

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBALDE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



Entomofauna acuática en estanques de cría de
Piaractus brachypomus "paco" y *Colossoma
macropomum* "gamitana", Kimbiri, Cusco 2011.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO
CON MENCIÓN EN LA ESPECIALIDAD DE ECOLOGÍA Y
RECURSOS NATURALES
PRESENTADO POR EL:**

Bach. LOZANO CHAVIGURI, Edison

AYACUCHO – PERÚ

2014

Tesis
B688
203

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

R.D.N 120-2014-FCB-D

Bach. EDISON LOZANO CHAVIGURI

En la ciudad de Ayacucho, siendo las nueve treintaidos de la mañana del doce de setiembre del año dos mil catorce, reunidos en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, bajo la presidencia del MS. Elmer Alcides Avalos Pérez encargado para cumplir dicha función por la decanatura de la Facultad, contando con la presencia del Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz como miembro jurado y asesor y la presencia del MC. Yuri Ayala Sulca, miembro jurado y secretario de Docente (e) por R.D.N 120-2014-FCB-D, con la finalidad de recepcionar el trabajo de investigación titulado: "Entomofauna acuática en estanques de cría de *Piaractus braqhypomus* "paco" y *Colossoma macropomun* "gamitana", Kimbiri, Cusco - 2011", presentado por el bachiller EDISON LOZANO CHAVIGURI, trabajo con el cual pretende obtener el título profesional de Biólogo, con la especialidad de Ecología y Recursos Naturales.

Iniciando con la primera estación de este acto académico, el presidente (e) MS. Elmer Alcides Avalos Pérez, dio a conocer toda la documentación existente que permitió llevar a cabo el presente acto académico, indicándole al señor sustentante que cuenta con un tiempo de cuarenta minutos para llevar a cabo la exposición de su investigación en cumplimiento del Reglamento de Grados y títulos de la Escuela de Formación Profesional de Biología.

Hecho esto el sustentante dio inicio a la exposición y defensa de su investigación. Concluida con la etapa de la exposición, el Presidente (e) dio por aperturada la estación de preguntas, aclaraciones y/o sugerencias de corrección del trabajo sustentado por parte de los miembros jurados.

El señor sustentante Bach. Edison Lozano Chaviguri, efectuó las aclaraciones y respuestas a cada interrogante, las mismas que fueron evaluadas por los miembros jurado, culminada esta etapa de defensa de la tesis, el Presidente (e), invito al


sustentante para que puedan desocupar momentáneamente el Auditorium, a fin de dar paso a la estación de calificación del trabajo expuesto por el sustentante por parte de los miembros jurados, quienes al final alcanzaron sus respectivas hojas de calificación con las correspondientes observaciones, cuyos resultados son los siguientes: .

MIEMBRO JURADO	EXPOSICIÓN	PREGUNTAS	PROMEDIO
MS. Elmer Alcides Avalos Pérez	13	15	14
Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz	16	15	16
MC. Yuri Ayala Sulca	16	15	16
		Promedio total final	15


Concluida con la deliberación de los resultados, el sustentante obtuvo la nota promedio de QUINCE (15), de lo que dan fe los miembros del jurado evaluador estampando sus firmas al pie del presente acta como signo de conformidad. Finalmente se invito al sustentante y público asistente reingresar al Auditorium con la finalidad de hacerle conocer el resultado obtenido producto de la evaluación efectuada por los miembros jurados, finalizando el presente acto académico siendo las once de la mañana con veinte minutos.



MS. Elmer Alcides Avalos Pérez
Presidente (e) Miembro



Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz
Jurado - Asesor



MC. Yuri Ayala Sulca
Jurado - Secretario (e)

Con mucho cariño a mis padres, Maximina y
Guillermo.

A mis hermanos, Alexander, Jhon y Judith

A mis Abuelos, María, Pánfilo, y Tíos

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por acogerme y brindarme la oportunidad de lograr el título profesional de Biólogo.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y sus docentes, por compartir conmigo sus conocimientos y materialización en un profesional de las Ciencias Biológicas.

A la Municipalidad Distrital de Kimbiri, departamento de Cusco por facilitarme el acceso a la Piscigranja del Proyecto “Construcción de una planta de procesamiento de alimentos balanceados y mejoramiento de la producción de peces tropicales en el distrito de Kimbiri , La Convención–Cusco”.

A mi asesor Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por su orientación y sabios consejos, que han permitido desarrollar este trabajo de investigación.

Al Blgo. Luis Fernández Cuti, responsable de la Piscigranja de peces tropicales de la Municipalidad Distrital de Kimbiri, por su colaboración en el proceso de muestreo.

A todas aquellas personas que con su invaluable apoyo contribuyeron en la materialización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. A nivel internacional	3
2.1.2. A nivel nacional	4
2.1.3. A nivel regional	5
2.2. Marco conceptual	5
2.3. Bases teóricas	6
2.3.1. Insectos acuáticos	6
2.3.2. Principales componentes de la entomofauna acuática	7
2.3.3. Limnología aplicada a la acuicultura	14
2.3.4. Características físicas y químicas del agua	16
2.3.5. Principales peces cultivados en la amazonía	18
2.3.6. Índice de diversidad	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Ubicación de la zona de estudio	23
3.2. Características de la zona evaluada	23
3.3. Población y muestra	24
3.4. Metodología	24
3.4.1. Colecta de insectos acuáticos	24
3.4.2. Identificación de insectos acuáticos	24
3.4.3. Análisis estadístico	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	44

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1.	Composición de la entomofauna acuática en los estques de cría de las diferentes etapas de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.	27
Tabla 2.	Abundancia de la entomofauna acuática en estques de cría según estadio de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.	29
Tabla 3.	Valores promedios de las características fisicoquímicas de las aguas de los estques de cría de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.	Abundancia relativa total de la entomofauna acuática en siete estanques de cría de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011..	28
Figura 2.	Abundancia relativa (porcentaje) de la entomofauna acuática en estanques de cría de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.	30
Figura 3.	Promedio del número de géneros y desviación estándar de la entomofauna acuática en 2 estanques de alevino, 2 de engorde, 2 de comerciales y 1 de reproductores de cría de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.	31
Figura 4.	Número total de géneros colectados de la entomofauna acuática en 2 estanques de cría de alevinos, 2 engorde, 2 comerciales y 1 de reproductores de crías de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.	32
Figura 5.	Promedio y desviación estándar de los Índices de diversidad de la entomofauna acuática en estanques de cría de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.	33
Figura 6.	Valor total de los Índices de diversidad de la entomofauna acuática en estanques de cría de <i>Piaractus brachypomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

Anexo 1.	Tabla 4. Resultados de pruebas estadísticas para determinar la distribución normal de los datos en los cuatro estadios de peces	47
Anexo 2.	Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis para comparar las abundancias de los géneros en los cuatros estadios de los peces.	48
Anexo 3.	Tabla 6. Características de los estanques en el centro de producción de peces tropicales Sibayllohuato, Kimbiri –Cusco, 2011.	49
Anexo 4.	Figura 7. Vista panorámica de la distribución de estanques en el centro de producción de peces tropicales Sibayllohuato, Kimbiri-2011	50
Anexo 5.	Figura 8. Registro fotográfico de principales taxones de la entomofauna acuática de estanques de cría de <i>Piaractus brachypomus</i> y <i>Colossoma macropomum</i>	51
Anexo 6	Matriz de consistencia	57

RESUMEN

Los estanques de cría de peces tropicales constituyen hábitats ideales para los insectos acuáticos, sin embargo no existe información sobre dicha comunidad. Por ello, se tuvo como objetivos de la investigación, evaluar las características de la entomofauna acuática en los estanques de crianza de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", y su asociación según el estado de desarrollo de peces que contiene (alevinos, engorde, comerciales o reproductores), en la Piscigranja de la Municipalidad Distrital Kimbiri, la Convención-Cusco durante los meses de setiembre del 2011 a enero del 2012. Para la toma de muestra fue empleado una red tipo net de boca semicircular con un diámetro de 30 cm y con una luz de malla de 1 mm la cual fue arrastrado por 15 m por las orillas, este proceso se repitió cada 15 días. Las muestras colectadas fueron conservadas en alcohol al 90% y trasladada a los laboratorios de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para su selección e identificación a través de la observación de su morfología para lo cual se empleó un microscopio y estereoscopio. Se determinó la existencia de 18 géneros de insectos acuáticos pertenecientes a 12 familias y cinco órdenes, donde Odonata y Hemiptera fueron los que mayor número de familias presentaron. En los estanques de los peces comerciales se halló 17 géneros, seguido del estanque de engorde, alevinos y reproductores, con 15, 14 y 13, respectivamente. Con respecto a los valores de los índices de diversidad de Shannon-Weaner y Margalef se determinó que los mayores valores lo presentó el estanque de engorde. Mientras que en las características fisicoquímicas, como conductividad eléctrica, dureza, alcalinidad total y pH, fueron mayores en los estanques de alevinos y reproductores.

Palabras claves: Entomofauna acuática, Índices bióticos y de diversidad

I. INTRODUCCIÓN

Los estanques de cría de peces en las zonas tropicales, por las características que presentan, se convierten en ecosistemas artificiales ideales para la presencia de muchos organismos que no son motivo de cría, y dentro de estas se halla los insectos, que son los que mejor aprovechan dichas condiciones. Adicional a las condiciones ambientales generadas, como cuerpos de agua casi permanentes, se agrega nuevas condiciones ideales como la incorporación de nutrientes a través de la introducción de fertilizantes, restos de alimento y excretas de los peces que incrementa la productividad. Muchos de dichos insectos, son carnívoros, incluyendo a larvas y alevinos dentro de su dieta. La órdenes Odonata (náyade), Hemiptera (náyade y adultos) y Coleoptera (larva y adulto), son los que causan mayor efecto negativo.

Por lo señalado, se ha propuesto identificar los componentes de la entomofauna presente en los estanques de peces, así como estimar la densidad de los mismos según los estadios de desarrollo de los peces criados en el Centro de Producción de Peces Tropicales de la municipalidad distrital de Kimbiri y determinar su posible asociación con las diferentes etapas de cría de los peces.

Por las razones señaladas en el presente trabajo de investigación se han trazado los siguientes objetivos:

GENERALES

Evaluar la entomofauna acuática, presente en los estanques de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", y su asociación con los diferentes estanques según las etapas de desarrollo de peces, en el Proyecto de Peces Amazónicos de Kimbiri - Cusco entre los meses setiembre del 2011 a Enero del año 2012.

ESPECIFICOS

- a. Identificar las especies y/o género que compone la entomofauna acuática presentes en los estanques de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana" y la asociación con las diferentes etapas de desarrollo de los peces.
- b. Determinar la abundancia por especies y/o género de insectos acuáticos presentes en los estanques de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana" y la asociación con las diferentes etapas de desarrollo de los peces.
- c. Determinar los valores que asumen los índices de diversidad de Shannon, Simpson y Margalef de la entomofauna presente en los estanques de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana"
- d. Determinar las características fisicoquímicas del agua contenida en los estanques de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana"

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. A nivel internacional

Contreras-Rivero y col ⁽¹⁾, describieron las especies su abundancia y diversidad de hemípteros acuáticos en dos estanques piscícolas en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México de octubre de 1995 a agosto de 1996, así como las características físicas y químicas en ambos sistemas. En uno de los estanques se registró ocho especies que en orden decreciente de abundancia fueron: *Buenoa uhleri*; *Buenoa margaritacea*; *Trichocorixella mexicana*; *Notonecta shooterii*; *Krizousacorixa femorata*; *Graptocorixa abdominalis*; *Notonecta undulata* y *Corisella edulis* y siete en el otro estanque *T. mexicana*, *B. margaritacea*, *G. abdominalis*, *N. shooterii*, *K. femorata*, *B. uhleri* y *C. edulis*. Mencionan dichos autores que la mayor diversidad, diversidad máxima y equitatividad se registró en uno de los estanque. El análisis de componentes principales resaltó a la conductividad, la profundidad, el oxígeno y el pH en uno de los estanques (84,3 % de variación), mientras que en el otro la conductividad, la transparencia y el pH que fueron los más importantes (83,5 %). Concluyendo que las variaciones ambientales registradas en ambos sistemas no fueron considerables, pero influyeron notablemente en la abundancia y diversidad de las especies presentes en ellos, así como la heterogeneidad de cada sistema.

Morales-Castaño y Molano-Rendon⁽²⁾, realizaron un inventario de los Heterópteros acuáticos en el departamento del Quindío, Colombia en sistemas lóticos y lénticos durante los meses de abril a octubre del 2005. Recolectaron tres mil trescientos cincuenta y cinco especímenes pertenecientes a 13 familias, 27 géneros y 53 especies. Gerromorpha fue el infraorden más rico con 28 especies (52%) y Nepomorpha el segundo con 25 especies, las que representan el 47% del muestreo total. Los géneros *Buenoa* (Notonectidae) y *Rhagovelia* (Veliidae) fueron los mejor representados (11,3%) con seis especies cada uno.

Rhagovelia cauca fue la especie más abundante en todo el muestreo; la alta frecuencia de encuentro de esta especie, puede deberse a su amplia distribución altitudinal. Se presentaron valores de diversidad bajos a mayores altitudes lo cual puede deberse a la limitante altitudinal de algunas especies, mientras que los parámetros físicos y químicos presentaron valores que facilitan la vida acuática, obteniéndose alta riqueza de individuos en las 104 estaciones de muestreo. La distribución de las especies de Nepomorpha estuvo relacionada con las características fisicoquímicas del agua, mientras que las especies de Gerromorpha estuvieron relacionadas principalmente con el tipo de cuerpo de agua.

Ottoboni, Valente N, y Fonseca G, Coleóptera ⁽³⁾ proponen claves de identificación de larvas y adultos de 17 familias de coleópteros acuáticos conocidos del Estado de Sau Paulo Brasil, con el objetivo de ayudar a los investigadores que no están familiarizados con la identificación de este grupo, así mismo mencionan que el orden Coleóptera pese a ser el más abundante y diverso de la Clase Insecta, sólo el 4% de las especies son acuáticas, siendo estos abundantes en ambientes de agua dulce.

Otros trabajos señalan, la diversidad de los odonatos en 37 estanques de un paisaje agrícola en el suroeste de Francia, se capturaron 40% de especies regionales, incluidas las especies comunes y raras. El conjunto de especies halladas no se correlacionaron con el uso del estanque (por ejemplo, para ganado, cría de patos, etc) entre los estanques naturales. La riqueza de especies se correlacionó con la ubicación del estanque, lo que sugiere que la diversidad de la comunidad fue impulsada principalmente por procesos autoecológicos. ⁽⁴⁾

2.1.2. A nivel nacional

No se pudo hallar trabajos de investigación similares al desarrollado, solo el que realizaron Delgado y Col. ⁽⁵⁾, cuyo tema fue determinar la densidad de odonatos en un estanque de cultivo de peces en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), entre los años 1992 y 1993. Hallaron que las densidades de las náyades de estos insectos en proceso de cultivo de los peces alcanzaron un máximo de 416 larvas por metro cuadrado, como máximo y de 52 larvas por metro cuadrado, como mínimo, así mismo hallaron que existió relación directa con la presencia de macrófitas acuáticas, además de que hallaron 13 especies.

