

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA**

**AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación de la calidad de agua de riego en cultivos de pan  
llevar en la cuenca baja del río moche, provincia de Trujillo -  
2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. David Stalin ATOC OSPINAL**

**Asesor: Mg. Anderson MARCELO MANRIQUE**

**Cerro de Pasco – Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA**

**AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación de la calidad de agua de riego en cultivos de pan  
llevar en la cuenca baja del río moche, provincia de Trujillo -  
2019**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

**Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN  
PRESIDENTE**

**Mg. David Jhonny CUYUBAMBA ZEBALLOS  
MIEMBRO**

**Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
MIEMBRO**

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir satisfactoriamente mi carrera.

Con todo mi amor y cariño a Valentina, mi pequeñita quien fue mi gran motivo de superación y dedicación, aunque se fue antes de verme realizado como profesional, sé que desde donde esté me cuida y siente orgullo de ver a su padre cumplir sus objetivos.

A mis amados padres, abuelos y hermanos quienes forjaron la persona quien soy, ellos que con sus palabras de aliento no me dejaron caer para así seguir adelante y siempre ser perseverante con mis ideales y sueños.

A mis compañeros, amigos, profesores, quienes sin esperar nada a cambio, compartieron su conocimiento, alegrías, tristezas, y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en el logro de mis objetivos.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la calidad de agua para uso agrícola en la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo región la Libertad con puntos de muestreo en los caseríos de Menocucho, Santa Rosa y Cerro Blanco respectivamente, en los cuales mediante el uso del multiparámetro HANNA HI 98194 se determinó un pH en el punto P-1 de 7,52pH, en el punto P-2 8,35pH y en el punto P-3 7,75pH; oxígeno disuelto en los referidos puntos con 7,58ppm, 5,85ppm y 6,42ppm respectivamente, que se encuentran dentro de los estándares de calidad del agua para riego, turbiedad entre 0,19UNT a 0,20UNT, conductividad entre 575  $\mu S / cm$  a 953  $\mu S / cm$ , sólidos totales entre 398ppm y 421ppm, sulfatos entre 11ppm y 12ppm, cloruros entre 37ppm y 38ppm, no hay presencia de cianuro ni de grasas y aceites, DBO entre 4,58ppm y 4,65ppm, DQO entre no tiene presencia, Nitrato entre 0,12ppm y 0,29ppm, Nitritos entre 0,7ppm y 0,78ppm, carbonatos prácticamente no tiene presencia, bicarbonatos entre 137ppm y 167ppm. Llegándose a una conclusión que las aguas de la cuenca baja del río Moche están dentro de los estándares de calidad del agua y están aptas para el riego de cultivos de pan llevar.

**Palabra claves:** Calidad del agua para uso agrícola, cultivos de pan llevar

## ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the quality of water for agricultural use in the lower basin of the Moche river province of Trujillo region, freedom with sampling points in the hamlets of Menocucho, Santa Rosa and Cerro Blanco respectively, in which by The use of the HANNA HI 98194 multiparameter determined a pH at the P-1 pH point, at the P-2 pH point and at the P-3 pH point; dissolved oxygen at the points referred to with, and respectively, that fall within the standards of water quality for irrigation, turbidity between 0.19UNT to 0.20.20UNT, conductivity between a, total solids between and, sulfates between and, chlorides between and , there is no presence of cyanide or fats and oils, BOD between and, COD between has no presence, Nitrate between and, Nitrites between and, carbonates has virtually no presence, bicarbonates between and. Coming to a conclusion that the waters of the lower Moche river basin are within the standards of water quality and are suitable for irrigation of panllevar crops.

**Keywords:** Water quality for agricultural use, panllevar crops

## INTRODUCCIÓN

Los ríos son los recursos más importantes para el desarrollo de la vida en todo el planeta, por ello que la gran mayoría de la población mundial se desarrolla cerca de sus riveras para el aprovechamiento de sus aguas, tales como: agua potable, riego para la agricultura, comercio y transporte. Con el transcurso de los años los pueblos han crecido vertiginosamente, convirtiéndose en grandes urbes, generando contaminación a través de los desechos urbanos, la industria; sobre todo de la evacuación de las aguas servidas.

La contaminación ha aumentado en la mayoría de los ríos del mundo, principalmente en el África, Asia y América Latina entre 1990 a la fecha, por lo que millones de personas están en riesgo de contraer enfermedades con consecuencias fatales. La contaminación del agua crea más desigualdad: los más afectados son los pobladores de las zonas rurales de los países en desarrollo porque son quienes más usan el agua de los ríos para beber, bañarse, lavar ropa o cocinar.

## INDICE

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

### I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....01

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....02

#### 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 PROBLEMA GENERAL.....02

1.3.2 PROBLEMA ESPECÍFICO.....02

#### 1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....02

1.4.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....03

1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.....03

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....04

### II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....06

#### 2.2 BASES TEÓRICA – CIENTÍFICA

2.2.1 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO AGRÍCOLA.....14

2.2.2 LA SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO Y SU INDICADOR DE  
MEDIDA: LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.....16

2.2.3 MARCO LEGAL.....26

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....26

2.3.1 AGUAS DE DRENAJE PLUVIAL.....26

2.3.2 AGUAS RESIDUALES.....26

2.3.3 AGUA RESIDUAL AGROINDUSTRIAL.....27

2.3.4 AGUA RESIDUAL AGROPECUARIA.....27

2.3.5 AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA.....27

2.3.6 AGUA RESIDUAL ENERGÉTICA.....27

2.3.7 AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA.....27

2.3.8 AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL.....27

2.3.9 AGUAS RESIDUALES MINERO METALÚRGICAS.....	27
2.3.10 AGUA RESIDUAL MUNICIPAL.....	28
2.3.11 CUENCA HIDROGRÁFICA.....	28
2.3.12 SUBCUENCA.....	28
2.3.13 MICROCUENCAS.....	28
2.3.14 REÚSO DE AGUA RESIDUAL.....	28
2.3.15 VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	28
2.3.16 PASIVO AMBIENTAL MINERO.....	29
2.3.17 SALINIDAD.....	29
2.3.18 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	30
2.3.19 CONTAMINACIÓN.....	30
2.3.20 SÓLIDOS DISUELTOS.....	30
2.3.21 TURBIDEZ.....	31
2.3.22 TEMPERATURA.....	31
2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	32
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	32
2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	
2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	32
2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	32
2.5.3 VARIABLE INTERVINIENTE.....	32
2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	32
<b>III. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN</b>	
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.4 POBLACIÓN - MUESTRA	
3.3.1 POBLACIÓN.....	34
3.3.2 MUESTRA.....	35
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
3.5.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
3.5.2 INSTRUMENTOS.....	35
3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	35
3.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	36

3.8 SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	
3.8.1 ANÁLISIS DE DATOS.....	36
3.9 ORIENTACION ÉTICA.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	37
4.2 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	37
4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	51
4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS:	

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El río Moche constituye la principal fuente de abastecimiento superficial de agua de riego en el valle de Santa Catalina presentando un régimen irregular y torrencioso en los meses de enero-abril siendo los meses de mayor estiaje los meses de junio a octubre, Se ha registrado descargas máximas de hasta  $800 \text{ m}^3 / \text{s}$  y una mínima de  $0.05 \text{ m}^3 / \text{s}$ . El río Moche en su recorrido de  $102 \text{ km}$ , abastece a nivel de valle a 101 canales de derivaciones desde sus inicios, 82 canales en la margen derecha y 19 canales en la margen izquierda, con una capacidad de captación que varía de  $0.03 \text{ m}^3 / \text{s}$  a  $8.00 \text{ m}^3 / \text{s}$  cada captación. El régimen de descarga del río Moche define claramente periodos de avenida y de estiaje, siendo el estiaje el periodo en el que restringe las áreas de cultivos y en casos necesarios se recurre al estado de mita en el sistema de riego no regulado.

En el presente trabajo se desea evaluar el agua de la cuenca baja del río Moche respecto a la contaminación de sales, sólidos totales y metales pesados generados por la explotación de minerales en Quirubilca, si están fuera de los límites máximos permisibles, estas no son factibles para el riego de cultivos de pan llevar en la cuenca baja del río Moche.

## **1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio se realiza en la provincia de Trujillo, se toma como punto de investigación la cuenca baja del río Moche, ya que en esa zona se viene intensificando la producción de vegetales de tallo corto, así mismo como su exportación a diferentes mercados a nivel tanto nacional como internacional.

La investigación se limita al análisis y estudio de las características físico – químicas del agua, como medio de determinar la calidad del agua de riego.

## **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL**

¿La calidad de agua de riego en cultivos de pan llevar en la cuenca baja del Río Moche - provincia de Trujillo 2019, son aptas para su suministro?

### **1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿La calidad del agua para riego en cultivos de pan llevar cumple con los estándares de calidad ambiental ECA en la cuenca baja del Río Moche- provincia de Trujillo 2019?

## **1.4. FORMULACION DE OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar si la calidad del agua suministrada en cultivos de pan llevar son aptas para riego en la cuenca baja del Río Moche-Provincia de Trujillo-2019.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar si la calidad del agua para riego en cultivos de pan llevar están dentro de los límites permisibles en la cuenca baja del Río Moche-Provincia de Trujillo 2019.

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El agua es el componente principal para el desarrollo de la agricultura, es por ello que debemos contar con una calidad de agua óptima para el riego, en cuanto a sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

Debemos tener en cuenta que la calidad de un agua vendrá fundamentalmente determinada por las sales que en ella se encuentra y dependerá de la naturaleza de estas, así como de sus concentraciones para el desarrollo de la planta sea más o menos adecuada.

Las aguas superficiales están expuestas a una amplia gama de factores que pueden alterar la calidad del agua en diferentes niveles de intensidad y de maneras simples o complejas.

Los aspectos como el clima, hidrología, geología fisiográfica y la influencia de actividades realizadas por el hombre (en los ámbitos doméstico, industrial, minero, etc.) afectan la calidad física, química y biológica de las aguas destinadas al riego de vegetales pudiendo generar alteraciones en su desarrollo biológico debido a la concentración de elementos tóxicos contenidos en el agua.

La calidad del agua destinada al riego de plantas como frutales, legumbres, cereales entre otros, necesita satisfacer un patrón de calidad. En tal sentido, no debe contener sustancias como el boro y metales pesados que son tóxicos para el suelo y las plantas. En el caso de los vegetales que se consumen en estado crudo, estos deben ser regados con aguas que satisfagan criterios más estrictos especialmente en lo que respecta a los parámetros microbiológicos, porque son muchas las enfermedades causadas por virus, bacterias, protozoarios o gusanos que se transmiten a través de esta vía.

A nivel internacional existen Guías de calidad de agua para riego, como lo que tiene la FAO, la Guía canadiense y como el de la OMS (Organización Mundial de la Salud) los cuales están basados en estudios sobre la toxicidad de elementos contaminantes en las plantas y en el suelo.

Considerando lo antes mencionado, es necesario contar con Estándares de Calidad Ambiental de agua para establecer niveles de concentración máxima de contaminantes en el agua que en su condición de cuerpo receptor y cuyo uso pueda ser destinado para el riego de vegetales.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Dentro de las limitaciones que existieron en el desarrollo de esta investigación, se puede citar la falta de accesibilidad a fuente de datos que viene manejando el ANA, los cuales aún son reservados. Y estos a su vez generaron algunos costos

de análisis, ya que hacer un análisis completo es realmente caro y estos pueden ser determinantes en la generación de resultados

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

##### **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL UTILIZANDO INDICADORES BIOLÓGICOS EN LA SUBCUENTA DEL RÍO LA TRINIDAD, DIRIAMBÁ, CARAZO, EN EL AÑO HIDROLÓGICO 2010-2011**

###### **RESUMEN:**

En la subcuenca del Río La Trinidad, municipio de Diriamba, Carazo, se monitoreó la calidad del agua superficial desde julio del 2010 a abril 2011. El objetivo fue evaluar la calidad del agua superficial de la subcuenca del Río La Trinidad, utilizando indicadores biológicos, físico-químicos y bacteriológicos para generar la línea base como soporte a la toma de decisiones en el manejo integrado de cuencas.

Se utilizó el método Biological Monitoring Working Party BMWP/Col. para determinar la calidad biológica del agua superficial. Los resultados muestran que las familias de macro-invertebrados identificados en los muestreos son: 2,468 individuos pertenecientes a 11 órdenes y 27 familias. Tricorythidae fue la más abundante con 776 individuos, seguida de Leptophlebiidae: con 601,

Hydropsychidae: 260, Physidae: 168, Thiaridae: 121, Gomphidae: 107, Baetidae: 103 y Chironomidae: con 100. Las 19 familias restantes presentaron entre 1 y 39 individuos. La clasificación biológica del agua del río presenta dos tipos de clasificación: clase II (ligeramente contaminada) y clase III (dudosa), en dependencia de las actividades agropecuarias que se desarrollen. El análisis bacteriológico presentó Coliformes fecales y totales muy altos (más de 1,200 NMP/100ml), la Norma Regional CAPRE. (1994) no permite el consumo humano, uso doméstico, por daños causado a la salud. La relación entre DBO5/DQO, en la parte alta 0.01 mg/l, en la parte media 0.14 mg/l y en la baja 0.02 mg/l, señalando que en algunos puntos de la subcuenta se hacen vertidos inorgánicos difíciles de depurar biológicamente. El uso actual de la tierra está por encima de la capacidad de uso, presentándose fuertes procesos de degradación de los suelos. Concluyéndose que los métodos biológicos y físico-químicos son complementarios en los procesos de evaluación de la calidad de las aguas. La abundancia de algunas familias está relacionada con las variables físico-químicas y microbiológicas. La presencia de Thiaridae y Chironomidae se relacionan con altos niveles de microorganismos y bajos niveles de oxígeno. La mayor parte de las tierras son de vocación forestal y están siendo utilizadas para ganadería extensiva con pastos naturales de bajo valor nutritivo y sobrepastoreo.

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y LA CANTIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA EL CAPIRO EN GÜINOPE, HONDURAS**

### **RESUMEN:**

Sabio Güity, Isidra Joselina 2000. Evaluación de la calidad y la cantidad de agua de la microcuenca El Capiro, región del Yeguaré, Honduras. 33 p.

