

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

DEPARTAMENTO ACADEMINCO DE CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS PARA OBTENER EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL:**

“Determinación Espacial de la distribución de la *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” en las fuentes de agua Lóticas ubicadas en la margen derecha del Río Mayo”

AUTOR : Bach. Cinthya Lozano Lozano.

ASESOR : Ing. Msc. Juan José Pinedo Canta.

N° DE REGISTRO:.....

Moyobamba, Noviembre del 2010.

DEDICATORIA

A mis queridos padres que con esfuerzo y dedicación hicieron lo posible de sembrar en mi esa llama de seguir adelante Estilita Lozano Ruiz, Julio Lozano Reátegui y a mi hermano Clausen Lozano Lozano y así poder culminar mis estudios y dar un paso más en el camino, y a mis abuelitos que pusieron sus granito de arena para que este reto sea una realidad. Así mismo en especial al Ing. Jhony Alexander Borbor Vargas por su apoyo incondicional los quiero mucho.

A todos aquellos que de alguna manera intenten ayudar en la solución de los múltiples problemas que se suscitan en nuestra sociedad moyobambina y que tengan afinidad a la Ingeniería Ambiental.

AGRADECIMIENTO

- A Dios, por cuidarme y protegerme en el buen transcurso de mi vida.
- Al Ingeniero Jhony A. Borbor Vargas, por su orientación y persistencia en el camino y lograr nuestras metas.
- Al ingeniero Juan José Pinedo Canta, por el buen asesoramiento y disponibilidad de su tiempo para que todo lo propuesto sea un hecho con miras a un futuro lleno de esperanza y superación.
- A la Familia Borbor Vargas por su apoyo desmedido en cada momento de mi vida que nunca lo olvidare un millón de gracias.
- A todas las personas que confiaron en mí, por la ayuda sin medida los quiero y que dios les bendiga

INDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|-------------|
| I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1. OBJETIVOS | 1 |
| 1.1.1 Objetivo General | 1 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 1 |
| 1.2. FUNDAMENTACIÓN TEORICA | 2 |
| 1.2.1 Antecedentes de la Investigación | 2 |
| 1.2.1.1 Hidrografía de la Región San Martín | 2 |
| 1.2.1.2 Descripción de las fuentes de aguas loticas estudiadas | 5 |
| 1.2.1.3 Generalidades de la <i>Eichornia crassipes</i> “Jacinto de agua” | 6 |
| 1.2.2 Bases Teóricas | 10 |
| 1.2.3 Definición de Términos | 17 |
| 1.3 Variables | 20 |
| 1.4 Hipótesis | 20 |
| II. MARCO METODOLOGICO | 21 |
| 2.1 Tipo de Investigación | 21 |
| 2.2 Diseño de Investigación | 21 |
| 2.3 Población y Muestra | 21 |
| 2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos. | 21 |
| 2.4.1. Fuentes Primarias | 21 |
| 2.4.2. Fuentes Secundarias | 22 |
| 2.4.3. Equipos e Instrumentos a utilizar | 22 |
| 2.5 Técnicas de Procesamiento y Analisis de datos. | 23 |

| | |
|--|-----------|
| III. RESULTADOS | 24 |
| 3.1 Cuadro Promedio de Datos de campo | 24 |
| 3.1.1 Río Romero | 24 |
| 3.1.2 Río Negro | 25 |
| 3.1.3 Río Tioyacu | 26 |
| 3.2 Resultados de la Aplicación del Diseño Estadístico | |
| Completamente al Azar | 27 |
| 3.2.1. Densidad de Plantas. | 27 |
| 3.2.2 Peso Fresco de la Planta. | 29 |
| 3.2.3 Peso Seco por Planta | 31 |
| 3.2.4 % de Humedad por Planta | 33 |
| 3.2.5 % de Cobertura de la Planta | 35 |
| 3.2.6 Altura de Planta | 37 |
| 3.2.7 N° de Hojas por Planta | 39 |
| 3.2.8 Amplitud de raíces por planta | 41 |
| 3.2.9 pH del Agua de los ríos evaluados | 43 |
| 3.2.10 T° del agua de los ríos evaluados | 45 |
| 3.2.11 Profundidad de raíces por planta | 47 |
| IV. DISCUSIONES | 49 |
| 4.1 Identificación de ríos materia de estudios | 49 |
| 4.2 Dispersión Estadística de Datos extraídos | 49 |
| 4.3 Relación entre variables estudiadas | 50 |
| 4.4. Influencia de factores externos en su distribución espacial | 50 |
| 4.5 Distribución Espacial | 51 |
| 4.6 Posibles Impactos Ambientales que vienen generando en la zona | 51 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| V. CONCLUSIONES | 53 |
| VI. RECOMENDACIONES | 55 |
| VIII.BIBLIOGRAFIA | 56 |
| VIII.ANEXOS | 57 |

INDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|-------------|
| ANEXO N° 01: | |
| Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Alto Mayo | 57 |
| ANEXO N° 02: | |
| Mapa de Ubicación de Puntos Muestreados | 58 |
| ANEXO N° 03: | |
| Ficha de Muestreo | 59 |
| ANEXO N° 04: | |
| Datos Originales de las evaluaciones realizadas | 60 |
| ANEXO N° 05: | |
| Galería Fotográfica | 63 |

INDICE DE CUADROS.

| | Págs. |
|---|-------|
| CUADRO N° 001:Composición Química del Jacinto de Agua | 9 |
| CUADRO N° 002:Datos Promedios de Campo – Río Romero | 24 |
| CUADRO N° 003:Datos Promedio de Campo – Río Negro | 25 |
| CUADRO N° 004:Datos Promedio de Campo – Río Tioyacu | 26 |
| CUADRO N° 005: Densidad de Plantas datos transformados | 27 |
| CUADRO N° 006:Análisis de Varianza de Densidad de Plantas | 27 |
| CUADRO N° 007:Prueba de Duncan de Densidad de Plantas | 28 |
| CUADRO N° 008: Peso Fresco de la Planta datos transformados | 29 |
| CUADRO N° 009:Análisis de Varianza de Peso Fresco de la Planta | 29 |
| CUADRO N° 010:Prueba de Duncan de Peso Fresco de la Planta | 29 |
| CUADRO N° 011: Peso Seco de la Planta datos transformados | 31 |
| CUADRO N° 012:Análisis de Varianza de Peso Seco de la Planta | 31 |
| CUADRO N° 013:Prueba de Duncan de Peso Seco de la Planta | 31 |
| CUADRO N° 014: % de Humedad datos transformados | 33 |
| CUADRO N° 015:Análisis de Varianza de % de Humedad | 33 |
| CUADRO N° 016:Prueba de Duncan de % de Humedad | 33 |
| CUADRO N° 017: % de Cobertura de la Planta datos transformados | 35 |
| CUADRO N° 018:Análisis de Varianza de % de Cobertura de la Planta | 35 |
| CUADRO N° 019:Prueba de Duncan de % de Cobertura de la Planta | 35 |
| CUADRO N° 020: Altura de la Planta datos transformados | 37 |
| CUADRO N° 021:Análisis de Varianza de Altura de la Planta | 37 |
| CUADRO N° 022:Prueba de Duncan de Altura de la Planta | 37 |
| CUADRO N° 023:N° de Hojas de la Planta datos transformados | 39 |
| CUADRO N° 024:Análisis de Varianza de N° de Hojas de la Planta | 39 |
| CUADRO N° 025:Prueba de Duncan de N° de Hojas de la Planta | 39 |
| CUADRO N° 026: Amplitud de Raíces de la Planta datos transformados | 41 |
| CUADRO N° 027:Análisis de Varianza de Amplitud de Raíces de la Planta | 41 |
| CUADRO N° 028:Prueba de Duncan de Amplitud de Raíces de la Planta | 41 |
| CUADRO N° 029:pH del Agua | 43 |

| | |
|--|----|
| CUADRO N° 030: Analisis de Varianza de pH del Agua | 43 |
| CUADRO N° 031: Prueba de Duncan de pH del Agua | 43 |
| CUADRO N° 032: Temperatura del Agua | 45 |
| CUADRO N° 033: Analisis de Varianza de Temperatura del Agua | 45 |
| CUADRO N° 034: Prueba de Duncan de Temperatura del Agua | 45 |
| CUADRO N° 035: Profundidad de Raíces de la Planta datos transformados | 47 |
| CUADRO N° 036: Analisis de Varianza de Profundidad de Raíces de la Planta | 47 |
| CUADRO N° 037: Prueba de Duncan de Profundidad de Raíces de la Planta | 47 |

INDICE DE GRAFICOS:

| | |
|--|----|
| GRAFICO N° 001: Promedio de Densidad de Plantas | 28 |
| GRAFICO N° 002: Promedio de Peso Fresco de la Planta | 30 |
| GRAFICO N° 003: Promedio de Peso Seco de la Planta | 32 |
| GRAFICO N° 004: Promedio de % de Humedad de la Planta | 34 |
| GRAFICO N° 005: Promedio de % de Cobertura de la Planta | 36 |
| GRAFICO N° 006: Promedio de Altura de la Planta | 38 |
| GRAFICO N° 007: Promedio de N° de Hojas de la Planta | 40 |
| GRAFICO N° 008: Promedio de Amplitud de Raíces | 42 |
| GRAFICO N° 009: Promedio de pH del Agua | 44 |
| GRAFICO N° 010: Promedio de Temperatura del Agua | 46 |
| GRAFICO N° 011: Promedio de Profundidad de raíces | 48 |

RESUMEN

La margen derecha del río Mayo presenta tributarios permanentes, dentro de los cuales se encuentra el **Río Negro, Romero y Tioyacu**, ríos que fueron identificados y priorizados para el presente estudio, los mismos que cuentan con características propias y similares para una correcta aplicación del diseño estadístico empleado.

Especie flotante estudiada *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, presenta raíces sumergidas, carece de tallo aparente, provista de un rizoma, muy particular, emergente, del que se abre un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo que forma una vejiga llena de aire, mediante la cual el vegetal puede mantenerse sobre la superficie acuática y alta capacidad reproductiva en cuerpos de agua lénticos principalmente.

Para la presente evaluación se planteó como hipótesis que la especie *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, se encuentra distribuido en los ríos Romero, Negro y Tioyacu. Su contrastación en campo estuvo orientado mediante objetivos tales como determinar la distribución espacial en los ríos antes mencionados a través de la zonificación de las principales fuentes de agua, determinación del porcentaje de la distribución espacial e identificación de las características biométricas de la especie en estudio.

Como resultado se determinó que la Distribución Espacial de la *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, en los Ríos Romero, Negro y Tioyacu, se encuentran a una altura entre los 822 y 840 m.s.n.m., en el caso del Río Negro lo encontramos en las coordenadas UTM: X 249611, Y 9332666 (Punto N°16) a 2000 metros del Puente de cemento de la carretera carrozable que nos Conduce al caserío de San Vicente; en el río Romero lo encontramos en las coordenadas UTM: X 249880, Y9332679 (Punto N°05) a la altura del centro poblado de Tamboyacu y en el Río Tioyacu lo encontramos en las coordenadas UTM : X 246541, Y 9338263 (Punto N°02) a la altura del puente de concreto que nos conduce al Recreo Ecoturístico Tioyacu.

La distribución espacial de la *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua” llega al 100 % de la superficie del espejo del agua a la altura de la carretera Fernando Belaunde Terry (Punto de Referencia como Corredor Artificial), dicho porcentaje se mantiene constante hasta el Río Mayo. Su presencia está relacionado además con la disminución de la

altura, velocidad e incremento de la temperatura y sobre todo en superficies con presencia de poblaciones establecidas. Las condiciones externas físicas (T °C, Altitud), químicas (pH), entre otras propiedades influyen determinantemente en la distribución espacial de *Eichornia crassipes* "Jacinto de Agua" , la especie necesita de bajas velocidades del agua, menores altitudes, T° cercanas entre 20 y 23°C, y cuerpos de agua amorfos; la zona en estudio presenta poblaciones que en su mayoría al no contar con sistemas de alcantarillados hacen que las aguas servidas, residuos sólidos y sanitarios sean derivados a las fuentes de agua a través de la escorrentía superficial producto de las precipitaciones pluviales principalmente; por otra parte en la zona predomina el cultivo de arroz a riego tecnificado lo que hace suponer la inserción de altos porcentajes de productos nitrogenados, fosforados y sulfatados, componentes principales para su óptimo desarrollo y permanencia en los cuerpos de agua.

Todo ello viene generando el deterioro de los ecosistemas acuáticos, a causa del recubrimiento de la superficie del espejo del agua, disminuye la eficiencia lumínica en la fuente acuática, al obstaculizar el paso de los rayos solares, lo cual conlleva a la reducción del contenido de oxígeno y productividad. La presencia de fauna fitófaga y carnívoras en estas plantas acuáticas presupone la proliferación de vectores infecciosos y la pérdida de la navegabilidad de los cuerpos de agua por las altas densidades poblacionales de *Eichornia crassipes* "Jacinto de agua" dificultan el uso eficiente como vía de transporte.

ABSTRACT

The right margin of the river In May presents permanent tributaries, inside which one finds the Rio Negro, Rosemary and Tioyacu, rivers that there were identified and prioritized for the present study, the same ones that possess own and similar characteristics for a correct application of the statistical used design.

Floating studied species *Eichornia crassipes* " Water hyacinth ", he presents plunged roots, lacks apparent stem, provided with a rhizome, very particularly, emergent, of that there is opened a rosette of leaves that have a spongy surface notably inflated in the shape of globe that forms a bladder full of air, by means of which the vegetable can be kept on the aquatic surface and high reproductive capacity in water bodies lenticos principally.

For the present evaluation one raised as hypothesis that the species *Eichornia crassipes* "Water hyacinth ", it is distributed in the rivers Rosemary, Black and Tioyacu. His observation in field was orientated by means of such aims as to determine the spatial distribution in the rivers before mentioned across the zoning of the principal sources of water, determination of the percentage of the spatial distribution and identification of the biometric characteristics of the species in study.

Since there decided result that the Spatial Distribution of the *Eichornia crassipes* " Water hyacinth ", in the Rivers Rosemary, Black and Tioyacu, they are to a height between the 822 and 840 m.s.n.m., in case of the Rio Negro we find it in the coordinates UTM: X 249611, And 9332666 (Point N°16) to 2000 meters of the Cement bridge of the road carrozable that Leads us to San Vicente's hamlet; in the river Rosemary we find it in the coordinates UTM: X 249880, Y9332679 (Point N°05) at a height of the center filled with Tamboyacu and in the Rio Tioyacu we find it in the coordinates UTM: X 246541, And 9338263 (Point N°02) at a height of the bridge of I make concrete that he leads to the Playtime His Ecoturístico Tioyacu.

The spatial distribution of the *Eichornia crassipes* " Water hyacinth " Fernando Belaunde Terry comes to 100 % of the surface of the mirror of the water at a height of the road (Point of Reference like Artificial Corridor), the above mentioned percentage is kept constant up to the Rio In May. His presence is related in addition to the decrease of the height, speed and increase of the temperature and especially in surfaces to presence of established populations. The external physical conditions (T °C, Altitude), chemistries (pH), between other properties influence determinamente the spatial distribution of *Eichornia crassipes* " Water hyacinth ", the species needs from low speeds of the water, minor altitudes, T ° nearby between 20 and 23°C, and amorphous bodies of water; the zone in study presents populations who in the main on not having possessed systems of sewers do that the served waters, solid and sanitary residues are derived to the water sources across the superficial run-off product of the rain rainfalls principally; On the other hand in the zone the culture of rice predominates to technical irrigation what makes suppose the insertion of high percentages of nitrogenous, phosphoreted and sulfation products, principal components for his ideal development and permanency in the water bodies.