2.1.3. A nivel regional

Carrasco ⁽⁶⁾, evaluó la Entomofauna acuática asociada a estanques de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Pichari, Cusco, reportando que las características fisicoquímicas de las aguas de los estanques muestreados son mayores en los estanques de alevinos, seguido de los reproductores, manifestando que se debe al manejo y régimen hidrológico de los mismos. También reportó la presencia de 20 géneros, pertenecientes a 16 familias y 6 órdenes (Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Odonata y Trichoptera), siendo el orden con mayor número de taxones la Hemiptera y Odonata. Varios de los taxones hallados, como *Tropisternus* sp1, *Callibatis* sp., *Belostoma* sp., y *Coryphaeshna* sp., se hallan claramente asociados a los estanque de reproductores; mientras que *Curicta* sp. a los estanques de alevinos,

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Entomofauna acuática: comunidad constituida por estados maduros e inmaduros de la clase Insecta que tienen como hábitat ambientes dulceacuícolas ⁽⁷⁾.

2.2.2. Estanques piscicultura tropical: unidades de crianza de peces tropicales construidas mediante excavación del suelo y la construcción de diques de contención ⁽⁸⁾.

2.2.3. *Piaractus brachypomus* "paco": especie de pez tropical perteneciente a la familia Characidae originario de la Amazonia que es comúnmente cultivado de manera intensiva y/o asociada a otras especies, empleando para ello estanques de tierra de grandes extensiones ⁽⁹⁾.

2.2.4. *Colossoma macropomum* "gamitana": especie de pez tropical perteneciente a la familia Characidae originario de la Amazonia que es comúnmente cultivado de manera intensiva y/o asociada a otras especies, empleando para ello estanques de tierra de grandes extensiones ⁽⁹⁾.

2.2.5. Etapa de desarrollo de peces: fases de desarrollo que presenta los peces con el discurrir de su ciclo biológico y que en la piscicultura comúnmente se identifican las siguientes etapas larvales: alevinos, juveniles, engorde y reproductor, los que tienen diferentes requerimientos alimenticios, condiciones ambientales y otros aspectos ⁽⁸⁾.

2.2.6. Abundancia: característica comunitaria que es inherente a cada especie o taxón, la misma que puede ser cuantificada mediante valores absolutos y/o valores relativos ⁽¹⁰⁾.

2.2.7. Índices de diversidad: modelos matemáticos que pretende medir la diversidad de una comunidad, la mayoría de los mismos son sensibles a la riqueza específica y la equitatividad, existiendo también aquellos que son sensibles a la dominancia ⁽¹¹⁾.

2.2.8. Características fisicoquímicas del agua: propiedades del agua derivadas de la configuración molecular del agua y de los solutos que pueden contener, dichas características por lo general son muy variables tanto espacial como temporalmente en las aguas de los ríos y riachuelos ⁽⁷⁾.

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. Insectos acuáticos

Se considera como insectos acuáticos a aquellos insectos que completan la totalidad o parte de su ciclo de vida en el medio acuático o tienen etapas de la vida que están estrechamente relacionados con los ambientes acuáticos (semiacuáticos). Aunque la gran mayoría de los insectos son terrestres, un pequeño pero importante porcentaje se considera que es acuático. Los insectos acuáticos son componentes de la estructura y la función de las aguas continentales y cumplen un papel vital en la transformación de la materia orgánica, en el ciclo de los nutrientes, y como presas para los acuáticos, terrestres, y los depredadores aéreos. Todos los insectos se hallan dentro del Phylum Arthropoda, Superclase Hexapoda, y Clase Insecta. De los aproximadamente 30 órdenes de insectos, casi la mitad tiene representantes acuáticos, ya sea como inmaduros y/o adultos, aunque cinco órdenes tienen inmaduros exclusivamente acuáticos Ephemeroptera (efímeras), Odonata (libélulas y caballitos del diablo), Plecoptera (moscas de piedra), Megaloptera y Trichoptera (tricópteros). Además de utilizar un enfoque taxonómico para la clasificación de insectos acuáticos, los enfoques de grupos funcionales han sido también ampliamente utilizados para clasificar los insectos acuáticos sobre la base de su forma de alimentación (grupos funcionales de alimentación), el modo de la existencia (grupos funcionales de hábito), o duración del ciclo de vida (grupos de historia de vida funcionales) ⁽¹²⁾.

Aunque sólo aproximadamente el 4% del millón de especies descritas de insectos se consideran acuáticos, su presencia se da en prácticamente todos los

hábitats de agua dulce, y su posición como la clase dominante de macroinvertebrados en muchos de ellos, pone de manifiesto una amplia diversificación evolutiva. La estructura de las comunidades de insectos acuáticos está estrechamente vinculada a las características físicas del hábitat además influenciado por factores biológicos como dispersión, competencia y depredación. Esencialmente, no hay insectos completamente acuático, con muy pocas excepciones, requieren hábitats terrestres en una o varias etapas del ciclo de vida. La duración de sus ciclos son variables, incluso entre los taxones estrechamente relacionados. Como consumidores primarios, los insectos acuáticos se alimentan del biofilm, perifiton, detritus, y con menos frecuencia de tejidos de macrófitas en el que viven. Como consumidores secundarios, que son principalmente depredadores de otros invertebrados o incluso vertebrados ⁽¹³⁾.

2.3.2. Principales componentes de la entomofauna acuática

Los macro-invertebrados y dentro de estos los insectos de aguas continentales, comprenden un grupo de amplia diversidad. Estos pueden ser hallados sobre el fondo de ríos y lagos, o enterrados en el fango y la arena; adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas; o nadando activamente dentro del agua o sobre la superficie de la misma. Los que viven en el fondo o enterrados en él, reciben el nombre de "bentos", los que nadan activamente dentro del agua se denominan "necton" y los que se desplazan sobre la superficie del agua se llaman "neuston", siendo los más comunes, insectos hemípteros, tal como lo señala Roldan y Ramírez ⁽⁷⁾. Los insectos acuáticos (Hexapoda: Ectognata) poseen una gran diversidad de requerimientos ecológicos. Existen grupos que son exigentes con el medio en el cual se desarrollan, hallándose solo en aguas limpias y bien oxigenadas; solo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación, siendo por lo general considerados como indicadores de buena calidad ⁽¹⁴⁾.

El medio acuático, como los estanques para la cría de peces, ofrece una serie de características que obligan a ciertas adaptaciones por parte de los organismos que lo habitan. Las adaptaciones biológicas se refieren al resultado de un proceso evolutivo a través de miles o millones de años y las adaptaciones ecológicas se refiere a la capacidad que un individuo tiene para resistir ciertos cambios naturales o provocados por el hombre ⁽¹⁵⁾. Existen especies con un amplio rango de tolerancia, recibiendo el nombre de organismos tipo euri; en

cambio, los que poseen poca capacidad de tolerancia son denominados organismos tipo esteno ^(16,17).

Dentro de las principales órdenes de insectos que se pueden hallar en ecosistemas lénticos como estanques de peces tenemos:

a. ORDEN COLEOPTERA

Los coleópteros comprenden el mayor orden de insectos en diversidad con aproximadamente 5000 especies acuáticas, es categorizado como uno de los principales grupos de artrópodos de agua dulce. Además, los coleópteros ocupan un amplio espectro de hábitats acuáticos, incluyendo sistemas de aguas frías, de corrientes rápidas, aguas salobres, aguas estancadas de estuarios y ciénagas, y costas rocosas. Son importantes en las cadenas tróficas acuáticas ya que un gran número son consumidos por peces y aves acuáticas. Sin embargo, los coleópteros no son organismos dominantes en muchos hábitats acuáticos ⁽¹⁸⁾. La mayoría de las especies de hábitos alimenticios enteramente predadores de este grupo son indudablemente importantes en ecosistemas de agua dulce, especialmente en estanques. Por otra parte, algunas especies de ríos son buenas indicadores de calidad de agua. Además, otras especies son útiles en control de malezas acuáticas. ⁽¹⁹⁾.

a.1 Características morfológicas y ecológicas de los coleópteros

Los coleópteros acuáticos adultos se caracterizan por poseer un cuerpo compacto. Las partes bucales se pueden observar fácilmente y según la forma de las mandíbulas se puede determinar su nicho ecológico. Las antenas son visibles y, por lo general, varían en forma y número de segmentos. El primer par de alas esta por lo general modificado en élitros, los cuales cubren dorsalmente el tórax y el abdomen de la mayoría de los coleópteros. En cuanto a las larvas, exhiben formas muy diversas. Las partes bucales son visibles y presentan una cápsula esclerotizada en la cabeza. El abdomen presenta agallas laterales o ventrales de forma variada. Además, está dividido en esternitos y, por lo general, el último esternito abdominal presenta un opérculo. Los coleópteros presentan una metamorfosis compleja, por esta razón son muy diferentes morfológicamente el adulto y la larva. Su ciclo de vida presenta un periodo que puede variar de meses a años, dependiendo de la especie. Las fases por las que pasan a través de su desarrollo son: huevo, larva, pupa y adulto. De otro lado, los huevos son depositados en el agua, sobre la vegetación acuática, troncos en descomposición, en rocas o grava ⁽³⁾.

La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lóxicas y léxicas, representadas en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. También se les ha encontrado en zonas ribereñas tanto de ecosistemas lóxicos como léxicos. En las zonas lóxicas, los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arenas y la vegetación subemergente y emergente. Las zonas más ricas en estos organismos son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones altas de oxígeno y temperaturas medias. En los ecosistemas léxicos, se encuentran principalmente en las zonas ribereñas ya sea nadando libremente en la superficie o sobre la vegetación. En charcas temporales viven libremente o sobre la vegetación sumergente. La mayoría de las familias de los coleópteros acuáticos son cosmopolitas. Algunos se encuentran tanto en zonas templadas como en el trópico. Sin embargo, algunas familias y especies son propias de las zonas templadas, mientras que otros géneros y especies se encuentran principalmente en regiones tropicales como por ejemplo, los géneros de la familia Noteridae ⁽²⁰⁾.

b. ORDEN HEMIPTERA

El orden deriva su nombre de la estructura de las alas anteriores. En muchas familias en las cuales la porción basal es dura y gruesa, corium, y el ápice más delgado y transparente membrana, el corium se aproxima por su consistencia a las cubiertas alares duras o élitros de los escarabajos; de ello proviene el nombre "hemiélitro" aplicado con frecuencia a este tipo de ala delantera con dos mitades distintas. En los hemípteros, que algunos autores de habla inglesa siguen considerando un único orden, se distinguen los Homoptera y los Heteroptera. Los primeros casi no incluyen formas acuáticas, excepto unos pocos pulgones (Aphidae) que viven sobre musgos sumergidos; sin contar con algunas "cotorritas" (Cicadellidae, Delphacidae) que viven sobre las partes aéreas de plantas acuáticas y palustres, pudiendo causar daños graves en arrozales pero sin relación con el medio acuático ⁽²¹⁾.

b.1 Características morfológicas y ecológicas de los hemípteros

De acuerdo a Contreras y col ⁽²²⁾ las características que presentan son las siguientes:

Ninfas y adultos: Las ninfas acuáticas y semiacuáticas del orden Heteroptera tienen un tarso- segmento, esta característica es usada en la separación de adultos especialmente en los ápteros del Infraorden Gerromorfa quienes siempre presentan dos segmentos en el tarso. Las ninfas del Suborden Heteroptera se parecen a los adultos, difieren en las proporciones de las partes del cuerpo y en que las alas en las ninfas están en vía de desarrollo y se presentan como unas almohadillas mientras que en adultos están completamente desarrolladas hasta su última instancia. Con excepción de algunas familias en donde la cabeza y el tórax están unidos, (como Pleidae y Naucoridae) la cabeza, el tórax y el abdomen generalmente están bien definidos en los hemípteros acuáticos y semiacuáticos.

Cabeza: Los ojos son usualmente prominentes y bien desarrollados, los ocelos pueden presentarse aunque están ausentes en muchas familias acuáticas, en algunos se pueden presentar también en las formas aladas de algunas especies semiacuáticas. Dos familias semiacuáticas (Ochteridae, Gelastocoridae) quienes habitan los márgenes de aguas frescas, tienen estrecha relación con hemípteros acuáticos, tienen antenas cortas que son en su total o en su mayor parte escondidas. El aparato bucal está conformado por un rostro o pico más o menos largo, que aloja dos pares de largos y delgadísimos estiletes, que pueden protruirse por un mecanismo exclusivo, hasta alcanzar los tejidos de plantas y/o animales de los que se alimentan, sólo en la familia Corixidae tanto el rostro como los estiletes son muy cortos, aunque conformados por el mismo patrón.

Tórax: El tórax que es tres veces segmentado lleva las patas y las alas unidos por fusiones o suturas extras, los segmentos son difíciles de identificar excepto en las formas aladas. El abdomen usualmente lleva una o varias glándulas excretoras y algunas veces canales laterales de excreción. Las patas presentan llamativas adaptaciones para los ambientes acuáticos, los segmentos de las patas tienen diferentes longitudes y cada pata consta de una coxa articulada con el cuerpo seguida por un trocánter que une la coxa y el fémur. El fémur y la tibia son generalmente los segmentos más largos de la pata, el tarso tiene una, dos o tres articulaciones, y el tarso distal lleva una uña. Las alas anteriores son hemiélitros más o menos típicos con la porción basal esclerotizada y la distal

membranosa, en algunos sin embargo estas alas son de textura uniformemente membranosas (como en algunos Gerridae), o están totalmente esclerotizadas (ej. Pleidae), pero en este último caso con estructura de hemielitros. Las alas posteriores, si están desarrolladas, son siempre membranosas, delicadas. El polimorfismo alar es frecuente, existiendo, a veces, en una misma especie, ejemplares alados (generalmente capaces de volar) y ejemplares ápteros con diferencias externas que pueden llegar a ser tan marcadas que dificulten la identificación.

Abdomen: Lleva los espiráculos y la genitalia, el primer segmento visible ventralmente es el segundo y los primeros siete segmentos son similares. Entre el octavo y el décimo segmento se encuentra la genitalia, y puede o no distinguirse. En algunas familias de Nepomorpha (como. Ochteridae, Gelastocoridae y Corinidae) los últimos segmentos abdominales son asimétricos en los machos pero simétrico en las hembras.

Los Heteroptera, en cambio están muy diversificados en este medio, encontrándose muchas familias de chinches subacuáticas (casi todos los Nepomorpha), varias utilizan exclusivamente la superficie del agua, aun la oceánica (casi todos los Gerromorpha), y algunas que podrían considerarse marginales, pues viven en los bordes barrosos o arenosos de diversos cuerpos de agua (Gelastocoridae y Ochteridae), y suelos húmedos de pantanos y marismas (Saldidae). Con referencia a los Heteroptera; el Infraorden que contiene las especies verdaderamente acuáticas es el denominado Nepomorpha (Criptocerata, Hidrocorisae), mientras que los semiacuáticos o de superficie son los clasificados como Gerromorpha (Amphibicorisae)⁽²³⁾.

c. ORDEN ODONATA

c.1 Características morfológicas y ecológicas de los odonatos

Insectos cuyas piezas bucales son de tipo masticador, estando todos los apéndices fuertemente dentados; las antenas son reducidas o filiformes; los ojos, muy desarrollados; hay siempre tres ocelos situados sobre un pequeño saliente del vértice. El tórax está formado por un protórax pequeño y móvil y un mesotórax unido al metatórax. Las patas son débiles, dirigidas hacia adelante, e intervienen en la captura de las presas; los dos pares de alas son membranosas y casi iguales con nervación abundante. El abdomen, estrecho y largo, comprende 10 segmentos, de los cuales los dos últimos lleva de 2 a 4 apéndices. El orificio genital del macho está situado en el noveno esternito, pero

el aparato copulador, complicado, está desarrollado a expensas del segundo y tercer esternito ⁽²⁰⁾.