Las evaluaciones periódicas de la calidad del agua son necesarias para determinar el estado o nivel de daño de una cuenca y poder implementar planes estratégicos para su conservación. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad y la cantidad de agua de la microcuenca El Capiro, para determinar las fuentes de contaminación. La microcuenca está ubicada en la región del Yeguaré en la zona centro oriental de Honduras. Se evaluaron las variables: turbidez, oxígeno disuelto, temperatura, dureza, pH, coliformes totales y fecales, caudal y plaguicidas en nueve puntos de toma de muestras del 14 de mayo al 6 de octubre, para establecer diferencias entre la época seca y lluviosa. Se recolectaron 300 ml de agua en recipientes de vidrio esterilizados para los análisis en el laboratorio. Se encontró que la época tiene un efecto significativo en la turbidez, siendo la época lluviosa la de mayor turbidez. Se demostró que la presencia de asentamientos humanos a orillas de la quebrada, disminuye en forma significativa la calidad del agua. Se concluyó que los valores de turbidez (6.4 UNT), coliformes totales (14.29 UFC) y fecales (9.6 UFC) estuvieron encima del máximo tolerable para agua potable, principalmente durante la época lluviosa. Se encontraron valores de dureza de 118.4 ml de carbonato de calcio y un comportamiento muy variable de los flujos de agua de acuerdo a la cantidad que ingresa al sistema.

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO USADA EN LOS CULTIVOS DE ARROZ DE LA ZONA ALTA DE LA MESETA DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ (TOLIMA, COLOMBIA)**

### **RESUMEN:**

El objetivo de la investigación de la que da cuenta este artículo fue evaluar la calidad del agua usada en el riego de los cultivos de arroz de la parte alta de la meseta de Ibagué. Se usó la metodología propuesta por la FAO, que tiene como fin analizar el potencial riesgo de disminución en la velocidad de infiltración de las aguas de riego y el riesgo de salinidad en los suelos de la zona. Se analizaron las aguas de los canales Combeima, San Isidro y Ambafer, los cuales riegan la mayor parte de los cultivos del área de estudio. Los parámetros medidos fueron la conductividad eléctrica (CE) y la relación de adsorción de sodio verdadera (RASV). De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar que no hay riesgo de salinidad. No obstante, se recomienda un trabajo experimental para convalidar la metodología usada. Con respecto a la velocidad de infiltración, se concluyó que el uso del agua de los tres canales representa un riesgo que está entre ligero y moderado; sin embargo, el uso del agua de los canales Combeima y San Isidro tiene una tendencia a condiciones severas en su grado de restricción, porque para valores bajos de RASV, una salinidad baja es crítica.

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE DESCARGA DE LA CUENCA DEL RIO SUCHEZ**

### **RESUMEN:**

La cuenca en estudio pertenece al sistema de cuencas endorreicas del lago Titicaca, el río Suchez ha sido designado como límite entre los países. Perú y Bolivia. Donde se encuentra el potencial aurífero en la zona es uno de los

mayores de la región al encontrarse constituido por placeres del oro formados en el ordovícico en la cordillera de Palomani. Dentro de la cuenca se encuentran los asentamientos humanos destinados a la ganadería en menor escala y la agricultura; así también la actividad de extracción de oro, esta cuenca se constituya en un problema de derecho de uso de orden internacional; así como de contaminación por mercurio de los ecosistemas y posiblemente humanos, debido a que este metal pesado, altamente tóxico es empleado para separar el oro de los otros minerales presentes en los sedimentos. El estudio abarcó alrededor de 35 km de tramo en el río Suchez a partir de su desembocadura, con un rango altitudinal entre los 3 904 y 3 844 m.s.n.m. Caracterizaron los cuerpos de agua en función a su contenido de sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, iones mayores (sulfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio) y pH. En las aguas del río Suchez encontraron que los sólidos suspendidos son bajos (< a 5 mg/l), con tendencia a incrementar a medida que hay menos pendiente, en la desembocadura; sin embargo, los sólidos totales alcanzan los valores más elevados en relación a otras zonas del sector 240 mg/l. El anión más importante son los sulfatos (32.0-24.0 mg/l) y el calcio es el catión predominante (24.0-16.0 mg/l), otros iones cuantificados fueron sodio (6.4-6.9 mg/l) y magnesio (5.1-3.4 mg/l). Según Navarro y Maldonado (2004) las aguas presentan altos contenidos de sulfatos y bicarbonatos, el calcio, sodio y sílice son secundarios en importancia. El estado de contaminación por mercurio de la cuenca, así como el riesgo que este metal representa para la salud de los pobladores locales agrava la situación de los conflictos en la región. Es necesario identificar el estado de contaminación de los ecosistemas locales, así como el riesgo a la salud que representa para los seres humanos. En este marco la ONG Agua Sustentable ha contratado los

servicios de la Asociación Fauna gua para realizar el análisis de información secundaria disponible sobre el estado de contaminación de la cuenca.

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO MEDIANTE EL EMPLEO DE CRITERIOS ACTUALIZADOS**

### **RESUMEN:**

El agua subterránea constituye el recurso más importante para el abastecimiento de agua potable y riego en el interior de la provincia de La Pampa. Los informes técnicos realizados en varias perforaciones de la zona, indican que estas aguas contienen, en muchos casos, exceso de especies químicas indeseables. El agua utilizada para riego con fines agronómicos tiene efectos importantes sobre la producción de cultivos como así también sobre el deterioro químico del suelo. Para evaluar la calidad del agua de riego, se han desarrollado índices empíricos. Dada la importancia agronómica de la calidad del agua en los sistemas de producción intensivos, el objetivo general del presente trabajo fue la determinación y comparación de índices y normas que utilizan distintos criterios en la evaluación de la calidad para 17 muestras tomadas en establecimientos de la Provincia de La Pampa y 3 provenientes de Esquel (Chubut). Se determinaron los índices de salinidad: conductividad eléctrica (CE), salinidad efectiva (SE) y salinidad potencial (SP), de sodicidad: relación de adsorción de sodio (RAS), relación de adsorción de sodio corregida (RAS0) y carbonato de sodio residual (CSR) y de toxicidad. Se clasificaron las muestras mediante las Normas de calidad de Riverside, FAO, IPG-INTA, Wilcox y H. Greene. De los resultados obtenidos se pudo concluir que el 85% de las muestras analizadas resultaron aptas/aptas con precauciones para ser

utilizadas en el riego de cultivos intensivos, el riesgo de salinización es detectado en mayor medida interpretando la SE y como mejor indicador del riesgo de alcalinización el que utiliza el RAS°. Se destaca la clasificación del Proyecto IPG-INTA, aún sin validar, ya que no solo tiene en cuenta la calidad química del agua sino también las condiciones agroclimáticas y edáficas de importancia para toma de decisiones agronómicas.

## **CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO NARANJO, MUNICIPIO MAJIBACOA, PROVINCIA LAS TUNAS PARA EL RIEGO**

### **RESUMEN:**

La calidad de las aguas es uno de los elementos estudiados cuando se valora la sostenibilidad de las cuencas. El objetivo de esta investigación fue evaluar la aptitud de las aguas de la cuenca del río Naranjo, en la provincia Las Tunas, con fines de riego. Para el estudio, se tomaron seis puntos representativos de la cuenca (tres superficiales y tres subterráneos). El muestreo se hizo en dos momentos, húmedo y seco. La calidad se definió en base a los criterios de FAO y otros indicadores específicos para el riego. Las aguas de las fuentes subterráneas son no aptas para el riego de los cultivos agrícolas y las superficiales tienen restricciones ligeras a moderadas. Existe peligro de alcalinización de los suelos producto de las concentraciones de bicarbonato en las aguas. Por otra parte, el sodio de las aguas puede pasar a la solución del suelo y sustituir al calcio y el magnesio causando la degradación de los suelos.

## **CALIDAD DEL AGUA Y MANEJO DE SUS DIFERENTES NIVELES PARA EL ÓPTIMO RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL ARROZ, EN EL VALLE DE SÉBACO, DURANTE EL PERIODO JULIO-DICIEMBRE, 2011.**

## **RESUMEN:**

Autora: Marcia Estela Estrada Guevara Tema: Calidad del agua y manejo de sus diferentes niveles para el óptimo rendimiento del cultivo del arroz, en el valle de Sébaco, durante el periodo julio diciembre, 2011. Año de publicación: 2012.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad de las aguas utilizadas en el cultivo del arroz, así como, demostrar experimentalmente que los rendimientos alcanzados por las prácticas convencionales en el cultivo del arroz pueden ser también obtenidos disminuyendo hasta un 45% de volúmenes de agua. Se establecieron parcelas experimentales en Diseño completo al azar (DCA), en el Centro Experimental del Arroz Taiwán Nicaragua (TAINIC), ubicado en el valle de Sébaco del departamento de Matagalpa, Nicaragua, durante el período Julio-diciembre 2011. Se colectaron muestras de agua, suelo y grano al inicio y final de campaña para determinar el contenido de plaguicidas, Arsénico (As) y las propiedades físicoquímicas a través de Cromatografía de gases, espectrometría de absorción atómica y métodos estandarizados respectivamente. Los niveles de agua evaluados de acuerdo a los diferentes tratamientos ( $T$  fueron:  $T_0$ = Secano;  $T_1$ = Técnica Húmedo Seco;  $T_2$  = 1 pulgada de agua;  $T_3$ = 2 pulgadas de agua y  $T_4$  = 3 pulgadas de agua. Compuestos como el Clorpirifos, y la Cipermetrina, así como el As fueron detectados en las muestras de agua, suelo, y grano. Concluyendo que las parcelas con menores volúmenes de agua en el cultivo del arroz hay mayores concentraciones de plaguicidas (Clorpirifos y Cipermetrina) y en las parcelas de mayores volúmenes de agua se encuentran mayores concentraciones de As en el grano de arroz. El

ANDEVA de las variables físico-químicas revela que sólo los iones Na, Mg,  $SiO_2$  muestran diferencias significativas entre tratamientos. Todos los niveles de concentraciones de plaguicidas, As e iones evaluados fueron inferiores a los establecidos por las normas internacionales CAPRE, FAO, OMS y Codex alimentarios. Los mayores rendimientos se obtuvieron con una tabla de agua de 3 pulgadas (tratamiento  $T_4$ ) superando el rendimiento promedio nacional (68,87 qq/ha) en arroz de riego. Se recomienda la validación del  $T_4$  en fincas productoras de arroz para promover ésta tecnología como alternativa de ahorro de agua.

## **2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO AGRÍCOLA**

a. La calidad del agua de riego (Carmen Rosa Betancourt Aguilar, 2016) afecta de forma muy relevante a la estabilidad estructural del suelo y a su capacidad para transmitir el agua y el aire, así como a las plantas cultivadas. Constituye una variable a controlar en la agricultura de regadío, tanto a nivel fuente (aguas de riego y su impacto interno sobre cultivos y suelos) como a nivel sumidero (retornos de riego y su impacto externo sobre la calidad de los sistemas receptores). Las variables directas para medir la calidad del agua para el riego son la salinidad, la sodicidad, la alcalinidad y la toxicidad iónica específica. Las variables indirectas, también llamadas ambiente dependiente son tolerancia de los cultivos a la Salinidad, tolerancia de los suelos a la salinidad, sodicidad y alcalinidad, manejo del riego y clima (Aragües, 2013). Se ha

planteado que la sodicidad es la variable (seguida de la alcalinidad) que mayores efectos negativos tiene sobre el suelo, mientras que la salinidad es la que tiene más efecto sobre las plantas. Los problemas de toxicidad están referidos a los constituyentes (iones; cloruro, sodio y boro) en el suelo o agua que pueden ser tomados y acumulados por las plantas hasta concentraciones altas, causando daño a los cultivos o baja en su rendimiento (Aragües, 2011a). El grado del daño depende de la asimilación y la sensibilidad del cultivo. Por ejemplo, árboles frutales u ornamentales leñosos generalmente son más sensibles al cloruro, sodio y boro que muchas plantas anuales.

- b. Tanto la calidad del agua de riego como el manejo adecuado del riego (Autor: Sr. Guy Cela, CEO de SMART! Software de gestión de fertilizantes y un experto internacional en nutrición de plantas e irrigación.) son esenciales para la producción exitosa de cultivos.

La calidad del agua de riego afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas del suelo, incluso si todas las demás condiciones y prácticas de producción son favorables / óptimas. Además, los distintos cultivos requieren distintas calidades de agua de riego.

Por lo tanto, es muy importante realizar un análisis del agua de riego antes de seleccionar el sitio y los cultivos a producir. La calidad de

algunas fuentes de agua puede variar significativamente de acuerdo a la época del año (como en una época seca / época de lluvias), así que es recomendable tomar más de una muestra, en distintos períodos de tiempo.

Los parámetros que determinan la calidad del agua de riego se dividen en tres categorías: químicos, físicos y biológicos. En esta revisión, se discuten las propiedades químicas del agua de riego.

Las características químicas del agua de riego se refieren al contenido de sales en el agua, así como a los parámetros derivados de la composición de sales en el agua; parámetros tales como la

CE / TDS (Conductividad Eléctrica / sólidos totales disueltos), RAS (Relación de Adsorción de Sodio), la alcalinidad y la dureza del agua.

### **2.2.2. LA SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO Y SU INDICADOR DE MEDIDA: LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

La salinización es la consecuencia de varios procesos complejos de redistribución de sales que dependen de las condiciones naturales, características del sistema, prácticas agrícolas y manejo del riego y del drenaje (Vincent et al., 2006). La presencia excesiva de sales impide el crecimiento de los cultivos al disminuir la cantidad de agua disponible para ser absorbida por las plantas. La conductividad eléctrica (CE) indica el total de sales disueltas en el agua

(Bhattacharya et al., 2012) y es el indicador que se usa para determinar el daño producido por la salinidad.