All this comes generating the deterioration of the aquatic ecosystems, because of the covering of the surface of the mirror of the water, it diminishes the light efficiency in the aquatic source, when prevents the step of the solar beams, which carries to the reduction of the content of oxygen and productivity. The presence of fitofaga fauna and carnivorous in these water plants it presupposes the proliferation of infectious vectors and the loss of the

navigability of the water bodies for the high population densities of *Eichornia crassipes* " Water hyacinth " they impede the efficient use as route of transport.
Key words: physical conditions, rivers.

I. El Problema de Investigación:

En la actualidad la calidad y cantidad del recurso agua se está viendo afectado en los principales cuerpos de agua lóticos, por el incremento de las malezas acuáticas. En este sentido se presume que algunos ríos se encuentren con altas densidades de una especie vegetal predominante, el cual influye en la fauna acuática que albergan dichos cuerpos de agua. Generalmente, entre las diferentes especies flotantes, existe la especie *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”, cuya población disminuye el ingreso de los rayos solares y en consecuencia provoca la disminución de la oxigenación del agua entre otros efectos negativos para la fauna acuática. En tal sentido el presente estudio de investigación está centrado en identificar la distribución espacial de la *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”, en tres fuentes de agua lóaticas (ríos) ubicadas en la margen derecha del Río Mayo, provincia de Rioja, departamento de San Martín. De lo descrito se plantea la siguiente interrogante.

¿Cómo se encuentra distribuido espacialmente la especie acuática *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” en las fuentes de aguas lóaticas conocidos como Río Romero, Negro y Tioyacu, ubicadas en la Margen derecha del Río Mayo?

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General:

- Determinar la distribución espacial de *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” en las fuentes de agua lóaticas de los Ríos Romero, Negro, Tío yacu, ubicados en la margen derecha del Río Mayo.

1.1.2. Objetivos Específicos:

- Zonificar las principales fuentes de aguas lóaticas del Alto Mayo, en función a su altitud.
- Determinar el % de distribución espacial de *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” en los cuerpos de agua lóaticas priorizados.
- Identificar las características biométricas de *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” y sus probables impactos ambientales.

1.2 Fundamentación Teórica

1.2.1 Antecedentes de la Investigación:

1.2.1.1. HIDROGRAFÍA DE LA REGIÓN SAN MARTÍN (Según la Zonificación Ecológica Económica –ZEE San Martín).

➤ Descripción de la Cuenca e Hidrología.

La red hidrográfica de la Región San Martín comprende un sector de la cuenca del río Huallaga Central. Las nacientes de las principales Sub - cuencas de la margen izquierda del Huallaga Central se localizan en territorios de la Cordillera Oriental, algunos de ellos a más de 4 000 m.s.n.m; mientras que las Sub-cuencas de la margen derecha nacen en la Cordillera Sub-Andina a unos 2 000 m.s.n.m. Los valles formados en las partes medias y bajas de los principales ríos de la zona de estudio no sobrepasan los 1000 m.s.n.m. Los ríos recorren planicies y terrenos colinosos formando valles aluviales intramontañosas.

Por otro lado, es notoria la presencia de **rápidos** en ciertos sectores de los ríos los que se caracterizan por presentar fuertes desniveles de su cauce en tramos muy cortos. Estos tramos son, generalmente, obstruidos parcialmente por rocas o piedras que obstaculizan el paso de las aguas, que adquieren mayor velocidad de corriente.

En su recorrido por los Andes, los ríos presentan alta pendiente y gran velocidad de corriente, fluyendo por valles estrechos y cauces definidos y relativamente estables de naturaleza pedregosa, rocosa. Las áreas de inundación son muy variables; se presentan muy estrechas en su recorrido entre los cerros y al llegar a los valles se van ampliando cada vez más a medida que alcanzan su desembocadura. En el Llano Amazónico, los ríos son más caudalosos y discurren por lechos menos consolidados y de muy baja pendiente con áreas de inundación bastante amplias. La alta velocidad de la corriente y los grandes volúmenes de agua que acarrearán los ríos, asociados a la intensidad de las inundaciones y al

material inconsolidadas de los suelos, producen intensos procesos erosivos y de sedimentación en las riberas. Estos fenómenos de erosión y sedimentación ocasionan migraciones laterales de los cursos de los ríos que se intensifican en los sectores bajos de la cuenca.

➤ **Cuenca del Río Mayo.** (Según la Zonificación Ecológica Económica -ZEE San Martín).

Otro afluente principal del Huallaga en el sector estudiado es el río Mayo que tiene 80 m de ancho medio (Campos, 1983). Siendo somero en los sectores medio y bajo del río donde es accesible solo con embarcaciones pequeñas. Sin embargo, en el Alto Mayo el río es más profundo permitiendo la navegación de embarcaciones hasta de 8 Tn. (Correa et al., 1983). En período de creciente, la velocidad de corriente en el Alto Mayo es de nivel medio (0.41m/s); por otro lado, cuando baja el nivel de las aguas, la velocidad se torna muy rápida (1.163 m/s; Tabla 4), llegando alcanzar valores de 2.759 m/s en los **rápidos** presentes debajo de la desembocadura del río Gera y, posiblemente, niveles superiores a estos valores en los impresionantes **rápidos de Marona**.

En el Bajo Mayo (Puente Colombia) la velocidad de corriente es muy rápida (1.136 m/s, Tabla 4). En el presente estudio se ha registrado que la velocidad media es de 0.82 m/s a la altura del Puente Yuracyacu, de 0.87 m/s a la altura del Puerto Shimbillo y de 1.38 m/s a la altura del Puente Colombia con registros de caudal de 152.54, 304.04 y 421.57 m³/s, respectivamente. El río Mayo tiene un recorrido general NO - SE y su desembocadura se produce en las inmediaciones del poblado de Shapaja. La red de drenajes es diversificada y compleja, presentándose sectores con drenajes de forma empinada, rectangular y dendrítica. Su cuenca tiene una extensión de 902,084 hás., y representa el 17.42% de la extensión de la Región. Los ambientes lénticos del sector del Alto Mayo son formados por desvíos en el curso del río o son brazos del mismo.

Entre los afluentes principales del río Mayo, por la margen izquierda, se encuentran a los ríos Huasta, Avisado, Huascayacu y Cumbaza. Por su margen derecha destacan los ríos Serranoyacu, Naranjos, Naranjillo, Yuracyacu, Negro. Tónchima, Inchoche y Gera. Entre estos destacan las cuencas de los ríos Huascayacu con 90 265 hás; Cumbaza (donde se localiza la ciudad de Tarapoto), con 58 718 hás; Yuracyacu (donde se realiza una intensidad actividad agrícola) con 26 615 hás e Inchoche con 52 219 hás.

➤ **Física y Química del Agua.** (Según la Zonificación Ecológica Económica –ZEE San Martín).

Las aguas dulces se caracterizan por contener bajas concentraciones de Solutos. Los valores de temperatura, pH, oxígeno disuelto, contenido de sólidos disueltos, alcalinidad y dureza son característicos de aguas saludables y de diferentes grados de productividad potencial, la misma que oscila entre cuerpos de agua piscícolas típicas muy productivas (Río Huallaga, Huayabamba, Sisa y Mayo y la Laguna Sauce) a cuerpos de agua incrustantes muy duras (Ríos Saposoa, tributarios menores de los ríos Mayo y Sisa). Por otro lado, la Laguna Limón presenta aguas excesivamente duras (1,539 mg/l CaCO_3) que podrían estar afectando el bienestar de la fauna ictiológica presente.

Los registros de algunos compuestos contaminantes, especialmente, los metales pesados analizados en los cursos de agua afluentes al río Alto Mayo (INRENA 2003) se encuentran en concentraciones bajas y no sobrepasan los límites para ser considerados potencialmente peligrosas para la vida de acuerdo al D.S. 007-83-SA (El Peruano 1983).

El uso indiscriminado de plaguicidas en los diferentes cultivos que se realizan en la zona de estudio. En este sentido se presume que algunos ríos se encuentren con alto contenido de estos plaguicidas

y, por lo tanto, se estaría afectando la salud de las poblaciones humanas que consumen la fauna acuática que albergan dichos cuerpos de agua, y la proliferación de plantas flotantes como la *Eichornia sp.*

1.2.1.2. Descripción de las Fuentes de Agua Lotica Estudiadas: (Según la Mezo Zonificación Ecológica Económica -ZEE Alto Mayo).

A. Río Negro.

Nace en las vertientes orientales de la Cordillera Oriental. Tiene un recorrido de O-E desde sus orígenes hasta unos 13 Km, cerca del Centro Poblado Menor, de allí su recorrido tiene una orientación general SO - NE, hasta su desembocadura en la margen derecha del río Mayo; río arriba de la desembocadura del río Tónchima. En total tiene una longitud 42 Km en que el río no es navegable. El área de su cuenca es de 32,871 há. que representa el 4.14 % de la cuenca del Alto Mayo.

B. Río Romero.

Tiene sus orígenes en las Terrazas de la Cordillera Oriental, cerca del Centro Poblado Menor Tamboyacu, de allí su recorrido tiene una orientación general SO - NE, hasta su desembocadura en la margen derecha del río Negro y este a su vez en el Río Mayo, río arriba de la desembocadura del río Tonchima. En total tiene una longitud aprox. de 20.6 Km en que el río no es navegable. Sus aguas presentan parámetros de T°C entre 22,2 - 25,4, pH: 7.2 - 7.6, en algunos tramos presenta un ancho de 6.0 metros.

C. Río Tioyacu.

Nace en las vertientes orientales de la cordillera del Grupo Pucará, que pertenece a la Cordillera Oriental, cerca del Distrito de Segunda Jerusalén, de allí su recorrido tiene una orientación general SO - NE, hasta su desembocadura en la margen Izquierda del Río Negro y este a su vez en el Río Mayo, río arriba de la

desembocadura del río Tonchima. En total tiene una longitud aprox. de 7.05 Km el río no es navegable. Presenta parámetros de temperatura °C de entre 18.8 - 23.3 y pH de 7.3 - 7.6. En partes el río alcanza los 5 metros de ancho.

1.2.1.3. Generalidades de la *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”. (Según España Obando, J.).

El “Jacinto de agua” primero se introdujo en los Estados Unidos desde Venezuela y se exhibió en la Exposición de Algodón de Nueva Orleans en 1884. Los amantes de los jardines la adoptaron como planta ornamental sembrándola en piscinas y estanques. Al poco tiempo, superaron los límites de estanques ornamentales e invadieron los arroyos, canales, conductos de aguas de regadío, vías fluviales y lacustres, convirtiéndose así en una molesta plaga.

Sus potencialidades del Jacinto de Agua fueron descubiertas por Sir Albert Howard en 1920. Este brillante científico especializado en agricultura, realizó estudios sobre la planta en India y publicó artículos relacionados con el aprovechamiento de ésta en la depuración de aguas residuales, usos derivados como abono orgánico y alimento para ganado porcino.

❖ **Características de la Especie - *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”.**

▪ **Descripción Taxonómica:**

- **Nombre Común o Vulgar:** Jacinto de Agua, Camalote, Lampazo, Violeta de Agua, Buchón, Taruya, Lirio de Agua, Lechuga de Agua, Lechuguín.

- **Nombre Científico o Latino:** *Eichornia crassipes*.

- **Familia:** Pontederiaceae (Pontederiáceas).

▪ **Origen:** Cursos de agua de la cuenca del Amazonas, en América de Sur.

- **Distribución:** Se han distribuido prácticamente por todo el mundo, ya que su aspecto ornamental originó su exportación a estanques y láminas acuáticas de jardines en climas templados y cálidos. Son consideradas malas hierbas, que pueden obstruir en poco tiempo una vía fluvial o lacustre.
- **Botánica:** Especie flotante de raíces sumergidas. Carece de tallo aparente, provista de un rizoma, muy particular, emergente, del que se abre un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo que forma una vejiga llena de aire, mediante la que el vegetal puede mantenerse sobre la superficie acuática. Hojas sumergidas lineares, y las emergidas, entre obovadas y redondeadas, provistas de pequeñas hinchazones que facilitan la flotación. En verano produce espigas de flores lilas y azuladas que recuerda vagamente a la del Jacinto de agua. Las raíces son muy características, negras con las extremidades blancas cuando son jóvenes, negro violáceo cuando son adultas. Las raíces constituyen un excelente soporte para el desove de las especies ovíparas (carasíus, carpas, etc.), incluso aquellos aficionados que crían a sus peces en acuario, en época de fresa les sería muy útil hacerse de algún ejemplar joven de esta planta para el acuario de cría donde desovaran sus peces. Las raíces del camalote no sólo le servirán de soporte para los huevos, si no que son un refugio para los alevines, e incluso en ellas se desarrolla una micro flora que sirve como alimento inicial para los mismos.
- **Usos:** Para adornar pequeños lagos, embalses, pero sobre todo para estanques y también acuarios. Ofrece un excelente refugio para los peces protegiéndolos del sol excesivo, de las heladas y a los alevines del embate de los benteveos (*Pitangus sulphuratus*).

- **Luz:** Sol o semisombra. Requiere iluminación intensa, que, si es artificial, deberá ser proporcionada por una rampa luminosa completa. Necesita aguas estancadas o con poca corriente e intensa iluminación.
- **Temperaturas:** En invierno la planta debe ser protegida en invernadero frío en climas con heladas, manteniéndola siempre en agua. Se cultiva a una temperatura entre 20 - 30°C. No resiste los inviernos fríos (hay que mantenerla entre 15 - 18°C en contenedores con una profundidad de al menos 20 cm. y una capa delgada de turba en el fondo). Puede rebrotar en primavera si se hiela.
- **Multiplificación:** Mediante división de los rizomas. Durante el verano se reproduce fácilmente por medio de estolones que produce la planta madre, llegan formarse verdaderas “islas” de gran porte.
- **Impacto Ambiental:** Esta especie está considerada entre las 100 especies más invasoras del mundo por la UICN. Es por ello que hoy en día se desaconseja su utilización por particulares, para evitar que se siga extendiendo esta plaga a los ríos por imprudencia en su uso. Como consecuencia de su proliferación está creando en ríos y lagos importantes problemas en canales de riego agrícolas y afecciones a los ecosistemas ribereños, ya que cubre como una manta toda la superficie del río, por su fácil reproducción vegetativa y sexual. Esto se debe a que es una especie alóctona sin predadores, ni competidores en muchos sitios. Como es invasora, puede que al retirar el exceso de un estanque o acuario particular, vaya a parar a entornos naturales y cause estos daños ecológicos.

❖ **Composición Química:** (Según España Obando, J.)

Así como las algas, la hierba del lecho del río y demás plantas acuáticas, el Jacinto de agua tiene un alto contenido de agua entre 93 y 95%. Esta composición varía dependiendo del medio en el cual crezca la planta. Cuando hay escasez de elementos fertilizantes, se inhibe el crecimiento de la planta. Por el contrario, en abundancia de nutrientes, la planta se desarrolla a su máximo límite, adquiriendo un intenso color azul - verdoso.

Tabla N°01: Composición Química del Jacinto de Agua.

| | Contenido de Agua | % Materia Seca | % Nitrogeno de Materia Seca | % Ceniza de Materia Seca |
|-------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| N° 1 | 93.0 | 7.0 | 1.33 | 23.17 |
| N° 2 | 93.4 | 6.6 | 2.01 | 23.90 |

Fuente: (Según España Obando, J.).

❖ **Mecanismos de Depuración.** (Según España Obando, J.).

Los principales mecanismos de depuración del Jacinto de agua que actúan sobre las aguas residuales industriales son los siguientes:

- **Eliminación de Sólidos en Suspensión:** Los sólidos se eliminan por sedimentación, decantación, filtración y degradación a través del conjunto que forma el sustrato del humedal con las raíces y rizomas del Jacinto de agua.
- **Eliminación de Materia Orgánica:** La eliminación de la materia orgánica del agua es realizada por los microorganismos que viven adheridos al sistema radicular de la planta y que reciben el oxígeno a través de un sistema de aireación muy especializado. Una parte de la aireación del agua también se realiza por difusión del oxígeno del aire a través de la superficie del agua. También se elimina una parte de la materia orgánica por sedimentación.

