cuanto a los valores de Shannon-Wiener (fig. 53), solo 1 estación está por debajo de 1 bit.ind<sup>-1</sup> mostrando un nivel de conservación ecosistémico severo y el resto de estaciones muestra un nivel de conservación ecosistémico crítico. Para los valores de la Equidad de Pielou en zoomacrofitos (fig. 54), muestras que el 50% de las estaciones son igualmente abundantes y el otro 50% no lo son. Y para el índice de Margalef (fig. 55), el 50% de las estaciones tienen mayor biodiversidad, y el otro 50% baja biodiversidad.

En fitoplancton de agua superficial las algas más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Cyanophyta con 52.9 %, y las menos abundantes fueron los Euglenophyta con 0.17% (fig. 22). En el caso de fitoplancton para media agua las algas más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Bacillariophyta con 64.6 %, las algas menos abundantes fueron las Dynophyta con 0.3% (fig. 30). En zooplancton los organismos más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Copépoda con 26.5%, y los organismos menos abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Amoebozoa con 0.2% y Ostrácoda con 0.2% (fig. 38). Para fitomicrobentos el grupo taxonómico más abundante fue el de las Bacillariophyta con 99.7 %, y los grupos taxonómicos menos abundantes fueron Chlorophyta y Euglenophyta con 0.05% y Charophyta 0.03% (fig. 47). Para el caso de zoomacrofitos los organismos más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Crustacea con 79.6 %, los organismos menos abundantes fueron los del grupo taxonómico Artrópoda con 0.2% (fig. 56). Esto es importante rescatar ya que los crustáceos son descomponedores fundamentales en el ciclo de nutrientes y no solo esto ya que hay una son la fuente principal de alimento de trucha nativa que existe en el lugar.

El hombre siempre ha sido el principal agente de conservación o destrucción de su hábitat natural. Para satisfacer sus necesidades inmediatas de alimentos o leña, muchas veces se explota la flora y fauna sin pensar en su reposición futura, ello ha puesto en peligro de existencia muchas especies animales y vegetales (Municipalidad Distrital de Conchucos, 2013). En el distrito de Conchucos existe todavía una gran diversidad de flora y fauna debido a que hay una gran diversidad de microclimas, por lo que es considerado como el distrito más fértil de la provincia de Pallasca; además existe la presencia de una gran variedad de plantas silvestres utilizadas mayormente en medicina tradicional, artesanía, madera y forraje (Building Company S.A.C., 2010). Dentro de las especies de plantas que podemos encontrar tenemos: medicinales o aromáticas como: paqra *Laccopetalum giganteum*, menta *Mentha spicata*, manzanilla *Chamaemelum nobile*, cedrón *Aloysia citrodora*, anís *Pimpinella anisum*, matico *Buddleja globosa*, etc., leña y madera como :eucalipto *Eucalyptus* sp., queñual *Polylepis* sp., alizo *Alnus*

*glutinosa*, etc. y plantas ornamentales como: maro *Teucrium marum*, copcho *Lupinus mutabilis*, zarzamora *Rubus* sp., rima rima *Euterpe edulis*, helechos *Pteridium aquilinum* y diferentes tipos de cactáceas. Con relación a la flora encontrada en las inmediaciones en la laguna Challhuacochoa está compuesta generalmente por pastos, arbustos y cultivos adaptados a las condiciones agroclimáticas y topográficas del lugar.

Según el MINAM (2010), los ecosistemas están definidos por la fisionomía y composición de la vegetación: los bofedales, los pajonales de puna, los matorrales andinos, el césped de puna y la vegetación de roquedales. Los bofedales se definen como las extensiones de marismas, pantanos y tuberías superficiales cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancados o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentre dentro del humedal (Renama, 2010). Esta generalidad es coherente con las observaciones del ecosistema adyacente a la laguna Challhuacochoa, caracterizado por ser un bofedal de puna, en donde se pudo encontrar una gran cantidad y abundancia de especies de Poaceae. *Distichlis spicata* y *Stipa ichu* (tabla 26), son especies de suma importancia para el mantenimiento del bofedal ya que sus raíces almacenan el agua y regulan el flujo hídrico de la laguna, reduciendo inundaciones y amortiguando sequías.

En otro contexto en la laguna Challhuacochoa se puede apreciar una gran variedad de fauna: zorro, puma, vizcacha, huacchua negra y blanca, cóndor, venado, taruka, búho, entre otros, que habitan esta zona (Building Company S.A.C., 2010). En el estudio realizado se pudo observar sólo algunos de estos animales, principalmente aves como huacchuas *Chloephaga melanoptera*, zambullidores *Podilymbus* sp. y gallaretas *Fulica* sp., garzas *Egretta ardesiaca* y *Ardea alba*, las que contribuyen con la riqueza aviar de la laguna. La diversidad aviar depende de muchos factores, sin embargo, la estructura de la vegetación puede ser la más importante de estos, la vegetación establece condiciones para refugio, anidación y adquisición de alimentos, que son necesarios para la supervivencia de las aves, por lo tanto es de esperarse, que si cambia la estructura de la vegetación se altere los factores de supervivencia, y por lo tanto cambie la comunidad de especies de aves (Mc. Arthur *et al.*, 1981).

Las aves silvestres pueden ser indicadores de cambio climático (Buermann *et al.*, 2011, Still *et al.*, 1999). Se predice que las especies endémicas que viven en lo alto de las montañas serían las más afectadas al cambio climático (Sekercioglu *et al.*, 2011). En la laguna Challhuacochoa es importante señalar las especies como huacchuas *Chloephaga melanoptera*, especie en peligro de extinción, por su poca frecuencia en la zona. También hay otras especies como zambullidores *Podilymbus* sp. y gallareta *Fulica* sp. y gorrión *Zonotrichia capensis*, que son residentes de dicha laguna y ello guardando relación con la altitud y la estructura vertical de esta.