En la mayoría de los odonatos el acoplamiento se encuentra condicionada por la situación particular del órgano copulador accesorio, que debe ser cargado con el esperma emitido a través del gonoporo (situado en el noveno segmento abdominal), para lo cual el macho recurva su abdomen; esta operación puede realizarse antes o después de que el macho agarre a la hembra con sus estructuras terminales. Los dos individuos, así unidos, vuelan durante varias horas hasta que la hembra adquiere el estado de excitación requerido, en cuyo momento repliega su abdomen para que el macho pueda transferir el esperma desde el órgano copulador accesorio a sus propias vías genitales. La puesta se realiza en el agua o en su proximidad, y es de dos tipos endofítica y exofítica. En el primer caso, mediante un ovopositor bien desarrollado, los huevos (de forma alargada) son introducidos dentro de los tejidos de plantas acuáticas, pudiendo la hembra sumergirse; propio de zigópteros. El tipo exofítico, es más frecuente en anisópteros, y en este caso los huevos esféricos son depositados sobre el agua o en la superficie de las plantas acuáticas ⁽²⁴⁾.

El desarrollo embrionario varía en su duración desde algunas semanas a varios meses. La eclosión se produce mediante la ayuda de un "órgano pulsátil" situado en la parte posterior de la región cefálica, y cuyo volumen aumenta por la presión del líquido circulatorio; dicho órgano presiona sobre la membrana del polo anterior del huevo, que se desprende a modo de tapadera. El neonato se denomina "prolarva", estando su cuerpo revestido de una fina membrana; este estadio es muy breve en su duración, pasando a un segundo estadio ninfal o "larvario", en el que se aprecian diferencias morfológicas, ya sean zigópteros o anisópteros ⁽¹⁹⁾.

Los odonatos son depredadores y, generalmente, de régimen insectívoro; capturan sus presas en vuelo o en reposo utilizando las patas que se encuentran dirigidas hacia delante. En este tipo de comportamiento depredador juega también un papel destacado la agudeza visual. El tamaño de las presas está en relación con el del propio odonato. En los machos sexualmente maduros de ciertas especies, se han observado fenómenos de territorialidad, lo que permite, en cierto modo, regular el aumento de la densidad de las poblaciones ⁽²⁵⁾.

Tanto los caballitos del diablo como las libélulas son carnívoros. Se alimentan de ninfas de otros insectos, pequeños crustáceos, renacuajos y hasta pequeños

peces. Poseen un labio protráctil con ganchos en su extremo, el cual impulsan hacia delante para capturar a sus presas. Se camuflan adaptando su color al del ambiente donde se encuentran. Siempre están al acecho, aunque también las hay cazadoras activas, las cuales, por sus constantes desplazamientos, están más expuestas a ser comidas. Los caballitos del diablo, se trasladan caminando por el fondo o nadando a través de sifones en una suerte de propulsión a chorro, en tramos de 10 a 20 cm por vez. Las libélulas, también caminan, pero al nadar contorsiona su cuerpo y utilizan para impulsarse sus tres branquias plumosas que están ubicadas al final de su abdomen. Por lo tanto estas ninfas nadan mediante ondulaciones muy vivaces; al detenerse descienden suavemente hacia el fondo. Los adultos son también carnívoros. Cazán insectos en vuelo, consumiéndolos durante el mismo. Los caballitos del diablo suelen alejarse del ambiente acuático internándose en el campo; en cambio las libélulas permanecen cerca del agua lo que las hace más propensas a ser comidas por los peces. Son generalmente diurnos, aunque algunas especies orientales pueden presentar hábitos crepusculares. Las costumbres gregarias son frecuentemente en varias especies, siendo lo más común, en este caso, la concentración de individuos para pasar la noche. Se han observado también migraciones de individuos que parecen estar relacionados con la temperatura, y aunque la mayoría de los que se desplazan corresponde a una especie, es frecuente la presencia de Odonatos de otras especies, e incluso de otros géneros ⁽¹⁸⁾.

Las ninfas son básicamente acuáticas, aunque en algunos casos se han adaptado a medios terrestres o semiterrestres, viviendo en zonas de musgos o bajo hojarasca húmeda. Normalmente viven en aguas permanentes, pero ciertas especies de ciclo corto se han adaptado a vivir en aguas temporales, pudiendo incluso resistir períodos de desecación. Existen ninfas que viven tanto en cursos de aguas rápidas como lentos, en lagos, estanques, etc., generalmente de agua dulce, aunque individuos de ciertas especies se han encontrado en aguas salobres e incluso termales. Son todas depredadoras abarcando sus presas una gran variedad de larvas acuáticas de insectos, incluso los propios odonatos. Pueden presentar colores crípticos, que les sirven para pasar desapercibidas tanto frente a sus presas como frente a sus depredadores. Las ninfas de algunas especies son hospedadoras de ciertos ácaros acuáticos (Hydracarina), mientras que los huevos pueden ser parasitados por larvas de mimáridos (Himenópteros).

El período ninfal presenta una duración que varía entre algunas semanas y alrededor de cinco años, dependiendo de las especies; durante dicho tiempo las ninfas pasan a través de 10 a 15 estadios. Se trata de un orden particularmente rico por lo que al registro fósil se refiere y, al margen de los grupos fósiles relacionados con el orden (en su mayoría del Carbonífero Superior), la mayoría de los estudiosos de estos insectos consideran en sus clasificaciones tres subórdenes: Zygoptera, Anisoptera y Anisozygoptera, clasificaciones basadas en caracteres morfológicos del imago, fundamentalmente referidos a la venación alar ⁽²²⁾

2.3.3. Limnología aplicada a la acuicultura

La acuicultura es un campo de la limnología aplicada, por el cual se identifica organismos de la naturaleza y se somete a cuidado intensivo bajo condiciones controladas, con el fin de obtener el máximo rendimiento productivo, esta actividad a menudo también lleva consigo un mejoramiento genético ⁽⁷⁾.

Los ecosistemas lénticos son aguas que se encuentran con poco o nulo movimiento, como es el caso de estanques cerrados, presas cerradas, lagos y charcos. La calidad que presentan estas aguas es menor en concentración de oxígeno, en comparación con los ecosistemas lóticos (ríos y riachuelos); sin embargo, la productividad primaria es mayor; así mismo, es frecuente que las sustancias inorgánicas provenientes del suelo se concentran en mayor cantidad en el agua, ya sea en solución o en suspensión. Este tipo de sistemas puede ser empleado con fines acuícolas, pero es imprescindible la utilización de especies poco oxifílicas como tilapia y carpa ⁽²⁶⁾.

La Limnología en estos últimos años, más ha orientado sus esfuerzos en conocer aspectos relacionados con el uso de los ecosistemas acuáticos continentales por parte del hombre, tal es el caso de la acuicultura, la misma que ha contribuido al crecimiento de esta actividad, por lo mismo, se ha incrementado la preocupación con el sistema y la calidad de las fuentes de agua y también el mantenimiento de una buena calidad del agua en los tanques y estanques como clave para el éxito de la producción acuícola racional. Los estanques y embalses utilizados en la acuicultura se comportan como sistemas intermedios entre los sistemas lénticos y lóticos, en los que existe un ingreso constante de agua así como salida, en la que su dinámica es influenciado por un conjunto de factores naturales y factores derivados del cultivo de peces, siendo el más importante la alimentación diaria de los peces ⁽²⁷⁾.

Para la cría de peces tropicales como el "paco" o la "gamitana", se estila construir estanques en la que se excava o se construye muros de contención de manera que el agua puede depositarse en dichas depresiones. Dichas estructuras pueden ser considerados como sistemas intermedios entre sistemas artificiales y sistemas naturales, los que se caracterizan por ser abiertos a intercambios con la atmósfera, pero cerrados al intercambio de nutrientes y organismos, que son necesariamente son controlados por el hombre, tal como los sostiene Odum y Barret ⁽²⁸⁾ los que lo denomina como "mesocosmos". Así que el cultivo de peces en estanques funciona como un ecosistema artificial, donde los factores ajenos (externos), que está constituido principalmente por alimento de los peces y fertilizantes, juegan un papel importante en el ecosistema y donde condiciones bióticos y abióticos pueden ser manipulados para garantizar parcialmente la supervivencia de los peces, así como maximizar el crecimiento de los peces.

Los estanques de cría son sistemas artificiales, poco profundos sufren la influencia externa e interna (alóctono), las que tienen influencia en las diversas comunidades y de los ecosistemas acuáticos factores físicos y químicos existentes. Cualquier estudio que tiene por objeto el cultivo de peces, tendrá como punto de partida el análisis de estos factores básicos. Para obtener información sobre el sistema acuático como un todo, es necesario estudiar la interacción física, química, biológica. Dichos procesos, están estrechamente relacionados y no pueden ser vistos como procesos independientes. La introducción de cualquier sustancia en el agua conduce a cambios en sus productos de calidad, que no siempre son propicias para el desarrollo y la supervivencia de los organismos acuáticos. Básicamente hay 2 factores importantes que influyen en la ecología marcadamente (calidad del agua) estanques de peces ⁽⁷⁾:

Grandes cantidades de alimentos que no es utilizado por los peces que finalmente son convertidos en nutrientes, lo que permite el crecimiento de algas y bacterias.

La alta densidad de peces cultivados, puede llevar a la abundante oferta de CO₂ producto de la respiración que conjuntamente con el crecimiento abundante de algas puede causar una alta mortalidad de peces, debido a los cambios en la calidad del agua, especialmente reducción del oxígeno disuelto producto de la demanda de organismos y la descomposición de la materia orgánica.

2.3.4. Características físicas y químicas del agua

a. Sólidos disueltos totales

Las corrientes transportan materiales, principalmente sólidos disueltos o sólidos suspendidos. Los primeros se refieren a la materia orgánica en forma iónica y los segundos, a la materia orgánica como detritus y de origen aluvial como restos de rocas, arcilla, arena y similares. Los sólidos suspendidos pueden verse a simple vista como pequeñas partículas y son los que dan turbiedad al agua. Desde el punto de vista ecológico, aguas con elevadas cantidades de sólidos disueltos indican alta conductividad que puede ser un factor limitante para la vida de muchas especies por estar sometidas a una presión osmótica. Por su parte un alto contenido de sólidos en suspensión o alta turbiedad, también es limitante para el ecosistema acuático ya que impide el paso de los rayos solares, daña y tapona el sistema de intercambio gaseoso en los animales acuáticos y destruye su hábitat natural ⁽⁷⁾.

b. Alcalinidad

La alcalinidad indica la cantidad de cambio que ocurrirá en el pH con la adición de cantidades moderadas de ácido. Debido a que la alcalinidad de la mayoría de las aguas naturales está compuesta casi íntegramente de iones de bicarbonato y de carbonato, las determinaciones de alcalinidad pueden dar estimaciones exactas de las concentraciones de estos iones. Los iones de bicarbonato y de carbonato son algunos de los iones dominantes presentes en las aguas naturales; por lo tanto, las mediciones de alcalinidad proporcionan información sobre las relaciones de los iones principales y la evolución de la química del agua. Este parámetro está íntimamente ligado con las formas en la cual se encuentran el dióxido de carbono. Cuando el CO₂ penetra en el agua, rápidamente se hidrata formando el ácido carbónico ⁽²⁹⁾.

c. Cloruros

Los cloruros ocupan un tercer lugar del porcentaje de los aniones en el agua, estos por lo general expresan la salinidad, por lo mismo es un factor importante en la distribución geográfica de los organismos. La determinación de los cloruros es una prueba relativamente sencilla: se utiliza el cromato de potasio como indicador (amarillo) y se titula con nitrato de plata hasta la obtención de un color anaranjado o rojo ladrillo ⁽¹⁰⁾

d. Dureza total

En las aguas continentales está determinada por la concentración de metales alcalinotérreos originados por depósitos calcáreos de la superficie terrestre. Los iones de calcio y magnesio se combinan fácilmente con los bicarbonatos y carbonatos, dando origen a la dureza temporal y con los sulfatos, cloruros, nitratos lo que se conoce como dureza permanente. Debido a que en las aguas naturales los iones más comunes son los de Ca^{2+} y Mg^{2+} la dureza se define como la concentración de estos iones expresados como carbonato de calcio⁽³⁰⁾.

e. pH

El agua pura se disocia débilmente en los iones H^+ y OH^- , sin embargo la constante de disociación es muy pequeña (10^{-14}) y las cantidades de H^+ y OH^- son de 10^{-7} iones-g/L. Las aguas naturales no son puras por lo que las sales, bases y ácidos que en ella se encuentran, influyen en forma diversa sobre la concentración de H^+ y OH^- ⁽³⁰⁾.

El pH es una expresión del carácter ácido o básico de un sistema acuoso, en un sentido estricto, es una medida de la concentración molar del ion hidrogenión en un medio acuoso. Los conceptos de pH, alcalinidad y acidez se relacionan mutuamente debido a que el pH de la muestra, se utiliza como criterio para determinar si la capacidad amortiguadora de la muestra se mide en función de su acidez o en función de su alcalinidad; en este sentido los conceptos de pH, acidez y alcalinidad, se asemejan mucho a los de temperatura y calor (Margalef, 1983). El pH de las aguas naturales es regido en gran medida por la interacción de los iones H^+ , de la disociación de H_2CO_3 y los iones OH^- proveniente de la hidrólisis de los bicarbonatos. Sus valores oscilan entre 2 y 12, donde las aguas con valores inferiores a 4 provienen de regiones volcánicas que reciben ácidos minerales fuertes, así como debido a la oxidación de la piritita y arcillas. Las aguas naturales ricas en materia orgánica disuelta, presentan valores bajos de pH, especialmente en aquellas zonas donde predominan las turberas⁽³¹⁾.

f. Conductividad eléctrica

Es la expresión numérica de la capacidad del agua de transportar corriente eléctrica, que depende de la presencia de iones en el agua, de su concentración total, de su movilidad, de su carga o valencia y de las concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición. Dentro de los

factores que afecta el comportamiento de los iones en la solución, las atracciones y repulsiones eléctricas entre iones y la agitación térmica, son quizá los más importantes ^(27,31).

2.3.5. Principales peces cultivados en la Amazonía

La región amazónica cuenta con una gran diversidad biológica y numerosas especies de consumo y ornamentales con potencialidad de cultivo; entre las primeras destacan: *Colossoma macropomum*, "gamitana"; *Piaractus brachypomus*, "paco", *Prochilodus nigricans*, "boquichico", Esta especies se cultivan desde hace dos décadas, y sin embargo, no tienen la tradición de las actividades agrícolas o agropecuarias de práctica común ⁽⁹⁾.

a. *Colossoma macropomum*, "gamitana"

La gamitana habita los cuerpos de agua de la Amazonía y de la Orinoquia. Los adultos realizan migraciones laterales y longitudinales; en el primer caso, desde la planicie de inundación hacia el canal principal; en el segundo, a lo largo del canal principal. Realiza, además, otra migración corta, de carácter reproductivo, hacia las áreas de mezcla de aguas en la confluencia de los ríos. Las larvas inician su fase de alimentación en los remansos de los ríos, en zonas con abundante vegetación en proceso de descomposición, que propicia una alta productividad de microorganismos planctónicos. Los alevinos realizan migraciones para alcanzar nuevos ambientes laterales en los que viven hasta alcanzar su estado adulto. Esta especie ha sido introducida con éxito a otras regiones amazónicas del país (donde la temperatura del agua se adecua a sus requerimientos) ⁽⁹⁾.