- **Eliminación de Nitrógeno:** El nitrógeno se elimina por diversos procesos: absorción directa por la planta y, en menor medida, por fenómenos de nitrificación-desnitrificación y amonificación, realizados por bacterias.
- **Eliminación de Fósforo:** El fósforo se elimina por absorción por el Jacinto de Agua, adsorción sobre las partículas de arcilla y precipitación de fosfatos insolubles, principalmente con Fe y Al, en suelos ácidos y con calcio en suelos básicos.
- **Eliminación de Microorganismos Patógenos:** Por filtración y adsorción en partículas de arcilla, acción predatoria de otros organismos (bacteriófagos y protozoos), toxicidad por antibióticos producidos por las raíces y por la radiación UV contenida en los rayos solares.
- **Trazas de Metales:** Tienen una alta afinidad por adsorción y complejación con materia orgánica y pueden ser acumulados en los humedales. También existen transformaciones microbianas y asimilación por la planta, mediante la raíz, la cual atrapa y fija entre sus tejidos concentraciones hasta de 100 mil veces superiores a las del agua que las rodea.

1.2.2 Bases teóricas:

❖ **La Botánica como objeto de Investigación.** (Según Tormo Molina, R.)

Las plantas pueden estudiarse desde variados puntos de vista. Así, pueden diferenciarse distintas líneas de trabajo de acuerdo con los niveles de organización que se estudien: desde las moléculas y las células, pasando por los tejidos y los órganos, hasta los individuos, las poblaciones y las comunidades vegetales. Otras posibilidades se refieren al estudio de las plantas que vivieron en épocas geológicas pasadas o al de las que viven en la actualidad, al examen de los distintos grupos sistemáticos y a la investigación de cómo pueden ser utilizados los vegetales por el ser humano.

En general, todas esas direcciones de trabajo se basan en el análisis comparativo de los fenómenos particulares y de su variabilidad, para llegar a una generalización y al reconocimiento de las relaciones regulares que unen dichos fenómenos entre sí. Siempre deben asociarse los métodos estático y dinámico: por un lado el reconocimiento y la interpretación de las estructuras y formas y, por el otro, el análisis de los procesos vitales, de funciones y de fenómenos de desarrollo. El fin último de ambos métodos debe ser en todo caso la comprensión de las formas y de las funciones en su dependencia recíproca y en su evolución.

Los distintos puntos de vista descritos y el empleo de diferentes métodos de trabajo han conducido a que dentro de la Botánica se hayan desarrollado numerosas disciplinas. En primer lugar, se puede citar a la Morfología, la cual, en sentido amplio, es la teoría general de la estructura y forma de las plantas, e incluye la Citología y la Histología. La primera se ocupa del estudio de la fina constitución de las células y se asocia, en los aspectos relacionados con las moléculas, con algunas partes de la Biología Molecular. La Histología es el estudio de los tejidos de las plantas. Citología e Histología, conjuntamente, son necesarias para comprender la Anatomía de las plantas, o sea, su constitución interna.

Al ocuparse de los procesos de adaptación, la Morfología se relaciona con la Ecología, disciplina que investiga las relaciones entre la planta y su ambiente. Tales relaciones están basadas en los estudios de la Fisiología Vegetal, que se ocupa -de modo general- del estudio del modo en que se realizan las funciones de la planta e los campos del metabolismo, del cambio de forma (que incluye el crecimiento y desarrollo de la planta) y de los movimientos. La reproducción de las plantas y el modo en que se heredan y cambian los caracteres a través de las generaciones es el campo de la Genética.

❖ **Plantas Acuáticas:** (Según Rojas M. 1995).

Las **plantas acuáticas** o **macrófitas** (también llamadas **plantas hidrofíticas** o **hidrofitas** o **plantas hidrofíleas** o **higrofitas**) son plantas adaptadas a los medios muy húmedos o acuáticos. Estas plantas pueden encontrarse tanto entre las algas como entre los vegetales vasculares: briófitos, pteropsidas y angiospermas (familia de las Monocotiledóneas y de las Dicotiledóneas). Su adaptación al medio acuático es variable. Se pueden encontrar diferentes grupos de plantas: unas totalmente sumergidas, otras, las más numerosas, parcialmente sumergidas o con hojas flotantes.

Generalmente están arraigadas en el cieno que se forma en el fondo de las aguas en las que viven, algunas son libres (caso excepcional en el mundo vegetal) derivando entre dos aguas y flotando en la superficie. Estas especies están, generalmente, adaptadas al modo de vida acuático tanto en su parte vegetativa como reproductiva.

Los medios que acogen este tipo de plantas son múltiples: agua dulce, agua salada o salobre, aguas más o menos estancadas, temperaturas más o menos elevadas... Pueden ser lagos, estanques, charcos, pantanos, orillas de los ríos, deltas, estuarios o lagunas marina.

Las plantas acuáticas están en el origen de las formaciones vegetales específicas, como las de los manglares.

A las plantas acuáticas se oponen las plantas xerófitas adaptadas a los medios intermedios, como la mayoría de las plantas que nosotros conocemos.

❖ **Distribución de las Plantas Acuáticas con Base en Factores Ecológicos.** (Según Luis Acosta Arce, L.; Agüero Alvarado, R.)

Los factores que regulan la distribución de muchas especies, incluyendo la contribución relativa de la reproducción sexual y asexual a este fenómeno, son pobremente conocidos para la mayoría de los lugares del mundo.

Algunas especies tienden a formar poblaciones mono específicas que persisten por largos períodos, mientras que otras tienden a presentar una distribución por parches, tanto espaciales como temporales. La distribución de las macrófitas acuáticas y los registros florísticos de ocurrencia permanente y temporaria son el resultado de procesos dinámicos de inmigración, establecimiento y extinción.

Las plantas acuáticas de agua dulce comprenden un grupo muy heterogéneo de formas vegetales, que comprende no sólo a la flora vascular acuática de las espermatófitas sino también las pteridófitas, briófitas, carófitas y las clorófitas filamentosas. La gran diversidad de tipos de crecimiento y plasticidad de organización que caracteriza a estos grupos frustra los intentos de construcción de una clasificación biológica precisa (Yeo 1965).

Las plantas acuáticas se agruparon en las siguientes cinco categorías principales:

Grupo 1. Plantas Flotantes: Poseen la mayoría del tejido de tallos y hojas en o por encima de la superficie del agua, careciendo de sistema de fijación al sustrato. Ejemplos: *Ceratophyllum demersum*, *Eichornia crassipes*, *Salvinia spp.*, *Pistia stratiotes*, *Azolla spp.*, *Lemna spp.*

Grupo 2. Plantas Emergentes: Están arraigadas, pero la mayoría del tejido de tallos y hojas está por encima de la superficie del agua.

Grupo 3. Plantas arraigadas con hojas flotantes: A diferencia del grupo anterior, la mayoría del tejido foliar está apoyado en la superficie del agua.

Grupo 4. Plantas Sumergidas: La mayoría del tejido vegetativo yace debajo de la superficie del agua. Están arraigadas por medio de un sistema radical, o bien adheridas al fondo por órganos especiales.

Grupo 5. Algas: Plantas vasculares unicelulares o filamentosas sin diferenciación de tejidos, que crecen en la superficie del agua o debajo de ella.

Es así que para la vegetación acuática, los factores que determinan la presencia o ausencia de una especie determinada en un sitio particular, son los mismos que rigen dicho fenómeno en los ambientes terrestres: dispersión, tolerancia a los factores abióticos, e interacciones con la biota.

- **Tolerancia a los factores abióticos:** luego de que una especie ha alcanzado un sitio determinado, la misma será excluida si no es capaz de tolerar las condiciones abióticas a las que debe estar expuesta. En el caso de las especies anuales, aún cuando la planta madura pueda tolerar un ambiente particular, la supervivencia podría ser temporaria si las plántulas murieran ante esas mismas condiciones. Muchas de las macrófitas que se reproducen vegetativamente, sin embargo, no exhiben tales estadios susceptibles, sino que, por el contrario, son muy tolerantes a amplios rangos de condiciones ambientales.

Varios son los factores abióticos que tienen influencia sobre el crecimiento de la vegetación acuática, pudiéndose citar: la cantidad y calidad de luz que penetra en la columna de agua, la temperatura, la concentración de nutrientes disueltos, la disponibilidad de carbono inorgánico, el pH, la conductividad, la composición granulométrica y química del sustrato, la velocidad de la corriente, y las fluctuaciones en el nivel del agua, entre otros (Verhoeven *et al.* 1982). En el caso de áreas sometidas a secado periódico, el rol del régimen de agua, definido como la integración de profundidades constantemente cambiantes en el tiempo, tiene un papel preponderante en la dispersión y germinación de propágulos, como así también en el modelado de los patrones de distribución vegetal.

- **Interacciones con la biota:** una vez que una especie ha alcanzado un sitio determinado, el cual puede ser tolerado, su supervivencia en el mismo depende de complejas interacciones con otros componentes bióticos del sistema. Resulta importante categorizar las interacciones que pueden ocurrir entre plantas de una misma o de distinta especie, cuando crecen juntas. Barko *et al.* (1986) y Sabbatini *et al.* (1998) se refieren mediante el término interferencia al efecto que tiene la presencia de una planta sobre el ambiente de sus vecinas. El tipo de interferencia negativa más importante, y quizás el más estudiado, es la competencia, cuya intensidad puede llegar a ser determinante de la presencia o ausencia de una planta en un sitio dado. Este fenómeno se refiere exclusivamente al efecto recíprocamente adverso que se verifica entre individuos cercanos que deben utilizar un mismo recurso, el cual es escaso y es sólo una parte del mecanismo por el cual una planta puede modificar la adaptabilidad de su vecina al ambiente, identificó cuatro recursos por los cuales compiten las plantas terrestres: luz, nutrientes, agua y espacio. En ambientes acuáticos, la competencia por el factor hídrico queda eliminada, y los nutrientes a menudo están disponibles en exceso por fenómenos de eutroficación de las aguas, resultando posiblemente la competencia por luz el factor primordial. Las características morfológicas que permiten a una planta modificar el ambiente en detrimento de otras especies, proveen grandes ventajas competitivas. En ecosistemas acuáticos, el sombreado que producen especies altas o formadoras de una canopia superior, y la producción de sustancias alelopáticas que inhiben el crecimiento de otras especies, son buenos ejemplos de interferencias negativas.

❖ **Propiedades Física y Química del agua Dulce de la Selva.** (Según Herrera V.-Colombia)

▪ **Propiedades físicas:**

- Es un cuerpo líquido, incoloro, inodoro e insípido.
- En grandes cantidades toma una coloración azul-verdosa.

- Su densidad es igual a 1 g/cm³ cuando se determina a 4°C y al nivel del mar.
- Hierve a la temperatura de 100°C al nivel del Mar.
- Su punto de solidificación es de 0°C (forma el hielo).
- Tiene gran poder disolvente por lo que se les llama "disolvente universal".

▪ **Propiedades Químicas:**

- Se combina con metales y ametales dando oxido.
- Se combina con óxidos metálicos y da bases.
- Se combina con óxidos no metálicos y de ácidos oxácidos.
- Se descompone por electrolisis de hidrógeno y oxígeno.
- Para descomponerse por otro procedimiento necesita temperatura superior a 27 ° C.

▪ **Composición Química:**

Principalmente el agua dulce está compuesta por Hidrógeno y Oxígeno y a tener disueltos

- Iones Na⁺, Cl⁻, K⁺,
- Nitratos
- Carbonatos
- Fluor, Ca⁺² (ion calcio)
- Mg⁺² (ion magnesio)
- Mn⁺² (ion manganeso) etc.

1.2.3 Definición de Términos.

- **Amonificación.-** Transformación a productos simples que aparecen casi siempre en forma armónica. De ésta manera, provocan la aparición de varias fuentes de energía y se apropian del nitrógeno adyacente.
- **Afluentes.-**Curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia. En principio, de los dos ríos que se unen es considerado como afluente el de menor importancia (por su caudal, su longitud, o la superficie de su cuenca).
- **Alcalinidad.-** Es la capacidad ácido neutralizante de una sustancia química en solución acuosa. Esta alcalinidad de una sustancia se expresa en equivalentes de base por litro o en su equivalente de carbonato cálcico.
- **Aguas residuales.-** Conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas por personas en labores domésticas, agrícolas e industriales.
- **Abono Orgánico.-** Es un fertilizante que no está fabricado por medios industriales si no que provienen de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural.
- **Bioma.-** Es la expresión de las condiciones ecológicas del lugar en el plano regional o continental: el clima induce el suelo y ambos inducen las condiciones ecológicas a las que responderán las comunidades de plantas y animales.
- **Biodiversidad.-** Es la medida de riqueza de un ecosistema, puesto que mide la cantidad de organismos distintos que contiene, entre mayor sea la biodiversidad, más rico será el ecosistema.
- **Cuenca.-** Área completa que es drenada por un curso de agua o ríos hasta su desembocadura en un lago, un embalse o en otro río; área total encima

de un punto concreto de un curso de agua que contribuye al aporte de agua que llega a ese punto.

- **Decantación.-** Es un método físico de separación de mezclas heterogéneas, estas pueden ser formadas por un líquido y un sólido, o por dos líquidos.
- **Desnitrificación.-** proceso que realizan ciertas bacterias durante la respiración anaeróbica usando el nitrato como aceptor terminal de electrones en condiciones anóxicas (ausencia de oxígeno).
- **Ecología de paisajes.-** Estudio de la estructura, función y cambios en un paisaje heterogéneo compuesto por ecosistemas interaccionantes.
- **Especie.-** Grupos de seres vivos de características semejantes que son capaces de reproducirse y dar descendencia fértil.
- **Evapotranspiración.-** Suma de la pérdida de humedad por evaporación plantas.
- **Eutrofización.-** Aumento del número de algas y plantas acuáticas por exceso de nutrientes.
- **Estolones.-** Brote lateral, normalmente delgado, que nace en la base del tallo de algunas plantas herbáceas y que crece horizontalmente con respecto al nivel del suelo, de manera epigea o subterránea.
- **Fauna Ictiológica.-** Conjunto de peces que habitan en un determinado lugar.
- **Filtración.-** Proceso de separar un sólido suspendido (como un precipitado) del líquido en el que está suspendido al hacerlos pasar a través de un medio poroso por el cual el líquido puede penetrar fácilmente.
- **Georefenciación.-** es un neologismo que refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y

datum determinado. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica.

- **Invernadero.-** Recinto en el que se mantienen constantes la temperatura, la humedad y otros factores ambientales para favorecer el cultivo de plantas.
- **Léntico.-** Agua que no tiene movimiento constante, lagos, lagunas (cochas), charcas.
- **Lòtico.-** Aguas que se mueven, aguas que corren.
- **Microorganismos.-** también llamado microbio, ser vivo que, debido a su pequeño tamaño, solo se puede observar utilizando microscopios ópticos o electrónicos
- **Meandro.-** Curva descrita por el curso de un río cuya sinuosidad es pronunciada. Se forman con mayor facilidad en los ríos de las llanuras aluviales con pendiente muy escasa, dado que los sedimentos suelen depositarse en la parte convexa del meandro, mientras que en la cóncava, debido a la fuerza centrífuga, predomina la erosión y el retroceso de la orilla
- **Nitrificación.-** Es la oxidación biológica de amonio con oxígeno en nitrito, seguido por la oxidación de esos nitritos en nitratos.
- **Oxígeno Disuelto.-** Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.
- **Planicies.-** Son fajas de formas planas y aterrazadas que se ubican entre la línea de más baja marea y la cordillera de la Costa.