La clasificación del agua para el riego según los valores del indicador CE resulta un tema muy discutido. Singh et al. (1996) señalan la necesidad de evaluar la CE crítica discriminando entre las diferentes condiciones de textura, precipitación y tolerancia de los cultivos a la salinidad. Estos autores consideran aguas aptas las que tienen valores CE de 1,00 dS /m, para un contenido de arcilla alto (> 30%), cultivos sensibles a la salinidad y menos de 350 mm año<sup>-1</sup> de precipitación. Además, establecieron una serie de valores máximos de acuerdo a las diferentes combinaciones de los parámetros discriminatorios hasta la situación extrema de suelos con menos de 10% de arcilla, con cultivos tolerantes a la salinidad y con una precipitación de más de 550 mm/año, donde aceptaron como aguas aptas a aquellas con CE de hasta 12,00 dS /m. Otros autores (Arslan y Demir 2013; Lingaswamy y Saxena, 2015) usan criterios diferentes

(Tabla 1).

**Tabla 1. Relación de los valores de la CE y la correspondiente clasificación de la salinidad.**

<b>Valores de la CE, según Arslan y Demir 2013</b>	<b>Criterio sobre la salinidad</b>	<b>Valores de la CE, según Lingaswamy y Saxena, 2015</b>	<b>Criterio sobre la calidad del agua</b>
C1 < 250 $\mu$ S /cm	Baja	< 250 $\mu$ S /cm	Excelente
C2 250-750 $\mu$ S /cm	Media	250-750 $\mu$ S/cm	Buena
C3 750- 2 250 $\mu$ S /cm	Alta	750- 2 250 $\mu$ S /cm	Aceptable

C4 > 2 250 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Muy alta	2 250-5000 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Dudosa
>5000 $\mu\text{S} / \text{cm}$	No aceptable		

Sin embargo, a pesar de los criterios de clasificación antes expuestos, es necesario considerar otras variables y entre ellas la tolerancia de los cultivos a la salinidad que es lo que determina en gran medida la aptitud de un agua para riego. Aragües (2011b) señala que es necesario determinar la CEe umbral (conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo por encima de la cual el cultivo desciende en rendimiento) y la pendiente (porcentaje de descenso lineal del rendimiento del cultivo por incremento unidad de CEe por encima de la CEe umbral). La fracción del agua infiltrada en el suelo que percola por debajo de la zona de las raíces de los cultivos (llamada fracción de lavado) es una variable crítica que determina la salinidad que resulta en el suelo para una salinidad dada del agua de riego (Aragües 2011a). A medida que se incrementa la fracción de lavado, menor es la salinidad resultante en el suelo, lo cual permite el uso de aguas de mayor contenido salino sin ocasionar disminuciones en la producción. Este autor considera que el sistema de riego usado puede potenciar los efectos de la salinidad en el suelo y señala los problemas potenciales de salinidad del agua de riego para los sistemas de riego más usados, así como algunas prácticas de manejo (Tabla 2).

**Tabla 2. Salinidad y sistemas de riego: síntesis de problemas potenciales y medidas correctoras**

<b>Sistema de riego</b>	<b>Problema potencial</b>	<b>Medidas correctoras</b>
Inundación	Baja uniformidad en la distribución del agua con un lavado diferencial de sales	Nivelación por láser, evitar encharcamientos prolongados; incrementar la frecuencia de riego con dosis menores en cada riego.
Surcos	Evaporación del agua y acumulación de sales en la parte superior de los caballones	Acolchado del caballón; reformado del caballón; sembrar a los lados del caballón; riego en surcos alternantes
Aspersión	Mojado de las hojas y absorción iónica foliar que ocasiona toxicidad iónica específica.	Evitar el mojado de las hojas; regar por la noche, reducir la frecuencia y aumentar los tiempos de riego; aplicar postriego con agua dulce si está disponible.
Goteo	Acumulación de sales en los bordes del bulbo húmedo; obturación de goteros Goteo subterráneo: acumulación de sales entre la superficie del suelo y las líneas de goteo.	Aumentar la densidad de goteros; conectar el riego si llueve (evitar la entrada de sales en la zona de las raíces); acidificar el agua Goteo subterránea: lavar las sales acumuladas en superficie regando por inundación o aspersión

Tomado de Aragües (2011)

**Efecto de la salinidad sobre las plantas y el suelo:** Los efectos adversos de la salinidad varían con la especie vegetal y el estado de desarrollo, con el tiempo de exposición y la concentración salina, y con la naturaleza de las sales presentes en el medio de crecimiento (Dos Santos et al., 2006). Las sales en exceso incrementan la presión osmótica de la solución del suelo, y disminuyen la capacidad de las plantas para absorber agua. Cuando el agua usada en el riego tiene

sales en exceso, puede ser tóxica para las plantas o inhibir la absorción de nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos (Guerrero-Padilla, 2015). Esto se debe a un incremento en la presión osmótica de la solución del suelo (Thorne y Peterson, 1954; Arslan y Demir, 2013), lo cual disminuye la capacidad de las plantas para absorber agua. Como resultado disminuye el rendimiento de los mismos. Cuando la conductividad eléctrica es mayor que 3.0 dS/m, existe un severo grado de restricción (Ayers y Westcot, 1985). El riego induce la elevación de la napa freática y el impacto del riego continuo a lo largo de los años puede causar el ascenso de la napa freática hasta la zona de raíces llevando a una reducción de los rendimientos (Prasad et al., 2006). En general, el incremento de la salinidad en el agua de riego influye sobre las características químicas y físicas del suelo y reduce su calidad al inhibir los procesos microbiológicos y bioquímicos, lo cual disminuye la fertilidad y el suministro de nutrientes. Se ha planteado que a mayor salinidad existirá mayor contenido de sodio en el agua y la incidencia adversa del mismo en el suelo podría estar controlada por el contenido salino. Se reconoce que el mayor efecto perjudicial del sodio es la dispersión de los coloides, pero a una mayor salinidad puede potenciarse la floculación de dichos coloides, contrarrestando su efecto más eficientemente en aguas de mayor salinidad (Ayers y Westcot, 1976).

**La alcalinidad del agua de riego y su indicador de medida:** El pH.

La alcalinidad del agua se mide mediante una lectura del pH del agua que a su vez depende del equilibrio:

Valores superiores a 7 indican alcalinidad del agua e inferiores acidez. Los valores de pH pueden modificarse por diferentes razones como la fotosíntesis de plantas acuáticas, lluvias ácidas, degradación de la materia orgánica entre otros (Chapman, 1996). Valores altos de alcalinidad (pH) conducen a la pérdida de la estabilidad estructural de los suelos que se produce fundamentalmente por la dispersión y el hinchamiento de las arcillas sensibles a este proceso, lo cual reduce su capacidad para transmitir el agua (descenso de la conductividad hidráulica e infiltración) (Aragües, 2011a). El pH de la solución en contacto con las raíces puede disminuir el crecimiento vegetal. Esto se debe a la afectación que se genera sobre la disponibilidad de nutrientes debido a que cuando sus valores son altos puede provocar la precipitación de los mismos. También afecta el proceso fisiológico en general porque puede solubilizar elementos tóxicos como el aluminio (Arzola et al., 2013).

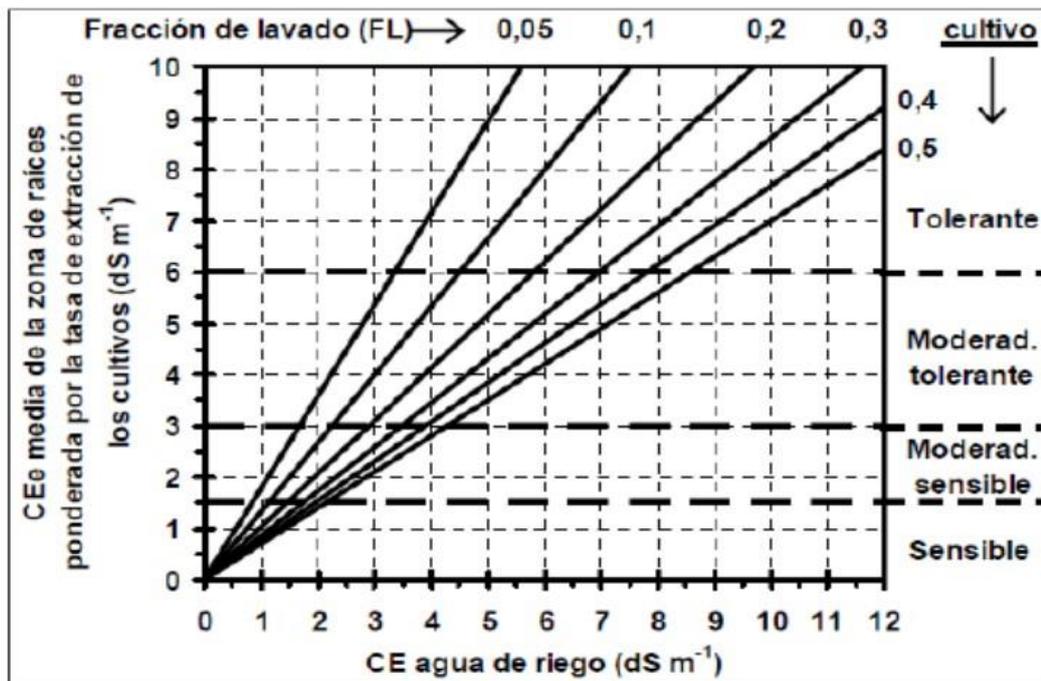
### **Generalidades de la influencia de la calidad del agua sobre el suelo y los**

**cultivo:** En general el efecto de la calidad del agua de riego sobre la estabilidad estructural de los suelos debe evaluarse teniendo en cuenta el resultado combinado del efecto beneficioso de la salinidad (CE) y del efecto perjudicial de la sodicidad, de la alcalinidad. También la toxicidad iónica debe ser analizada dentro de un contexto integrador. Cuando no se dispone de prácticas de manejo que eviten una degradación irreversible de los suelos, es más seguro utilizar los criterios que recomiendan el uso de agua con menor salinidad. La irrigación con agua de mala calidad tiende a incrementar la salinidad y, como

consecuencia, la utilización de agua salina a largo plazo puede provocar una reducción en el crecimiento de las plantas y la degradación de los suelos. Estos problemas podrían minimizarse o evitarse a través de un cuidadoso manejo del suelo y del cultivo que ayuden a reducir el impacto del uso del agua salina en la agricultura. Además, los productores deben ser informados acerca del riesgo que generan las aguas de mala calidad sin un manejo adecuado de los suelos sometidos al riego con agua de mala calidad. Un manejo integrado de los recursos hidráulicos es una tendencia que se vuelve cada día más necesaria. El incremento en la eficiencia del riego es una práctica que tributa al uso eficiente del agua, lo cual implica una reducción en la fracción de lavado (fracción del agua infiltrada que percola por debajo de la zona de raíces de los cultivos) y provoca efectos internos y externos sobre la calidad de aguas y suelos.

Los efectos externos son positivos y están relacionados con la conservación en calidad de las aguas receptoras de los retornos de riego. Los efectos internos son negativos para los suelos y cultivos en función de la calidad del agua de riego y de su nivel de evapoconcentración (la inversa de la fracción de lavado en régimen estacionario) en la solución del suelo. Estos efectos son antagónicos, por lo que es necesario lograr un equilibrio de manera tal que se minimicen los efectos de la contaminación difusa producida por el riego, sin comprometer la calidad del suelo (Aragües y Tanji, 2003). Cuando se consideran los argumentos antes ex-puestos es evidente que el efecto de la calidad del agua debe evaluarse mediante ensayos de campo específicos para cada suelo en particular. Aragües (2011a) sugiere el uso de un nomograma para determinar la calidad de las aguas para riego desde el punto de vista de la salinidad en función de tres variables; CE<sub>r</sub> (conductividad eléctrica del agua

de riego), fracción de lavado y la tolerancia del cultivo mediante la variable CEe umbral (CEe es la conductividad eléctrica del ex-tracto saturado del suelo por encima de la cual el cultivo desciende en rendimiento). A partir de CEar y la fracción de lavado (FL), se estima la salinidad del suelo (CEe-mp) expresada como CE del extracto saturado media ponderada por la tasa de extracción de agua de los cultivos según el modelo 40-30-20-10 (Ayers y Wescot, 1985). Si CEe umbral del cultivo > CEe-mp, el agua es apta para el riego de dicho cultivo. Si CEe umbral < CEe-mp, el agua no es apta para el riego de dicho cultivo (Figura 1).



**Cuadro 1.** Relación entre la salinidad (CE) del agua de riego, la fracción de lavado (FL) y la salinidad resultante en el suelo en base a la conductividad eléctrica (CEe) media de la zona de raíces ponderada por la tasa de extracción de los cultivos. Las líneas horizontales delimitan los intervalos de CEe para los distintos niveles de tolerancia de los cultivos a la salinidad. Tomado de Aragües (2011a).

**Salinidad del agua de riego para agricultura:** La Salinidad del agua de riego para agricultura se puede conocer mediante la medida del contenido de sales y/o midiendo la conductividad eléctrica.

El agua de riego contiene cierta cantidad de determinadas sales que se añadirán a las que ya existen en el suelo.

Pero como las plantas extraen sólo algunas de ellas y en distintas cantidades, el suelo y el agua suelen tener distinto tipo de sales por lo que es conveniente diferenciar entre la salinidad del agua de riego y la salinidad del agua que está en el suelo disponible para la planta. Sales más frecuentes en el agua de riego: Sodio, calcio, magnesio, potasio, boro, cloruros, carbonatos, sulfatos, bicarbonatos. Sales más frecuentes en el suelo: Cloruro sódico, cloruro magnésico, sulfato magnésico, sulfato sódico, carbonato sódico.

Esto supone que la cantidad de sales que hay en el suelo depende de la que se aporte con el agua de riego y de lo que extraiga el cultivo. Si se incrementa en exceso el contenido de sales en el suelo la planta puede resultar afectada, pudiendo producirse una disminución en la producción y, en casos extremos, su muerte. De hecho, en muchas ocasiones los daños por salinidad son mayores que los producidos por una falta prolongada de agua.

La salinidad del agua de riego se puede determinar por dos procedimientos:

- Medida del contenido de sales: Realizada en laboratorio, con ella se puede conocer la concentración que existe de cada una de las sales

analizadas. Lo más usual es que se exprese en miligramos por litro (mg/L). Sumando las cantidades obtenidas de todas las sales, se tiene el Contenido Total de Sales del agua de riego (CTS), que normalmente se expresa en gramos por litro (g/L).