En la puna por estar especializada en generar pasturas naturales, hombre se concentra en la crianza de ganado vacunos, ovinos y caprinos, y el manejo de los mismos se constituyen en uno de los principales factores de la pérdida progresiva de la biodiversidad en esta zona de vida natural (Municipalidad Distrital de Conchucos, 2013). En la laguna Challhuacochoa se pudo observar que el sobrepastoreo reduce la utilidad y la productividad de la biodiversidad de la tierra y es una de las causas de la desertificación y erosión. En un estudio que realizó Quiroga *et al.*, (2006) mencionan que en el pastizal de cumbre de las Sierras de Humaya-Argentina, la acción permanente de los herbívoros domésticos impacta negativamente en el ambiente biofísico, el mantenimiento de un punto de una alta carga en el ecosistema conserva estructura vegetales con una baja acumulación de biomasa, y modifica severamente la infiltración de agua en el suelo, favoreciendo los procesos erosivos.

En un informe técnico realizado por la Renama (2010) en Cajamarca, sobre las observaciones y comentarios al estudio de impacto ambiental del proyecto Conga, se encontró especies de flores endémicas como son *Laccopetalum giganteum* y *Ascidogyne sanchezvegae*, categorizadas en peligro crítico, y en estado vulnerable según UIC. En los alrededores de la laguna Challhuacocha se pudo encontrar la especie endémica *Laccopetalum giganteum* (pacra) una flor muy hermosa y muy valioso por su valor medicinal en la zona, motivo el que la gente lo depreda y poco a poco va desapareciendo. Sanchez & Dillon (2006), menciona que *Laccopetalum giganteum* es representativa de las zonas altoandinas de la parte norte del Perú, su conservación es importante porque se encuentran en la lista de categorización de especies amenazadas según el decreto supremo 043-2006-AG, en la categoría de amenazas de peligro crítico (CR) en el libro rojo de las plantas endémicas del Perú.

Igualmente en el estudio de flora ribereña en la laguna Challhuacocha se encontró vegetación como *Distichia* sp., géneros como juncaceae, mostrando también que la flora es afectada más por la construcción de caminos para el desplazamiento de las personas que habitan cerca de la laguna y también por las que desplazan con ganado para su debido pastoreo, impactando al ecosistema de la laguna. Dentro de hábitats homogéneos, la estructura de la vegetación es un factor determinante e incluso suficiente para explicar la riqueza de especies de aves, mediante las asociaciones formadas de estas con la vegetación (Macarthur, 1964).

Las principales fuentes de perturbación causadas en el ecosistema acuático por el hombre están relacionadas con la contaminación de origen doméstico, industrial, agrícola, minero y deforestación, perturbaciones que pueden ser directas como la regulación del flujo y desviación del agua, destrucción del hábitat, dragado, revestimiento, canalización, construcción de presas, alteración de temperatura, pH, vertimiento de aguas servidas, vertimientos de tóxicos (metales pesados, pesticidas), manipulación de la cadena alimenticia (especies exóticas) (Roldan, 1999). Con relación a los impactos de carácter antropogénico en la laguna Challhuacocha y su área de influencia se encontró en las orillas de esta, desechos de pesticidas y medicina que se le proporciona al ganado vacuno y ovino; y aunque la cantidad fue pequeña, sin embargo por el carácter poco degradable de los envases en el largo plazo puede causar perturbación a dicha laguna y su entorno, eventualmente los tóxicos pueden causar toxicidad aguda. Las personas que visitan la laguna dejan desperdicios plásticos, latas de conserva, restos de sogas, produciendo acumulación de basura en el contorno de la laguna.

Además hay perturbaciones indirectas producto de prácticas forestales, quemadas, construcción de vías, substracción de agua, canales de desvío y prácticas agrícolas (Roldan, 1999). En la laguna Challhuacocha también observó que presentaba perturbaciones como las construcciones de vías para el desplazamiento de ganado y de personas, construcción de casas rudimentarias, el lavado de ropa es también otro factor perjudicial para el agua, ya que la composición de los químicos contienen sustancias tóxicas que afectan la bioecología de flora y fauna que habita en el agua.