Se los puede hallar en una variedad de hábitats, sin embargo se los halla con mayor frecuencia en ecosistemas lénticos o estancados de aguas negras, con pH ácido, cubiertos de vegetación, sin embargo, también se le encuentra en ambientes de aguas blancas y claras. La gamitana es uno de los peces de escama más grandes de la cuenca amazónica, solo superada por el paiche, *Arapaima gigas*. Puede llegar a pesar hasta 30 kg. El cuerpo es comprimido, con una coloración negruzca en el dorso y verde oscuro a amarillento en la parte ventral patrón de coloración que puede variar en función del tipo de agua donde se desarrolla ⁽³²⁾.

Tiene un régimen alimenticio omnívoro. Presenta dientes molariformes adaptados para triturar frutos y semillas, aunque también consume zooplancton, como lo demuestra la presencia de numerosas y finas branquiespinas que le

facilitan la filtración de micro organismos. Consume también insectos acuáticos y peces pequeños. Es un pez dócil y resistente al manipuleo, soporta bajos niveles de oxígeno disuelto por periodos cortos, pero en exposiciones prolongadas desarrollan una expansión del labio inferior, que les permite captar el oxígeno disuelto de la película superficial del agua. Alcanza su madurez sexual a los cuatro años, con una longitud estándar de 55 cm. Se reproduce al inicio de la creciente de los ríos, que corresponde a los meses de octubre a diciembre⁽³³⁾.

La taxonomía de esta especie es la siguiente⁽³²⁾:

Reino	: Animalia
Filo	: Chordata
Clase	: Osteichthyes
Sub clase	: Actinopterygii
Orden	: Characiformes
Familia	: Characidae
Subfamilia	: Serrasalminae
Género	: Colossoma
Especie	: <i>Colossoma macropomum</i>
Nombre común	: "Paco"

b. *Piaractus brachypomus* "paco"

Esta especie tiene la misma distribución geográfica de la gamitana, con la que comparte hábitat y nicho ecológico. Tiene similitud de forma con la gamitana, de la que difiere en su patrón de coloración, presentando un color gris oscuro en el dorso y blanquecino en los costados, con la parte inferior de la cabeza, región de la garganta y parte anterior del vientre de color anaranjado. Este patrón de coloración se mantiene en los alevinos, juveniles y adultos, en los cuales se atenúa este color, según el tipo de agua donde vive. Es una especie que soporta el manipuleo en las operaciones de cultivo. Tiene el mismo comportamiento reproductivo que la gamitana, se reproduce al inicio de la creciente de los ríos, entre los meses de octubre a diciembre, pudiendo prolongarse hasta marzo. También requiere de la administración de extractos hormonales para inducir el desove en ambientes controlados. Cada hembra produce 100,000 óvulos por kilogramo de peso. Se utiliza en el consumo humano, tanto al estado fresco, como seco salado. Su contenido de proteína es de 17.7%. También ha sido incorporada al cultivo en sus diversas modalidades, con rendimientos que pueden llegar a las 10 toneladas por hectárea por año⁽⁹⁾.

La taxonomía de este pez es la siguiente ⁽³²⁾:

Reino	: Animalia
Phylum	: Chordata
Clase	: Osteichthyes
Sub clase	: Actinopterygii
Orden	: Characiformes
Familia	: Characidae
Género	: <i>Piaractus</i>
Especie	: <i>Piaractus brachypomus</i>
Nombre común	: "gamitana" (Perú), "tambaqui" (Brasil)

2.3.6. Índice de diversidad

Los índices de diversidad son expresiones matemáticas que usan tres componentes de la estructura de la comunidad: riqueza, equitatividad y abundancia para describir la respuesta de una comunidad a la calidad de su ambiente. La suposición del uso de los índices diversidad para el diagnóstico de ecosistemas es que los ambientes no alterados se caracterizan por tener una alta diversidad o riqueza, una distribución uniforme de individuos entre las especies y una moderada o alta cantidad de individuos ⁽³⁴⁾. En ambientes contaminados con desechos orgánicos degradables, la comunidad generalmente responde con un descenso de la diversidad con pérdida de organismos sensibles, aumento en la abundancia de los organismos tolerantes las cuales tienen una fuente enriquecida de alimentos y un descenso de la equitatividad. En contraste la respuesta a tóxicos no degradables o contaminación ácida, se traduce en un descenso tanto de la diversidad como de la abundancia así como en la eliminación de organismos sensibles además que no hay fuentes adicionales de alimento para las formas tolerantes ⁽⁷⁾.

La diversidad biológica representa un tema central de la teoría ecológica y ha sido objeto de amplio debate, la falta de definición y de parámetros adecuados para su medición hasta los principios de los años 1970, llevó incluso a sostener la validez del concepto ⁽¹⁶⁾. En la actualidad el significado y la importancia de la biodiversidad no está en duda y se han desarrollado gran cantidad de parámetros para poder medirla, siendo empleados como indicadores del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para el manejo, conservación y monitoreo ambiental ⁽¹⁷⁾, aunque muchos cuestionan su

aplicabilidad para la detección a tiempo de disturbios que pudieran ser introducidos en los ecosistemas.

Se distinguen tres tipos de diversidad: alfa, beta y gamma ^(16,16,17,34,35). La diversidad alfa es tal vez la más empleada para la caracterización de una comunidad, se aplica a comunidades consideradas homogéneas, ya que sería imposible pretender medir la diversidad de la totalidad de la comunidad existente en un área. Este tipo de medición de diversidad es la que posee más índices y métodos desarrollados ⁽¹⁷⁾. Dentro de los índices alfa que más se emplean tenemos a:

a. Índice de Simpson (λ)

Es considerado como una medida de dominancia, ya que se pondera según la abundancia de las especies más comunes, a partir de una medida de riqueza de especies. Expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie ⁽¹⁷⁾, donde el modelo matemático empleado para su cálculo es el siguiente:

$$\lambda = \sum P_i^2$$

Siendo $P_i = n_i / N$, donde n_i es el número de individuos de la especie "i" y N es la abundancia total de las especies.

Este índice está fuertemente influido por la importancia de la especie más abundante y es menos sensible a la riqueza de especies ⁽¹⁶⁾. Tiene la característica de que a medida que se incrementa, la diversidad decrece, sin embargo como su valor es inverso a la equidad la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$.

a. Índices de Shannon-Weaner (H)

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección ⁽¹⁷⁾, procede de la teoría de la información y se expresa como:

$$H' = -\sum p_i \ln_2 p_i$$

Siendo p_i la proporción de individuos de la especie i, es decir $p = n_i / N$.

Para el cálculo de este índice, se considera que los individuos deben ser muestreados al azar a partir de una población infinitamente grande, así como que todas las especies estén representadas en la muestra. Adquiere valor de cero cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Los valores

que presentan suelen hallarse entre 1.5 y 3.5 y raramente sobrepasa 4.5⁽¹⁷⁾. El valor máximo que adquiere en los ríos para las comunidades de invertebrados bénticos es de 4,5. Valores inferiores a 2,4-2,5 indican que el sistema está sometido a tensión (vertidos, dragados, canalizaciones, regulación por embalses, etc). Es un índice que disminuye mucho en aguas muy contaminadas. Por tanto, cuanto mayor valor tome el índice de Shannon-Wiener, mayor calidad tendrá el agua objeto de estudio⁽³⁴⁾.

b. Índice de Margalef (J)

Es un índice que calcula la diversidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. El modelo matemático que emplea es el siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde: S = número de especies y N = número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Usando S-1, en lugar de S, da DMg = 0 cuando hay una sola especie^(16,17).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el proyecto: "Construcción de una planta de procesamiento de alimentos balanceados y mejoramiento de la producción de peces tropicales en el distrito de Kimbiri, La Convención – Cusco", el cual estuvo ubicada políticamente de la siguiente manera:

Región : Cusco
Provincia : La Convención
Distrito : Kimbiri
Localidad : Sibayllohuato

Geográficamente la ubicación del lugar donde se desarrolló el trabajo de investigación es la siguiente (UTM):

Longitud : 634788.67
Latitud : 8603575.11
Altitud (m.s.n.m) : 639

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA EVALUADA

La investigación fue llevada a cabo en el Centro de Producción de Peces Tropicales de Sibayllohuato, el mismo que se halla ubicado en el distrito de Kimbiri. Dicho centro cuenta con 19 estanques (anexo 3 y 4), siendo evaluados uno de reproductores (estanque 1), dos de comerciales (estanques 13 y 14), dos de engorde (estanques 12 y 15), dos de alevinos (estanques 3 y 10) haciendo un total de 7 estanques evaluados.

Los estanques son excavaciones en tierras con baja permeabilidad y se rodea de terraplenes, con paredes y fondo arcilloso a una profundidad aproximada de 1.5 metros.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Insectos acuáticos (larvas y adultos) hallados en 7 estanques de cría de peces de la Unidad Productora de Peces Tropicales de la municipalidad distrital de Kimbiri.

3.3.2. Muestra

70 muestras de insectos acuáticos, colectados entre los meses de setiembre 2011 a enero del 2012, tomados de los estanques de alevinos (20), juveniles-engorde (20), comerciales (20) y de los reproductores (10). Las colectas fueron siguiendo las recomendaciones de un muestreo sistemático aleatorio.

3.3.3. Unidad de observación

Estuvo constituido por las capturas realizadas en los estanques, a partir del cual se determinó la diversidad y las abundancias de los componentes de la comunidad insectil

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Colecta de insectos acuáticos

La colecta se realizó mediante el empleo de una red de boca circular de 30 cm de diámetro y una red de luz de malla de 1 mm, al cual fue adosado un mango de madera de 30 cm de longitud. Esta red fue arrastrada por las riberas del estanque por aproximadamente 15 metros a una profundidad de 30 a 40 cm, para luego los insectos capturados ser transferidos a bolsas plásticas a los cuales se agregó alcohol al 90% y posteriormente trasladados a al laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, para lo cual fueron embalados cuidadosamente en una caja de tecnoport. Los muestreos realizados tomando en cuenta el tipo de estanque según la fase biológica en el cual se encontraba los peces criados, siendo las categorías consideradas las siguientes: alevinos, juveniles-engorde, comerciales y de los reproductores.

3.4.2. Identificación de insectos acuáticos

Para la identificación taxonómica de los insectos fue necesario la visualización de las características morfológicas mediante un estereoscopio y un microscopio, para luego ser comparada con las claves propuestas por Roldan ⁽³⁶⁾ y de Domínguez ⁽³⁷⁾ que reportan claves para la identificación de formas maduras e inmaduras de organismos bentónicos en Colombia, para el primer caso, y para ríos y lagos de Argentina en el segundo. La identificación se realizó hasta nivel

de género, en la mayoría de los casos, debido a que las claves señaladas tienen la posibilidad de identificar solo hasta dicho nivel. Así mismo, se obtuvieron registros fotográficos de las principales características taxonómicas de los insectos hallados. Por otro lado, una vez caracterizado taxonómicamente el insecto, se procedió al conteo de los mismos con la finalidad de estimar sus abundancias para el cual se empleó una lupa.

3.4.3. Análisis estadístico

Los datos colectados fueron registrados en el software Excel 2007 en el se construyó una matriz de datos, para luego ser exportado al SPSS 22, a partir de los cuales se realizó los análisis estadísticos. Así mismo, fue necesario el empleo del software PAST 2.17 para el cálculo de los índices de diversidad y la abundancia total. Los datos obtenidos se presentan en figuras y tablas, en los que se muestran los principales estadísticos descriptivos de tendencia central y de dispersión.

Con la finalidad de comparar las características de la comunidad de insectos según el tipo de estanques se empleó la prueba de Kruskal-Wallis debido a que los datos de abundancia no mostraron distribución normal.

IV. RESULTADOS

Tabla 1.- Composición de la entomofauna acuática en los estques de cría de las diferentes etapas de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.

Orden	Familia	Géneros	Estadio de los peces			
			I	II	III	IV
Coleoptera	Hidrophilidae	Berosus	-	+	+	+
Diptera	Chironomidae	Chironomus 1	+	+	+	+
		Chironomus 2	+	+	+	-
Hemiptera	Belostomatidae	Belostoma	+	-	+	+
	Guerridae	Halobatopsis	+	+	+	+
	Naucoridae	Limnocoris	+	+	+	+
	Nepidae	Curicta	+	+	+	+
	Notonectidae	Buenoa	+	+	+	+
		Notonecta	-	-	+	+
	Aeshnidae	Anax	-	-	+	+
Odonata	Coenagrionidae	Acanthagrion	+	+	+	+
	Gomphidae	Aphylla	+	+	+	+
		Orthemis	+	+	+	-
	Libellulidae	Pantala	+	+	+	+
		Tramea	+	+	+	-
		Erythrodiplax	-	+	+	-
		Macrothemis	+	+	+	-
Tricoptera	Policentropodidae	Cyrmellus	+	+	-	-

I: Alevino; II: Engorde; III: Comerciales; IV: Reproductor

+: Presente; -: Ausente

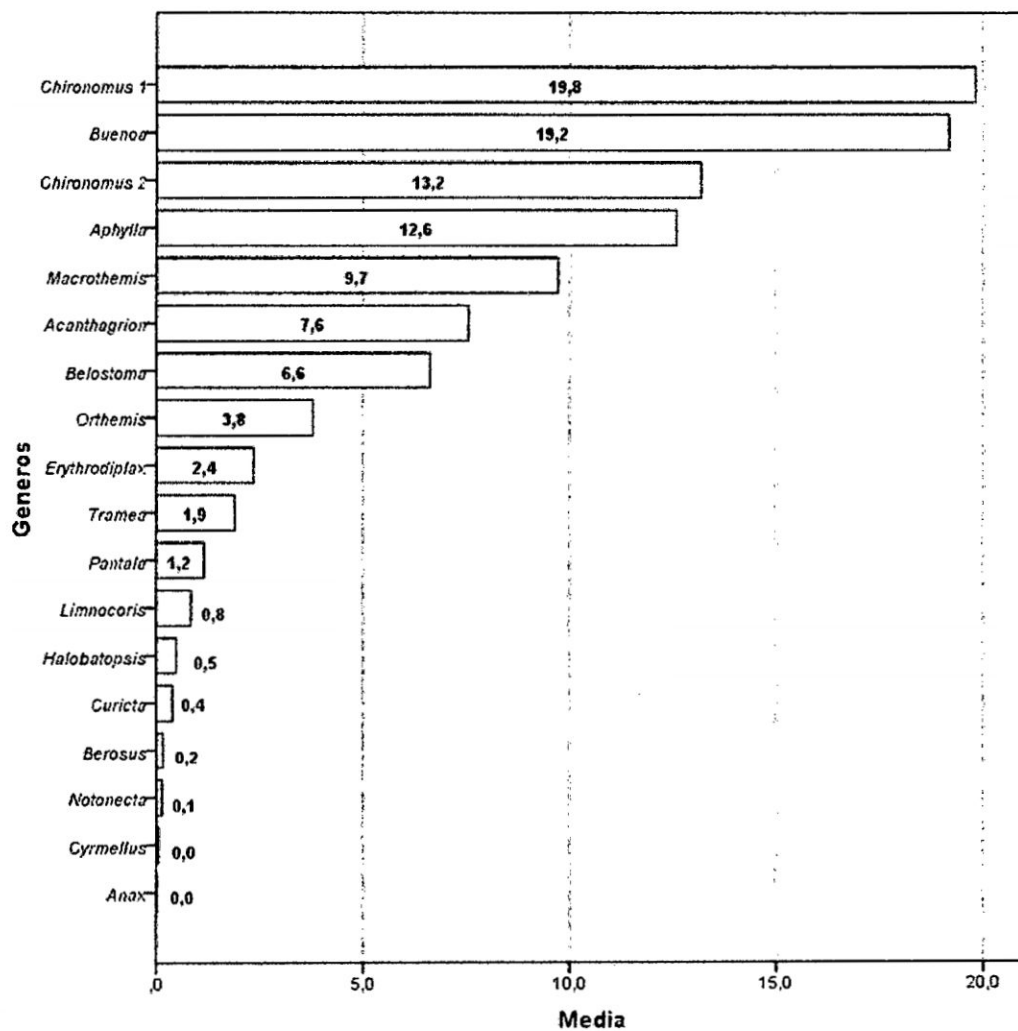


Figura 1.- Abundancia relativa total de la entomofauna acuática en siete estaquos de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.