- Medida de la conductividad eléctrica: La concentración o el contenido total de sales se puede determinar de manera muy simple y rápida utilizando un aparato llamado conductivímetro, que mide en realidad la conductividad eléctrica. Este aparato carece de demasiada precisión, por lo que para obtener medidas muy precisas es conveniente que se determine con un análisis de laboratorio.

La conductividad eléctrica suele expresarse en deci Simils por metro (dS/m) o en milimhos por centímetro (mmho/cm) y a una temperatura determinada, siendo ambas unidades equivalentes (una muestra con una conductividad de 1.2 dS/m tendrá también 1.2 mmho/cm). Una vez que se ha determinado la conductividad eléctrica, el contenido total de sales (CTS) en g/L (gramos por litro) se calcula con una fórmula muy simple:

Contenido Total de Sales =  $0.64 \times (dS / m)$  Conductividad eléctrica.

La FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación) indica el riesgo de producirse problemas de salinidad según los siguientes límites en contenidos de sales:

**Riesgo de salinización del suelo según la conductividad eléctrica o el contenido total de sales del agua de riego expresada en dS/m y el valor del contenido total de sales en g/L.**

- Ningún Riesgo por debajo de 0,7 dS/m y 0,45 g/L.
- Riesgo Moderado entre los valores de arriba y los de abajo.
- Riesgo severo por encima de 3 dS/m y 2 g/L.

Si la conductividad es mayor de 3 dS/m o el CTS mayor de 2 g/L, los problemas de salinidad pueden ser muy graves a menos que se establezcan una serie de tratamientos como lavado de sales frecuente o cambio de cultivo por otro u otros que resistan mejor las condiciones de salinidad.

### **2.2.3. MARCO LEGAL**

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Toma vigencia a través de la derogatoria de las normas referidas a Estándares de Calidad

Ambiental para Agua: Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

**2.3.1. Aguas de drenaje pluvial:** son las aguas originadas por las precipitaciones o lluvia.

**2.3.2. Aguas residuales:** aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo para ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas.

**2.3.3. Agua residual agroindustrial:** es aquella agua residual generada en establecimientos de procesamiento de productos agrícolas, en actividades de limpieza, lavado de frutas, verduras, entre otros, así como los materiales utilizados para el procesamiento Uabas, bandejas, etc).

**2.3.4. Agua residual agropecuaria:** provenientes de las actividades agrícolas, forestales, ganaderas, avícolas, centros de faenamiento y beneficio de animales.

**2.3.5. Agua residual doméstica:** Aquella de origen residencial, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

**2.3.6. Agua residual energética:** Producto de las actividades de generación, transmisión distribución de energía eléctrica, las provenientes de actividades de hidrocarburos (explotación, exploración, transporte, refinación, procesamiento, almacenamiento y comercialización).

**2.3.7. Agua residual hospitalaria:** son aquellas originadas por hospitales o laboratorios clínicos, los cuales presentan en su composición elevadas.

**2.3.8. Agua residual industrial:** son aguas residuales originadas como consecuencia del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.

**2.3.9. Aguas residuales minero metalúrgicas:** aguas provenientes de cualquier labor, excavación, movimiento de tierras, planta de

procesamiento de minerales, depósito de residuos mineros, que forman parte del desarrollo de las actividades mineras o conexas, las cuales incluyen exploración, explotación, beneficio, transporte y cierre de minas.

**2.3.10. Agua residual municipal:** es aquella agua residual doméstica que pueda incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

**2.3.11. Cuenca hidrográfica:** es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

**2.3.12. Subcuencas:** Ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada subcuenta.

**2.3.13. Microcuenca:** Es el afluente a los ríos secundarios, entiéndase por caños, quebradas, riachuelos que desembocan y alimentan a los ríos secundarios.

**2.3.14. Reúso de agua residual:** es la reutilización de aguas residuales resultantes de la actividad antropogénica previamente tratadas o no, las cuales son destinadas hacia algún fin específico.

**2.3.15. Vertimiento de aguas residuales:** es la descarga de aguas residuales originadas por la actividad antropogénica a un cuerpo de agua natural

o artificial. Ejemplo: aguas residuales domésticas, agroindustriales, energéticas, etc.

**2.3.16. Pasivo ambiental minero:** son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad, abandonadas o inactivas y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad. Tipos: Labor minera (Ej. bocaminas, tajos abiertos), residuo minero (relaves, desmontes de mina, botaderos de lixiviación e Infraestructura de relaveras, campamentos, plantas de procesamiento, etc.

**2.3.17. Salinidad:** Parámetro que se mide mediante la conductividad eléctrica (CE) y que se reporta como dS/m. También se puede reportar como sólidos disueltos totales (TDS) y se reporta en mg/L. En la práctica para manejar aguas con elevadas concentraciones de sales, es necesario dar los riegos con mayor frecuencia y un ligero excedente (depende de la magnitud de la salinidad y del cultivo) que ayude a remover el exceso de sales. Un mal manejo de aguas con alta concentración de sales puede ocasionar baja disponibilidad de agua para los cultivos y por lo tanto disminución en el rendimiento. Las condiciones específicas de cada sitio juegan un papel importante para predecir el riesgo que existe de salinizar un suelo al utilizar agua con altas concentraciones de sales, ya que condiciones de limitada precipitación o lluvias erráticas y escasas resultan más riesgosas que en aquellas donde la precipitación está por arriba de 600 mm. En la actualidad con el riego por goteo y

cultivos hidropónicos bajo invernadero es posible obtener rendimientos aceptables con aguas salinas.

**2.3.18. Evaluación de impacto ambiental:** El conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente.

**2.3.19. Contaminación:** Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos adversos al ambiente o sobre la salud.

**2.3.20. Sólidos disueltos:** Los sólidos disueltos lo constituyen las sales que se encuentran presentes en el agua y que no pueden ser separados del líquido por algún medio físico, tal como: sedimentación, filtración, etc. La presencia de estos sólidos no es detectable a simple vista, por lo que se puede tener un agua completamente cristalina con un alto contenido de sólidos disueltos. La presencia de estos sólidos solo se detecta cuando el agua se evapora y quedan las sales residuales en el medio que originalmente contiene el líquido. Analíticamente se miden pesando la cápsula con las sales residuales, una vez que el agua ha sido evaporada, y conociendo el peso neto de la cápsula es posible determinar la cantidad de sólidos disueltos por diferencia de peso.

También es posible cuantificar los sólidos disueltos midiendo la conductividad del agua: los sólidos disueltos se encuentran en forma de cationes y aniones, por lo que éstos como partículas con carga pueden conducir la corriente eléctrica, y así pueden ser cuantificados

indirectamente, con cierta precisión, midiendo la conductividad del agua.

**2.3.21. Turbidez:** Es la capacidad que tiene la materia finamente dividida o en estado coloidal de dispersar la luz. La turbidez es una característica que se relaciona con el contenido de sólidos finamente divididos que se presentan en el agua. Sus unidades son NTU's (Nephelometric Turbidity Units).

Un agua turbia estéticamente es desagradable y es rechazada por el consumidor. La turbidez del agua es un parámetro de importancia no solo porque es una característica de pureza en el agua a consumir. También la turbidez interfiere en procesos de tratamiento de las aguas como es en la desinfección con agentes químicos o con radiación ultravioleta, disminuyendo la efectividad biosida de éstos lo cual representa un riesgo en el consumidor.

**2.3.22. Temperatura:** La temperatura es un parámetro físico de suma importancia para los ecosistemas hidráulicos, aunque no es parte de las características de calidad del agua potable. Cuando la temperatura aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son deficientes en oxígeno, esto puede ocasionar la muerte de especies acuáticas, especialmente peces. También, la contaminación térmica puede causar trastornos en ecosistemas acuáticos ya que en algunos casos el rango de temperatura de estos, es sumamente restringido.

## **2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La calidad de agua es apta para el riego de cultivos de pan llevar en la cuenca baja del río Moche - provincia de Trujillo 2019.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

La calidad de agua para riego de cultivos de pan llevar están dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA) en la cuenca baja del Río Moche, provincia de Trujillo- 2019

## **2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Parámetros fisicoquímicos de las aguas de la cuenca baja del Río Moche.

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad del agua de la cuenca baja del Río Moche

### **2.5.3. VARIABLE INTERVINIENTE**

Evaluación

## **2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES**

### **2.6.1. DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Alta
- Normal

- Baja

### **2.6.2. DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

- Buena
- Aceptable
- Pésima

### **2.6.3. DE LA VARIABLE INTERVINIENTE**

Evaluación

- Buena
- Aceptable
- Pésima

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es de segundo orden por ser de carácter descriptivo. El estudio busca evaluar la calidad de agua para el uso de riego de cultivos pan llevar.

#### **3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

Se utilizará el método inductivo, porque se hará un análisis de la recolección de datos y muestras, a través de los cuales se determinará la calidad del agua para riego de cultivos de pan llevar en la cuenca baja del río Moche.

#### **3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Es no experimental, transversal descriptivo porque se hará un análisis de las muestras, cuyos resultados determinarán la calidad del agua.

#### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.4.1. POBLACIÓN**

La población está compuesta por las aguas del río Moche que drena un área total de 2708 km<sup>2</sup>

### **3.4.2. MUESTRA**

Las muestras para La determinación de la calidad de agua para riego de cultivos de pan llevar se tomarán en la cuenca baja del Río Moche, cuyos puntos de muestreo se ubican en el distrito de Laredo, Caseríos de Cerro Blanco, Quirihuac y Santa Rosa.

## **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.5.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Los parámetros de la temperatura del agua, temperatura del ambiente, oxígeno disuelto (*OD*) y la conductividad eléctrica (*CE*) se realizarán en los puntos de muestreo, mediante el multiparametro y un termómetro respectivamente y los demás parámetros se evaluarán en el laboratorio cuyas muestras se tomaron de acuerdo al protocolo de recolección de muestras de agua para riego vigentes.

### **3.5.2. INSTRUMENTOS**

- GPS
- Multiparametro
- Cámara Fotográfica
- Cuaderno de campo

## **3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para procesar los datos, se hará uso del análisis de correlación de Pearson, gráficos y formularios, mediante el cual se realizará el ordenamiento, codificación de datos y tabulación, solo habrá la necesidad de introducir datos, y el programa arrojará los resultados de forma inmediata alimentando una hoja en Excel para el análisis e interpretación.

### **3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

El tipo de muestra establecida en la presente investigación es una muestra no probabilística que, a su vez se subdividen muestras cuantitativas, a lo cual se hará uso de Hoja de cálculo (Excel), para su evaluación.

### **3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.8.1 ANÁLISIS DE DATOS**

Las muestras recolectadas fueron llevadas al laboratorio RIVELAB SAC, la cual hace ensayos y estudios de aguas, suelos, alimentos, minerales, cal, aceite.

Este laboratorio está acreditado por INACAL, la cual estima confianza en sus resultados que se pudieran obtener.

Es necesario el análisis en un laboratorio acreditado, ya que da la confiabilidad de los resultados que se procederán a analizar.

### **3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA**

El presente trabajo de investigación busca contribuir con un análisis detallado de los parámetros que se deberían de adecuarse a las aguas que se va a suministrar al riego de plantaciones de tallo corto, así mismo, da un enfoque claro, a través del análisis del agua tomada en la cuenca baja del río Moche.

Esto contribuirá en la mejora de la calidad del producto final de los agricultores, la cual se viene exportando a mercados internacionales.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

El presente trabajo de investigación se realizó en la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo región la Libertad con puntos de muestreo en los caseríos de Menocucho, Santa Rosa y Cerro Blanco respectivamente, los cuales se identificaron los puntos donde se realiza la producción agrícola de productos de pan llevar.

Los puntos fueron identificados mediante un GPS diferencial, los cuales nos dieron sus coordenadas UTM, los cuales se anotaron para la posterior rotulación de las muestras.

Se tomaron datos iniciales con el Multiparámetro, datos como temperatura, pH, Conductividad, las cuales nos orientarían sobre la calidad del agua a muestrear.

Finalmente se tomaron muestras del agua en los diferentes puntos, para que estas sean enviadas a un laboratorio donde los ensayos nos revelarían los datos requeridos.

#### 4.2 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- **TABLAS Y GRAFICOS.**

Ubicación de los tres puntos de monitoreo de la cuenca baja del río moche

Puntos de monitoreo	Coordenadas (UTM)		Altitud (m)
Caseríos	ESTE	NORTE	

P-1	Menocucho	0738470	9112389	289
P-2	Santa Rosa	0736661	9110328	275
P-3	Cerro Blanco	0734374	9106111	187

Una vez terminado el monitoreo de toma de muestras en los puntos correspondientes y los análisis respectivos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Empezaremos por el punto N° 1 ubicado en el caserío de Santa Rosa del distrito de Laredo con los siguientes resultados.