## V. CONCLUSIONES

- La forma de la laguna en época de sequía es irregular, con un área de 41.659 ha, con una longitud máxima de 1379 m, anchura máxima es de 414 m. El lecho de la laguna posee una forma irregular con una profundidad máxima 35 m, correspondiendo un valor de 15.71 m para la profundidad media. El volumen total aproximado 6 545 507 m<sup>3</sup>, este volumen es importante porque puede permitir la posible actividad truchicola extensiva. Las fuentes de abastecimiento de agua en la laguna Challhuacocha ocurre principalmente por aguas pluviales, y también debidos al escurrimiento de los bofedales de su microcuenca. La laguna cuenta con una sola salida, cuyo caudal se estimó en 0.44 m<sup>3</sup>/s.
- En factores meteorológicos la velocidad de viento en promedio fue de 4.5 m/s, considerándose el valor como alto y relacionado con la homogeneidad de la columna de agua y la dirección fue de noreste – sureste.
- Los parámetros físicos indican una presumible estabilidad de temperatura ambiental y en cuanto a la temperatura del agua no presentó termoclina entre la parte superior y media agua de la laguna, registrando la temperatura promedio de 11 °C. La transparencia fue en promedio 4.45 m; el color aparente en todas las estaciones fue variado siendo el más frecuente el color verde oscuro. En cuanto a la profundidad promedio fue de 14.5 m.
- En los factores químicos el pH se encontró ligeramente alcalino, con un promedio de 7.8. La concentración de oxígeno disuelto en promedio fue de 3.6 mg l<sup>-1</sup>, indicándonos que es bajo, y aparentemente relacionado con la materia orgánica del fondo, pues esta presentó valores elevados siendo en promedio es 16.3%, con un máximo de 27.3 %. Los nitritos presentaron valores de cero en todas estaciones monitoreadas.
- En fitoplancton de agua superficial las microalgas más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Cyanophyta con 52.9 %, y las menos abundantes fueron los Euglenophyta con 0.17%. En el caso de fitoplancton para media agua las microalgas más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Bacillariophyta con 64.6 %, las microalgas menos abundantes fueron las Dynophyta con 0.3%.
- En zooplancton los organismos más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico de los Copépoda con 26.5 %, y los organismos menos abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Amoebozoa con 0.2% y Ostrácoda con 0.2%.
- En fitomicrobentos, el grupo taxonómico más abundante fue Bacillariophyta con 99.7 %, y los grupos taxonómicos menos abundantes fueron Chlorophyta y Euglenophyta con 0.05% y Charophyta 0.03%. Para el caso del zoomacrofitos la abundancia especies fue precaria y los organismos más abundantes pertenecieron al grupo taxonómico Crustácea con 79.6 %, los organismos menos abundantes fueron los del grupo taxonómico Artrópoda con 0.2%.
- La avifauna estuvo conformada por 6 especies de aves siendo la más importante *Chloephaga melanoptera*, “huacchua” quienes habitan en la laguna y están en peligro de extinción y en cuanto a la flora ribereña, las especies que presentaron mayor abundancia fueron *Distichlis spicata* y *Stipa ichu*.
- Las actividades antropogénicas que presenta la laguna Challhuacocha son: la crianza de ganado vacuno y ovino, el lavado de ropa utilizando detergentes, la formación de caminos, la construcción de casas y personas que visitan la laguna dejando desperdicios. Otro factor de perturbación, son los drenes de bofedales por parte de personas que habitan en las inmediaciones, lo que es de gran preocupación, ya que atenta en contra de las fuentes de almacenamiento y escurrimiento de agua para la laguna.
- La laguna Challhuacocha reúne las condiciones óptimas para el desarrollo del turismo por la belleza de sus paisajes y por la flora y fauna de sus alrededores y desarrollo de la truchicultura

pues reúne la mayoría de las características para su desarrollo, sin embargo se tiene que tomar en cuenta el bajo nivel de oxígeno disuelto en el agua, de donde se tendría buscar una alternativa de solución como por ejemplo aireadores, que proporcionen los valores óptimos de oxígeno para que así la truchicultura prospere y pueda permitir incrementar el poder adquisitivo y diversificación de fuentes de alimento para las comunidades locales, reduciendo los niveles de pobreza y falta de empleo.

## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios complementarios anuales, tanto en periodo de lluvias y sequías; dentro de estos hacer los estudios de parámetros físicos, químicos y biológicos y así reforzar los estudios realizados en trabajos de investigación.
- Realizar un estudio más detallado de las características físicas como son registros de temperatura de agua durante las 24 horas con el fin de determinar el comportamiento de la laguna y saber si hay termoclina; ya que por algunas características encontradas se podría decir que es un lago y no laguna.
- Realizar el estudio más detallado de la hidrología del cuerpo de agua.
- Ejecutar un estudio descriptivo de la naturaleza del fondo desde el punto de vista físico, químico y biológico por su importancia en el rol de la productividad

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abuhatab-Aragón, Y.A. & J. C. Donato-Rondón, 2012. *Cocconeis placentula* y *Achnanthydium minutissimum* especies indicadoras de arroyos oligotróficos andinos. *Revista Caldasia*, 34: 205-212. Bogotá – Colombia.
- Acosta, F., M. Cadima & M. Maldonado. 2003. Patrones espaciales de la comunidad planctónica lacustre en un gradiente geofísico y bioclimático en Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. 13: 31-53. Cochabamba – Bolivia.
- Acosta, F. 2005. Caracterización del Zooplankton de lagunas en la llanura inundable del río Ichilo. Cochabamba, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología*. 17: 01-14.
- Acuy, Y. & C. Pulido. 2005. Perú - Informe anual - Censo Neotropical de Aves Acuáticas. *Revista Wetlands international*. Lima, Perú. p. 1-15.
- Almendares, R., R. Avelar & M. González. 2009. Política de Agua: Ampliación de la cobertura gestión descentralizada del agua institucionalización del pago de servicios ambientales. Edit. Comunicación y Mercadeo, S.A. de C.V. El salvador, Centroamérica. p. 13-40.
- Al-Handal, A. & K. Al-Rekabi. 1994. Las diatomeas de laguna turbia en el Golfo Árabe Noroeste. *Revista hidrobiología*. 33(1/2/3):17-38.
- Alvarado, R. 1999. Estudio de algunas características Físico-Químico de interés y su influencia en los organismos en la laguna de “Llanganuco”. Informe de investigación. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú. 14 p.
- Amador, V. D., S. L. Álvarez, & G.M.L. Gallardo. 2011. Potencialidades de las cianobacterias planctónicas como bioindicadores de estrés ambiental en ecosistemas costeros. *Serie Oceanológica*, 9: 112-117.
- Anaya, O. 2012. Caracterización morfométricas de la Cuenca Hidrográfica Chinchao, distrito de Chinchao, provincia Huánuco, región Huánuco. Práctica Pre Profesional. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. p. 1-79.
- Andrade A. & F. Navarrete 2004. Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA. México D.F., México. 111p.