- **pH.-** Medida de la acidez o alcalinidad de una solución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias.
- **Planta Ornamental.-** Es aquella que se cultiva y se comercializa con la finalidad principal de mostrar su belleza.
- **Solido Disuelto.-** Es una mezcla homogénea, la cual a nivel molecular o iónico de dos o más especies químicas no reaccionan entre sí; cuyos componentes se encuentran en proporción que varía entre ciertos límites.
- **Sedimentación.-** Proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin.
- **Suelos ácidos.-** Concentración de iones de hidrógeno, afecta a muchas plantas; las legumbres, por ejemplo, no pueden crecer en un terreno ácido. Si el suelo tiene un pH muy ácido ($pH < 5,5$) escasearán algunos nutrientes esenciales para las plantas como Calcio, Magnesio, Fósforo, Molibdeno y Boro y la estructura no suele ser buena. El pH se sube incorporando caliza molida.
- **Temperatura.-** Propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico, temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frialdad relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la fusión o ebullición.
- **Velocidad.-** La velocidad es una magnitud física de carácter vectorial que expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo. Se la representa por \vec{v} o v . Sus dimensiones son $[L]/[T]$. Su unidad en el Sistema Internacional es el m/s.
- **Zona Abisal.-** Se denomina abisal o zona abisopelágica a uno de los niveles en los que está dividido el océano según su profundidad, está por debajo de la zona batipelágica y por encima de la hadopelágica y

corresponde al espacio oceánico entre 3,000 y 6,000 metros de profundidad. Es una zona oscura donde la luz solar no llega.

- **Zona Pelágica.-** Corresponde a las aguas libres, es decir, al cuerpo de aguas abiertas. También se conoce como área oceánica o altamar. En estas áreas predominan animales de gran tamaño como los tiburones, los delfines y las ballenas, al igual que cardúmenes de jureles y atunes, estos últimos de interés comercial.

1.3 Variables:

➤ Variable Dependiente:

- Distribución Espacial de la especie vegetal acuática *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”.

➤ Variable Independiente:

- % de distribución espacial.
- Características Biométricas.

1.4 Hipótesis:

La Especie *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” se encuentra distribuido en las orillas de los Ríos Tioyacu, Romero, Negro, generando pérdidas de espejo de agua.

II. Marco Metodológico.

2.1 Tipo de Investigación :

De acuerdo a la orientación.

Básica: Por el fin que se persigue.

De acuerdo a la técnica de contrastación

Experimental: Por la técnica de contrastación, para explicar los fenómenos.

2.2 Diseño de Investigación:

Aplicación de Diseño Estadístico Completamente al Azar - DCA:

Se utilizó para comprobar la dispersión de la especie en sus diferentes características evaluadas, para lo cual se aplicaron el Análisis de Varianza (ANVA), Coeficiente de Variación y Prueba de Duncan.

2.3 Población y Muestra:

Población: Especies de *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua), habitantes de las aguas superficiales de los ríos.

Muestra : Conformado por 06 (Seis) áreas de muestreo de 1.0 m² ubicados en la superficie de los cuerpos de agua de los ríos evaluados.

2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

La determinación e identificación espacial de Distribución de la especie *Eichornia crassipes* "Jacinto de Agua" en los ríos Negro, Romero, Tioyacu, fuentes de agua lóaticas de la margen derecha del Río Mayo, se realizó mediante la recopilación de información cartográfica, georeferenciación y muestreo. La recolección de datos se desarrolló en dos etapas:

2.4.1. Fuentes Primarias:

A) De Campo.

- **Se Realizó la Delimitación y Distribución del Área de Estudio:**
Para ello se identificaron los Ríos Romero, Negro y Tioyacu, por la similitud de la longitud del cauce, el inicio, la amplitud y la cercanía entre ellos, presencia de *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua) para adecuar el diseño estadístico. (Ver Anexo N° 004).

- **Zonificación de las Principales Fuentes de Agua Lóticas:**
Identificados los ríos materia de estudio se procedió a la ubicación de puntos de muestreo tomando como referencia los corredores artificiales como carreteras, puentes, caminos, etc., en los cuales exista áreas del río poblado con *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua).

- **Visitas de Campo para la Georeferenciación de las Coordenadas (UTM, DATUM WGS 84), de la Distribución Espacial de *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”:** Con la ayuda de un GPS se realizó la georeferenciación de los puntos de muestreo en el sistema Geográfico de WGS 84. Se utilizó este sistema por la existencia de cartografía hidrográfica que facilitaron la ubicación de los ríos identificados.

- **Recopilación de información que justifique su distribución espacial y de importancia para el análisis del presente trabajo:**
Identificados los puntos de muestreo en las orillas de los Ríos Tioyacu, Romero, Negro se realizó la toma de muestras; en los puntos donde no existe presencia de la especie se realizó la toma de datos como el pH, temperatura, altura, y características cualitativas de la zona; en los puntos con presencia de la especie con la ayuda de un marco de 1 m², se realizaron las siguientes evaluaciones: densidad de la planta, peso fresco, % de distribución, altura de la planta,

profundidad de raíces, número de hojas, amplitud de raíces, pH del agua, temperatura del agua, todo ello sistematizado en una ficha de evaluación de campo.

Aproximadamente en cada kilómetro de longitud de cada orilla del río, iniciando desde la naciente, se ubicó un punto de muestreo, se ha procedido a medir 10 metros de longitud en la misma orilla del río, lo cual representa el 10 % de la longitud de Km. En los 10 metros de longitud, a orillas del río; se midió un metro de ancho, obteniendo 10 metros cuadrados de espejo de agua, siempre a orillas del río; dentro de la superficie determinada (10 m²), se obtuvo al azar nuestra unidad de muestra (Unidad experimental), consistente en un metro cuadrado, dentro de esta superficie se realizó las evaluaciones de la especie acuática *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua).

En cada 10 m² de espejo de agua fue necesario obtener 03 submuestras de 1 m², reportándose el valor promedio/m².

Esta misma metodología se utilizó en los tres (03) ríos evaluados, hasta su desembocadura, en los ríos con longitudes más significativas.

En el trabajo de campo observamos que las muestras estuvieron distribuidas en el espacio acuático, en forma natural y solamente en las orillas de los ríos, con mayor frecuencia.

El muestreo fue sistemático y al azar considerando el área conformado por el 10 % de la Superficie poblacional estimada equivalente a 10 m² y en las orillas de los ríos, hasta un ancho de 1 metro de espejo de agua por una longitud aproximada de 1000 m. (Ver Anexo N° 004).

2.4.2. De Fuentes Secundarias:

La información de fuentes secundarias están basadas en el ámbito de Influencia Indirecta; ello ayudó a complementar la información

primaria; las fuentes que se tomó en cuentas son publicaciones, libros, folletos, revistas, periódicos, registros de instituciones, aportes de especialistas y pobladores de la zona.

2.4.3. Los Equipos e Instrumentos a utilizar son:

- **Materiales:**

- Útiles de Escritorio (Lapicero, lápiz, cuaderno, etc.)
- Materiales de Protección Personal
- Cartografía.
- Información Bibliográfica
- Un cuadro muestreador de 1 m².
- Bolsas de plástico para muestras frescas.
- Bolsas de papel para muestras secas.
- Wincha.
- Regla Graduada en ml, cm.

- **Equipos:**

- Cámara digital. (SONY 7.5 mega pixeles)
- Computadora. (hp PENTIUM IV)
- GPS. (Garmin 12 Canales)
- Impresora iP. 1800 (EPSON)
- Movilidad Propia (Moto Lineal).
- Transporte privado.
- Un altímetro.
- Calculadora científica Sony.
- Balanza Analítica.
- Peachímetro For Ysi INC.
- Termómetro Ambiental Precisión.

2.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos:

- **Análisis y Sistematización de la Información de Campo:** Se realizó la sistematización de la información obtenida en campo, para la aplicación del diseño estadístico.
- **Aplicación del Diseño Completamente al Azar - DCA:** Luego de la sistematización y uniformización de los datos obtenidos en campo se procedió a la aplicación del Diseño Completamente al Azar, para comparar la dispersión de la especie en las aguas de los ríos evaluados, para lo cual se utilizó Análisis de Varianza (ANVA), Coeficiente de Variación y Prueba de Duncan.
- **Análisis y Discusión de Resultados:** Obtenidos los resultados producto de la aplicación del diseño estadístico y teniendo en cuenta la información existente de fuentes secundarias, para determinar la importancia del presente trabajo se realizó la discusión de los resultados, conclusiones y planteamiento de las recomendaciones necesarias en los cuerpos de agua identificados.

III: Resultados:

3.1. Cuadro Promedio de Datos de Campo Obtenidos:

3.1.1. R1: Río Romero:

Cuadro N°02: Datos Promedio de Campo - Río Romero.

| TABLA DE EVALUACIONES EN CAMPO | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------|----------------------|---|----------------------------|---------------------|-------|---------------------------|---|
| RÍO ROMERO | | | | | | | | FECHA DE EVALUACIÓN: Setiembre del 2009 | | | | | |
| PUNTO MUESTREO | | DENSIDAD DE PLANTAS | PESO FRESCO DE LA PLANTA (Gramos) | PESO SECO DE LA PLANTA (Gramos) | % DE HUMEDAD | % DE COBERTURA | ALTURA DE PLANTA cm. | N° DE HOJAS DE LA PLANTA | AMPLITUD DE LAS RAICES cm. | PARAMETROS DEL AGUA | | PROFUNDIDAD DE RAICES cm. | Observaciones |
| PUNTO REAL | PUNTO ACTUAL | | | | | | | | | pH | T°C | | |
| 4 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.60 | 24.00 | 0.00 | Exposición Directa al Sol, Cultivos de Arroz y pan llevar |
| 5 | 2 | 6.00 | 528.30 | 326.00 | 38.29 | 25.00 | 9.70 | 8.30 | 17.70 | 7.60 | 25.40 | 8.00 | Especie Identificada, exposición directa al sol, poco caudal, velocidad mínima del agua, SECTOR TAMBOYACU |
| 6 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.50 | 22.80 | 0.00 | No se observó la especie, área que pertenece al Centro Turístico Yacumama, realizan la limpieza del río para recreación de turistas |
| 7 | 4 | 30.00 | 552.70 | 341.30 | 38.24 | 100.00 | 20.70 | 10.00 | 19.30 | 7.30 | 23.20 | 7.30 | Identificación de la especie, presencia de hormigas, gasterópodos, lepidópteros. |
| 8 | 5 | 28.00 | 558.30 | 344.30 | 38.33 | 100.00 | 24.30 | 13.00 | 18.70 | 7.30 | 22.90 | 7.30 | Antes del Puente Carrt. Marginal. Identificación de la especie, presencia de gasterópodos, hormigas, lepidópteros. |
| 9 | 6 | 30.00 | 557.10 | 347.86 | 37.55 | 100.00 | 22.66 | 12.23 | 18.96 | 7.26 | 22.96 | 7.76 | Después del Puente Carrt. Marginal. Identificación de especies de gasterópodos, hormigas, lepidópteros. |

Fuente: Elaboración Propia 2009

3.1.2. R2: Río Negro.

Cuadro N° 03: Datos Promedio de Campo - Río Negro.

| TABLA DE EVALUACIONES EN CAMPO | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------|-------|--------------------------|--|
| RÍO NEGRO | | | | | | | FECHA DE EVALUACIÓN: Setiembre del 2009 | | | | | | |
| PUNTO MUESTREO | | DENSIDAD DE PLANTAS | PESO FRESCO DE LA PLANTA (Gramos) | PESO SECO DE LA PLANTA (Gramos) | % DE HUMEDAD | % DE COBERTURA | ALTURA DE PLANTA cm | N° DE HOJAS DE LA PLANTA | AMPLITUD DE LAS RAICES cm | PARAMETROS DEL AGUA | | PROFUNDIDAD DE RAICES cm | Observaciones |
| PUNTO REAL | PUNTO ACTUAL | | | | | | | | | pH | T° C | | |
| 15 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.90 | 18.30 | 0.00 | No se identificó la especie |
| 16 | 2 | 26.00 | 257.00 | 182.67 | 28.92 | 50.00 | 7.00 | 10.33 | 9.00 | 6.20 | 22.47 | 7.33 | 2000 metros Puente de Cemento: Especie identificada de jacinto de agua; mediante el muestreo utilizando el cuadrante se identificó 26 plantas en la axila de cada hoja la existencia de brotes, raíces, pelos absorbentes, así mismo cuanta con un eje de dond |
| 17 | 3 | 31.00 | 520.00 | 369.33 | 28.97 | 100.00 | 9.00 | 12.33 | 15.33 | 6.17 | 22.47 | 8.00 | Se encontró 31 plantas que significa una cobertura vegetal del 100%, encontrando en sus raíces hospederos como |
| 18 | 4 | 28.00 | 546.33 | 375.67 | 31.23 | 100.00 | 14.00 | 7.33 | 12.33 | 7.10 | 21.80 | 15.00 | Presencia de arácnicos y hormigas. |
| 19 | 5 | 32.00 | 549.67 | 358.00 | 34.87 | 100.00 | 23.00 | 8.00 | 14.00 | 7.10 | 22.10 | 15.00 | Antes Puente Marginal: Presencia de Aracnicos, hormigas |
| 20 | 6 | 29.25 | 572.58 | 356.91 | 37.62 | 100.00 | 28.41 | 9.16 | 12.00 | 7.14 | 22.18 | 15.66 | Después Puente Marginal: Presencia de aracnicos, hormigas. |

Fuente: Elaboración Propia 2009

3.1.3. R3: Río Tioyacu.

Cuadro N° 04: Datos Promedio de Campo - Río Tioyacu.

| TABLA DE EVALUACIONES EN CAMPO | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------|---------------------------|---|
| RÍO: TIOYACU | | | | | | | FECHA DE EVALUACIÓN: Setiembre 2009 | | | | | |
| PUNTO MUESTREO N° | DENSIDAD DE PLANTAS | PESO FRESCO DE LA PLANTA (Gramos) | PESO SECO DE LA PLANTA (Gramos) | % DE HUMEDAD | % DE COBERTURA | ALTURA DE PLANTA cm. | N° DE HOJAS DE LA PLANTA | AMPLITUD DE LAS RAICES cm. | PARAMETROS DEL AGUA | | PROFUNDIDAD DE RAICES cm. | Observaciones |
| | | | | | | | | | pH | °C | | |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.40 | 18.80 | 0.00 | Naciente Rio Tioyacu: No se observó presencia de la especie. |
| 2 | 8.00 | 508.70 | 314.00 | 38.20 | 25.00 | 10.70 | 9.30 | 9.00 | 7.30 | 18.90 | 8.30 | Puente de Cemento: Especie Identificada de Jacinto de Agua; mediante el muestreo utilizando el cuadrante se identificó 26 plantas, en la axila de cada hoja la existencia de brotes, raíces, pelos absorbentes, así mismo cuentan con un eje de donde salen las |
| 3 | 26.00 | 551.70 | 344.00 | 37.60 | 100.00 | 13.70 | 9.30 | 11.00 | 7.50 | 23.30 | 8.30 | Se encontró 31 plantas que significa una cobertura vegetal del 100%, se encontró en sus raíces hospederos como gasterópodos. |
| 4 | 29.00 | 557.00 | 345.00 | 38.06 | 100.00 | 20.30 | 10.70 | 14.00 | 7.40 | 20.50 | 8.30 | Presencia de invertebrados, como dipteros, aracnicos, hormigas. Su reproducción es por tiempo, es decir a la altura del globo de la planta. |
| 5 | 32.00 | 560.70 | 344.30 | 38.59 | 100.00 | 21.70 | 11.00 | 11.70 | 7.50 | 21.80 | 8.30 | Antes del Puente Marginal: Presencia de la especie, aracnicos, hormigas. |
| 6 | 35.00 | 557.70 | 343.00 | 38.49 | 100.00 | 23.00 | 13.00 | 12.00 | 7.60 | 21.70 | 8.00 | Después del Puente marginal: presencia de la Especie, aracnicos, hormigas. |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

3.2. Resultados de la Aplicación del Diseño Estadístico Completamente al Azar:

Cuadro N°05: Clave Asignado a los Ríos Evaluados.

| CLAVE | RÍOS |
|-------|-------------|
| R1 | Río Romero |
| R2 | Río Negro |
| R3 | Río Tioyacu |

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1. Densidad de Plantas:

Cuadro N° 06: Densidad de Plantas –Datos Trasformados a $\sqrt{x+1}$

(Ver datos originales en Anexo N°02)

| DENSIDAD DE PLANTAS | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 2.64 | 5.2 | 3 | 10.84 |
| 3 | 1 | 5.7 | 5.2 | 11.9 |
| 4 | 5.57 | 5.39 | 5.48 | 16.44 |
| 5 | 5.39 | 5.74 | 5.74 | 16.87 |
| 6 | 5.57 | 5.5 | 6 | 17.07 |
| Xi | 21.17 | 28.53 | 26.42 | 76.12 |
| Xi Promedio | 3.53 | 4.76 | 4.4 | 4.23 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ Análisis de Varianza:

Cuadro N° 07: Análisis de Varianza de la Densidad de Plantas. Datos Trasformados a $\sqrt{x+1}$.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE DE VARIACIÓN | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 4.79 | 2.4 | 0.58 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 62.17 | 4.14 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 48%.