Tabla 2.- Abundancia de la entomofauna acuática en estaqués de cría según estadio de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.

Orden	Familia	Géneros	Estadio de los peces				P- Valor (Kruskal_ Wallis)
			I	II	III	IV	
Coleoptera	Hidrophilidae	Berosus	0	2	6	3	0,191
Diptera	Chironomidae	Chironomus 1	358	133	469	110	0,164
		Chironomus 2	134	37	374	0	0,000
Hemiptera	Belostomatidae	Belostoma	7	0	1	1	0,523
	Guerridae	Halobatopsis	10	2	38	3	0,142
	Naucoridae	Limnocoris	6	1	7	15	0,000
	Nepidae	Curicta	5	2	1	1	0,876
	Notonectidae	Buena	869	14	207	1125	0,000
		Notonecta	0	0	1	8	0,000
Odonata	Aeshnidae	Anax	0	0	2	1	0,355
	Coenagrionidae	Acanthagrion	45	107	173	22	0,102
	Gomphidae	Aphylla	162	116	439	16	0,000
		Orthemis	70	45	41	0	0,051
		Pantala	46	12	13	1	0,756
	Libellulidae	Tramea	18	16	121	0	0,236
		Erythrodiplax	0	13	199	0	0,000
		Macrothemis	109	140	315	14	0,025
Tricoptera	Policentropodidae	Cyrmellus	1	1	0	0	0,677

I: Alevino; II: Engorde; III: Comerciales; IV: Reproductor

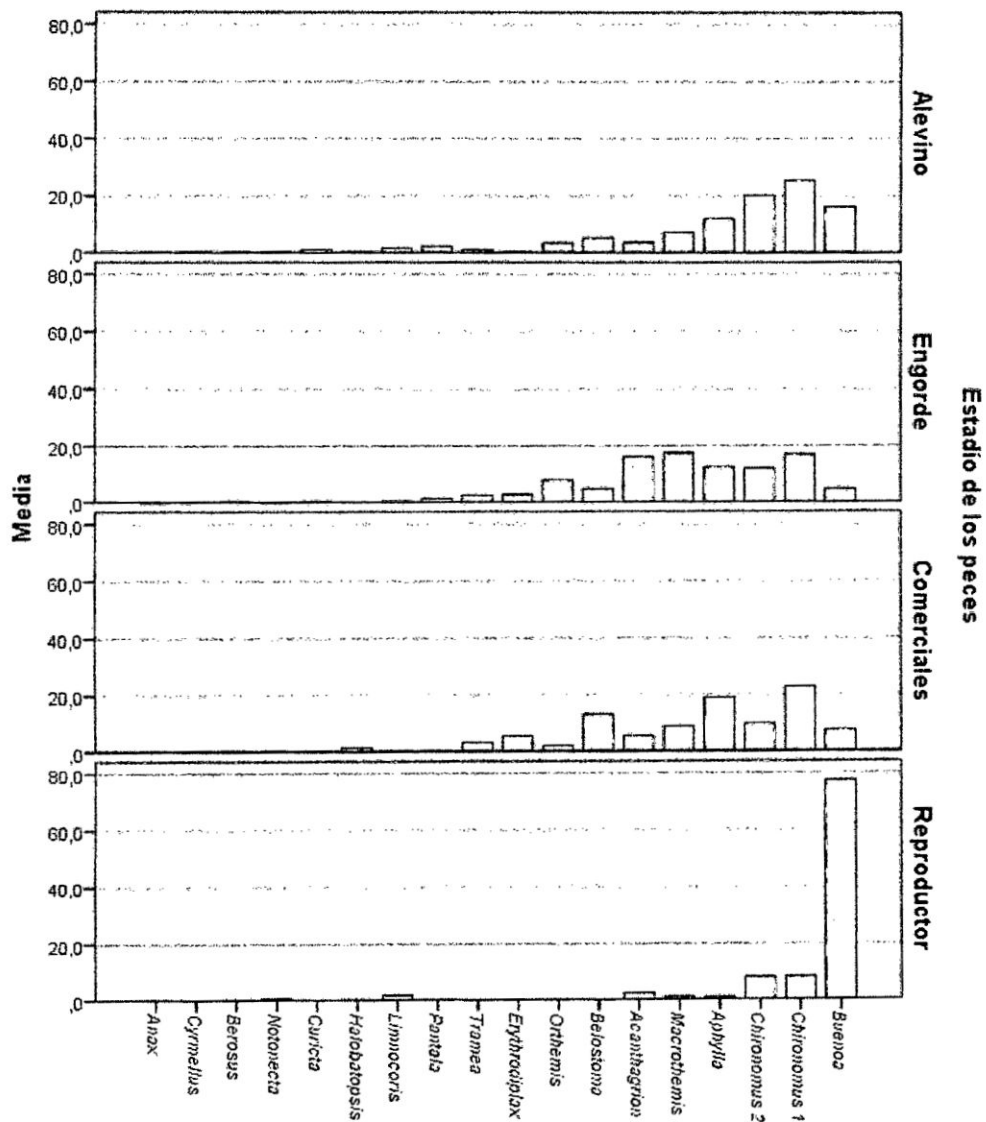
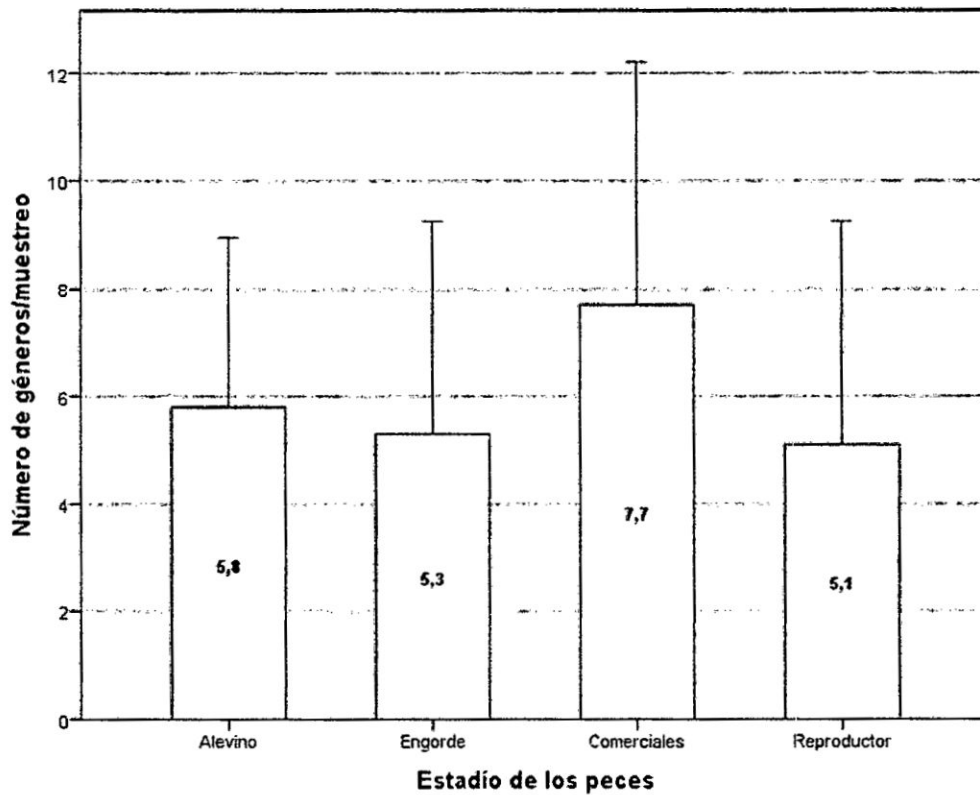


Figura 2.- Abundancia relativa (porcentaje) de la entomofauna acuática en estanques de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.



$\chi^2 = 13,546$; gl = 3; $p = 0,004$

Figura 3.- Promedio del número de géneros y desviación estándar de la entomofauna acuática en 2 estades de alevino, 2 de engorde, 2 de comerciales y 1 de reproductores de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.

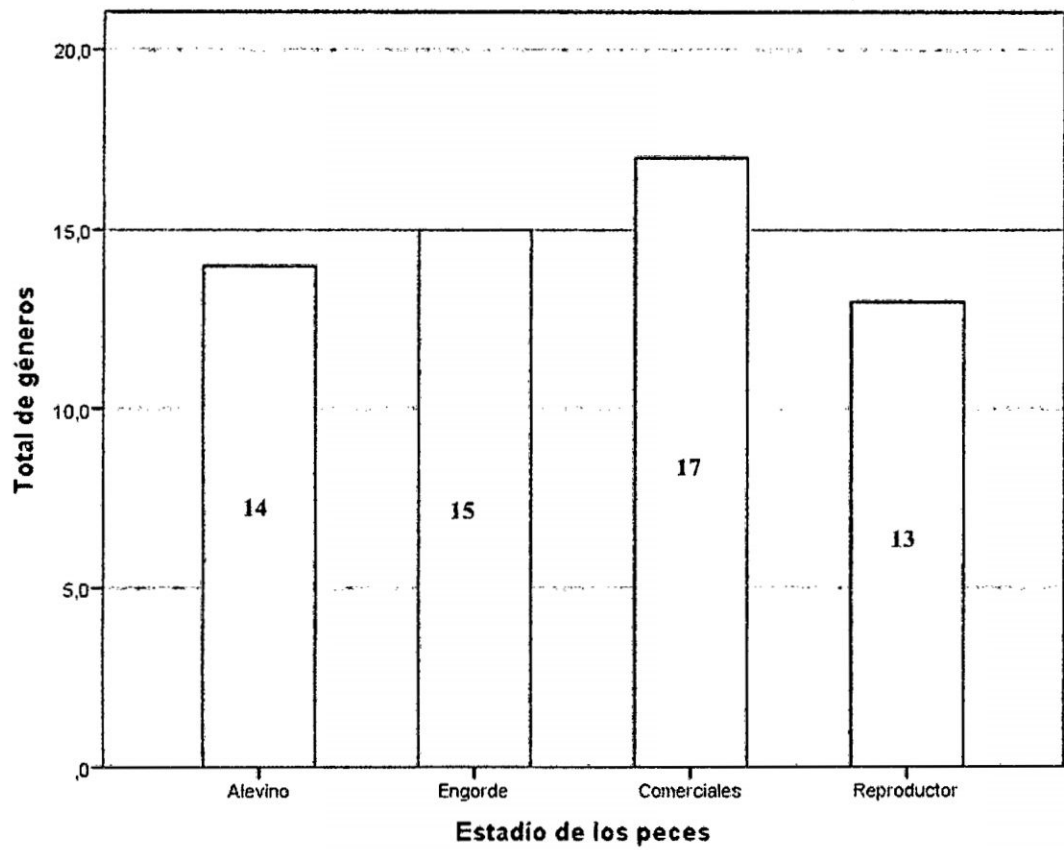
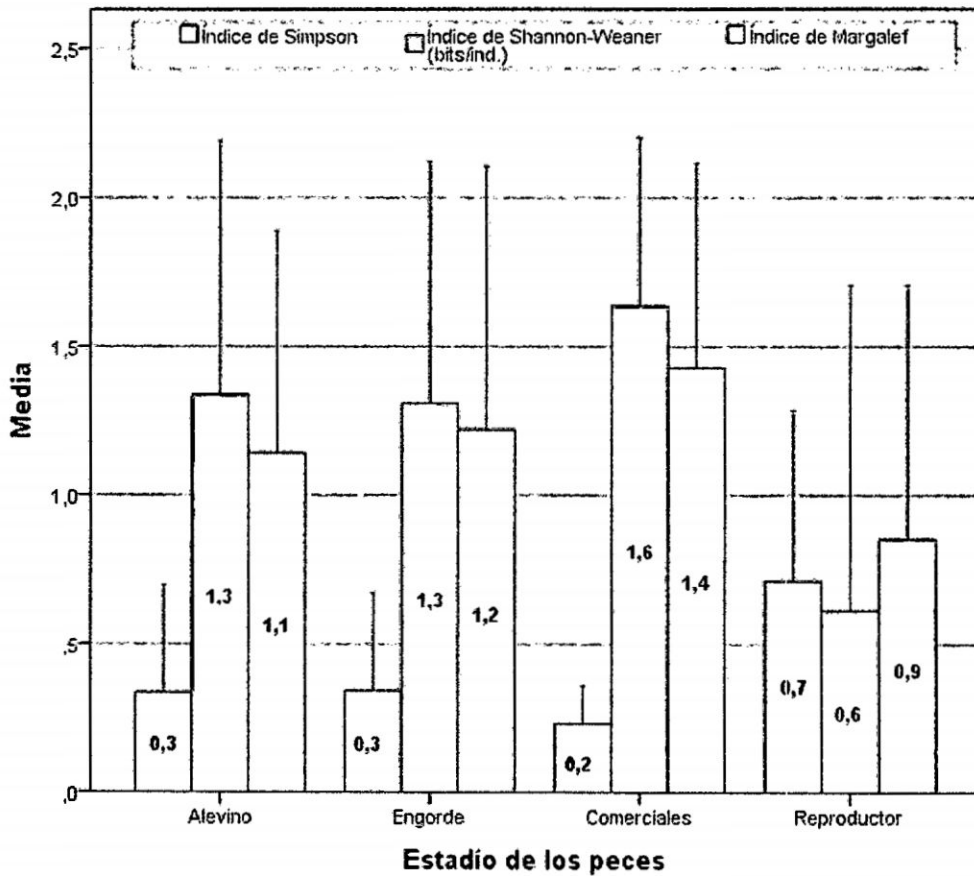


Figura 4.- Número total de géneros colectados de la entomofauna acuática en 2 estaques de cría de alevinos, 2 engorde, 2 comerciales y 1 de reproductores de crías de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.



Índice de Simpson : $\chi^2 = 22,919$; gl = 3; p = 0,000
 Índice de Shannon-Weaver : $\chi^2 = 22,214$; gl = 3; p = 0,000
 Índice de Margalef : $\chi^2 = 11,453$; gl = 3; p = 0,010

Figura 5.- Promedio y desviación estándar de los Índices de diversidad de la entomofauna acuática en estades de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.