- Astrálaga, M., X. Barrera, & R. Montañés. 2005. Estrategia regional de conservación y uso sostenible de los humedales alto andinos. p: 21- 48. In Taller para la edición del documento de estrategia de humedales alto andinos. Salta, Argentina.
- Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publ. Espec. *Inst. Esp. Oceanogr.* (1):1-310.
- Barceló, D. 2008. Aguas continentales - Gestión de recursos hídricos, tratamiento y calidad del agua. Edit. Proyectos y Producciones Editoriales, S.A. Madrid. p. 1-227.
- Benites, M. 1999. Estudio de algunas de las características limnológicas (temperatura, oxígeno, transparencia, profundidad, productividad, fitoplancton y bentos), de la laguna "Llanganuco". Parque Nacional Huascarán-Ancash. Informe de investigación. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú. 13p.
- Bellinger, E.G. & D.C. Sigeo. 2010. Freshwater algae Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell. Oxford, UK. 271 p.
- Blume, L. J., B. A. Schumacher, P. W. Shaffer et al. 1990. Manual de métodos para estudios de deposición ácida análisis de laboratorio de química del suelo. Agencia de Protección Ambiental U. S., Las Vegas, NV
- Brack, A. 2000. Biodiversidad y biocomercio en el Perú. Informe para CONAM y UNTAD. Lima, Perú. 100p.
- Brack, A., C. Ipenza, J. Álvarez & V. Sotero. 2011. Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio - Una bomba de tiempo, Ministerio del Ambiente, abril del 2011. Edit. Súper Gráfica E.I.R.L. Lima, Perú. 54p.
- Buermann, W., Chaves, J. A., Dudley, R., McGuire, J. A., Smith, T. B. & Altshuler, D. L. (2011). Los cambios previos en la distribución y el rendimiento en el vuelo alzado de los colibríes neotropicales montanos en respuesta al cambio climático. *Revista de Biología Cambio Mundial*, 17, 1671-1680
- Building Company S.A.C. 2010(a). Estudio de impacto ambiental - Construcción de la represa Challhuacocha, distrito de Conchucos, provincia de Pallasca, departamento de Ancash (a nivel de perfil). Autoridad Nacional del Agua. Conchucos, Perú. p. 1-12.
- Building Company S.A.C. 2010(b). Construcción de la represa Challhuacocha, distrito de Conchucos, provincia de Pallasca, departamento de Ancash – Hidrología. Conchucos, Perú. p. 1-42.
- Building Company S.A.C. 2010(c). Proyecto: Construcción de la presa Chalhuacocha distrito de Conchucos, Provincia de Pallasca, Región Ancash (informe técnico) Geología, geotecnia y estudio de canteras con fines de cimentación de la represa Chalhuacocha. Autoridad Nacional del Agua. Conchucos, Perú. p. 1-39.
- Building Company S.A.C. 2010(d). Construcción de la represa Challhuacocha, distrito de Conchucos, provincia de Pallasca, departamento de Ancash (perfil técnico). Autoridad Nacional del Agua. Conchucos, Perú. p. 1-83.
- Casallas, J. & G. Gunkel. 2001. Algunos aspectos limnológico de un lago altoandino: el lago San Pablo, Ecuador. *Revista Limnetica* 20(2): 215-232.
- Cerna M. 2013. Calidad Ambiental del Río el Cedro, Santa Cruz de Succhubamba- Cajamarca con fines de uso truchícola. Tesis. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.
- CONAM 1999. Perú: Vulnerabilidad Frente al Cambio Climático. Aproximaciones a la experiencia con el fenómeno El Niño.
- Chocano, L. 2005. Las zonas Altoandinas Peruanas y su Ictiofauna Endémica. *Revista Digital Universitaria, Perú.* 6(8): 1-13.
- Chura, R. & H. Mollocondo. 2009. Desarrollo de la acuicultura en el Lago Titicaca (Perú). *Revista AQUATIC*, (31): 6-19.
- Cuesta, J.E.L., L. Olofsson, & P. Sánchez- Castillo. 2007. Comunidades de diatomeas epipélicas en las lagunas de alta montaña de Sierra Nevada (Granada, España). *Limnética*, 26: 99-113.
- Decreto supremo N° 043-2006-AG. Clasificación oficial de especies amenazadas de flora silvestre. Ministerio de Agricultura. Lima-Perú.