➤ **Prueba de Duncan:**

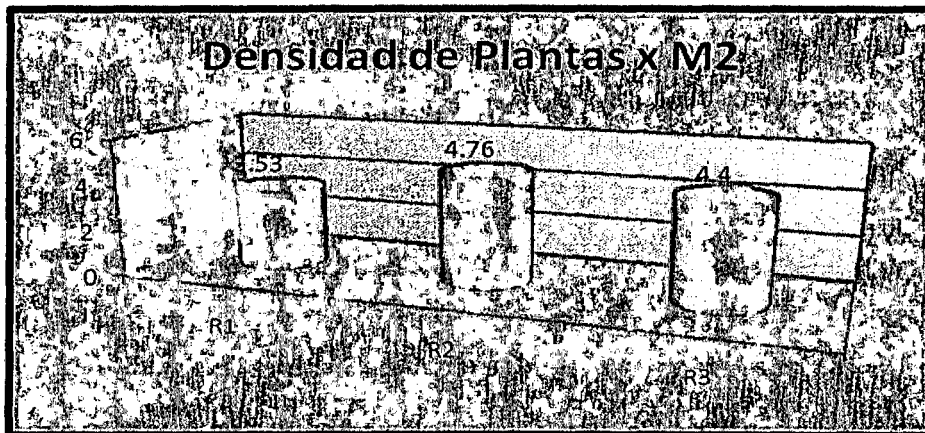
Cuadro N°08: Prueba de Duncan de la Densidad de Plantas.

| RÍOS | CLAVE | Promedio de la Densidad de Planta Duncan 0.05 de Probabilidad (*) |
|-------------|-------|--|
| Río Negro | R2 | 4.76a |
| Río Tioyacu | R3 | 4.40a |
| Río Romero | R1 | 3.53a |

Fuente: Elaboración Propia 2009

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➤ **Gráfico N° 01:** Promedio de la Densidad de Plantas x m² de *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➤ **Interpretación:**

En la evaluación de la Densidad de Plantas de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos identificados, sin embargo el Río Negro presenta la mayor densidad espacial numérica de la especie vegetal acuática en estudio. El número de plantas por área acuática es similar en los tres ríos debido al centro de origen de estas fuentes de agua, los cuales también presentan similitud estadística en los valores de pH y T °C del agua, además estas aguas se originan en yacimientos calcáreos y probablemente el número de individuos por unidad de área no existe en el primer punto evaluado debido a la gran velocidad de la escorrentía del agua, deficiente contenido de

elementos orgánicos presentes en el agua, esto se observa generalmente en la parte alta.

3.2.2. Peso Fresco por Planta:

Cuadro N° 09: Peso Fresco de la Planta – Datos Trasformados a: $\sqrt{x+1}$

(Ver datos originales en Anexo N°02)

| PESO FRESCO DE LA PLANTA (Gramos) | | | | |
|-----------------------------------|-------|--------|--------|--------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 23.01 | 16.06 | 22.58 | 61.65 |
| 3 | 1 | 22.83 | 23.51 | 47.34 |
| 4 | 23.53 | 23.4 | 23.62 | 70.55 |
| 5 | 23.65 | 23.47 | 23.7 | 70.82 |
| 6 | 23.62 | 23.95 | 23.63 | 71.2 |
| Xi | 95.81 | 110.71 | 118.04 | 324.56 |
| Xi Promedio | 15.97 | 18.45 | 19.67 | 18.03 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➡ Análisis de Varianza:

Cuadro N° 10: Análisis de Varianza del Peso Fresco por Planta.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE DE VARIACION | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 42.77 | 21.385 | 0.21 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 1501.06 | 100.071 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 55%.

➔ Prueba de Duncan:

Cuadro N°11: Prueba de Duncan del Peso Fresco de la Planta.

| RIOS | CLAVE | Promedio de Peso fresco por Planta Duncan: 0.05 de Probabilidad (%) |
|-------------|-------|---|
| Río Tioyacu | R3 | 19.67a |
| Río Negro | R2 | 18.45a |
| Río Romero | R1 | 15.97a |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➔ Gráfico N°02: Promedio del Peso Fresco por Planta *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ Interpretación:

En la evaluación del Peso Fresco *Eichornia crassipes* (“Jacinto de Agua”), se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos, sin embargo, el Río Tioyacu nos presenta mayor peso fresco de la especie acuática en estudio, con relación a los anteriores ríos muestreados.

3.2.3. Peso Seco por Planta (gr):

Cuadro N°12: Peso Seco por Planta - Transformación de Datos a: $\sqrt{x+1}$

(Ver datos originales en Anexo N°02)

| PESO SECO DE LA PLANTA | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 18.08 | 13.55 | 17.75 | 49.38 |
| 3 | 1 | 19.24 | 18.57 | 38.81 |
| 4 | 18.5 | 19.41 | 18.6 | 56.51 |
| 5 | 18.58 | 18.95 | 18.58 | 56.13 |
| 6 | 18.68 | 18.92 | 18.52 | 56.12 |
| Xi | 75.85 | 91.07 | 93.03 | 259.95 |
| Xi Promedio | 12.64 | 15.18 | 15.51 | 14.44 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ Análisis de Varianza:

Cuadro N°13: Análisis de Varianza del Peso Seco por Planta.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE DE VARIACION | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 29.48 | 14.74 | 0.23 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 926.11 | 61.74 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 54%.

➔ Prueba de Duncan:

Cuadro N°14: Prueba de Duncan del Peso Seco de la Planta.

| RÍOS | CLAVE | Promedio del Peso Seco por Planta Duncan 0.05 de Probabilidad (°) |
|-------------|-------|---|
| Río Tioyacu | R3 | 15.51a |
| Río Negro | R2 | 15.18a |
| Río Romero | R1 | 12.64 b |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➤ **Gráfico N°03:** Promedio de Peso Seco por Planta de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➤ **Interpretación:**

En la evaluación de Peso Seco de la Planta de *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”, se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos identificados mediante el análisis de varianza, sin embargo aplicando la prueba de Duncan indica que si existe diferencia estadística entre los ríos Negro y Romero, debido a factores de rangos pronunciados entre los datos extraídos; además el promedio del muestreo en el Río Romero presentó variación numérica debido a la eliminación artificial por encontrarse en un tramo correspondiente al Centro Turístico “Yacu Mama”, modificando la distribución espacial natural. (Ver Cuadro N° 013).

3.2.4. % de Humedad por Planta:

Cuadro N°15: % de Humedad Transformación de Datos a: $\text{Log } \sqrt{x + 1}$

(Ver datos originales en Anexo N°02)

| % DE HUMEDAD | | | | |
|--------------|------|------|------|-------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.9 |
| 2 | 0.86 | 0.81 | 0.86 | 2.53 |
| 3 | 0.3 | 0.81 | 0.86 | 1.97 |
| 4 | 0.86 | 0.82 | 0.86 | 2.54 |
| 5 | 0.86 | 0.84 | 0.86 | 2.56 |
| 6 | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 2.58 |
| Xi | 4.04 | 4.44 | 4.6 | 13.08 |
| Xi Promedio | 0.67 | 0.74 | 0.77 | 0.73 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ Análisis de Varianza:

Cuadro N°16: Análisis de Varianza del % de Humedad por planta.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE DE VARIACION | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0:05 | 0:01 | |
| Ríos | 2 | 0.025 | 0.013 | 0.17 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 1.14 | 0.076 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 38%.

➔ Prueba de Duncan:

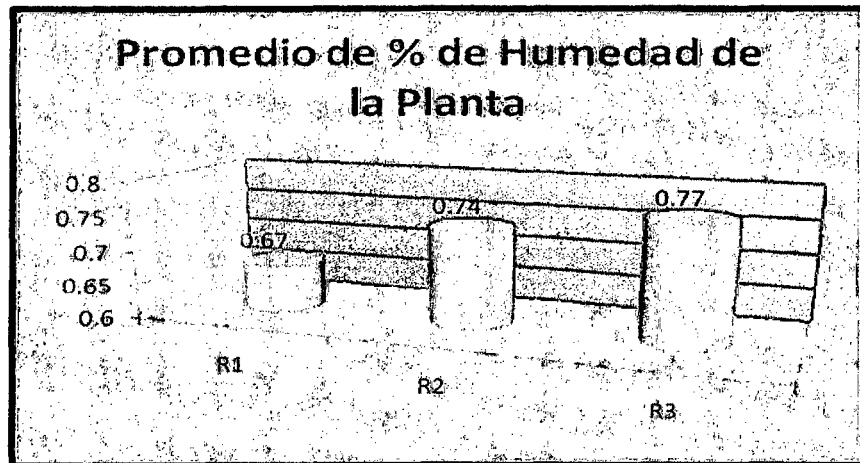
Cuadro N°17: Prueba de Duncan del % de Humedad.

| RÍOS | CLAVE | Promedio del % de Humedad de la Planta Duncan 0.05 de Probabilidad (*) |
|-------------|-------|--|
| Río Tioyacu | R3 | 0.77a |
| Río Negro | R2 | 0.74a |
| Río Romero | R1 | 0.67a |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➤ **Gráfico N°04:** Promedio del % de Humedad por Planta con datos transformados.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➤ **Interpretación:**

En la evaluación del % de Humedad de *Eichornia crassipes* "Jacinto de Agua", se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos identificados, sin embargo las plantas del Río Tioyacu presenta el mayor % de Humedad en comparación con los dos ríos muestreados.

3.2.5. % de Cobertura de la Planta en un m²:

Cuadro N° 18: % de Cobertura de la Planta /m² Transformación de Datos a:

Log $\sqrt{x} + 1$. (Ver datos originales en Anexo N°02)

| % DE COBERTURA | | | | |
|----------------|------|------|------|-------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.9 |
| 2 | 0.79 | 0.91 | 0.79 | 2.49 |
| 3 | 0.3 | 1.04 | 1.04 | 2.38 |
| 4 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 3.12 |
| 5 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 3.12 |
| 6 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 3.12 |
| Xi | 4.51 | 5.37 | 5.25 | 15.13 |
| Xi Promedio | 0.75 | 0.9 | 0.88 | 0.84 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➡ Análisis de Varianza:

Cuadro N°19: Análisis de Varianza del % de Cobertura de la Planta.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE VARIACION | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 0.07 | 0.035 | 0.12 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 1.52 | 0.304 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 65%.

➡ Prueba de Duncan:

Cuadro N°20: Prueba de Duncan del % de Cobertura de la Planta.

| RIOS | CLAVE | Promedio de % de Cobertura de la Planta Duncan 0.05 de Probabilidad |
|-------------|-------|---|
| Río Negro | R2 | 0.90a |
| Río Tioyacu | R3 | 0.88a |
| Río Romero | R1 | 0.75a |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➔ **Gráfico N°05:** Promedio de % de Cobertura de la Planta por m² de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ **Interpretación:**

En la evaluación del % de Cobertura de la Planta de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos identificados, sin embargo el Río Negro presenta los mayores datos con relación a los demás ríos en estudio.

3.2.6. Altura de Planta (cm):

Cuadro N°21: Altura de Planta - Transformación de Datos a: $\sqrt{x + 1}$

(Ver datos originales en Anexo N°02)

| ALTURA DE PLANTA (cm) | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 3.27 | 2.83 | 3.42 | 9.52 |
| 3 | 1 | 3.16 | 3.83 | 7.99 |
| 4 | 4.66 | 3.87 | 4.62 | 13.15 |
| 5 | 5.03 | 4.9 | 4.76 | 14.69 |
| 6 | 4.86 | 5.42 | 4.9 | 15.18 |
| Xi | 19.82 | 21.18 | 22.53 | 68.53 |
| Xi Promedio | 3.3 | 3.53 | 3.76 | 3.53 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➤ Análisis de Varianza:

Cuadro N°22: Análisis de Varianza de la Altura de Planta (cm).

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE DE VARIACIÓN | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 0.61 | 0.31 | 0.11 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 41.24 | 2.75 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 47%.

➤ Prueba de Duncan:

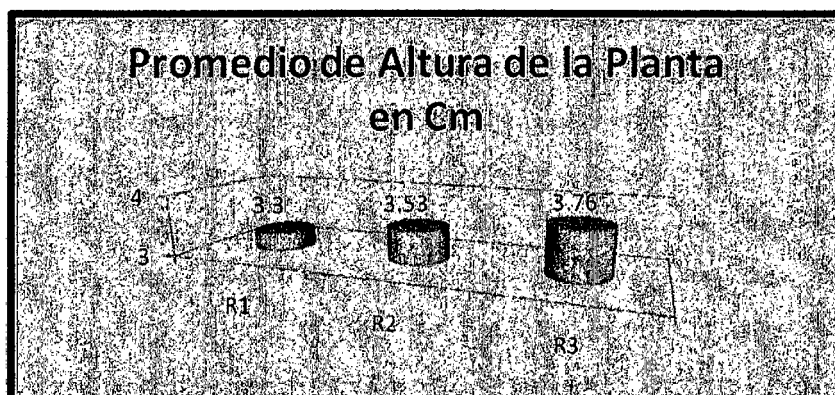
Cuadro N°23: Prueba de Duncan de la Altura por Planta (cm).

| RIOS | CLAVE | Promedio de la Altura por Planta Duncan 0.05 de Probabilidad (*) |
|-------------|-------|--|
| Río Tioyacu | R3 | 3.76a |
| Río Negro | R2 | 3.53a |
| Río Romero | R1 | 3.30a |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➔ Gráfico N° 06: Promedio de la Altura de Planta (cm).



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ Interpretación:

En la evaluación de la Altura de la Planta de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos identificados, sin embargo el Río Tioyacu presenta las mayores alturas con relación a los anteriores ríos muestreados.

3.2.7. N° de Hojas por Planta:

Cuadro N°024: N° de Hojas por Planta - Transformación de Datos a: $\sqrt{x} + 1$

(Ver datos originales en Anexo N°02).

| N° DE HOJAS POR PLANTA | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 3.05 | 3.36 | 3.21 | 9.62 |
| 3 | 1 | 3.65 | 3.21 | 7.86 |
| 4 | 3.31 | 2.89 | 3.42 | 9.62 |
| 5 | 3.74 | 3 | 3.46 | 10.2 |
| 6 | 3.64 | 3.19 | 3.74 | 10.57 |
| Xi | 15.74 | 17.09 | 18.04 | 50.87 |
| Xi Promedio | 2.62 | 2.85 | 3.01 | 2.85 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ Análisis de Varianza:

Cuadro N°25: Análisis de Varianza del N° de Hojas por Planta.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE DE VARIACIÓN | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 0.44 | 0.22 | 0.19 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 17.7 | 1.18 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 39%.