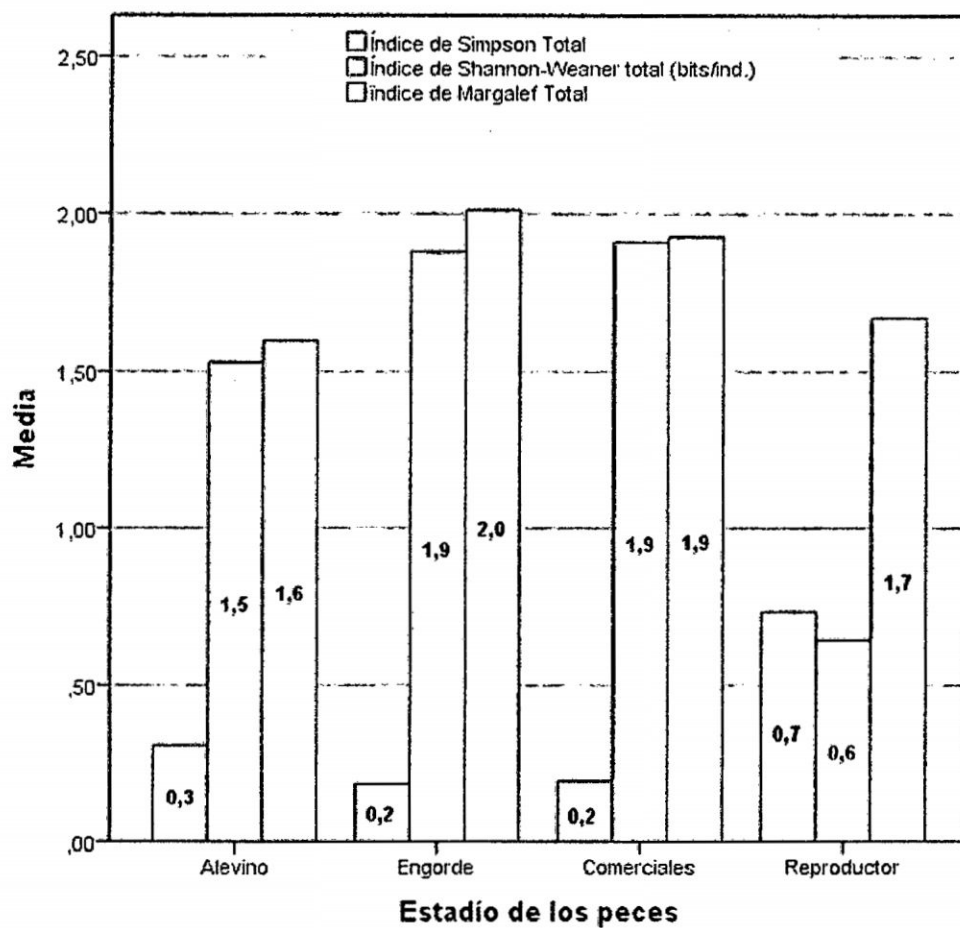


Figura 6.- Valor total de los Índices de diversidad de la entomofauna acuática en estades de cría de *Piaractus brachipomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.

Tabla 3.- Valores promedios de las características fisicoquímicas del agua de los estanques de cría de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, La Convención Cusco 2011.

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	ESTADIO DEL PEZ			
	Alevino	Engorde	Comerciales	Reproductor
Conductividad (μMhoscm^2)	63,0	32,5	32,5	113,0
Sólidos disueltos totales (ppm)	30,5	15,5	15,0	57,0
T (°C)	29,38	30,45	30,43	29,50
pH	8,1	7,5	7,4	7,8
Oxígeno (mg/L)	7,38	7,38	7,50	7,76
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L)	13,5	7,0	6,5	12,5
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	27,0	11,0	10,5	33,0
Dureza Cálcica (mg CaCO ₃ /L)	18,5	9,5	5,0	19,5
Dureza Magnésica (mg mgCO ₃ /L)	8,5	1,5	5,5	13,5
Cloruros (mg Cl ₂ /L)	2,8	2,1	2,8	2,4

V. DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se muestra la composición y abundancia de la entomofauna encontrada en los estanques de cría de las diferentes etapas de *Piaractus brachypomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", producto del muestreo realizado durante los meses de setiembre a diciembre del 2011 y enero del 2012. Se halló insectos pertenecientes a 18 géneros, 12 familias y cinco órdenes, así mismo se puede observar que las familias con mayor número de géneros son, Libellulidae (Odonata), con cinco géneros y Notonectidae (Hemiptera) con dos; así mismo las órdenes, Odonata y Hemiptera, resaltan por presentar el mayor número de familias, con cuatro y cinco respectivamente. También es de notar que de los géneros hallados, nueve se presentaron en todos los estanques a la vez (alevinos, engorde, comerciales y reproductor); mientras que igual número de géneros estuvieron ausentes en por lo menos en uno de los tipos de estanque. De acuerdo a lo señalado por Roldan ⁽⁷⁾, la presencia de factores ambientales adecuados, propicia la presencia de organismos en ambientes que son creados por el hombre, de modo que la cantidad y la diversidad existente es el reflejo de las condiciones de dichos ambientes artificiales. Por otro lado, los estanques de cría peces, se constituyen en hábitat adecuados para muchas especies, destacando dentro de ellos los insectos acuáticos ya que encuentran en dichos ambientes agua y alimento en forma permanente. Lo señalado nos permite afirmar que la presencia de determinados organismos en un ambiente, es debido a que presentan características que se adecuan a sus requerimientos, al mismo tiempo hace que otras se vean limitadas en su presencia y abundancia, tal como lo afirma Nebel⁽³⁸⁾, Margalef ⁽³⁹⁾, Smith y Smith ⁽³⁵⁾. Con respecto a los estanques piscícolas, se considera que estos ambientes se hallan sometidos a intensas modificaciones ambientales por parte del hombre, por un lado, debido al intenso manipuleo al momento de hacer el manejo rutinario de los peces y por otro, la

constante introducción de subsidios energéticos a dichos sistemas bajo la forma de alimento a los peces y la fertilización de sus aguas, tal como lo manifiesta Odum ⁽²⁸⁾.

En la Figura 1, se observa la abundancia relativa total registradas para cada uno de los taxones hallados, en donde se puede apreciar que existen géneros que son muy abundantes, poco abundantes y los denominados como raros. Dentro de los que presentaron mayor abundancia se muestra que es *Chironomus 1*, seguido de *Buenoa*, *Chironomus 2*, *Aphylla* y *Macrotemis*, con porcentajes de 19,8, 19,2, 13,2, 12,6 y 9,7 % respectivamente, que en conjunto representan aproximadamente las tres cuartas partes del total (74.5%) de organismos colectados, mientras que el resto de taxones representan valores de abundancia menores de 10%, constituyendo la mayoría de los componentes de la comunidad de insectos acuáticos hallados. Lo hallado coincide con lo manifestado por Domínguez ⁽³⁷⁾, Moreno ⁽¹⁷⁾ y Smith ⁽³⁵⁾, los que manifiestan que las comunidades biológicas se caracterizan por presentar pocos taxones que son muy abundantes, catalogados como dominantes, mientras que muchos taxones presentan poca abundancia, catalogados como raros. Esto probablemente a que las condiciones químicas, físicas y biológicas del agua así como la profundidad, dimensiones de dichos estanques son adecuadas para aquellos que son abundantes, lo que estimula el incremento de sus densidades, tal es el caso de *Chironomus 1* y *Chironomus 2* que posiblemente hallan en dichos estanques abundante materia orgánica como producto de la acumulación de excretas de los peces y los restos del alimento balanceado que no es consumido, en razón de que la densidad de peces criados en los estanques es mucho mayor en comparación en lo que se podría encontrar en la naturaleza.

En la Tabla 2. Y Figura 2, se observa la abundancia absoluta de los componentes de la entomofauna acuática hallada en los cuatro tipos de estanques. Se observa la existencia de taxones con abundancias muy elevadas así como aquellos que no lo son. En el caso de los estanques para alevinos, los taxones más abundantes son aquellos que pertenecen a la familia Chironomidae, seguido del género *Buenoa* de la familia Notonectidae. En el estanque de engorde (juveniles) existe un mayor número de géneros que son los más abundantes, tal es el caso de *Macrotemis*, *Acanthagrion*, de la orden Odonata y un taxón de la Familia Chironomidae. En el estanque de los comerciales, los taxones que presentaron mayor abundancia fueron

Chironomidae 1 (Diptera), seguido de *Aphylla* (Odonata) y *Belostoma* (Hemiptera). Para el caso de los estanques de reproductores, el género *Buenoa* es el más abundante, seguido de los dos taxones de la familia Chironomidae con abundancias menores. Al realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para comparar los tipos de estanques según las abundancias de los géneros que presentaron, se halló significancia para el género *Limnocois*, *Buenoa* y *Notonecta*, los que son más abundantes en el estanque de los reproductores; para *Chironomus 2*, *Aphylla*, *Erythrodiplax* y *Macrothemis* que son más abundantes en el estanque de los comerciales. Los resultados nos sugieren la existencia de una preferencia, por lo tanto asociación, de los organismos por determinados ambientes en los que se desarrollan en forma adecuada lo que se traduce en sus abundancias mayores en comparación con otras. Los que son más abundantes en el estanque de los comerciales, como *Chironomus 2*, muy probablemente esté condicionado a la presencia de mayor cantidad de materia orgánica, tal como se afirmó anteriormente y a las vez son taxones con la capacidad de soportar una mayor actividad humana, el que se traduce en una mayor frecuencia de arrastre de redes, de perturbación en forma general como para realizar selecciones y cosechas, lo que a la vez crea ambientes no adecuados para otros organismos. Por otro lado, los taxones que son abundante en los estanques de los reproductores, probablemente se deba a que en estos ambiente hallan un hábitat con poco disturbio generado por el hombre, ya que en estos estanques los peces destinados a la reproducción, pocas veces son capturados, circunscribiéndose la mayor actividad a los meses en los que maduran sus productos sexuales (octubre a noviembre).

En la Figura 3, se observa el número promedio de géneros de insectos acuáticos colectados por muestreo en los cuatro tipos de estanques, se aprecia que los máximos valores hallados corresponden a los estanque de los comerciales con un promedio de 7,7, seguido de lo hallado en los estanques de los alevinos, engorde y reproductor con valores promedios de 5,8, 5,3 y 5,1, respectivamente. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis se halló significancia estadística, lo que nos da la posibilidad de afirmar los tipos de estanques son diferentes según el número de géneros hallados en los mismos, siendo claramente el estanque de los comerciales los que presenta un mayor número de géneros en promedio por muestreo. La existencia de un mayor número de géneros presentes en un tipo de estanque debe estar relacionada, como se sostuvo líneas arriba, por las

condiciones ambientales que en ella existe que seguramente son las adecuadas para el desarrollo de dichos taxones. En el estanque de los comerciales, dichos factores pueden ser la menor profundidad del agua estancada, las dimensiones de los estanques ver (Anexo 3 y 4) y la presencia de abundante vegetación ribereña en comparación con otros tipos de estanques, aparentemente dichos factores fueron determinantes en la presencia de un mayor número de géneros, incluso en mayor medida que los factores limitantes como la mayor manipulación, traducido en una mayor frecuencia de uso de redes para la captura de los peces. Lo manifestado coincide con lo sostenido por Smith y col.⁽³⁵⁾, Nebel y Wright⁽³⁸⁾ y Molles⁽⁴⁰⁾, quienes afirman que los organismos se hallan adaptados a las condiciones de los lugares que habitan, existiendo dentro de ello rangos que puedan ser considerados como óptimos, en los que se desarrollaran en forma adecuada y rangos tolerables donde la exigencia ambiental es mayor. En la Figura 4, se muestra el número total de géneros hallados en los cuatro tipo de estanques durante el periodo de muestreo. En los estanques de los peces comerciales, se halló 17 géneros, siendo el mayor valor en comparación con lo hallado en los otros estanques, así mismo representa casi la totalidad de lo hallado en la piscigranja, ya que son 17 de los 18 reportados. También se puede observar que en el estanque de engorde se halló 16, en los alevinos 14 y en los reproductores, 13 géneros. Lo hallado coincide con lo sostenido por los investigadores ya citados, donde las características fisicoquímicas del hábitat son determinantes sobre las características de las comunidades y las poblaciones que en ellas se han establecido.

En la figura 5, se muestra los valores promedio y la desviación estándar de los índices de diversidad (Simpson, Shannon-Weaner y Margalef) hallados para la entomofauna para los cuatro tipo de estanques. Para el caso del índice de Simpson (dominancia) el mayor valor hallado fue para el estanque de los reproductores con 0.7 (teóricamente el máximo valor que puede asumir es la unidad), lo que nos indica que la comunidad de dicho estanque presenta un menor número de diversidad y que unos pocas poblaciones son los que acaparan las mayores densidades, la Figura 02 confirma lo mencionado, en ella se observa la existencia de un solo taxón que representa prácticamente toda la abundancia de la entomofauna hallada. Lo hallado coincide con lo sostenido por Moreno⁽¹⁷⁾ y Magurran⁽¹⁶⁾, que mencionan que el índice de Simpson es sensible a la dominancia, es decir, el valor de dicho índice tenderá a ser mayor, cuando

existan pocos taxones y que dentro se halla la mayor abundancia de la comunidad. Con respecto a los índices de Shannon-Weaner y Margalef, se puede apreciar que muestran la misma tendencia de incremento en los estanques de los comerciales con valores de 1,6 y 1,4 respectivamente y menor para los reproductores, con 0,6 y 0,9, seguido de los valores hallados para los estanques de alevinos y engorde, lo hallado coincide con lo manifestado por Moreno ⁽¹⁷⁾, Magurran ⁽¹⁶⁾ y Acevedo-Benitez et al. ⁽¹¹⁾, que sostienen que en el caso del índice de Shannon-Weaner y Margalef, son sensibles a la diversidad y equidad, es decir a mayor número de especies o morfotipos hallados, mayor serán sus valores y además, cuanto más homogéneo sea la abundancia en los taxones, también su valor será mayor. Lo afirmado es corroborado por lo que se muestra en la Figura 02, donde se aprecia que un mayor número de géneros contienen dentro de sí la mayor abundancia de dichas comunidades. Otro aspecto que resalta es que los índices de diversidad son sensibles a la composición y equidad en la abundancia, es decir, sus valores tendrán una tendencia contraria lo que muestran los índices de dominancia.

En la figura 6, se muestra los valores de los índices de diversidad hallados en base a las especies o morfotipos y las abundancias hallados en todo el muestreo. En forma general se observa las mismas tendencias que en la Figura 05, en la que en el caso del índice de Simpson, los mayores fueron registrados en el estanque de los reproductores y los menores en el estanque de los comerciales. Respecto al índice de Shannon-Weaner y Margalef los mayores valores fueron para los estanques de los comerciales y de engorde. Lo hallado reafirma lo mencionado en páginas anteriores. Por otro lado, los valores hallados para el índice de Shannon-Weaner, pueden ser catalogados como para comunidades de mediana diversidad, típica de comunidades sometidas a disturbantes, tal como lo afirma Ramirez ⁽³⁴⁾, que menciona que comunidades sometidas a ciertas tensiones, tal como puede ser los estanques de cultivo de peces, presenta valores similares.