- Deza, T.S. 1991. Distribución espacial y comportamiento estacional del zooplancton en el reservorio de Gallito Ciego (departamento de Cajamarca) de setiembre 1988 a octubre 1989. Tesis para obtener el Grado de Bachiller en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 49 p.
- Díaz, M. 1975. Morfometría hidrográfica de la laguna la paz (Ascope) La Libertad. Tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Fariás, M. 2012. Microorganismos que viven en condiciones extremas en lagunas altoandinas. Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas de Lagunas Andinas. *Revista Conicet, Tucumán*. 21(126): 1-8.
- Fukushima, M., G. Sifuentes, G. Saldaña, G. Castillo, J. Arrollo & L. Shimokawa. 1981. Métodos limnológicos. Dpto. Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 128 p.
- Fukushima, M. & L. Shimokawa. 1987. Estudio limnológico preliminar de las lagunas Larga, Cushuro y Collasgon (Huamachuco-La libertad), Set. 1986- Mar.1987. Informe de investigación. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 131 p.
- Flores, M., J. Alegría & A. Granda. 2005. Diversidad florística asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. *Revista Perú Biología*, 12(1): 1-11.
- Garibotti, E, P. Cervellini & M. Piccolo. 2009. Microcrustáceos planctónicos y características limnológicas de dos lagunas pampeanas (Buenos Aires, Argentina). *Revista Limnetica*, 28(1): 91-104.
- Hötzel, G. & R. Croome. 1999. A phytoplankton methods manual for Australian freshwater. LWRRDC Ocasional Paper 22/99. 58 p.,
- Iannacone, J.,J. Mansilla& K. Ventura. 2003. Macroinvertebrados en la laguna de puerto viejo, Lima-Perú. Universidad Nacional de la Agraria. *Revista de Ecología aplicada*, 2(1): 116-124.
- INEI. 2012. Perú – Anuario de estadísticas ambientales. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. Lima, Perú. p. 1-660.
- Keppeler, E.C. & E.R. Hardy. 2004. Distribucion vertical de zooplancton en la columna de agua del lago Amapá, Rio Branco, Acre, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 169-177.
- Laevastu, T. 1971. Manual de métodos de biología pesquera. Edic. Acribia. Zaragoza, España.
- Lebour, M. 1930. The planktonic diatoms of Northern Seas. Ray Society. London, UK.
- Locascio, C., A. Villagra, J. Juárez & M. Ceraolo. 2005. Características limnológicas y zooplancton de cinco lagunas de la Puna – Argentina. *Revista de Ecología en Bolivia*, 40(1): 10-24.
- Loayza, R. 1997. Estudio de algunos factores bióticos y abióticos de la laguna Chinacocha (Llanganuco) (prov. Yungay, dpto. Ancash), con fines limnológicos. Trabajo de investigación. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú. 17p.
- Luchini, L. 2010. La acuicultura en el agro: un proyecto de desarrollo de acuicultura en aguas cálidas y templadas. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca- subsecretaría de pesca y acuicultura. Dirección de acuicultura. 1- 46 p.
- MacArthur, R. H. 1964. Los factores ambientales que afectan a la diversidad de especies. *Revista el naturalista americano*: 98:387-398. Chicago – Estados Unidos.
- Maurer. B.A., L.B. McArthur. & R. Whitmore. 1981. Efectos de la tala en la estructura gremial de una comunidad de aves de bosque en Virginia del oeste. *Revista de Ecología*, 35 (1):1-13.
- Mattio, F. & F. Tilca. 2009. Recomendaciones para mediciones de velocidad y dirección de viento con fines de generación eléctrica, y medición de potencia eléctrica generada por aerogeneradores. Argentina 31 p. Disponible en: [http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/accion\\_viento/Recomendaciones\\_Mediciones\\_de\\_Viento.pdf](http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/accion_viento/Recomendaciones_Mediciones_de_Viento.pdf). Consulta: 27.01.16.

- Mendoza, D. 2011. Informe: Panorama de la Acuicultura Mundial, en América Latina y el Caribe y en el Perú, Dirección General de Acuicultura, Ministerio de la Producción. Lima, Perú. p 1-66.
- Mendoza, D. 2013. Informe: Situación del Extensionismo Acuícola en el Perú, Dirección de Extracción y Producción Pesquera para Consumo Humano Directo, Dirección de Acuicultura, Ministerio de la Producción. Lima, Perú. p. 14.
- MGAP-DINARA-FAO, 2010. Manual básico de piscicultura en estanques / Uruguay. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Departamento de Acuicultura. Montevideo. 50 p.
- MINAGRI. Ministerio de agricultura 2009. Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú. Autoridad Nacional del Agua. Lima, Perú. p. 1-85.
- Ministerio del Ambiente. 2010. Cuarto informe nacional sobre la aplicación del convenio de diversidad biológica, años 2006-2009. Dirección General de diversidad biológica. Lima, Perú. 184p.
- Moreira, H., I. Moema, A. Aldave & I. Trippia. 1971. Diatomáceas de Porto Salaverry (Provincia de Trujillo – Peru), (Chrysophyta – Bacillariophyceae). *Boletín de la Universidad Federal de Paraná, Botánica* 26: 1-28. Curitiba – Brasil.
- Moreno, A.R.P. 2003. Comunidades Hidrobiológicas en los Humedales de Ventanilla, Callao. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú. 67 pp. + Anexos.
- Mostacero J, F. Mejía & O. Gamarra. 2002. Taxonomía de los fanerógamos útiles del Perú. Edit. Normal legales S.A.C. Trujillo – Perú.
- Municipalidad de Conchucos. 2013. [Disponible el 19/10/2013 en URL:[http://www.municonchucos.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=47&Itemid=2](http://www.municonchucos.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=2)]
- Municipalidad Distrital de Conchucos 2013. Plan de Desarrollo Concertado al 2025-Distrito de Conchucos. Conchucos, Perú. p. 1-134.
- Nelson, D. M. y L. E. Sommers . 1996. El carbono total, carbono orgánico, y la materia orgánica. En: métodos de análisis de suelos. Parte 2. 2ª ed. Editorial. Agronomía 9: 961-1010. Sociedad de Agronomía. Wisconsin. Estados Unidos.
- Neves , I.F., O. Rocha, K.F. Roche & A.A. Caballo Pinto. 2003. Estructura de la comunidad de zooplancton de los dos lagos marginales del río Cuiabá (Mato Grosso , Brasil ) con análisis de rotíferos y diversidad Cladocera . *Revista Brasileña de Biología* 63: 329-343.
- Novelo E. 2012. Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 23p.
- Parra, O. 1989. La eutroficación de la Laguna Grande de San Pedro, Concepción, Chile: un caso de estudio. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 5(1): 117-136.
- Pinilla, G. & S. Zuluaga. 2009. Estudio de ecosistemas Acuáticos y terrestres en el PNN el cocuy.
- PRODUCE. 2007. La Acuicultura en el Perú. Ministerio de la Producción. Viceministerio de Pesquería. Perú. p. 1-10. [Disponible el 21/10/2013 en URL:<http://www.iiap.org.pe/promamazonia/sbiocomercio/Upload%5CLineas%5CDocumentos/322.pdf>]
- Prom Perú. 2007. Descubre Perú- Un país para la aventura. Una publicación de la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo. p. 1-19. [Disponible el 30/09/2013 en URL: <http://media.peru.info/catalogo /Attach/aventura.pdf>]
- Ponce de León, H y H. Lequerica, 1996. El Perú y sus Recursos-Atlas Geofigura y Económico. Edits. Auge S.A. y Cobol S.R.L. Lima, Perú. 235 pp.
- Reynolds, C. S., 1988. Functional morphology and adaptative strategies of freshwater phytoplankton. En: Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Sandgren C. (Ed.). Cambridge University Press.
- RENAMA 2010. Informe técnico sobre las observaciones y comentarios al estudio de impacto ambiental del proyecto Conga. Gobierno regional Cajamarca - gerencia de recursos naturales y gestión del medio ambiente. 46p. Cajamarca- Perú.