➔ Prueba de Duncan:

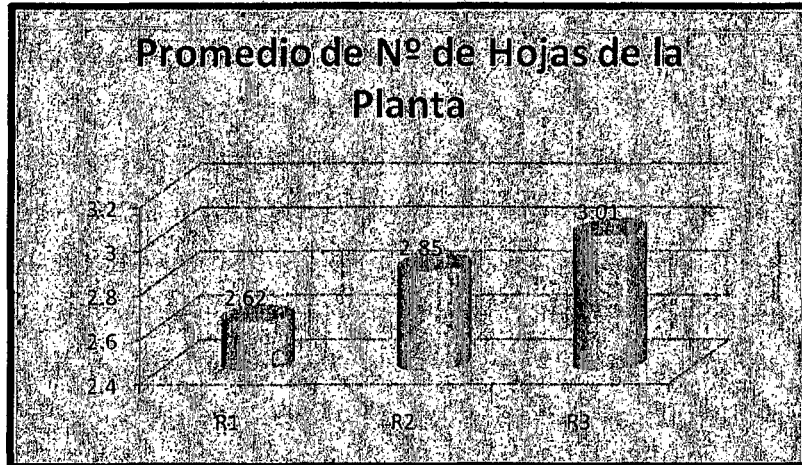
Cuadro N°26: Prueba de Duncan del N° de Hojas por Planta.

| RÍOS | CLAVE | Promedio de N° de Hojas por Planta Duncan 0.05 de Probabilidad (C) |
|-------------|-------|--|
| Río Tioyacu | R3 | 3.01a |
| Río Negro | R2 | 2.85a |
| Río Romero | R1 | 2.62a |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➔ **Gráfico N°07: Promedios de N° de Hojas por Planta.**



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ **Interpretación:**

En la evaluación del N° de Hojas de la Planta de *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua), se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos identificados; de los cuales el Río Tioyacu presenta los mayores datos con relación a los demás ríos en estudio.

3.2.8. Amplitud de Raíces por Planta en (cm):

Cuadro N° 27: Amplitud de raíces por Planta - Transformación de Datos

a: $\sqrt{x + 1}$ (Ver datos originales en Anexo N°02).

| AMPLITUD DE RAICES | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 4.32 | 3.16 | 3.16 | 10.64 |
| 3 | 1 | 4.04 | 3.46 | 8.5 |
| 4 | 4.51 | 3.65 | 3.87 | 12.03 |
| 5 | 4.44 | 3.87 | 3.56 | 11.87 |
| 6 | 4.47 | 3.61 | 3.61 | 11.69 |
| Xi | 19.74 | 19.33 | 18.66 | 57.73 |
| Xi Promedio | 3.29 | 3.22 | 3.11 | 3.21 |

Fuente: Elaboración Propia 2009

➔ Análisis de Varianza:

Cuadro N°28: Análisis de Varianza de Amplitud de Raíces por Planta.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE VARIACION | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 0.087 | 0.044 | 0.024 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 27.73 | 1.85 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 42.4%.

➔ Prueba de Duncan:

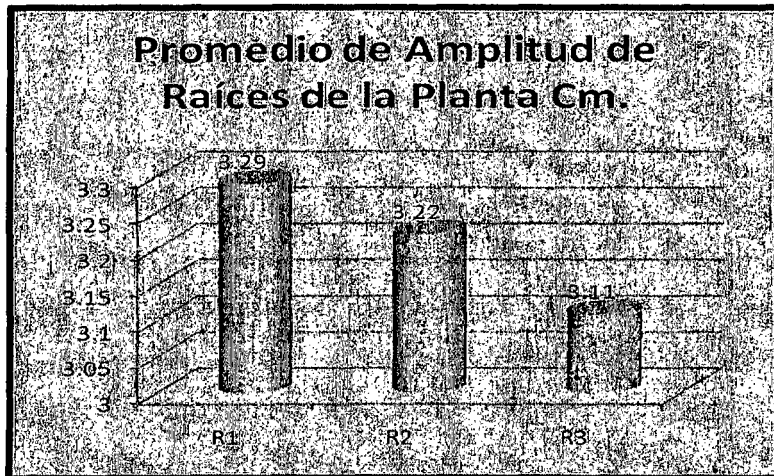
Cuadro N°29: Prueba de Duncan de Amplitud de Raíces por Planta.

| RIOS | CLAVE | Promedio de Amplitud de raíces por Planta Duncan 0.05 de Probabilidad (*) |
|-------------|-------|---|
| Río Romero | R1 | 3.29a |
| Río Negro | R2 | 3.22a |
| Río Tioyacu | R3 | 3.11a |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➔ **Gráfico N°08:** Promedios de Amplitud de Raíces por Planta de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ **Interpretación:**

En la evaluación de la Amplitud de Raíces de la Planta de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos identificados. El Río Romero presenta los mayores datos, en relación con lo demás ríos muestreados.

3.2.9. pH del Agua de los Ríos Evaluados:

Cuadro N°30: Promedios de de pH del Agua de los Ríos evaluados.

| pH | | | | |
|--------------|-------|-------|------|--------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 7.6 | 6.9 | 7.4 | 21.9 |
| 2 | 7.6 | 6.2 | 7.3 | 21.1 |
| 3 | 7.5 | 6.17 | 7.5 | 21.17 |
| 4 | 7.3 | 7.1 | 7.4 | 21.8 |
| 5 | 7.3 | 7.1 | 7.5 | 21.9 |
| 6 | 7.26 | 7.14 | 7.6 | 22 |
| Xi | 44.56 | 40.61 | 44.7 | 129.87 |
| Xi | 7.43 | 6.77 | 7.45 | 7.22 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ Análisis de Varianza:

Cuadro N°31: Análisis de Varianza del pH del Agua de los Ríos Evaluados.

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|---------------|
| FUENTE DE VARIACION | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 1.80 | 0.089 | 10.80 | 3.68 | 6.36 | ** |
| Error Experimental | 15 | 1.24 | 0.083 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 4%

➔ Prueba de Duncan:

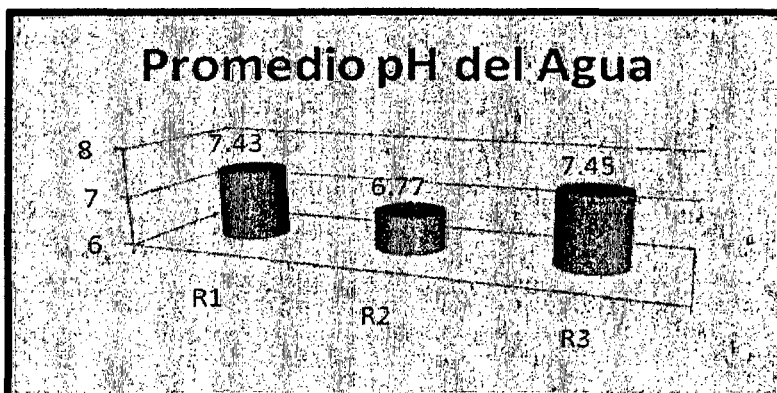
Cuadro N°32: Prueba de Duncan del pH del Agua de los Ríos Evaluados.

| RÍOS | CLAVE | Promedio del pH del Agua Duncan (0.05 de Probabilidad ^(*)) |
|-------------|-------|--|
| Río Tioyacu | R3 | 7.45a |
| Río Romero | R1 | 7.43 a b |
| Río Negro | R2 | 6.77b |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➔ **Gráfico N°09:** Promedios del pH del Agua de los Ríos Evaluados.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ **Interpretación:**

En la evaluación del pH del agua de los Ríos en estudio, mediante el Análisis de Varianza se encontró que existe alta significación estadística entre los ríos muestreados; según la Prueba de Duncan se aprecia que el río Tioyacu, con el valor de 7.45 presenta mayor valor numérico de pH, sin embargo presenta similitud estadística con el Río Romero con 7.43, además el Río Tioyacu supera estadística y numéricamente al Río Negro (R2). El Río Tioyacu presenta mayor valor de pH, con 7.45, esto indica su mayor alcalinidad comparada con el Río Negro (6.77) y el Río Romero con 7.43, respectivamente. El Río Tioyacu mantiene ligeramente el pH del agua con respecto al nacimiento de la fuente, debido al menor número de tributarios presentados en todo su recorrido.

3.2.10. Temperatura del Agua de los Ríos Evaluados (° C):

Cuadro N°033: Promedios de Temperatura del Agua de los Ríos Evaluados (° C):

| T° | | | | |
|--------------|--------|--------|-------|--------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 24 | 18.3 | 18.8 | 61.1 |
| 2 | 25.4 | 22.47 | 18.9 | 66.77 |
| 3 | 22.8 | 22.47 | 23.3 | 68.57 |
| 4 | 23.2 | 21.8 | 20.5 | 65.5 |
| 5 | 22.9 | 22.1 | 21.8 | 66.8 |
| 6 | 22.96 | 22.18 | 21.7 | 66.84 |
| Xi | 141.26 | 129.32 | 125.4 | 395.58 |
| Xi Promedio | 23.54 | 21.55 | 20.83 | 21.98 |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ Análisis de Varianza:

Cuadro N°034: Análisis de Varianza de la Temperatura del Agua (°C).

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|---------------|
| FUENTE VARIACION | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Cálculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Ríos | 2 | 40.34 | 20.17 | 17.69 | 3.68 | 6.36 | ** |
| Error Experimental | 15 | 17.16 | 1.14 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 0.42%.

➔ Prueba de Duncan:

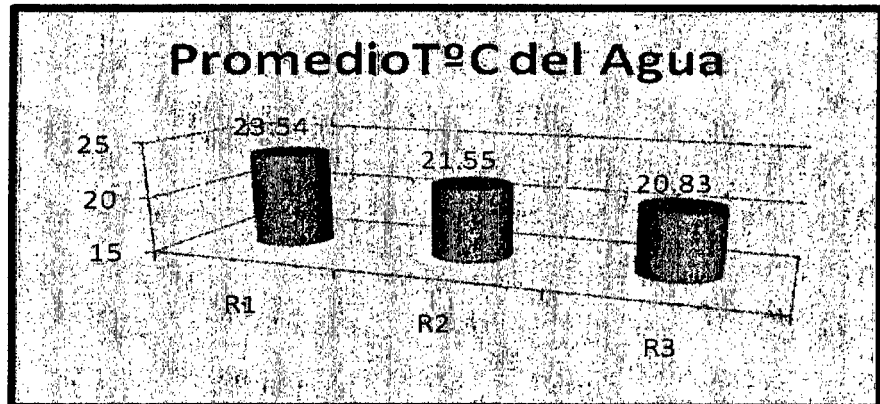
Cuadro N°035: Prueba de Duncan de la Temperatura del Agua de los ríos evaluados.

| RIOS | CLAVE | Promedio de la T° del agua de los ríos evaluados. Duncan 0.05 de Probabilidad (%) |
|-------------|-------|---|
| Río Romero | R1 | 23.54 a |
| Río Negro | R2 | 21.55 b |
| Río Tioyacu | R3 | 20.83 c |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➔ **Gráfico N°10:** Promedios de T° del Agua en ° C de los Ríos Evaluados.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ **Interpretación:**

En la evaluación de la T° del agua, los Ríos presentaron alta significación estadística mediante el análisis de varianza y en la prueba de Duncan; es decir existe alta diferencia estadística entre la Temperatura del agua de los ríos Romero, Negro y Tioyacu. El Río Romero presenta mayor temperatura del agua por contar con menor caudal, y su recorrido esta por superficies expuesta a los rayos solares.

3.2.11 Profundidad de Raíces por Planta en (cm):

Cuadro N°36: Profundidad de Raíces por Planta(cm) - Datos transformados a

Datos : $\sqrt{x + 1}$. (Ver datos originales en Anexo N°02).

| PROFUNDIDAD DE RAICES | | | | |
|-----------------------|-------|-------|------|-------|
| REPETICIONES | R1 | R2 | R3 | Xij |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 3 | 2.89 | 3.05 | 8.94 |
| 3 | 1 | 3 | 3.05 | 7.05 |
| 4 | 2.88 | 4 | 3.05 | 9.93 |
| 5 | 2.88 | 4 | 3.05 | 9.93 |
| 6 | 2.96 | 4.08 | 3 | 10.04 |
| Xi | 13.72 | 18.97 | 16.2 | 48.89 |
| Xi Promedio | 2.29 | 3.16 | 2.7 | |

Fuente: Elaboración Propia.

➔ Análisis de varianza:

Cuadro N°37: Análisis de Varianza de la Profundidad de las Raíces por Planta (cm).

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|---------|------|------------------|
| FUENTE DE VARIACION | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculado | F Tabla | | Significación |
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| Raíces | 2 | 2.3 | 1.15 | 1.12 | 3.68 | 6.36 | No Significativo |
| Error Experimental | 15 | 15.45 | 1.03 | | | | |
| Total | 17 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

CV: 37 %.

➔ **Prueba de Duncan:**

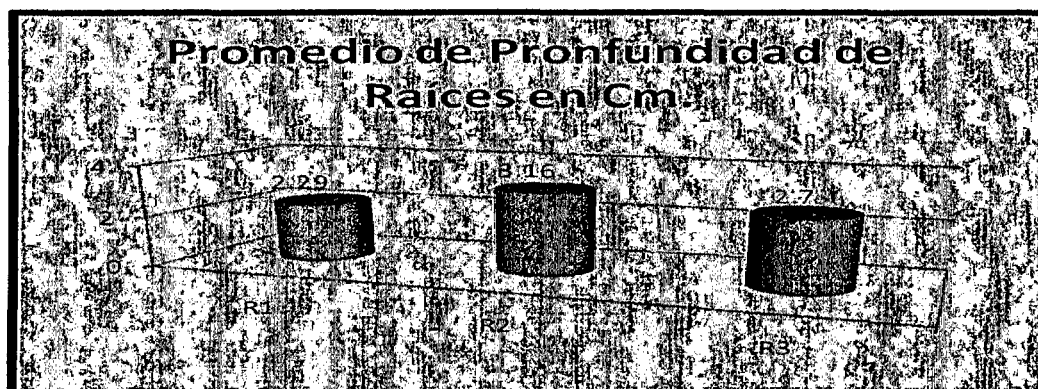
Cuadro N°38: Prueba de Duncan de la Profundidad de las Raíces por Planta (cm).

| RIOS | CLAVE | Promedio de Profundidad de raíces por planta (cm) Duncan 0.05 de Probabilidad (*) |
|-------------|-------|---|
| Río Negro | R2 | 3.16a |
| Río Tioyacu | R3 | 2.70a |
| Río Romero | R1 | 2.29a |

Fuente: Elaboración Propia 2009.

(*) Promedios que tienen la misma letra son iguales, caso contrario son significativos.

➔ **Gráfico N°11:** Promedios de Profundidad de Raíces de la Planta.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

➔ **Interpretación:**

En la evaluación de la Profundidad de Raíces de la Planta de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, se encontró que existe similitud estadística entre las poblaciones existentes en los tres ríos identificados mediante el Análisis de Varianza y Prueba de Duncan. La longitud de raíces está relacionada con el contenido de nutrientes principalmente del fósforo y de la temperatura del sustrato entre otros factores. El Río Romero presenta mayor temperatura del agua, menor caudal y menor velocidad de escorrentía, tiene un pH próximo al neutro, los cuales son características favorables para el crecimiento radicular, entre otras propiedades.

IV. DISCUSIONES:

4.1. Identificación de Ríos Materia de Estudio:

- En la identificación de los Ríos para el presente estudio se tuvieron en cuenta consideraciones técnicas como la longitud del cauce, inicio, amplitud y cercanía para la correcta aplicación del diseño estadístico. Con estas consideraciones los Ríos Romero, Negro y Tioyacu, se adecuan para el desarrollo del estudio.
- Otro de los criterios para la identificación de los cuerpos de agua en estudio estuvo basado en los antecedentes de la presencia de la *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”.