En la Tabla 3, se muestra los valores promedios de algunas características fisicoquímicas del agua contenidos en los cuatro tipos de estanques. Se observa características como la conductividad eléctrica, dureza total, alcalinidad total, sólidos disueltos presentan valores relativamente diferentes. Es así que estos valores son mayores en el estanque de los reproductores, seguido del estanque de alevinos. Lo mencionado posiblemente se deba fundamentalmente al tiempo

de residencia del agua en el estanque de reproductores, donde el agua permanece estancada por mucho tiempo por lo que está sometido a la acción directa que los rayos solares que favorecen la evaporación constante y en esa medida se reponga lo perdido, lo que determina una mayor concentración de sales determinando mayores valores en las características señaladas. Para el caso del agua contenida en el estanque de alevinos, los mayores valores de las características probablemente sea consecuencia de los procesos del uso de cal (encalado) y el empleo de fertilizantes que es necesario realizar para garantizar el éxito del proceso de cría de esta etapa de los peces. Lo hallado confirma nuevamente lo sostenido anteriormente.

VI. CONCLUSIONES

1. En los estanques de cría de peces se determinó la presencia de 18 géneros de insectos acuáticos pertenecientes a 12 familias y cinco órdenes, siendo los órdenes Odonato y Hemiptera los que mayor número de familias presentaron. Existiendo diferencia en abundancia de géneros por tipo de estanque. En el estanque de los comerciales se registró 17 géneros, seguido de los de engorde, alevinos y reproductores, con 15, 14 y 13, respectivamente.
2. Los taxones más abundantes en los estanques de cría de peces fueron *Chironomus 1* (Diptera), *Buenoa* (Hemiptera), *Chironomus 2* (Diptera) y *Macrotremis* (Odonata), representando el 74.5% del total de organismos colectados; *Chironomus 2*, *Aphylla*, *Erythrodiplax* y *Macrthemis* fueron los que mayor abundancia ($p < 0.05$) presentaron en el estanque de los comerciales; *Limnocoris* y *Buenoa* lo fueron en el estanque de los reproductores. Influenciado por el tipo de estanques, dimensiones, características fisicoquímicas del agua, profundidad, y vegetación riverera.
3. Los índices de diversidad hallados en los cuatro tipo de estanques fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,01$). Para el caso del índice de Simpson, fue mayor en el estanque de los reproductores, con un valor promedio por muestreo de 0,7, mientras que los índices de Shannon-Weaner y Margalef, fueron mayores en los estanques de los comerciales con un promedio de 1,6 bits/ind. y 1,4, respectivamente. Los valores hallados nos muestra a una comunidad con una riqueza mediana característico de comunidades sometidos a algunos disturbios.
4. Las características fisicoquímicas de conductividad, dureza total y alcalinidad total, son mayores en el agua de los estanques de reproductores y alevinos en comparación con los otros estanques.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos de investigación en la que se caracterice la entomofauna acuática de los estanques de peces en épocas que abarque épocas en la que se aprecie diferencias en las características ambientales como la intensidad de la precipitación pluvial, con la finalidad de identificar a la mayoría, si no es la totalidad, de los integrantes de la comunidad insectil.
2. Realizar estudios tendientes a la identificación hasta el nivel de especies, que en muchos casos implica la crianza de estadíos inmaduros hasta la emergencia de los adultos, con los cuales se confirma la identificación hecha en las larvas y las náyades.
3. Realizar investigaciones sobre la magnitud de predación que pueden desarrollar los estadios inmaduros de algunos taxones insectiles, como aquellos que pertenecen la orden Odonata y Hemiptera, sobre organismos como larvas de peces que se cultivan comunmente, ya que se ha podido detectar insectos potencialmente predadores cuyos tamaños son mayores a los 3 o 4 centímetros.
4. Realizar estudios sobre la dieta natural de los peces cultivados en estanques, con la finalidad de determinar la importancia de algunos componentes de la entomofauna acuática en dicho aspecto.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Contreras-Rivero G, Navarrete-Salgado NA, Lara-Vázquez JÁ. Hemipteros acuáticos en dos estanques piscícolas del Estado de México. *Rev Chapingo Ser Cienc For Ambiente*. junio de 2008;14(1):39-43.
2. Morales-Castaño IT, Rendón FM. Heterópteros acuáticos del Quindío (Colombia): Los infraórdenes Gerromorpha y Nepomorpha. *Rev Colomb Entomol*. junio de 2008;34(1):121-8.
3. Segura MO, Valente-Neto F, Fonseca-Gessner AA. Family level key to aquatic Coleoptera (Insecta) of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*. marzo de 2011;11(1):393-412.
4. Ruggiero A, Céréghino R, Figuerola J, Marty P, Angélibert S. Farm ponds make a contribution to the biodiversity of aquatic insects in a French agricultural landscape. *C R Biol*. abril de 2008;331(4):298-308.
5. Delgado C, Alcántara F, Couturier G. Densidad de larvas de odonato (Insecta) en un estanque de piscicultura en Iquitos. *Rev Ent*. diciembre de 1994;37:101-2.
6. Carrasco C. Entomofauna acuática asociada a estanques de cría de *Piaractus brachipomus* «paco» y *Colossoma macropomum* «gamitana», Pichari, Cusco. Cusco; 2009.
7. Roldan G, Ramírez JJR. Fundamentos de limnología neotropical. Universidad de Antioquia; 2008. 464 p.
8. Woynarovich E. Conceptos básicos de piscicultura tropical. CEAM, Centre d'Estudis Amazònics; 2004. 115 p.
9. Guerra H, Rebaza M, Alcántara F, Rebaza C, Deza S, Tello S, et al. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta productiva para la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana; 2000 p. 86.
10. Aranguren N, Delgado GR, Bolivar A, Canosa A, Limnología AC de, Vergara GG, et al. Manual de métodos de limnología. Asociación Colombiana de Limnología; 2002. 76 p.
11. Acevedo-Benitez J, Váldez Vázquez I, Poggi Varaldo, Hector H. ¿cómo Medir la Diversidad? TESE; 73 p.
12. Berg MB. Aquatic Insects, Classification. En: Likens GE, editor. *Encyclopedia of Inland Waters* [Internet]. Oxford: Academic Press; 2009 [citado 10 de agosto de 2014]. p. 128-31. Recuperado a partir de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123706263001587>
13. Hury AD. Aquatic Insects – Ecology, Feeding, and Life History. En: Likens GE, editor. *Encyclopedia of Inland Waters* [Internet]. Oxford: Academic Press; 2009 [citado 10 de agosto de 2014]. p. 132-43. Recuperado a partir de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123706263001599>
14. Fernández RL, Rieradevall M, Fornells NP. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos. *Ikastorratza E-Rev Didáctica*. 2013;(11):4-19.
15. Triplehorn CA, Johnson NF, Borror DJ. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Belmont, CA: Thompson Brooks/Cole; 2005.
16. Magurran AE. *Measuring Biological Diversity*. John Wiley & Sons; 2013. 287 p.
17. Moreno CE. Métodos para medir la biodiversidad. Sociedad Entomológica Aragonesa; 2001. 83 p.
18. Capinera JL. *Encyclopedia of Entomology*. Springer; 2008. 4411 p.
19. Gullan PJ, Cranston PS. *The Insects: An Outline of Entomology*. John Wiley & Sons; 2010. 590 p.
20. Triplehorn CA, Johnson NF, Borror DJ. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Thompson Brooks/Cole; 2005. 898 p.

21. Merritt RW, Berg MB, Cummins KW. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall Hunt Publishing Company; 2009. 1214 p.
22. Heckman CW. Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Hemiptera - Heteroptera: Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America. Springer; 2011. 690 p.
23. Resh VH, Cardé RT. Encyclopedia of Insects. Academic Press; 2009. 1170 p.
24. Garrison RW, Ellenrieder N von, Louton JA. Dragonfly Genera of the New World: An Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera. JHU Press; 2006. 398 p.
25. Gillot C. Entomology. Second. Plenum Press; 1995. 816 p.
26. Auro de Ocampo A. Principios de acuicultura. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 172 p.
27. Obregón DAA. Limnología aplicada a la acuicultura. REDVET Rev Electrónica Vet. 2006;VII(11):1-24.
28. Odum EP, Barrett GW. Fundamentos de Ecología. Cengage Learning Latin America; 2006. 614 p.
29. Wedler E. Introducción en la acuicultura con énfasis en los neotrópicos. CORPAMAG; 1998. 432 p.
30. Cole GA. Manual de limnología. Hemisferio Sur; 1988. 405 p.
31. Weber WJ. Control de la calidad del agua: procesos fisicoquímicos. Reverte; 1979. 688 p.
32. Staff GR, Bock WJ, Craig SF, Evans AV, Garrison RW, Geist V, et al. Grzimek's Animal Life Encyclopedia: Fishes. Cengage Gale; 2003. Dimensions 22.0x28.0 cm, book p.
33. Peces de la Amazonía colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. INCODER; 2007. 489 p.
34. Ramirez AR. Ecología aplicada: diseño y análisis estadístico. U. Jorge Tadeo Lozano; 1999. 344 p.
35. Smith TM, Smith RL, Román ES. Ecología. Addison-Wesley; 2007. 655 p.
36. Perez GAR. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos en el departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia; 1986. 359 p.
37. Domínguez E. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo; 2009. 654 p.
38. Nebel BJ, Wright RT. Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible. Pearson Educación; 1999. 735 p.
39. Margalef R. Limnología. Ediciones Omega; 1983. 1036 p.
40. Molles MC. Ecología: conceptos y aplicaciones. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.; 2006. 704 p.

ANEXO

ANEXO 1.

Tabla 4. Resultados de pruebas estadísticas para determinar la distribución normal de los datos en los cuatro estadios de peces.

	N°	Media	Desviación estándar	Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)
Berosus	70	0,157	0,5552	0,526	0,000 ^c
Chironomus 1	70	15,2857	39,19522	0,348	0,000 ^c
Chironomus 2	70	7,7857	17,09300	0,327	0,000 ^c
Belostoma	70	0,129	0,7406	0,512	0,000 ^c
Halobatopsis	70	0,757	3,4239	0,412	0,000 ^c
Limnocoris	70	0,414	1,0143	0,459	0,000 ^c
Curicta	70	0,129	0,5085	0,528	0,000 ^c
Buenoa	70	31,643	75,6824	0,338	0,000 ^c
Notonecta	70	0,129	0,5626	0,519	0,000 ^c
Anax	70	0,043	0,2657	0,535	0,000 ^c
Acanthagrion	70	4,957	8,8521	0,300	0,000 ^c
Aphylla	70	10,471	14,3544	0,233	0,000 ^c
Orthemis	70	2,229	4,1882	0,301	0,000 ^c
Pantala	70	1,029	3,9708	0,459	0,000 ^c
Tramea	70	2,214	7,0790	0,423	0,000 ^c
Erythrodiplax	70	3,029	9,7043	0,397	0,000 ^c
Macrothemis	70	8,257	15,4560	0,297	0,000 ^c
Cyrmellus	70	0,029	0,1678	0,539	0,000 ^c
Número de géneros	70	6,10	2,195	0,149	0,001 ^c
Número de individuos	70	111,63	119,195	0,195	0,000 ^c
Índice de Simpson	70	0,3641	0,22555	0,228	0,000 ^c
Índice de Shannon-Weaner	70	1,3103	0,50821	0,137	0,002 ^c
Índice de Margalef	70	1,2050	0,42705	0,090	0,200 ^{c,d}

C. Prueba de Kolmogorov Smimov

ANEXO 2.

Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis para comparar las abundancias de los géneros en los cuatros estadios de los peces.

	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Berosus	4,754	3	0,191
Chironomus 1	5,114	3	0,164
Chironomus 2	19,459	3	0,000
Belostoma	2,248	3	0,523
Halobatopsis	5,443	3	0,142
Limnocoris	19,017	3	0,000
Curicta	,686	3	0,876
Buena	31,473	3	0,000
Notonecta	19,485	3	0,000
Anax	3,247	3	0,355
Acanthagrion	6,196	3	0,102
Aphylla	28,131	3	0,000
Orthemis	7,791	3	0,051
Pantala	1,187	3	0,756
Tramea	4,246	3	0,236
Erythrodiplax	24,792	3	0,000
Macrothemis	9,392	3	0,025
Cyrmellus	1,522	3	0,677

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Estadío de los peces

ANEXO 3.

Tabla 6. Características de los estanques en el centro de producción de peces tropicales Sibayllohuato, Kimbiri-Cusco, 2011.

ESTANQUE N°	ESPEJO DE AGUA (m ²)	CARGA ACTUAL	TALLA PROMEDIO (cm)	ESTADIO	ESPECIE
1	1511	53	45	Reproductores mixto	Paco
		6	80	-	Paiche
		4		-	Doncella
2	1012	88	63	Reproductores	65 "pacos" y 23"gamitanas"
3	1132	-	5	Alevinos	Paco
7	722	700	17	Engorde mixto	Paco y 139 chupadoras
8	2613	2613	22	Comerciales	Paco
9	1444	2600	20	Comerciales mixtos	Paco y 04 paiche
10	1406	2100	7	Alevinos	Paco
11	543	70		Reproductores mixtos	70 carpa y 04 chupadoras
12	423	913	21	Comerciales	Paco
13	939	761	24	Comerciales	Paco
14	1542	2320	25	Engorde	Paco
15	962	1098	23	Engorde	Tilapias y paco
16	1918	13	-	-	Paiche
17	1449	2359	23	Comerciales- engorde	Paco
18	2272	3500	15	Comerciales- engorde	Paco
19	1857	4350	18	Engorde	Paco

ANEXO 4.

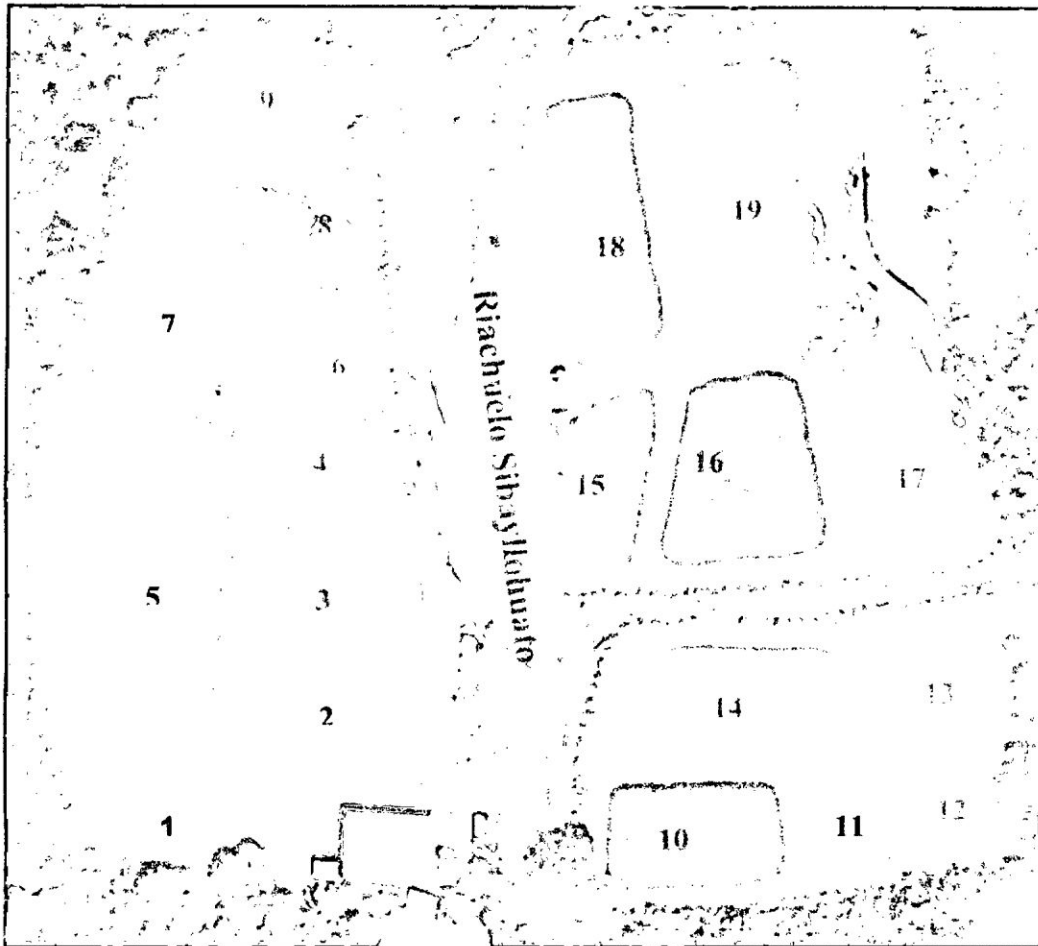


Figura 7. Vista panorámica de la distribución de estanques en el centro de producción de peces tropicales Sibayllahuato, Kimbiri –Cusco, 2011. Image CNSE/Astrium.