- Rodríguez. B & Toro L.2001. Relación entre materia orgánica de los macro invertebrados acuáticos en dos ríos de la sierra nevada del cocuy. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Roque, J. & E. Ramírez. 2008. Flora vascular y vegetación de la Laguna de Parinacochas y alrededores (Ayacucho, Perú). *Revista Perú Biología*, 15(2): 1-11.
- Roldan, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista Académica de Colombia*. Ciencias. 23(88): 375-387.
- Ryland, J, Bishop, H., De Blauwe, A. El Nagar, D., Minchin, C., Wood & A. Yunnie. 2011. Alien species of Bugula (Bryozoa) along the Atlantic coast of Europe. *Aquatic Invasions* 6(1):17-31.
- Sagastegui A, & Quiposcoa V. 1998. Tres nuevas especies de verbesina (Asteraceae, helianthaea) los andes del Perú, 5(2) *Arnoaldoa* 141-149. Trujillo-Perú.
- Saldaña, G. 1994. Manual de diseño y construcción de estanques para la acuicultura. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú. p.150.
- Saldaña, G. 1976. Examen del lecho, hidrología y morfología de la laguna “El Brujo” -Magdalena del Cao Trujillo-La Libertad. Tesis para obtener el grado de Bachiller de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 59 p.
- Sánchez-Vega I. & M.O. Dillon. 2006. Jalcas. Universidad Mayor de San Andrés. *Revista Botánica Económica de los Andes Centrales*. 77-90. La Paz – Bolivia.
- Santander, H., G. Luyo, S. Carrasco, M. Veliz & O. de Castillo. 1981. Catálogo de zooplancton en el mar peruano. Primera parte: área Pisco – San Juan. *Bol. Inst. Mar Perú* 6:6-75.
- Santos-Wisniewski, M.J., O. Rocha, A.M. Güntzel & T. Matsumura-Tundisi. 2002. Cladocera Chydoridae of high altitude water bodies (Serra da Mantiqueira), in Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62: 681-687.
- Sassi, R. & G. Melo. 1987. Hyaline Tintinnina (Protozoa-Ciliophora-Oligotrichida) from northeast Brazilian coastal reefs. *Bolm. Inst. oceanogra. S. Paulo* 37(1):59-79.
- Sekercioglu, C.H., D.G. Wenny, T.L. DeVault, M.D. Johnson, D. Kelly, Tomback, D.F. & C.J. Whelan. 2011. The need to quantify ecosystem services provided by birds. *Auk* 128(1):1-14.
- Silva, G.V.; Castro-Mejía, G. & Gonzáles- Mora, I. 2006. Bioindicadores como herramienta para determinar la calidad del agua. *ContactoS*, 60: 41-48. México – México.
- Simone , L y P. Penchaszadeh . 2008. Descripción de *Hiatella meridionalis* D'Orbigny , 1846 (Mollusca , Bivalvia , Hiattellidae) de Argentina. *Pepéis Avulsos de Zoología* , 48 (14): 119 – 127. Sao Pablo – Brazil.
- Stevenson, J. 1985. Manual de cria de trucha. edit. acribia S.A. Zaragoza. España.
- Still C.J., Foster, P.N. & S.H. Schneider. 1999. Simulating the effects of climate change in tropical montane forests. *Nature* 398:608-610.
- Tapia, L. 2002. N° 4 Algas. In O. Zuñiga (ed.), *Guia de biodiversidad N° 4*, Vol. 1 Macrofauna y algas marinas. Centro Reg. Estud. y Educ. Amb, II Reg. Antofagasta. Chile,
- Toro, D. M Jaramillo, M. Ocampo, R Correa, & P Salgado. 2012. Estudio limnológico de la laguna negra. Zona amortiguadora del P.N.N. Los nevados. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*. 16 (2): 23 - 38 Manizales, Colombia.
- Torres, R. & L. Miranda. 2011. Lineamientos de políticas públicas para el ordenamiento territorial: incorporación de zonas de exclusión minera. *Foro ciudades para la vida*. Lima, Perú. p. 1-40
- Trégouboff, G. & M. Rose. 1978a. Manuel de plantonologie Méditerranéenne. Tomo I, Edic. Cent. Nat. La Recherche Scient. Paris, France.587 p.
- Trégouboff, G. & M. Rose. 1978b. Manuel de plantonologie Méditerranéenne. Tomo I, Edic. Cent. Nat. La Recherche Scient. Paris, France.587 p.
- UNE-EN 15204. 2007. Calidad del agua: Guía para el recuento de fitoplancton por microscopia invertida (técnica de Utermöl). *Asociación Española de Normailizacion y Certificacion* (AENOR). Genova, Madrid, España. 44 p.