4.2. Dispersión Estadística de Datos Extraídos:

- De la evaluación estadística aplicada (Diseño de Bloques Completamente al Azar), para determinar la dispersión de las variables evaluadas de la planta *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua” y cuerpos de agua identificados, se puede observar que no existe diferencia significativa en la densidad de plantas, peso fresco de la planta, % de Humedad, N° de Hojas, Altura de la Planta, Amplitud de Raíces, esta similitud estadística obedece a factores de crecimiento y condiciones ambientales similares que existen entre los cuerpos de agua identificados para el presente estudio.
- Las variables de pH, T°, presentan significancia entre los cuerpos de agua estudiadas ello se debe fundamentalmente por que las nacientes de los ríos Romero, Negro, Tioyacu se encuentran ubicados en la parte intramontañosas denominada Depresión del Mayo, cuyos límites son las estribaciones de la Cordillera Oriental y la Montaña Carhuapanas. En la zona se puede observar diversas morfologías configuradas durante el proceso evolutivo y su respuesta a los diferentes agentes geodinámicas que la han afectado. Dentro de estas tenemos a la **Zona Montañosa**, conformada por las estribaciones de la Cordillera Oriental, donde la erosión hídrica ha actuado intensamente dando lugar a un modelado complejo y abrupto con montañas de laderas empinadas, quebradas. **Litológicamente está constituido por las calizas del Grupo Pucará.**

- Las variables de peso seco de la planta y profundidad de las raíces, presenta significancia sólo cuando se aplica la Prueba de Duncan; resultado que nos conlleva aseverar la existencia de rangos pronunciados entre los datos extraídos de campo.

4.3. Relación entre Variables Estudiadas.

- Las interdependencias que existen entre las variables estudiadas es notoria con los factores externos como es el caso de la Temperatura, Altitud, etc.; de acuerdo a los promedios obtenidos en los cuadros N° 002,003,004, nos muestran que a medida como se incrementa la temperatura, mayor es la densidad de planta, altura, N° de hojas, profundidad de raíces, amplitud de raíces; contrariamente a medida que la altura disminuye mayor es la temperatura, densidad de la planta, altura, N° de hojas, profundidad de raíces, amplitud de raíces.
- Por otra parte se identificó que existe que las zonas con presencia de la *Eichornia crassipes* experimentan menor velocidad de las aguas y morfología muy irregular de los cuerpos de agua, lo que facilita el enraizamiento de la especie en la flora ribereña.

4.4. Influencia de Factores Externos en su Distribución Espacial.

- Las condiciones externas influyen determinadamente en la distribución espacial de *Eichornia crassipes* "Jacinto de Agua", la especie necesita de bajas velocidades del agua, menores altitudes, T° cercanas al promedio y cuerpos de agua amorfos el fácil enraizamiento en la flora ribereña.
- Las condiciones orgánicas del agua también son fundamentales sobre todo para su reproducción, crecimiento y distribución en la superficie acuática, en ese sentido la zona en estudio presenta poblaciones que en su mayoría al no contar con sistemas de alcantarillados hacen que las aguas servidas, residuos sólidos y sanitarios sean derivados a las fuentes de agua a través de la escorrentía superficial producto de las precipitaciones pluviales

principalmente; por otra parte en la zona predomina el cultivo de arroz a riego tecnificado lo que hace suponer la inserción altos porcentajes de productos nitrogenados, fosforados y sulfatados, componentes principales para su óptimo desarrollo y permanencia en los cuerpos de agua.

4.5. Distribución Espacial.

- La distribución espacial de *Eichornia crassipes* se encuentran a partir de alturas entre los 840 y 822 m.s.n.m, en el caso del Río Negro lo encontramos a 2000 metros del Puente de cemento de la carretera carrozable que nos conduce al caserío de San Vicente; en el río Romero lo encontramos a la altura del centro poblado de Tamboyacu y en el río Tioyacu lo encontramos a la altura del puente de concreto que nos conduce al Recreo Ecoturístico del mismo nombre.
- Los tres cuerpos de agua presentan *Eichornia crassipes* a medida que desciende la altura, velocidad del agua y se incrementa la temperatura y sobre todo en superficies con presencia de poblaciones establecidas. La distribución espacial llega al 100 % de la superficie del espejo del agua a la altura de la Carretera Fernando Belaunde Terry (Punto de Referencia como Corredor Artificial), dicho porcentaje se mantiene constante hasta el Río Mayo.

4.6. Posibles Impactos Ambientales que vienen Generando en la Zona.

- Como consecuencia del incremento de la población de la especie en los cuerpos de agua, los mismos que disminuyen la superficie libre (espejo del agua). Al disminuir el espejo de agua, imposibilita el paso de los rayos solares, reduciendo el nivel de oxígeno, productividad del ecosistema acuático y en consecuencia el deterioro de los ecosistemas acuáticos.
- El incremento de la densidad poblacional que presentan los cuerpos de agua sobre todo en las zonas bajas con referencia a la Carretera Fernando Belaunde Terry; viene generando la pérdida de la navegabilidad; dificultando el uso del cuerpo de agua como vías de transporte de productos de pan llevar, uso turístico y otros propios de la zona, en vista que en la zona se desarrollan actividades a nivel de producción comercial y los cuerpos de agua evaluados

se conectan con el Río Mayo, principal vía de transporte fluvial y recurso turístico de la zona.

- Impide el normal transporte de agua usado en la irrigación y drenaje en canales y diques, generando pérdidas de agua por evapotranspiración, a demás incrementa la sedimentación por atrapado de partículas, lo que genera el ascenso del lecho del cuerpo de agua y su posterior enraizamiento de la especie y otros que encuentren condiciones para su desarrollo.
- Facilitan la salinización de suelos agrícolas sometidos a sistemas de riego, al dificultar el drenaje del exceso de agua, que por encontrar cauces encimados tienden a distribuirse en las zonas bajas; producto de ello se produce una disminución de la producción de alimento humano en los hábitats terrestres y acuáticos de los cuerpos de agua y zonas aledañas.
- Incrementan la incidencia de ciertas enfermedades, tales como malaria y esquistosomiasis, por la formación de micro-hábitat favorable para el desarrollo de los vectores.

V. CONCLUSIONES.

- ✓ Se determinó que la Distribución Espacial en las orillas de río Romero, Negro y Tioyacu, la *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, se encuentran a partir de alturas entre los 822 y 840 m.s.n.m., en el caso del Río Negro lo encontramos a 2000 metros del Puente de cemento de la carretera carrozable que nos conduce al caserío de San Vicente; en el Río Romero lo encontramos a la altura del Centro Poblado de Tamboyacu y en el Río Tioyacu lo encontramos a la altura del puente que concreto que nos conduce al Recreo Ecoturístico del mismo nombre.
- ✓ La Distribución Espacial de la *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, en las orillas del río Romero, Negro y Tioyacu, se encuentran a una altura entre los 822 y 840 m.s.n.m., en el caso del Río Negro lo encontramos en las coordenadas UTM: X 249611, Y 9332666 (Punto N°16) a 2000 metros del Puente de cemento de la carretera carrozable que nos conduce al caserío de San Vicente; en el río Romero lo encontramos en las coordenadas UTM: X 249880, Y9332679 (Punto N°05) a la altura del centro poblado de Tamboyacu y en el Río Tioyacu lo encontramos en las coordenadas UTM : X 246541, Y 9338263 (Punto N°02) a la altura del puente de concreto que nos conduce al Recreo Ecoturístico Tioyacu. Su presencia está relacionado además con la disminución de la altura, velocidad e incremento de la temperatura y sobre todo en superficies con presencia de poblaciones establecidas.
- ✓ Se determinó que las condiciones externas físicas (T °C, Altitud), químicas (pH), entre otras propiedades influyen determinantemente en la distribución espacial de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”, la especie necesita de bajas velocidades del agua, menores altitudes, T° cercanas entre 20 y 23°C, y cuerpos de agua amorfos; la zona en estudio presenta poblaciones que en su mayoría al no contar con sistemas de alcantarillados hacen que las aguas servidas, residuos sólidos y sanitarios sean derivados a las fuentes de agua a través de la escorrentía superficial producto de las precipitaciones pluviales principalmente; por otra parte en la zona predomina el cultivo de arroz a riego tecnificado lo que hace suponer la inserción de altos porcentajes de productos nitrogenados, fosforados y sulfatados,

componentes principales para su óptimo desarrollo y permanencia en los cuerpos de agua.

- ✓ El deterioro de los ecosistemas acuáticos en la orilla del río, a causa del recubrimiento de la superficie del espejo del agua, disminuye la eficiencia lumínica en la fuente acuática, al obstaculizar el paso de los rayos solares, lo cual conlleva a la reducción del contenido de oxígeno de la masa acuática y productividad. La presencia de fauna fitófaga y carnívoras en estas plantas acuáticas presupone la proliferación de vectores infecciosos y la pérdida de la navegabilidad de los cuerpos de agua por las altas densidades poblacionales de *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” dificultan el uso eficiente como vía de transporte.

VI. RECOMENDACIONES.

- Establecer un cronograma de monitoreo de la distribución de *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua”, con relación a la velocidad y caudal del agua, con la finalidad de establecer su evaluación en tres tiempos.
- Realizar los análisis físicos, químicos y biológicos del agua a fin de establecer relaciones cuantitativas y cualitativas con el crecimiento y desarrollo de *Eichornia crassipes* “Jacinto de Agua”.
- Evaluar las características potenciales de la especie vegetativa *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” como fito purificador de las fuentes de agua.
- Evaluar el incremento especie vegetativa *Eichornia crassipes* “Jacinto de agua” en cuerpos de agua lenticas en los últimos cinco años.
- Evaluar el uso alternativo de la especie vegetativa para la producción de Biomasa y su posterior uso como abono natural.

VII. BIBLIOGRAFIA.

1. Andaluz Westreicher, C. (2005), Derecho Ambiental, Lima Perú
2. Acosta Arce, L; Aguaero Alvarado, R. Agronomía Meso Americana, España – 2006.
3. Calzada Venza, José. 1985; Métodos Estadísticos Aplicados a la Investigación. Lima – Perú. Pág. 340.
4. Calzada Venza, José. 1985; Métodos Estadísticos Aplicados a la Investigación. Lima – Perú. Pág. 643.
5. Dirección Regional de la Producción San Martín (2006). Diagnóstico Ambiental de la Actividad Acuicola en el Alto Mayo. Moyobamba-Perú.
6. España Obando, J. (2006): Universidad del Valle, facultad de ingeniería Química – Santiago de Cali.
7. Gobierno Regional de San Martín (2007): Zonificación Ecológica Económica – ZEE-
8. Gobierno Regional de San Martín (2007): Meso Zonificación Ecológica Económica del Alto Mayo –ZEE.
9. Hernández, J.E. (2006). Universidad Católica del Oriente y Sus Unidades de Biotecnología y Ambiental.
10. Ley de Recurso Hídricos N°2933.
11. Ley General del Ambiente (LEY 28611 Art. 92°).
12. Métodos Estadísticos en Ingeniería. Dpto. de estadística e investigación Operativa Aplicados y Calidad.
13. Naciones Unidas (1999). Global Environmental Outlook-GEO 2000. Environment Programme Nairobi, Kenya. <http://www.unep.org/Geo2000/>.
14. Romero, V. R y Zúnica, R.L.R.

15. Rojas M. Estudio de Malezas Asociados a Canales de Riego y Zonas aledañas. 1995.
16. Sánchez Velásquez G.; Ecología de Insectos. Segunda Edición. Universidad nacional agraria la Molina – Lima Perú. P. 264
17. Tormo Molina, R., Lección Hipertextuales de Botánica. España 2009.

ANEXO N°02: Datos originales de las evaluaciones realizadas.

1) Promedio de Densidad de Plantas:

| DENSIDAD DE PLANTAS | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 6.00 | 26.00 | 8.00 |
| 3 | 0.00 | 31.00 | 26.00 |
| 4 | 30.00 | 28.00 | 29.00 |
| 5 | 28.00 | 32.00 | 32.00 |
| 6 | 30.00 | 29.25 | 35.00 |

2) Promedio de Peso Fresco por Planta (Gramos):

| PESO FRESCO DE LA PLANTA (Gramos) | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 528.30 | 257.00 | 508.70 |
| 3 | 0.00 | 520.00 | 551.70 |
| 4 | 552.70 | 546.33 | 557.00 |
| 5 | 558.30 | 549.67 | 560.70 |
| 6 | 557.10 | 572.58 | 557.70 |

3) Promedio de Peso Seco por Planta (Gramos):

| PESO SECO DE LA PLANTA (Gramos) | | | |
|---------------------------------|--------|--------|--------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 326.00 | 182.67 | 314.00 |
| 3 | 0.00 | 369.33 | 344.00 |
| 4 | 341.30 | 375.67 | 345.00 |
| 5 | 344.30 | 358.00 | 344.30 |
| 6 | 347.86 | 356.91 | 343.00 |

4) Promedio de % de Humedad por Planta:

| % DE HUMEDAD | | | |
|--------------|-------|-------|-------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 38.29 | 28.92 | 38.20 |
| 3 | 0.00 | 28.97 | 37.60 |
| 4 | 38.24 | 31.23 | 38.06 |
| 5 | 38.33 | 34.87 | 38.59 |
| 6 | 37.55 | 37.62 | 38.49 |

5) Promedio de % de Cobertura de la especie:

| % DE COBERTURA | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 25.00 | 50.00 | 25.00 |
| 3 | 0.00 | 100.00 | 100.00 |
| 4 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 5 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 6 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

6) Promedio de la Altura de Planta(cm):

| ALTURA DE PLANTA cm. | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 9.70 | 7.00 | 10.70 |
| 3 | 0.00 | 9.00 | 13.70 |
| 4 | 20.70 | 14.00 | 20.30 |
| 5 | 24.30 | 23.00 | 21.70 |
| 6 | 22.66 | 28.41 | 23.00 |

7) Promedio del N° de Hojas por Planta:

| N° DE HOJAS DE LA PLANTA | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 8.30 | 10.33 | 9.30 |
| 3 | 0.00 | 12.33 | 9.30 |
| 4 | 10.00 | 7.33 | 10.70 |
| 5 | 13.00 | 8.00 | 11.00 |
| 6 | 12.23 | 9.16 | 13.00 |

8) Promedio de Amplitud de Raíces de la Planta cm:

| AMPLITUD DE LAS RAICES cm. | | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 17.70 | 9.00 | 9.00 |
| 3 | 0.00 | 15.33 | 11.00 |
| 4 | 19.30 | 12.33 | 14.00 |
| 5 | 18.70 | 14.00 | 11.70 |
| 6 | 18.96 | 12.00 | 12.00 |

9) Valor del pH del Agua:

| pH | | | |
|------------|------|------|------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 7.60 | 6.90 | 7.40 |
| 2 | 7.60 | 6.20 | 7.30 |
| 3 | 7.50 | 6.17 | 7.50 |
| 4 | 7.30 | 7.10 | 7.40 |
| 5 | 7.30 | 7.10 | 7.50 |
| 6 | 7.26 | 7.14 | 7.60 |

10) Promedio de Temperatura en °C del agua:

| T° C | | | |
|------------|-------|-------|-------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 24.00 | 18.30 | 18.80 |
| 2 | 25.40 | 22.47 | 18.90 |
| 3 | 22.80 | 22.47 | 23.30 |
| 4 | 23.20 | 21.80 | 20.50 |
| 5 | 22.90 | 22.10 | 21.80 |
| 6 | 22.96 | 22.18 | 21.70 |

11) Promedio de la Profundidad de Raíces por Planta cm:

| PROFUNDIDAD DE RAICES cm. | | | |
|---------------------------|------|-------|------|
| REPETICION | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 8.00 | 7.33 | 8.30 |
| 3 | 0.00 | 8.00 | 8.30 |
| 4 | 7.30 | 15.00 | 8.30 |
| 5 | 7.30 | 15.00 | 8.30 |
| 6 | 7.76 | 15.66 | 8.00 |

ANEXO N°03: Galería Fotográfica.