ANEXO 5.

Figura 8. Registro fotográfico de principales taxones de la entomofauna acuática de estanques de cría de *Piaractus brachipomus* y *Colossoma macropomum*.

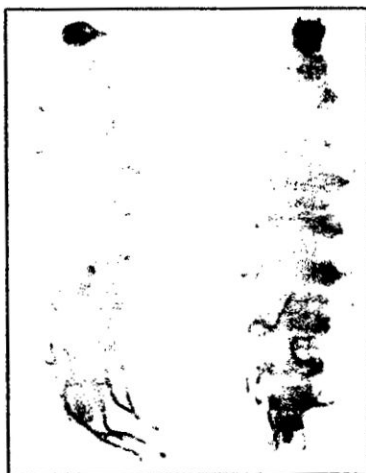


Foto 1.- Vista general larva de *Berosus sp* (Coleoptera)



Foto 2.- Vista general de la larva de *Chironomus sp1* (Diptera)



Foto 3.- Vista del extremo posterior de *Chironomus sp1* (Diptera)

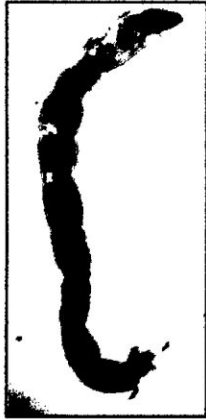


Foto 4.- Vista general de la larva de *Chironomus sp2*

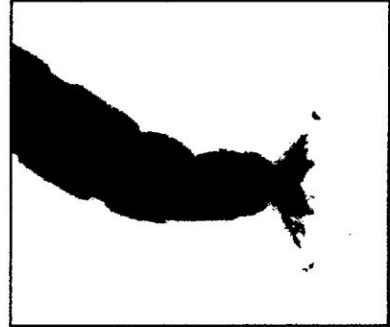


Foto 5.- Vista del extremo posterior del cuerpo de *Chironomus sp2* (Diptera)



Foto 6.- Vista dorsal de *Belostoma sp* (Hemiptera)



Foto 7.- Vista ventral de *Belostoma sp* (Hemiptera)

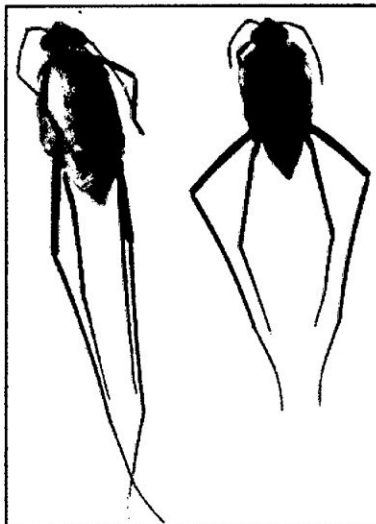


Foto 8.- Vista general de *Halobatopsis sp.* (Hemiptera)



Foto 9.- Vista dorsal de *Limnocoris* sp. (Hemiptera)

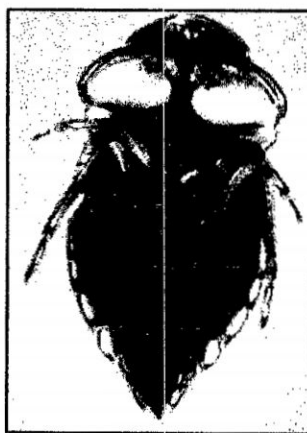


Foto 10.- Vista ventral de *Limnocoris* sp. (Hemiptera)

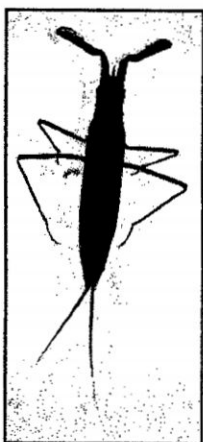


Foto 11.- Vista general de *Curicta* sp (Hemiptera)



Foto 12.- Vista ventral del abdomen *Curicta* sp (Hemiptera)

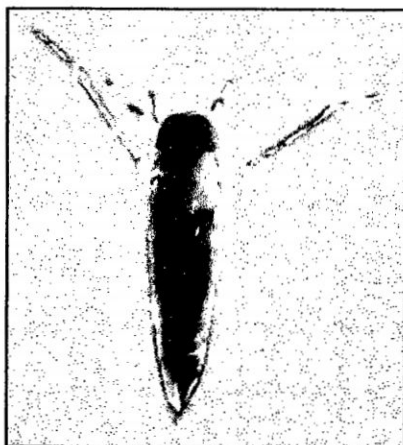


Foto 13.- Vista dorsal de *Buena* sp. (Hemiptera)



Foto 14.- Vista ventral de *Notonecta* sp.



Foto 15.- Vista ventral de *Notonecta* sp. (Hemiptera)

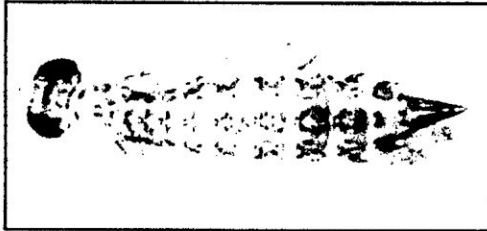


Foto 16.- Vista general larva de *Anax* sp. (Odonata)



Foto 17.- vista dorsal labio de *Anax* sp. (Odonata)

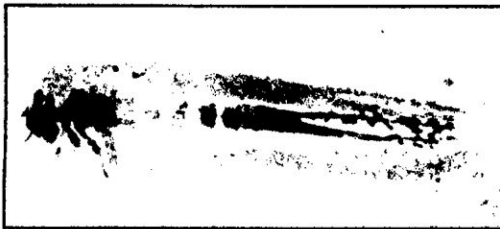


Foto 18.- Vista general larva de *Acanthagrion* sp. (Odonata)

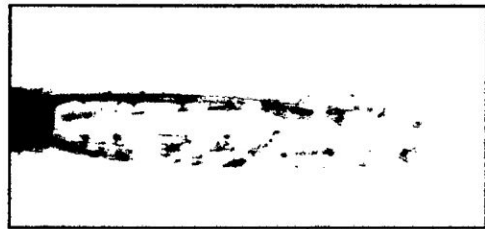


Foto 19.- Vista parte posterior Branquias de *Acanthagrion* sp.

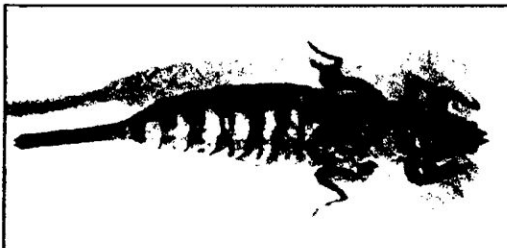


Foto 20.- vista general larva de *Aphylla* sp. (Odonata)



Foto 21.- Vista ventral labio de *Aphylla* sp. (Odonata)



Foto 22.- Vista general larva de *Aphylla sp.* (Odonata)

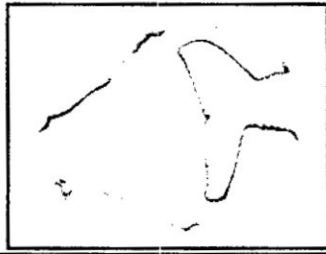


Foto 23.- Vista ventral labio de *Aphylla sp.* (Odonata)



Foto 24.- vista general larva de *Pantala sp.* (Odonata)

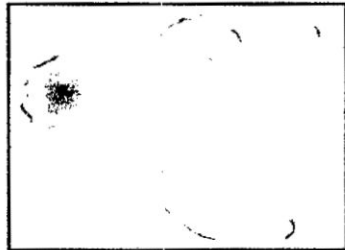


Foto 25.- vista dorsal labio de *Aphylla sp.* (Odonata)

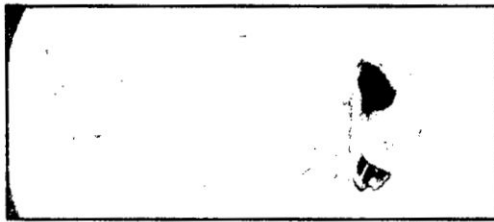


Foto 26.- vista general larva de *Tramea sp.* (Odonata)

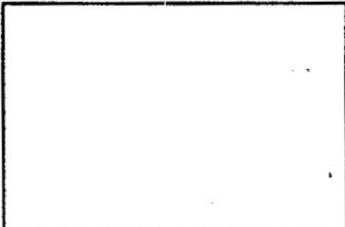


Foto 27.- Vista ventral labio de *Tramea sp.* (Odonata)



Foto 28.- Vista general larva de *Erythrodiplax sp.* (Odonata)

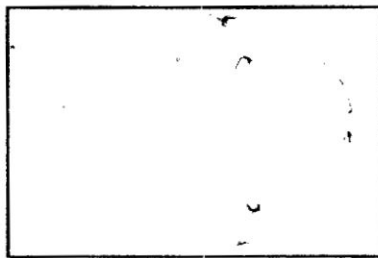


Foto 29.- Vista del labio de *Erythrodiplax sp.* (Odonata)

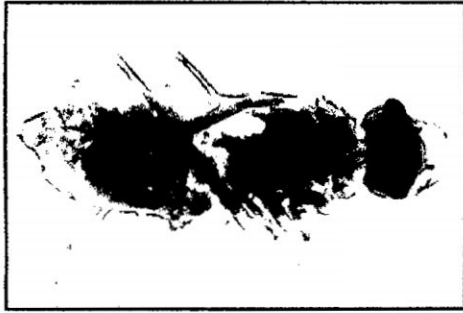


Foto 30.- Vista general larva de *Macrothemis sp.* (Odonata)

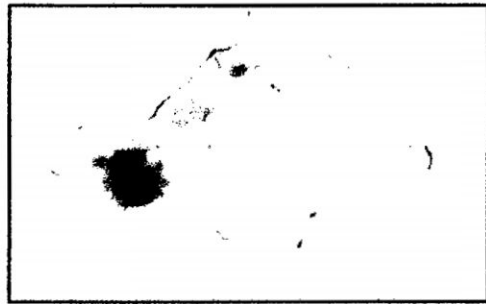


Foto 31.- Vista dorsal del labio de *Macrothemis sp.* (Odonata)



Foto 32.- Vista general de *Cymellus sp.* (Trichoptera)

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Autor: alumno Lozano Chaviguri, Edison
Asesor: Carlos Carrasco Badajoz

TÍTULO: Entomofauna acuática en estanques de cría de *Piaractus brachyomus* "paco" y *Colossoma macropomum* "gamitana", Kimbiri, Cusco 2011

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MARCO TEÓRICO
<p>ROBLEMA PRINCIPAL ¿Cuáles son las características de la entomofauna acuática, presente en los estanques de cría de <i>Piaractus brachyomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", y como se asocia con los diferentes estanques según las etapas de desarrollo de dichos peces, en el Proyecto de Peces Amazónicos de Kimbiri - Cusco entre los meses setiembre del 2011 a Enero del año 2012?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar las características de la entomofauna acuática, presente en los estanques de cría de <i>Piaractus brachyomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana", y su asociación con la diferentes estanques según la etapas de desarrollo de dichos peces, en el Proyecto de Peces Amazónicos de Kimbiri - Cusco entre los meses setiembre del 2011 a Enero del año 2012</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar las especies y/o género que compone la entomofauna acuática presentes en los estanques de cría de <i>Piaractus brachyomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana" y la asociación con las diferentes etapas de desarrollo de dichos peces</p> <p>Determinar la abundancia por especies y/o género de insectos presentes en los estanques de cría de <i>Piaractus brachyomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana" y la asociación con las diferentes etapas de desarrollo de dichos peces</p> <p>Determinar los valores que asumen los índices de diversidad de Shannon, Simpson y Margalef de la entomofauna presente en los estanques de cría de <i>Piaractus brachyomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana"</p> <p>Determinar las características fisicoquímicas del agua contenida en los estanques de cría de <i>Piaractus brachyomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana"</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL Las características de la entomofauna acuática, presente en los estanques de cría de <i>Piaractus brachyomus</i> "paco" y <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana" varía y está influenciada con los estanques donde se cría las diferentes etapas de desarrollo de dichos peces, en el Proyecto de Peces Amazónicos de Kimbiri, Cusco entre los meses setiembre del 2011 a enero del año 2012.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Tipo de estanques según las diferentes etapas de desarrollo</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alevino • Juvenil • Engorde • Reproductor <p>Características de la entomofauna</p> <p>Indicador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composición de la entomofauna acuática (especies) • Abundancia por especies • Índices de diversidad • Índice de simpson (λ): • Índices de Shannon-weaver (h): • Índice de margalef: <p>Calidad fisicoquímicas del agua de los estanques</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conductividad (mu/cm) • Sólidos disueltos totales (mg/l) • pH • Dureza total (mg/l) • Dureza cálcica (mg/l) • Dureza magnésica (mg/l) • Cloruro (mg/l) • Dióxido de carbono (mg/l) • Alcalinidad total (mg/l) • Turbidez (NTU) • Nitrógeno amoniacal (mg/l) 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Básica <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptiva • Explicativa <p>MÉTODO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deductivo • Inductivo • Estadístico <p>DISEÑO: Descriptivo correlacional</p> <p>MUESTREO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población <p>Insectos acuáticos (larvas y adultos) que se hallan en 17 estanques de cría de la Unidad Productora de Peces Tropicales de la Municipalidad Distrital de Kimbiri.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra <p>07 estanques de cría de peces distribuidos de la siguiente manera: 03 estanques de cría de alevinos/juveniles 03 estanques de cría para engorde 01 estanque de cría para reproductores</p> <p>Estanques que serán muestreados cada 15 días, por lo que se obtendrá 56 muestras.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestreo <p>Aleatorio</p> <p>TÉCNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microscopio • Red tipo net • Ficha de campo 	<p>CARACTERÍSTICA DE LA CRIANZA</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Piaractus brachyomus</i> "paco" • <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana" <p>ESTANQUES DE CRIANZA PARA PECES TROPICALES</p> <p>PRINCIPALES ORDENES FAMILIAS INSECTOS ACUÁTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Odonata • Hemiptera • Coleóptera