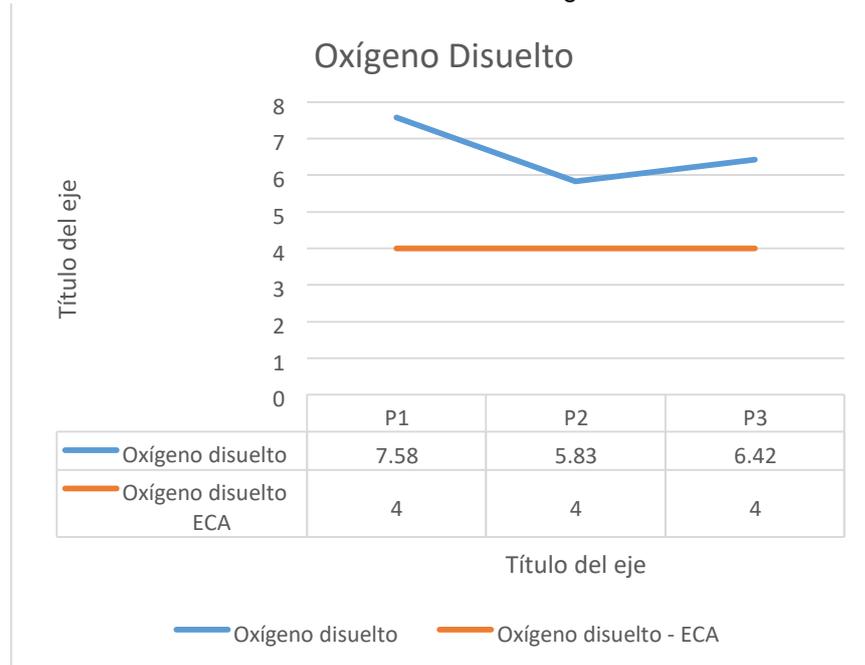
**Tabla N° 4. Datos tomados ínsito del Punto N° 1 caserío Santa Rosa**

	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura del agua ( °C )	O.D ppm	PH pH
P-1	20	24	7.58	7.52
P-2	19	24	5.83	8.35
P-3	19	24.32	6.42	7.75

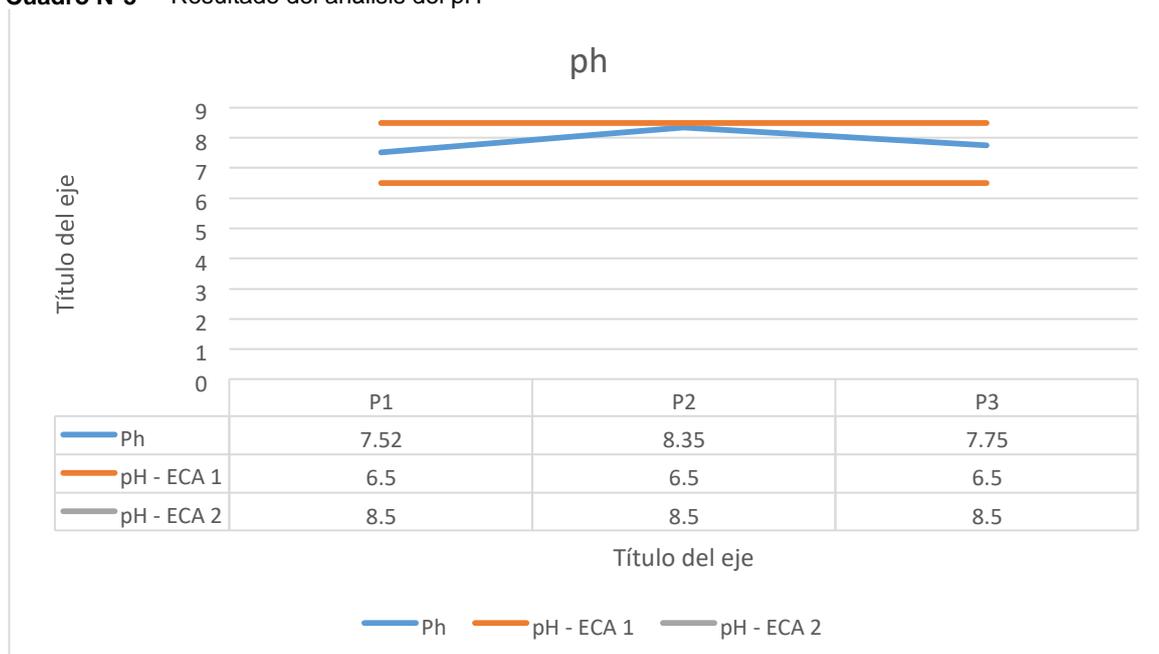
**Fuente:** Elaboración propia

De la **tabla N°4** vemos que los valores del Oxígeno Disuelto son de 7,58ppm, 5.83ppmy 6.42ppm, y están dentro de los límites permisibles aprobados en los estándares de calidad ambiental (ECA) con un valor de  $\geq 4$ , representado en el cuadro N° 2 y un potencial de Hidrogeno de 7.52pH, 8.35pH, 7.75pH que está dentro de lo normado dado por 6,5 - 8,5unidades de pH como se muestran en el siguiente cuadro N° 3.

**Cuadro N°2** Resultado del análisis del Oxígeno Disuelto



**Cuadro N°3** Resultado del análisis del pH

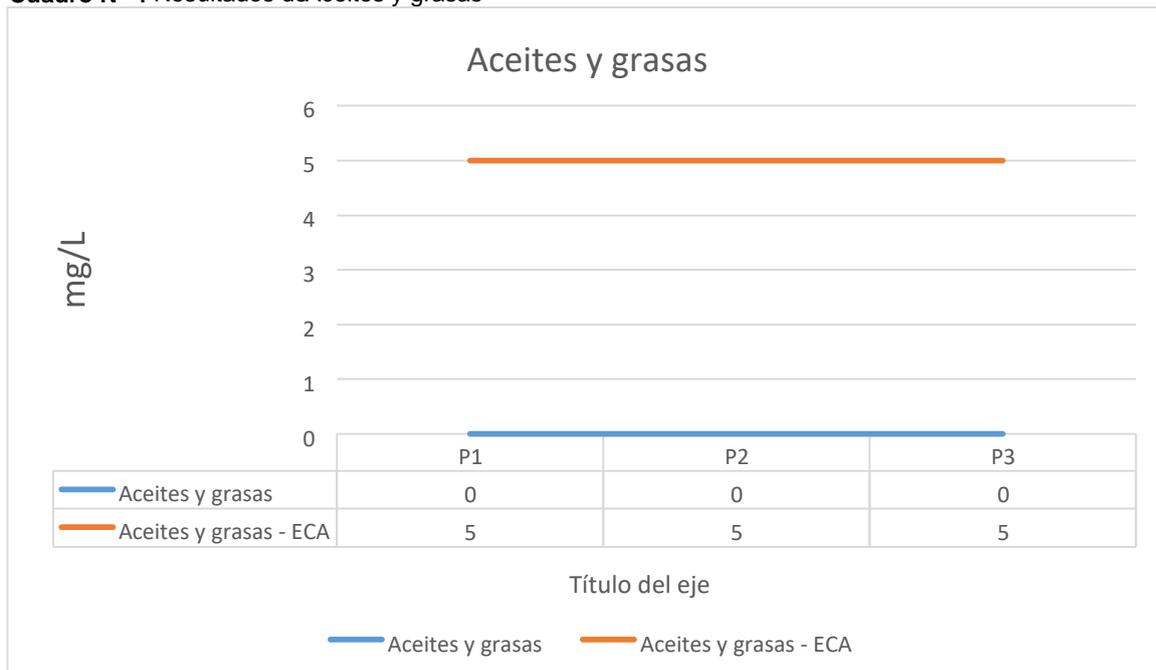


**Tabla N° 5. Resultados físico químicos de la calidad del agua para riego agrícola cuenca baja del río Moche**

PARAMETROS FÍSICOS - QUIMICOS				
Características	Unidades	Resultados		
		P-1	P-2	P-3
Turbiedad	UNT	0,20	0,19	0.20
Aceites y grasas	mg/L	0.00	0.00	0.00
Conductividad	$\mu S/cm$	571.00	938.00	953.0
Sólidos totales	ppm	421.00	398.00	420.00
Sulfatos	$PpmSO_4^{-2}$	11.00	12.00	11.00
Cloruros	$PpmCl^-$	37.00	37.50	38.00
Cianuro	$PpmCN^-$	0.00	0.00	0.00
DBO	$ppmO_2$	4,58	4.60	4.65
DQO	$ppmO_2$	0.00	0.00	0.00
Nitrato	$ppmNO_3 - NO_3^-$	0,12	0.021	0.029
Nitrito	$ppmNO_2 - N$	0,07	0.065	0.078
Carbonato	$PpmCO_3^{-2}$	0.00	0.00	0.001
Bicarbonato	$ppmO_2$	137.00	140.00	167.00
Oxígeno disuelto	$ppmOD$	7.58	5.83	6.42

**Fuente:** Elaboración propia

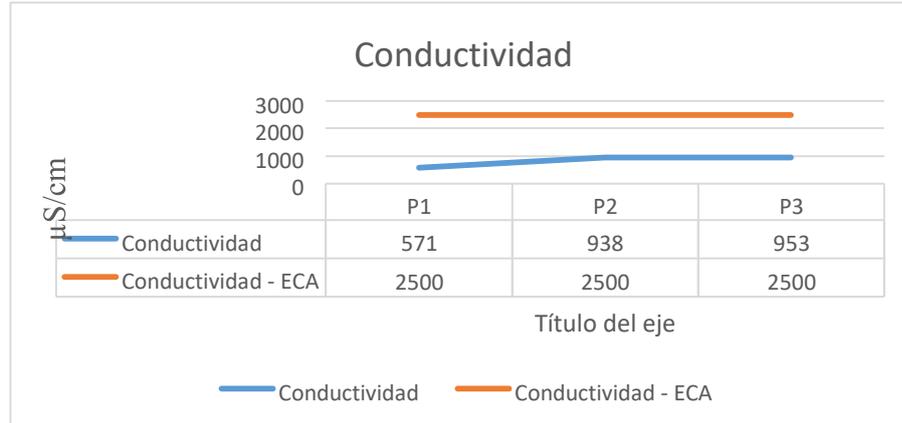
**Cuadro N° 4** Resultados de Aceites y grasas



De la **tabla N°5** podemos ver los resultados en general de los parámetros físico-químicos de los puntos N°1, N°2, N°3 de los caseríos de Menocucho, Santa Rosa y Cerro Blanco respectivamente, los cuales todos están dentro de los límites permisibles establecidos en los ECAs, como se muestra en los siguientes cuadros en el orden correspondiente.

**En el cuadro N° 4** se puede observar que el valor de Aceites y grasas es cero, por lo tanto, está dentro de la normativa.

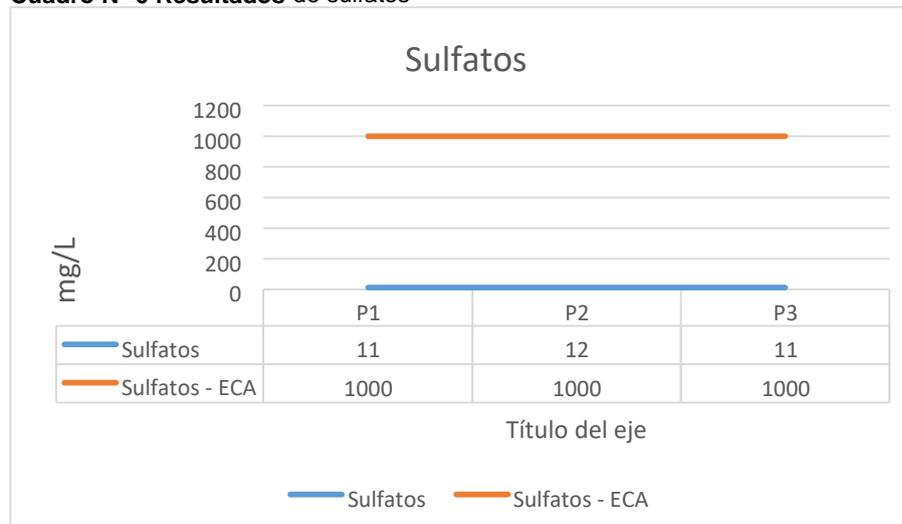
**Cuadro N° 5** Resultados de conductividad



**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 5** En este cuadro observamos el resultado para el parámetro de la conductividad. Donde el resultado es de  $571 \mu S / cm$ ,  $938 \mu S / cm$  y  $953 \mu S / cm$  y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de  $2500 \mu S / cm$ . entonces las conductividades de los tres puntos se encuentran dentro del Límite Máximo Permissible, indicando que tiene una menor cantidad de iones por tanto el agua es aceptable.

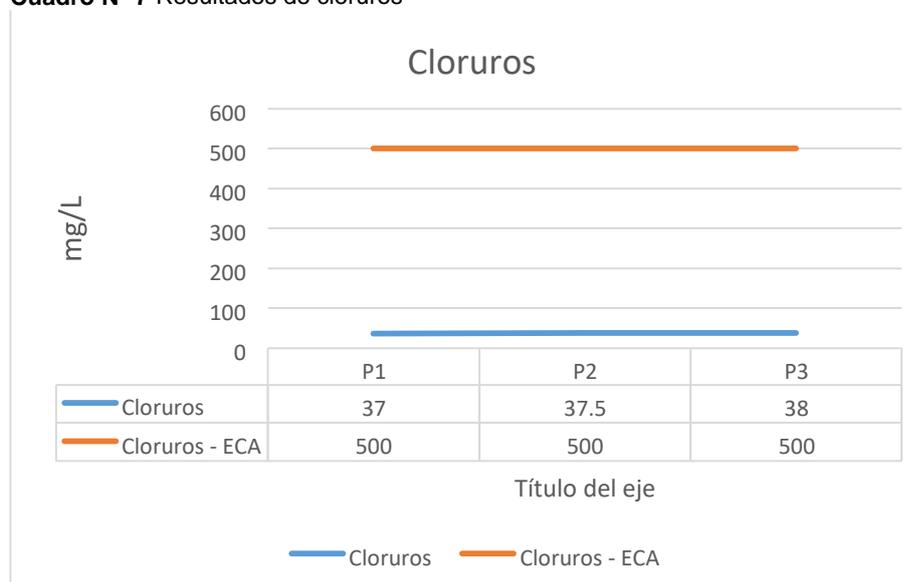
**Cuadro N° 6** Resultados de sulfatos



**Fuente:** elaboración propia

**Cuadro N° 6** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro de los sulfatos. Donde el resultado es de  $11\text{ppmSO}_4^{-2}$ ,  $12\text{ppmSO}_4^{-2}$  y  $11\text{ppmSO}_4^{-2}$  respectivamente y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de  $1000\text{ppmSO}_4^{-2}$ , entonces los sulfatos se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible, lo cual el agua es aceptable para el riego agrícola.