- Vargas P. 2009. El cambio climático y sus efectos en el Perú. Banco Central de Reserva del Perú Junio 2009. Lima- Perú.
- Velasco, J. & M. Álvarez. 2000. Lagunas de Neila (Burgos, España): un caso de lagunas de montañas altamente eutróficas. *Revista de Ecología*, (14): 17-26.
- Villamarin, C. 2008. Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en los ríos altoandinos del Ecuador y Perú. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. p 1-207. Barcelona - España.
- Vouilloud, A.A., S.E. Sala, & M.R. Sabbatini. 2005. Diatomeas perifíticas de la cuenca del Río Sauce Grande (Buenos Aires, Argentina). *Iheringia*, Buenos Aires, Argentina 60: 77-89.
- Weigend, M E. Rodríguez & N. Daster. 1998. *Nasa insignis* y *Nasa glandulasissima*. (Loasaceae: Loasoideae) dos nuevas especies con hojas peltadas del norte del Perú. 5(2) *Arnoaldoa* 151-157. Trujillo-Perú.
- Wheaton, f. 1993. Acuicultura. Diseño y construcción de sistemas. 1° ed. AGT. editor, S.A. México D. F.

# ANEXOS

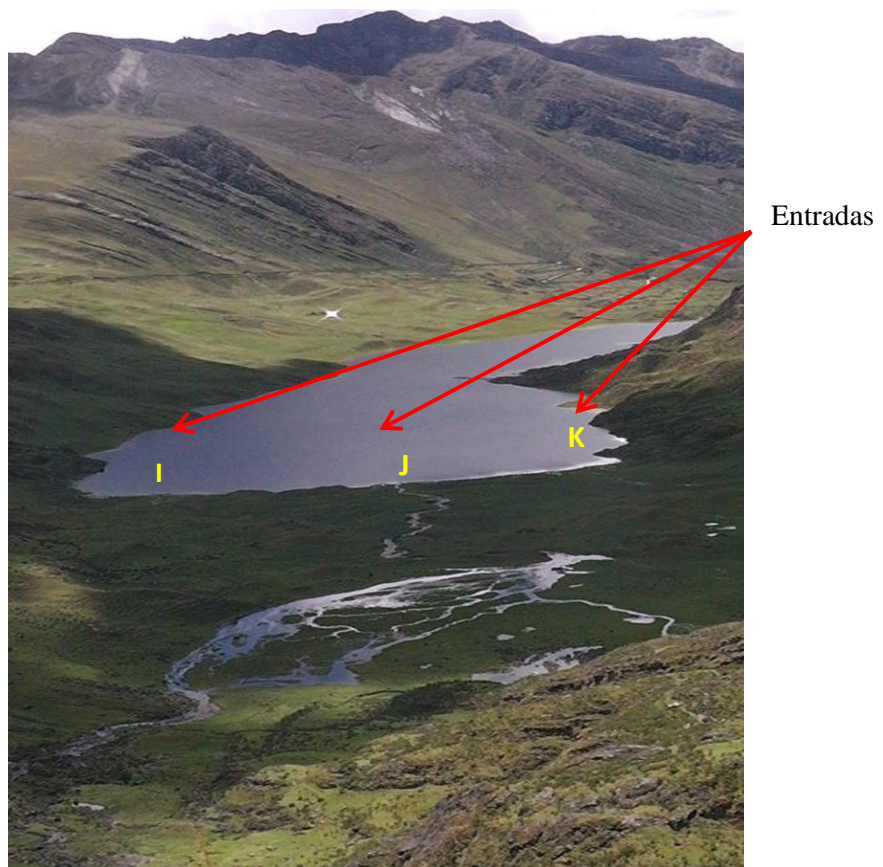
**Tabla 27.** Profundidades obtenidas para realizar batimetría en la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014

Estación	A	A1	A2	A3	A'	B	B1	B2	B3	B'	C	C1	C2	C3	C'	D	D1	D2	D3	D'	E	E1
Profundidad (m)	0.3	2	7	10	17	2	14	15	17	14	5	13	19	15	10	0.3	4	12	6	0.4	4	21

Estación	E2	E3	E'	F	F1	F2	F3	F'	G'	G1	G2	G3	G'	H	H1	H2	H3	H'	I	I1	I3	J
Profundidad (m)	27	26	6	6	29	27	26	8	7	31	29	28	11	15	24	23	20	1.5	0.4	0.3	0.1	0.3