Foto N°01: Georeferenciación de Cuerpos de Agua con los puntos de Muestreo.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°02: Toma de Datos de pH y T° C de los cuerpos de Agua.



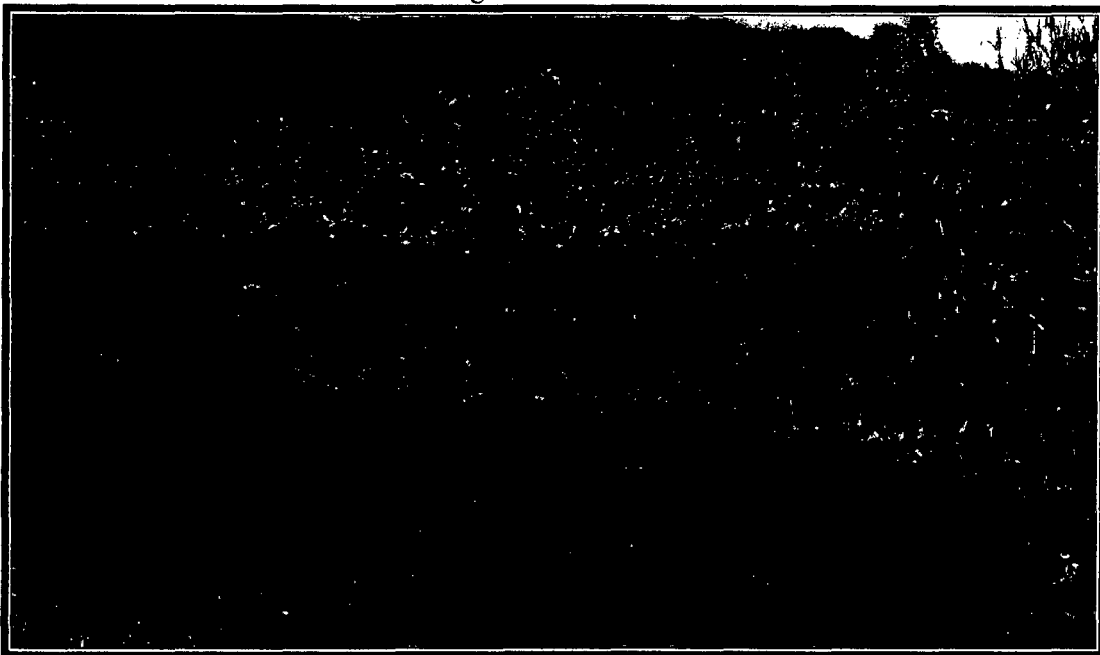
Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°03: Escorrentía Superficial del Agua en Zonas Altas del Río Negro.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°04: Flora Ribereña del Río Negro.



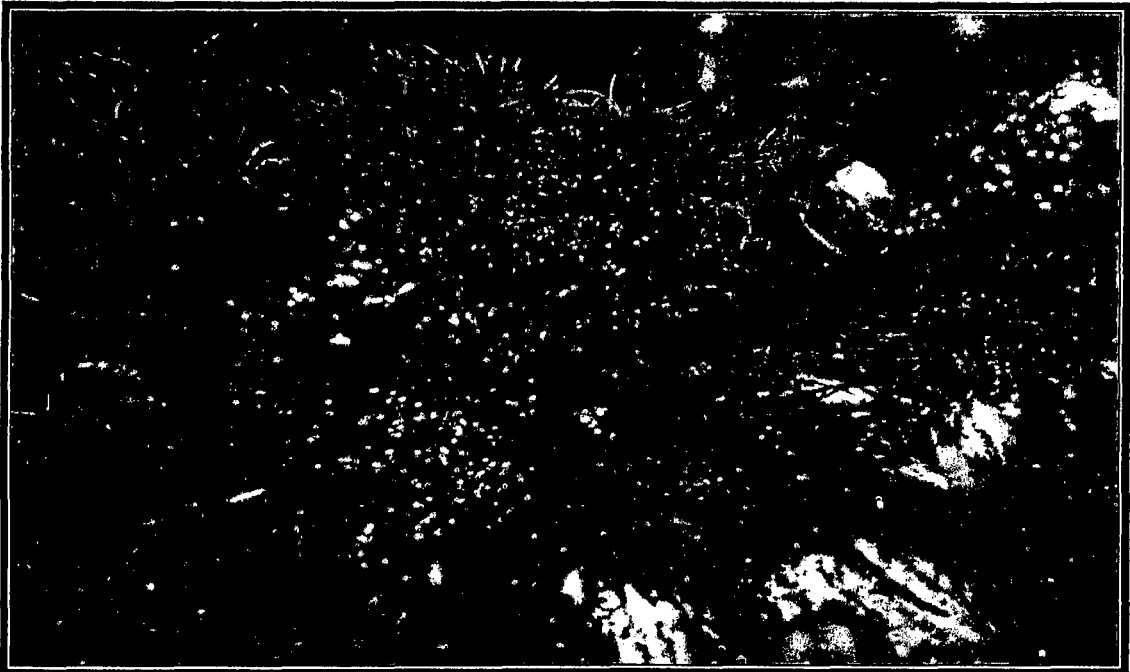
Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°05: Evaluación de Hojas *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua) río Negro.



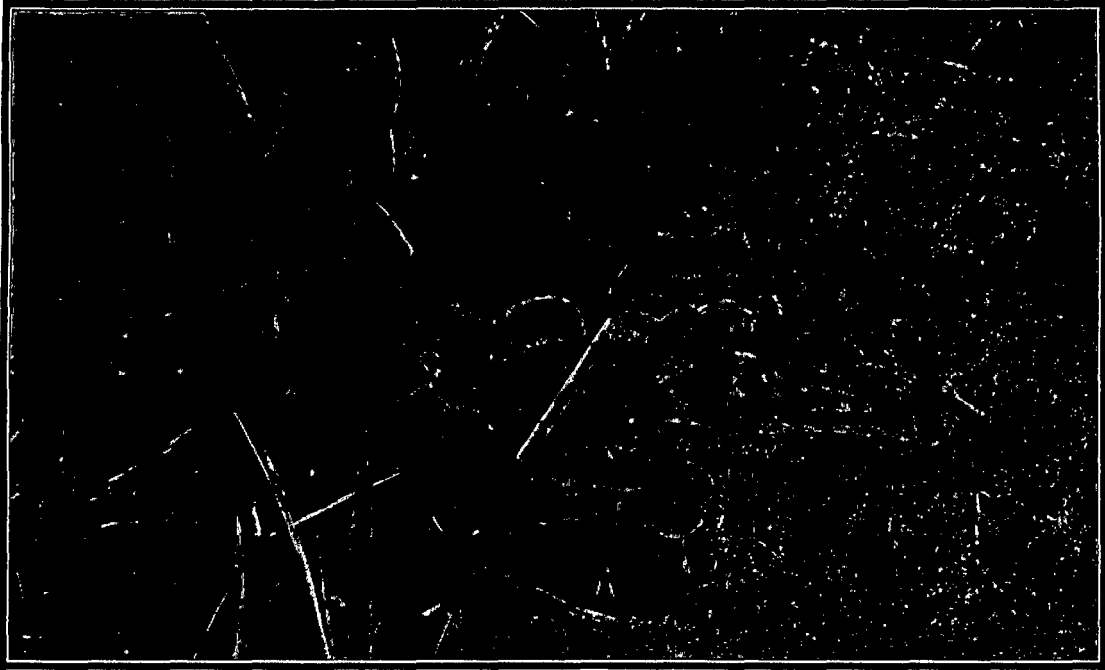
Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°06: Evaluación de Fauna.



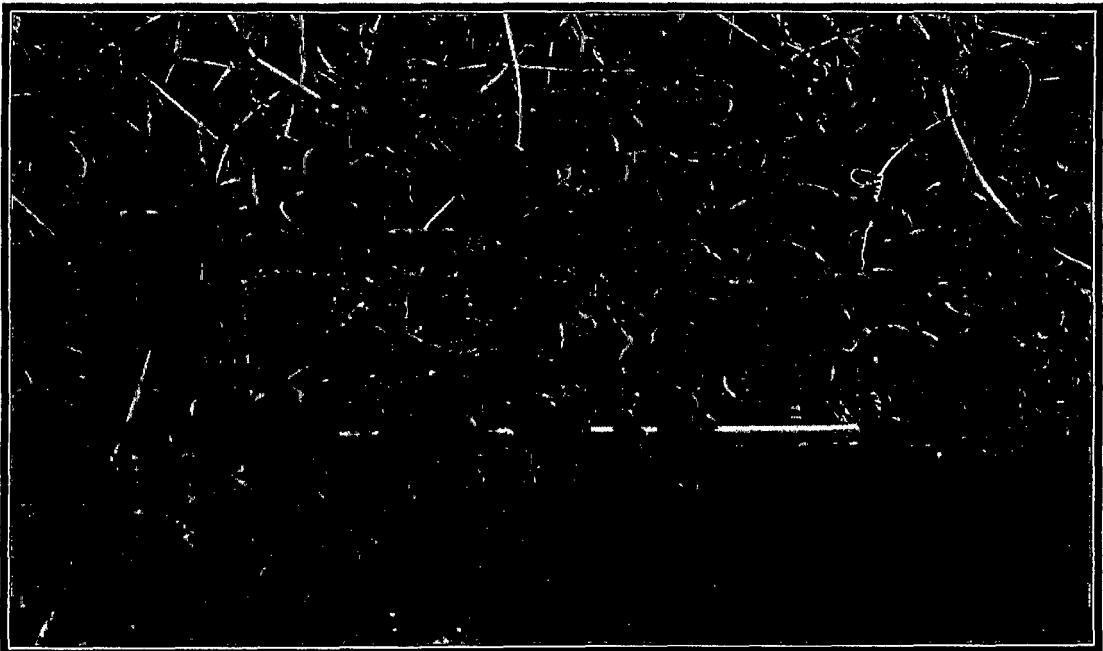
Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°07: Evaluación de Amplitud de Raíz, *Eichornia Crassipes* (Jacinto de Agua).



Fuente: Elaboración Propia.

Foto N°08: Muestreo de *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua) en cuerpos de agua rio Romero.



Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°09: Muestreo de *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua) en cuerpos de agua loticas del Río Tioyacu, presencia del 100% de cobertura en áreas focales



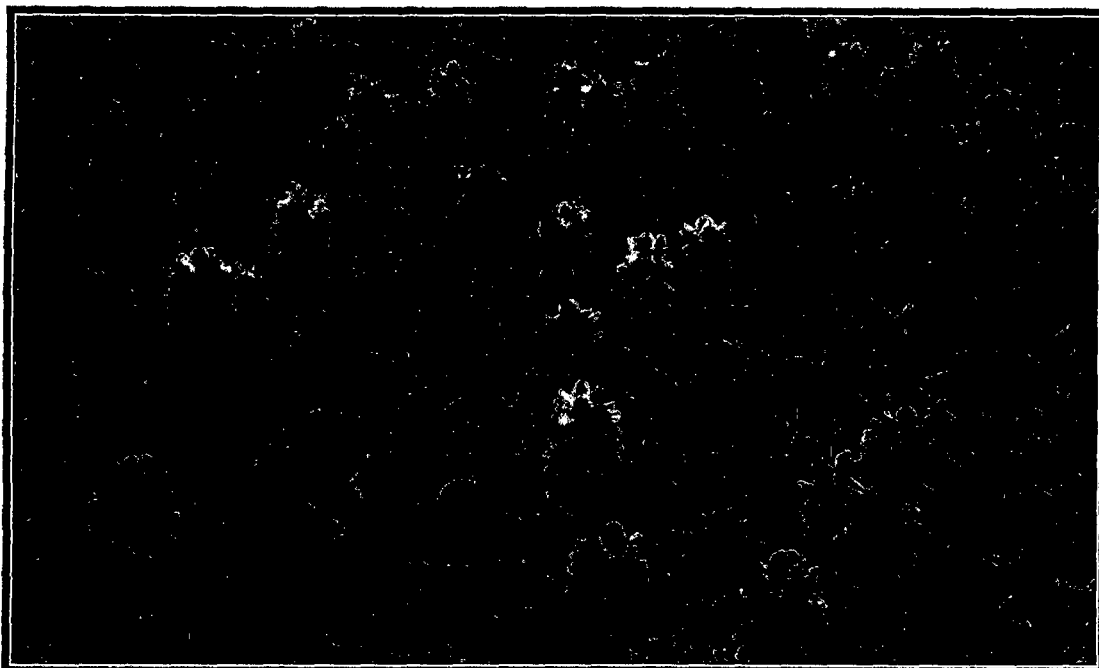
Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°10: *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua) en Estado Juvenil



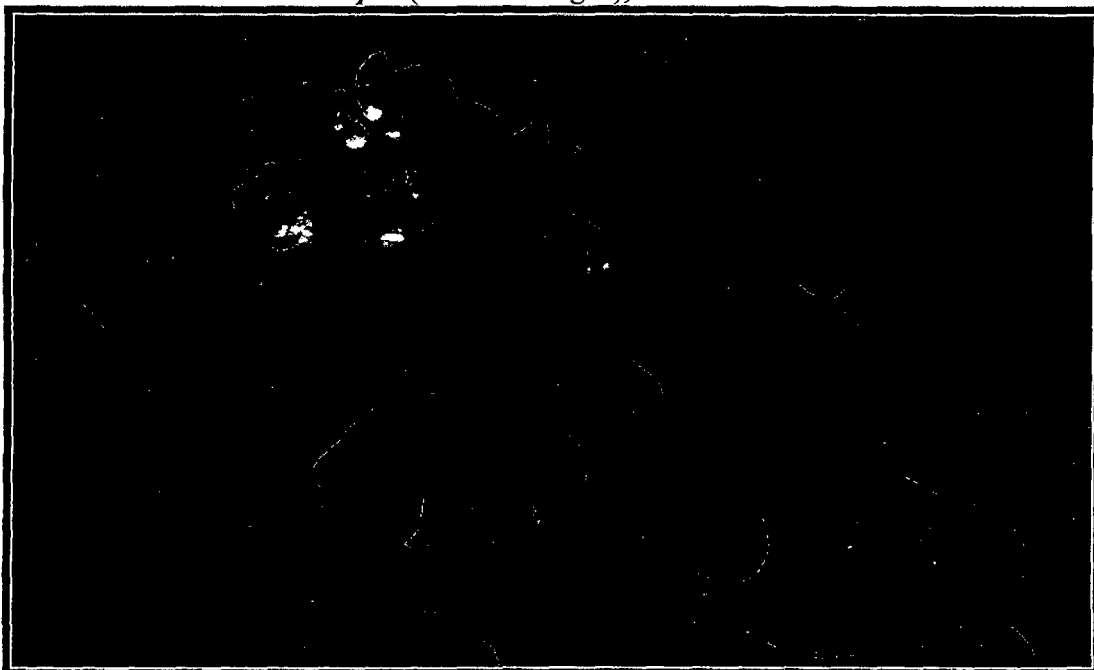
Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°11: Población de *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua), estado de Floración



Fuente: Elaboración Propia 2009.

Foto N°12: *Eichornia crassipes* (Jacinto de Agua), estado de Floración



Fuente: Elaboración Propia 2009.

ANEXO N°04: Galería Fotográfica.

- Ubicación de Cuenca Hidrográfica Río Mayo.
- Ubicación de Puntos de Muestreo Totales.
- Ubicación de Puntos de Muestreo para Diseño Estadístico.