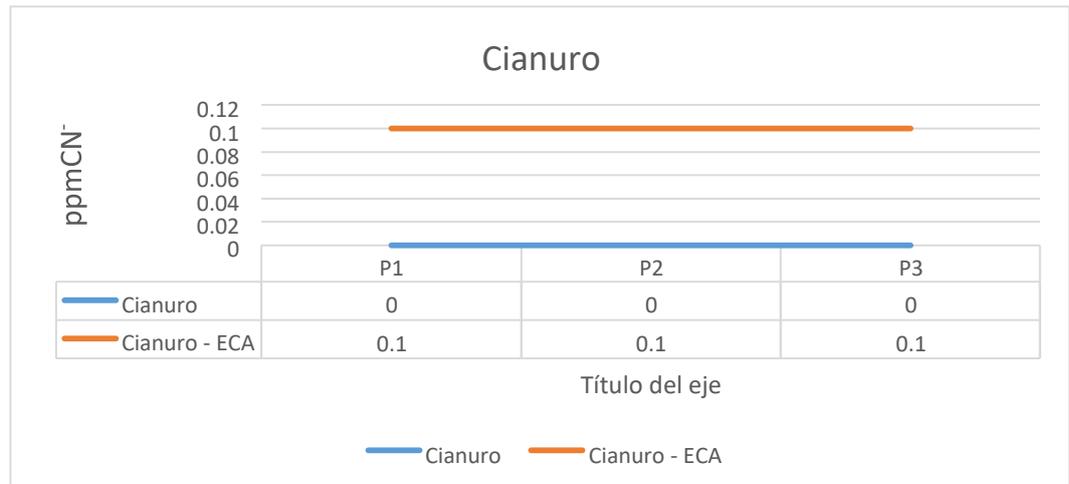
**Cuadro N° 7** Resultados de cloruros



**Fuente:** elaboración propia

**Cuadro N° 7** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro de los cloruros. Donde el resultado de la muestra es de  $37\text{ppmCl}$ ,  $37.5\text{ppmCl}$  y  $38\text{ppmCl}$  respectivamente y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de  $500\text{ppmCl}$ , entonces los cloruros se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible, lo cual el agua es aceptable también para el riego agrícola.

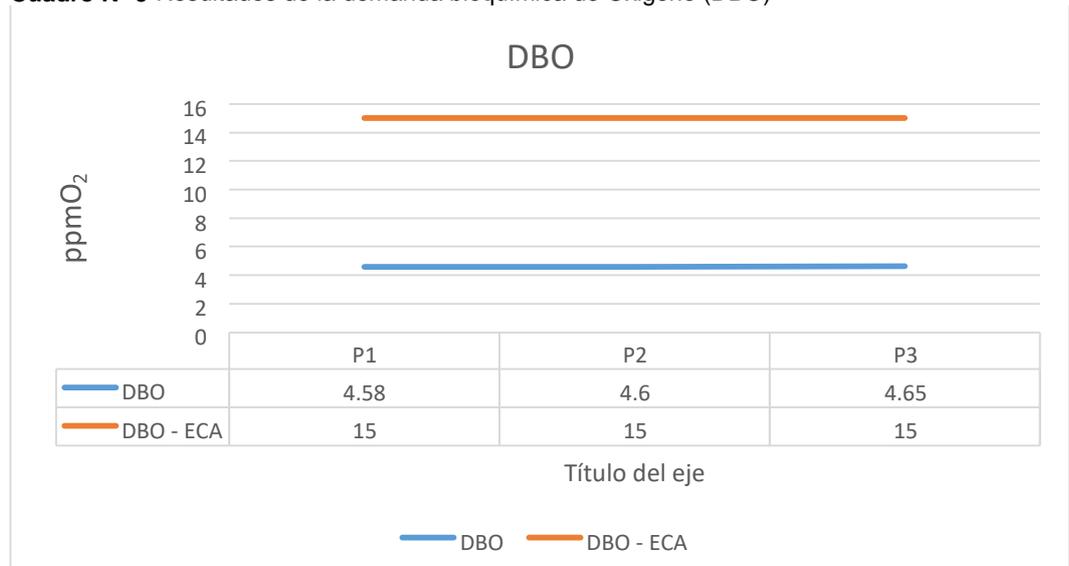
**Cuadro N° 8** Resultados de Cianuro



**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 8** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro del Cianuro. Donde el resultado de la muestra es de  $0\text{ ppmCN}^-$  en los tres puntos, por lo tanto se tiene agua sin Cianuro.

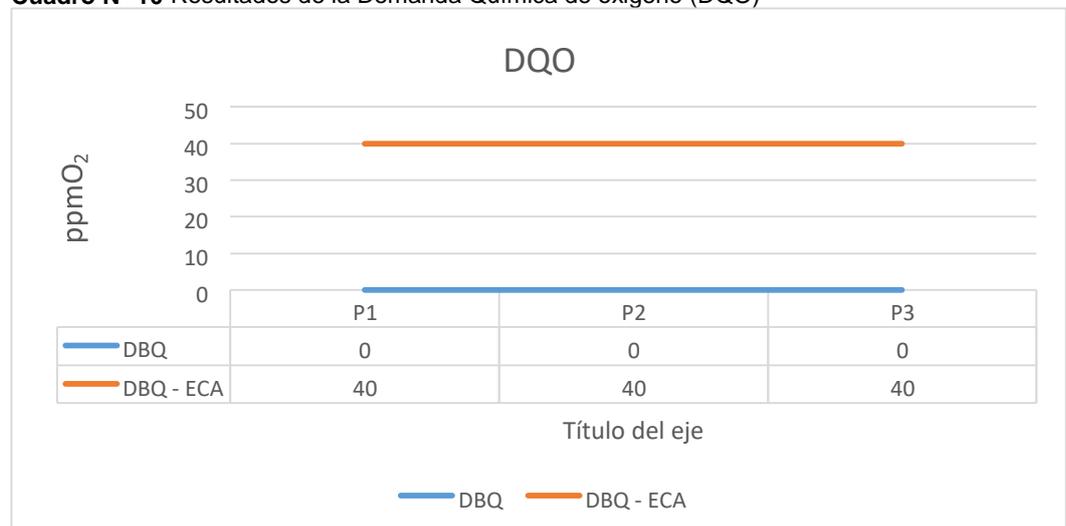
**Cuadro N° 9** Resultados de la demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)



**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 9** En este cuadro se observa el indicador para el parámetro de DBO. Donde el resultado de las muestras es de  $4,58\text{ppmO}_2$ ,  $4,6\text{ppmO}_2$  y  $4,65\text{ppmO}_2$  respectivamente y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de  $15\text{ppmO}_2$ , entonces el DBO se encuentra muy por debajo del Límite Máximo Permisible, lo cual el agua de la cuenca baja del río Moche es aceptable también para el riego agrícola.

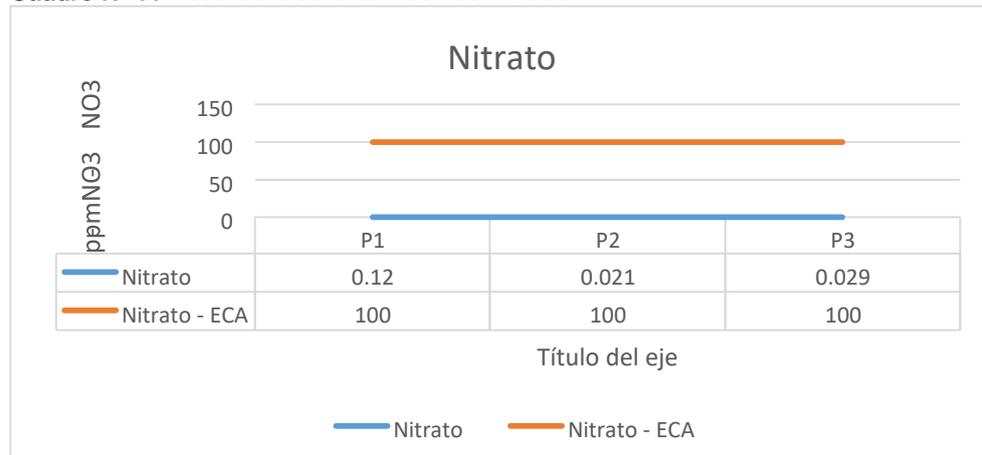
**Cuadro N° 10** Resultados de la Demanda Química de oxígeno (DQO)



**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 10** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro de Demanda Química de oxígeno DQO en los tres puntos, donde el resultado de las muestras es nulo y por lo tanto estas aguas no contienen esta sustancia, lo cual el agua es aceptable también para el riego agrícola.

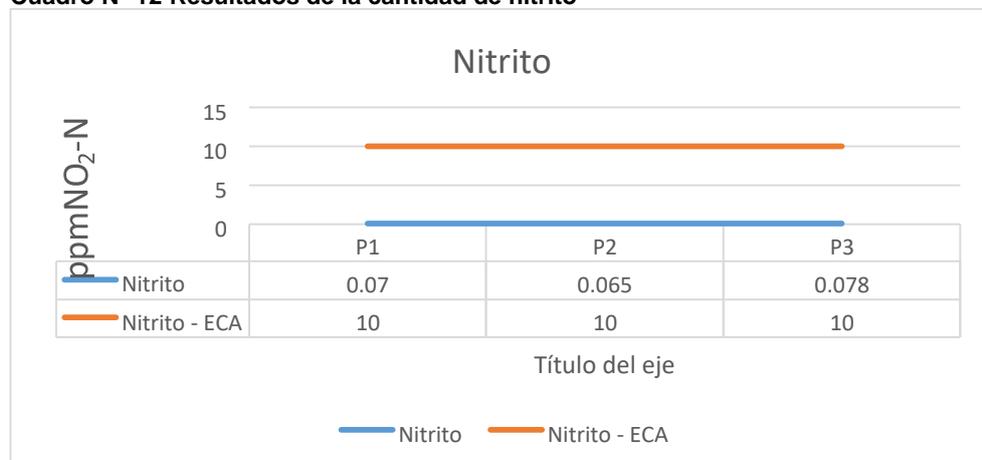
**Cuadro N° 11** Resultados de la cantidad de Nitratos



**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 11** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro de Nitrato. Donde el resultado de las muestras es de  $0,12\text{ppmNO}_3 - \text{NO}_3^-$  ,  $0,021\text{ppmNO}_3 - \text{NO}_3^-$  y  $0,029\text{ppmNO}_3 - \text{NO}_3^-$  respectivamente. El Límite Máximo Permisible para este parámetro es de  $100\text{ppmNO}_3 - \text{NO}_3^-$ , entonces el Nitrato se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible, lo cual el agua es aceptable también para el riego agrícola.

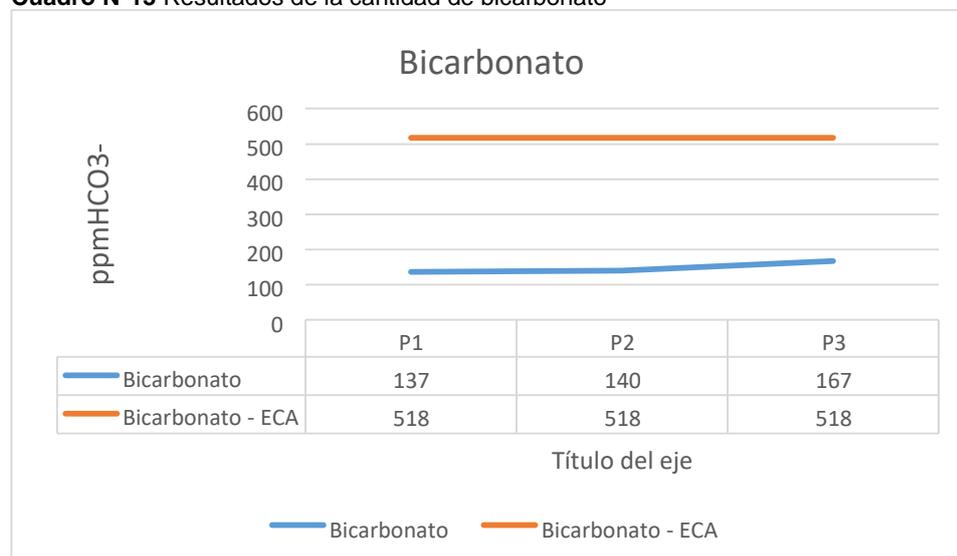
**Cuadro N° 12** Resultados de la cantidad de nitrito



**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 12** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro del Nitrito. Donde el resultado de la muestra es de  $0,07\text{ppmNO}_2 -N$  ,  $0,065\text{ppmNO}_2 -N$  y  $0,078\text{ppmNO}_2 -N$  respectivamente de los tres puntos y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de  $10\text{ppmNO}_2 -N$ . Entonces el Nitrito se encuentra muy por debajo del Límite Máximo Permissible, lo cual el agua también es aceptable para el riego agrícola.

**Cuadro N°13** Resultados de la cantidad de bicarbonato



**Fuente:** Elaboración propia

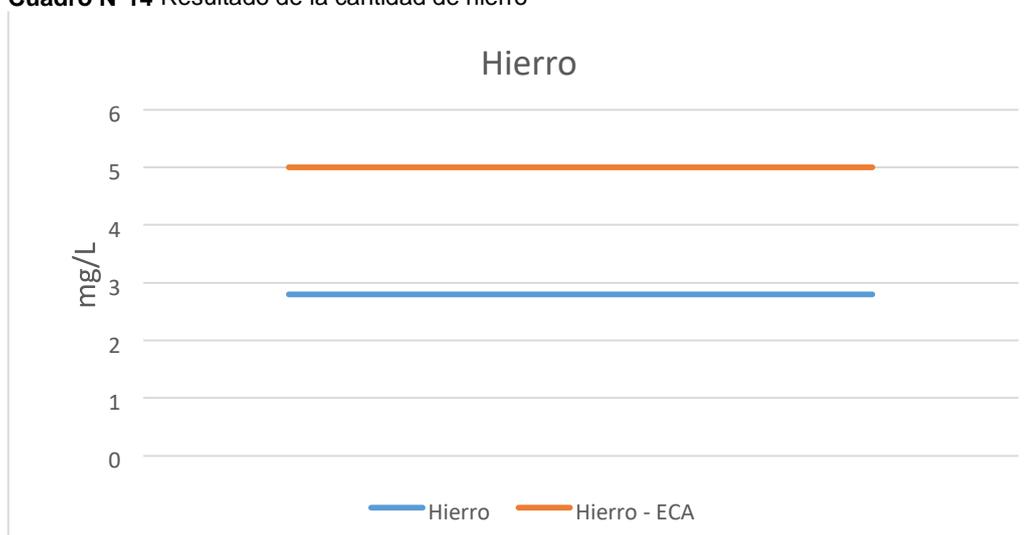
**Cuadro N° 13** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro del Bicarbonato, donde el resultado de la muestra es de  $137\text{ppmHCO}_3^-$  ,  $140\text{ppmHCO}_3^-$  y  $167\text{ppmHCO}_3^-$  respectivamente y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de  $518\text{ppmHCO}_3^-$ , entonces los cloruros se encuentran por debajo del Límite Máximo Permissible, lo cual el agua es aceptable también para el riego agrícola.