**Fig. 59.** Laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014.



**Fig. 60.** Entradas de agua de la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014



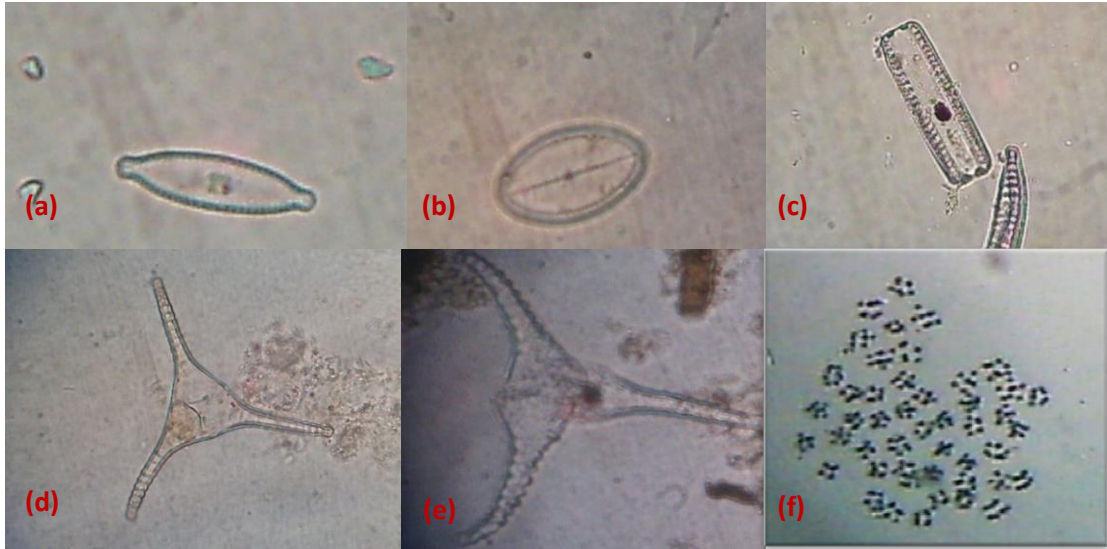


**Fig. 61.** Salida de la laguna de agua de la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014.

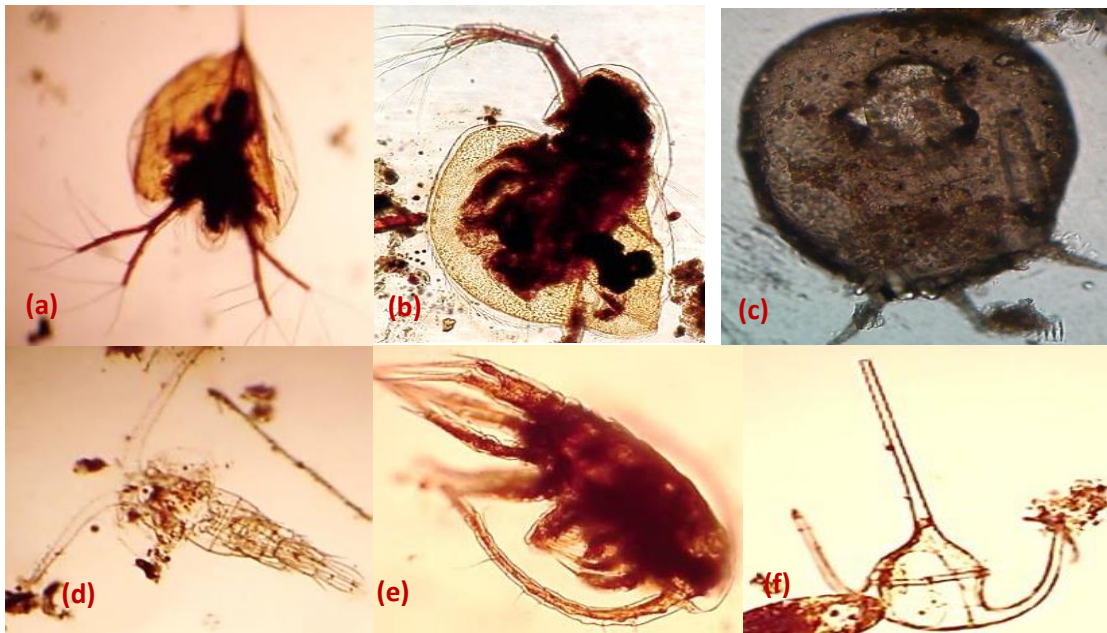


**Fig. 62.** Nubosidad en la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014

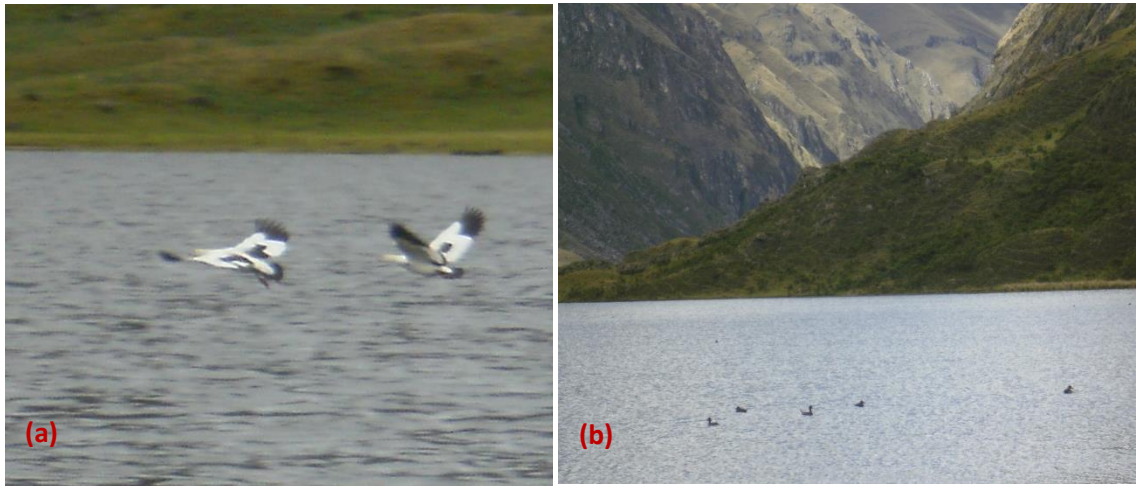




**Fig. 63.** Principales especies (a) *Anomooneis sp.*, (b) *Cocconeis sp.*, (c) *Ephytemia sp.*, (d) *Staurastrum sp.*, (e) *Triceratium sp.*, (f) *Merismopedia sp.*, encontradas en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014



**Fig. 64.** Algunos organismos del zooplancton: (a) *Penilia sp.*, (b) *Daphnia sp.*, (c) *Centropyxis sp.*, (d) *Temora sp.*, (e) *Clausocalanus sp.*, (f) *Ceratium sp.*, encontrados en la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014.



**Fig. 65.** Avifauna (a) *Chloephaga melanoptera* y (b) *Podilymbus* sp. presentes en la laguna Challhuacocha en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014



**Fig. 66.** Flora ribereña (a) *Muehlenbeckia volcánica*, (b) *Nasa magnífica*, (c) *Stipa ichu*, (d) *Ambrosia peruviana*, (e) *Matucana haynei*, y (f) *Baccharis glutinosa*, presentes en época de sequía, Conchucos - Agosto 2014