**Tabla N°6 Metales pesados**

Concentración promedio de metales en muestras de agua de la cuenca baja del río Moche					
Elementos	Unidades	P1	P2	P3	promedio
Fe	mg / L	2.8	2.8	2.75	2.8
Pb	mg / L	0.001	0.002	0.003	0.002
Cd	mg / L	0	0	0	0
Cu	mg / L	0.053	0.054	0.054	0.54
Zn	mg / L	0.065	0.063	0.064	0.064
As	mg / L	0	0.001	0	0

**Fuente** Elaboración propia

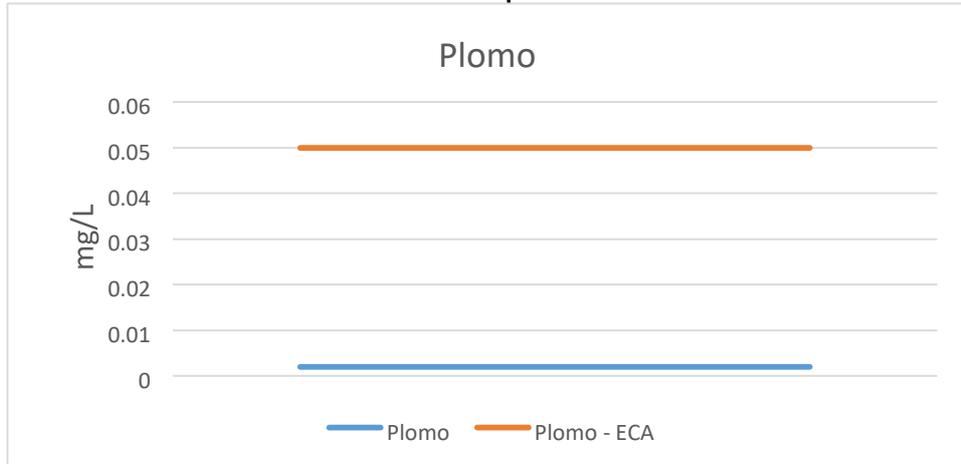
**Cuadro N°14** Resultado de la cantidad de hierro



**Fuente** Elaboración propia

**Cuadro N° 14** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro del Hierro, donde el resultado de la muestra es de  $2.8\text{mg} / \text{L}$ , y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de  $5\text{mg} / \text{L}$ . entonces el hierro se encuentra por debajo del Límite Máximo Permisible, lo cual el agua es aceptable también para el riego agrícola.

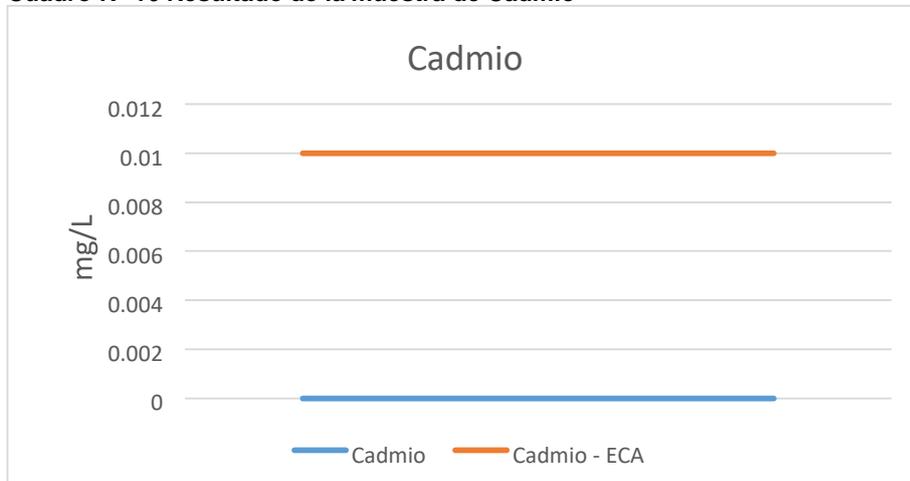
**Cuadro N° 15 Resultados de la cantidad de plomo**



**Fuente** Elaboración propia

**Cuadro N° 15** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro del Plomo en los tres puntos, donde el resultado promedio de las muestras es de  $0.002\text{mg} / L$ , y el límite máximo permisible para este parámetro es de  $0.05\text{mg}/L$  por lo tanto el valor del plomo se encuentre por debajo de este límite.

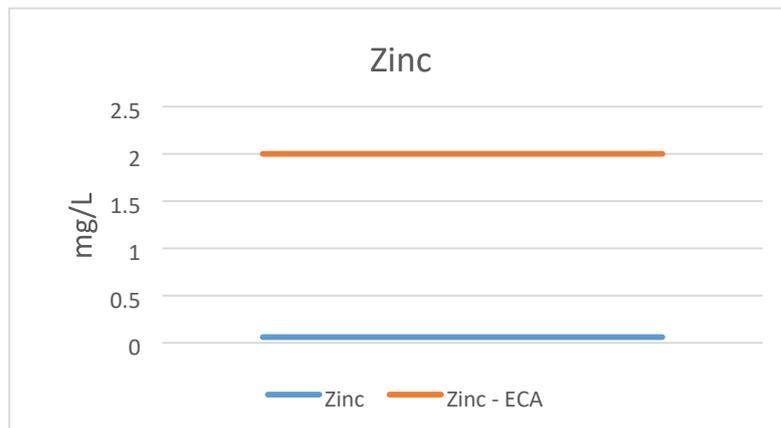
**Cuadro N° 16 Resultado de la muestra de Cadmio**



**Fuente** Elaboración propia

**Cuadro N° 16** En este cuadro se observa el resultado para el parámetro del Cadmio, donde el resultado indica que no hay cadmio en la muestra.

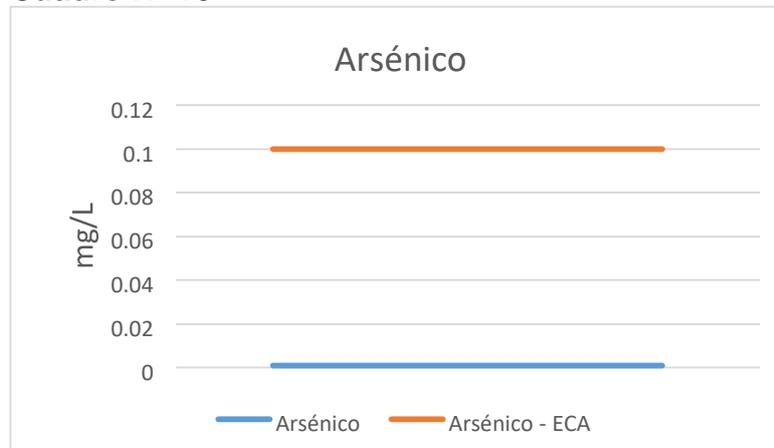
**Cuadro N° 17 Resultado de la muestra de Zinc**



**Fuente** Elaboración propia

**Cuadro N° 17** En este cuadro se observa el resultado promedio para el parámetro del Zinc en los tres puntos, donde el resultado promedio indica  $0.064\text{mg} / \text{L}$  que está por debajo del límite máximo permisible  $2\text{mg} / \text{L}$  establecido por la ECA.

**Cuadro N° 18 Resultado de la muestra de Arsénico**



**Fuente** Elaboración propia

**Cuadro N° 18** En este cuadro se observa el resultado promedio para el parámetro del As en los tres puntos, donde el resultado promedio indica  $0.0001\text{mg} / L$  que es prácticamente nulo con respecto al límite máximo permisible  $0.1\text{mg} / L$  establecido por la ECA.

#### **4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

Concluida la investigación bajo la hipótesis “La calidad del agua es apta para el riego de cultivos de pan llevar en la cuenca baja del Río Moche”.

Realizada la discusión de la investigación se concluye que la hipótesis planteada es válida al determinarse que todos los parámetros están dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA).

#### **4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Concluida la investigación titulada “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO EN CULTIVOS DE PANLLEVAR EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MOCHE, PROVINCIA DE TRUJILLO - 2019**”, los resultados fueron los siguientes:

- Teniendo en cuenta los estándares de calidad ambiental para el agua tipo 3, el oxígeno disuelto está dentro de los límites permisibles con valores  $\geq 4$ , lo que se indica que el agua está permitida para el riego de cultivos de pan llevar en la cuenca baja del Río Moche.

- El potencial de hidrogeno pH está entre los valores de 7,75 y 8,35 que se encuentran dentro del intervalo de los estándares de calidad , por lo tanto para este parámetro esta agua es apta para el riego.
- La turbiedad, no está considerado dentro de los estándares de calidad para agua de riego agrícola.
- Los aceites y grasas no se encuentran en el análisis del agua de la cuenca baja del Río Moche.
- La conductividad está dentro de los estándares de calidad en los tres puntos de monitoreo.
- Los sólidos totales no se encuentran como parámetros que determinen la calidad de agua para agua de riego.
- Los sulfatos están entre 11 y 12 mg/L en los tres puntos monitoreados, lo que indica que están muy por debajo de los estándares de calidad indicados por lo que también permite que para este parámetro el agua sea apta para riego.
- En cuanto a los Cloruros, las muestras de agua contienen muy baja cantidad de estas sustancias, los cuales no generan ningún riesgo para el agua de riego en la cuenca baja del Río Moche.
- No hay presencia de Cianuro en las aguas de la cuenca baja del Río Moche.

- La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) también se encuentra dentro de los estándares de calidad por lo que también indica que el agua es apta para riego.
- La muestra determinada para la DQO indica la no presencia de esta sustancia por lo tanto el agua es buena para riego.
- Los Nitratos no son preponderantes para considerar no apta el agua de la cuenca baja del Río Moche ya que están dentro de los estándares de calidad del agua.
- Los nitritos, bicarbonatos, tampoco representan alteraciones representativas para vetar el agua del Río Moche en la cuenca baja por lo que están por debajo de los ECAs.

## CONCLUSIONES

1. La comparación de los parámetros físicos químicos con los estándares nacionales de calidad ambiental (ACA) para el agua, nos da como resultado que las aguas en la cuenca baja del río Moche están aptas para el uso de riego agrícola.
2. Los valores de salinidad del agua para riego de cultivos de pan llevar en la cuenca baja del Río Moche tienen los siguientes parámetros:
  - El punto P-1 caserío de Menocucho, tiene una salinidad de  $0,37g / L$ .
  - El punto P-2 caserío de Santa Rosa, tiene un contenido total de salinidad de  $0,6g / L$ .
  - El punto P-3 Caserío de Cerro Blanco, tiene un contenido total de salinidad de  $0,61g / L$ .

De los cuales se concluye que esta agua está bajo ningún riesgo de exceso de salinidad.

## RECOMENDACIONES

1. Hacer monitoreos periódicos de la cuenca del río Moche, principalmente en los meses de lluvias, donde podría haber desbordes de relaves acantonados de los depósitos de relave de la mina de Quiruvilca los cuales podrían ser fuente de contaminación por metales pesados.
2. Realizar monitoreos en la parte alta de la cuenca, donde se asientan mineras informales, quienes podrían estar haciendo descarga de relaves o aguas acidas hacia el río moche, y estos a su vez podría alterar la calidad del agua del rio en la parte baja.
3. Hacer un plan de cierre de los depósitos de relave de la minera Quiruvilca, a los cuales no se les ha dado ningún tratamiento.
4. Hacer otros análisis complementarios como: Bifenilos Policlorados, Plaguicidas, Organoclorados, Carbamato, Microbiológicos y Parasitológicos, ya que estos también devienen en la calidad de agua de riego, pero que no fueron motivo de estudio en la presente investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aragües R. 1989. Calidad de las aguas para riego: efectos sobre plantas y suelos. España Boletín agropecuario, (13): 37-42.
2. Alvarado C. 2010. Calidad del agua del Río Virú- sector Huancaquito bajo, de noviembre 2009 a abril del 2010. Tesis para optar el título de Biólogo pesquero Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo –Perú.
3. Alva R. Veneros y A. Lujan 2011. Calidad ambiental de la zona costera de la cuenca Hidrográfica del río Moche (Trujillo-Perú), influenciada por la actividad domestica enero diciembre, 2011. Perú Rebiol31(2)
4. Bonet P. , C. Ricardo. Calidad del agua de riego y su posible efecto en los rendimientos agrícolas en la empresa de cultivos sierra de cubitas.  
  
Cuba. Revista Cien.Tec. Agr.
5. CEPAL.2002. Gestión del agua a nivel de cuenca: Teoría y Práctica.  
  
Divición de recursos naturales e infraestructura. LC/L 1777. Chile.
6. Cisneros C. 1992. Calidad del agua del río Moche en el distrito de Samne y contaminación de la ictiofauna por metales pesados procedentes de los relaves mineros setiembre 1995-febrero 1996.
7. Métodos de análisis para la evaluación de la calidad del agua. Perú
8. Garbagnati M. P. González, R. Antón y M. Millea. 2005. Características físico-químicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Río Grande, San Luis, Argentina.
9. CEPIS. 1996. Métodos de análisis para la evaluación de la calidad del agua.  
  
Perú.

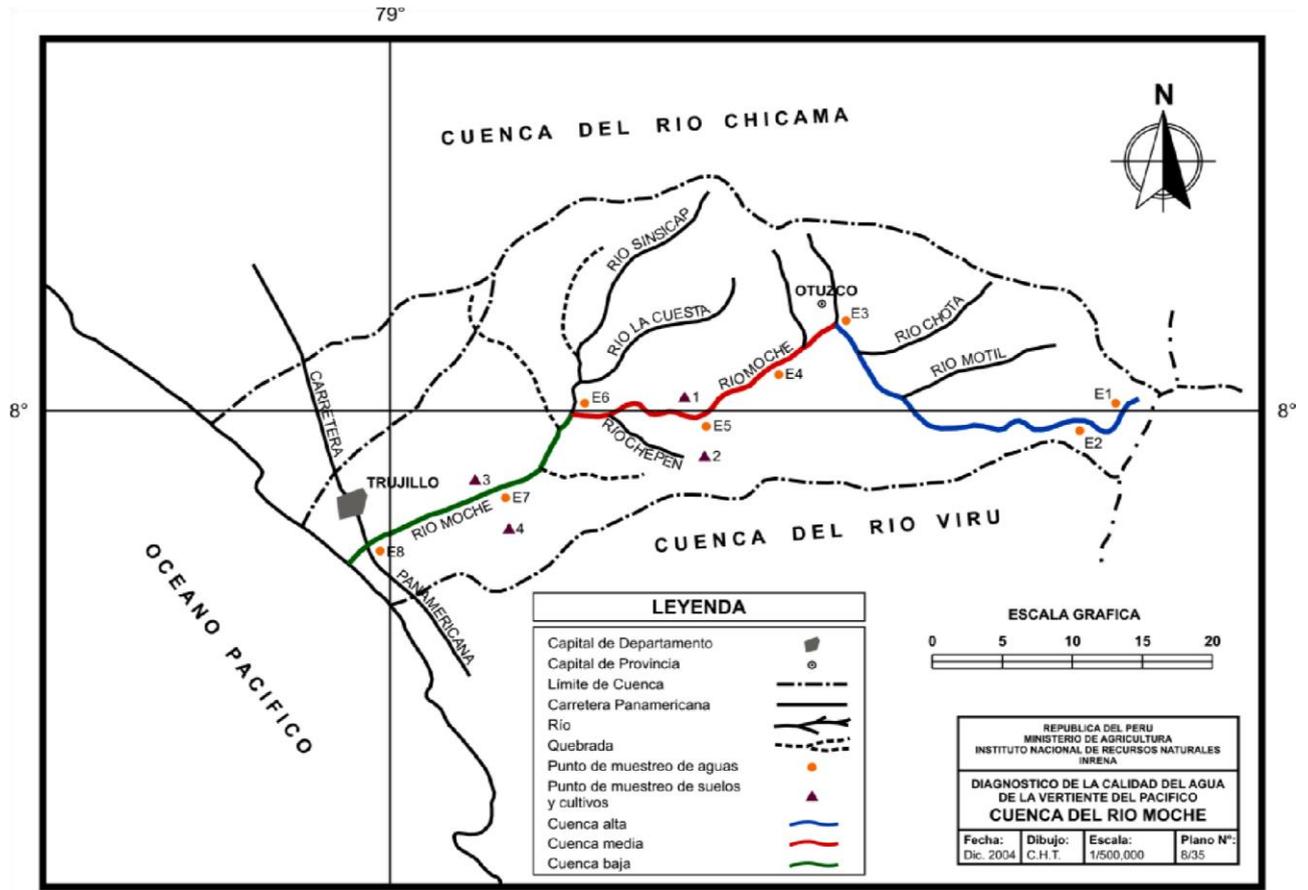
10. León L., Z. Lozano y R. Villafañe. 2000. Efecto del contenido de sodio en el agua de riego sobre las propiedades de los suelos de la depresión del lago de Valencia. Maraca- Venezuela.

### **REFERENCIAS ELECTRÓNICAS**

1. <http://www.agroes.es/agricultura/agua-riegos-regadios/322-salinidad-agua-riegoagricultura>
2. [file:///D:/New%20Downloads/Dialnet-PollutionByHeavyMetalsInTheMocheRiverBasin19802010-5113818%20\(9\).pdf](file:///D:/New%20Downloads/Dialnet-PollutionByHeavyMetalsInTheMocheRiverBasin19802010-5113818%20(9).pdf)
3. [https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/2793/MAS\\_GAA\\_023.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/2793/MAS_GAA_023.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

# **ANEXOS**

# Anexo N° 1: Cuenca del río Moche



Fuente: Gráfico tomado de INRENA, 2004

## Anexo N°2: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 3

Tabla N°3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Agua para riego no restringido (c)		Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>			
Aceites y Grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	0,5
Fenoles	mg/L	0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> --N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> --N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	$\geq 4$	$\geq 5$
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cromo Total	mg/L	0,1	1

Hierro	mg/L	5	**	
Litio	mg/L	2,5	2,5	
Magnesio	mg/L	**	250	
Manganeso	mg/L	0,2	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	0,01	
Níquel	mg/L	0,2	1	
Plomo	mg/L	0,05	0,05	
Selenio	mg/L	0,02	0,05	
Zinc	mg/L	2	24	
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>D1: Riego de vegetales</b>	<b>D2: Bebida de animales</b>	
<b>Agua para riego no restringido (c)</b>	<b>Agua para riego restringido</b>	<b>Bebida de animales</b>		
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04	0,045	
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35	35	
<b>Organoclorados</b>				
Aldrín	µg/L	0,004	0,7	
Clordano	µg/L	0,006	7	
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001	30	
Dieldrín	µg/L	0,5	0,5	
Endosulfán	µg/L	0,01	0,01	
Endrin	µg/L	0,004	0,2	
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03	
Lindano	µg/L	4	4	
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1	11	
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

**Anexo N°3: Multiparámetro HANNA HI 98194**



**Foto N°1 Multiparámetro HANNA HI 98194**

#### Anexo N°4: Muestras de aguas de los diferentes puntos



**Foto N° 2** - Muestras de agua de los tres puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Moche

**Anexo N°5: Tesista tomando datos básicos referenciales con el multiparámetro en el caserío de Santa rosa**



**Foto N° 3** monitoreo de agua en la Cuenca baja del río Moche en el punto P-2 Caserío de Santa Rosa.

**Anexo N°6: Tesista tomando datos básicos referenciales con el multiparámetro en el caserío de Cerro Blanco**



**Foto N° 4** monitoreo de agua en la Cuenca baja del río Moche en el punto P-3  
Caserío de Cerro Blanco

## ANEXO N° 7: Resultados de laboratorio del punto 1



# RIVELAB - S.A.C.

## LABORATORIO DE ANÁLISIS



### INFORME DE ENSAYO N° 330-2019-RIVELAB/FQ

#### I. DATOS GENERALES:

SOLICITANTE	Atoc Ospinal David Stanlin
ENSAYO SOLICITADO	Fisicoquimico
<b>IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>	
✓ MUESTRA	Punto 01
✓ PROCEDENCIA	Acequia Santa Rosa 1° Comp. Menocucho - Laredo
✓ NUMERO DE MUESTRAS	01
✓ PRESENTACION/CANTIDAD	Frasco/ 5000 mL
✓ FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA	23/05/2019
✓ FINES DE ANALISIS	Cumplimiento Fisicoquimica para uso en agricultura

#### II. RESULTADOS:

##### ENSAYO FISICO-QUIMICO

Características	Unidades	Resultados
Turbiedad	UNT	0.2
Aceites y grasas	mg/ L	0
pH	valor de pH	7.52
Conductividad (25°)	µS/cm	571
Solidos Totales	ppm	421
Sulfatos	ppm SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	11
Cloruros	ppm Cl <sup>-</sup>	37
Cianuro	ppm CN <sup>-</sup>	0
DBO	ppm O <sub>2</sub>	4.58
DQO	ppm O <sub>2</sub>	0
Nitrato	ppm NO <sub>3</sub> -NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.12
Nitrito	ppm NO <sub>2</sub> -N	0.07
Carbonato	ppm CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0
Bicarbonato	ppm HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	137
Oxigeno disuelto	ppm O <sub>2</sub>	7.58

**CONCLUSIONES:** La muestra cumple las especificaciones fisicoquimicas establecidas por Decreto Supremo N° 004-2017-MINAN correspondiente a Categoría 3 Agua para riego de vegetales y bebidas de animales.

Trujillo, 30 de Mayo del 2019



JOSE RIVERO CORCUERA  
Ingeniero Químico  
R° CIP. 13051

Jr. Pizarro N° 137 - Oficina N° 108  
Trujillo - Perú

rivelabperu@hotmail.com  
joferime@hotmail.com

INFORME N° 330-2019-RIVELAB Pág. 1

Cel. #955805353  
RPM: #942101990  
Fijo: 044 346297

## ANEXO 8: Resultados de laboratorio del punto 2



# RIVELAB - S.A.C.

## LABORATORIO DE ANÁLISIS



### INFORME DE ENSAYO N° 330-2019-RIVELAB/FQ

#### I. DATOS GENERALES:

SOLICITANTE	Atoc Ospinal David Stanlin
ENSAYO SOLICITADO	Fisicoquimico
<b>IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>	
✓ MUESTRA	Punto 02
✓ PROCEDENCIA	Acequia Santa Rosa - Laredo
✓ NUMERO DE MUESTRAS	01
✓ PRESENTACION/CANTIDAD	Frasco/ 5000 mL
✓ FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA	23/05/2019
✓ FINES DE ANALISIS	Cumplimiento Fisicoquimica para uso en agricultura

#### II. RESULTADOS:

##### ENSAYO FISICO-QUIMICO

Características	Unidades	Resultados
Turbiedad	UNT	0.19
Aceites y grasas	mg/ L	0
pH	valor de pH	8.35
Conductividad (25°)	μS/cm	938
Solidos Totales	ppm	398
Sulfatos	ppm SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	12
Cloruros	ppm Cl <sup>-</sup>	37.50
Cianuro	ppm CN <sup>-</sup>	0
DBO	ppm O <sub>2</sub>	4.60
DQO	ppm O <sub>2</sub>	0
Nitrato	ppm NO <sub>3</sub> -NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.021
Nitrito	ppm NO <sub>2</sub> -N	0.065
Carbonato	ppm CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0
Bicarbonato	ppm HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	140.00
Oxigeno disuelto	ppm O <sub>2</sub>	5.83

**CONCLUSIONES:** La muestra cumple las especificaciones fisicoquimicas establecidas por Decreto Supremo N° 004-2017-MINAN correspondiente a Categoría 3 Agua para riego de vegetales y bebidas de animales.

Trujillo, 30 de Mayo del 2019

JOSE RIVERO CORCUERA  
Ingeniero Quimico  
R° CIP. 13051



Jr. Pizarro N° 137 - Oficina N° 108  
Trujillo - Perú

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - CAL

rivelabperu@hotmail.com  
joferime@hotmail.com

INFORME N° 330-2019-RIVELAB Pág. 1

Cel: #955805353  
RPM: #942101990  
Fijo: 044 346297

## ANEXO 9: Resultados de laboratorio del punto 3



**RIVELAB - S.A.C.**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS



### INFORME DE ENSAYO N° 330-2019-RIVELAB/FQ

#### I. DATOS GENERALES:

SOLICITANTE	Atoc Ospinal David Stanlin
ENSAYO SOLICITADO	Fisicoquimico
<b>IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>	
✓ MUESTRA	Punto 03
✓ PROCEDENCIA	Cerro Blanco - Laredo
✓ NUMERO DE MUESTRAS	01
✓ PRESENTACION/CANTIDAD	Frasco/ 5000 mL
✓ FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA	23/05/2019
✓ FINES DE ANALISIS	Cumplimiento Fisicoquimica para uso en agricultura

#### II. RESULTADOS:

##### ENSAYO FISICO-QUIMICO

Características	Unidades	Resultados
Turbiedad	UNT	0.20
Aceites y grasas	mg/ L	0
pH	valor de pH	7.75
Conductividad (25°)	µS/cm	953
Solidos Totales	ppm	420
Sulfatos	ppm SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	11
Cloruros	ppm Cl <sup>-</sup>	38
Cianuro	ppm CN <sup>-</sup>	0
DBO	ppm O <sub>2</sub>	4.65
DQO	ppm O <sub>2</sub>	0
Nitrato	ppm NO <sub>3</sub> -NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.029
Nitrito	ppm NO <sub>2</sub> -N	0.078
Carbonato	ppm CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	0.001
Bicarbonato	ppm HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	167.00
Oxigeno disuelto	ppm O <sub>2</sub>	6.42

**CONCLUSIONES:** La muestra cumple las especificaciones fisicoquimicas establecidas por Decreto Supremo N° 004-2017-MINAN correspondiente a .Categoria 3 Agua para riego de vegetales y bebidas de animales.

Trujillo, 30 de Mayo del 2019

  
JOSE RIVERO CORSUERA  
Ingeniero Quimico  
R° CIP. 13051



AGUAS - SUELOS

ALIMENTOS - MINERALES

CAL - ACEITE  
INFORME N° 330-2019-RIVELAB Pág. 1

Jr. Pizarro N° 137 - Oficina N° 108  
Trujillo - Perú

rivelabperu@hotmail.com  
joferime@hotmail.com

Cel. #955805353  
RPM: #942101990  
Fijo: 044 346297

## ANEXO 10: Matriz de consistencia

<b>“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO EN CULTIVOS DE PANLLEVAR EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MOCHE- PROVINCIA DE TRUJILLO 2019”</b>		
<i><b>PROBLEMA GENERAL</b></i>	<i><b>OBJETIVO GENERAL</b></i>	<i><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></i>
<p><b>¿Cuál es la calidad de agua de riego en cultivos de pan llevar en la cuenca baja del Río Moche - provincia de Trujillo 2019?</b></p>	<p><b>Determinar la calidad del agua para riego en cultivos de pan llevar en la cuenca baja del Río Moche-Provincia de Trujillo-2019”</b></p>	<p>La calidad de agua es apta para el riego de cultivos de pan llevar en la cuenca baja del río Moche - provincia de Trujillo 2019.</p>
<i><b>PROBLEMA ESPECIFICO</b></i>	<i><b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b></i>	<i><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</b></i>
<p>¿La calidad del agua para riego en cultivos de pan llevar está dentro de los límites máximos permisibles en la cuenca baja del Río Moche- provincia de Trujillo 2019?</p>	<p>Determinar si la calidad del agua para riego en cultivos de pan llevar están dentro de los límites permisibles en la cuenca baja del Río Moche-Provincia de Trujillo 2019.</p>	<p>La calidad de agua para riego de cultivos de pan llevar están dentro de los límites permisibles en la cuenca baja del Río Moche- provincia de Trujillo 2019</p>