UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

CARRERA DE INGENIERIA AGRICOLA

TRABAJO DE TITULACION

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRICOLA

MODALIDAD:

INVESTIGACION CIENTIFICA

TEMA:

"DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN EL SISTEMA DE CONDUCCION, SANTA ANA"

AUTORES

JOSE FABRICIO MERA TOALA

DIEGO DAVID VASQUEZ SANCHEZ

TUTOR DE TESIS:

DrC. ROLANDO LEON AGUILAR. PhD

SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR

2017

TEMA

“DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN EL SISTEMA DE CONDUCCION, SANTA ANA”

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, haberme dado salud y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi esposa e hijos que son el principal eje y pilar fundamental en todo lo que soy y seré. A mi esposa Geomara Mendoza por su incondicional apoyo durante todo este tiempo y su inmenso amor. A mis hijos, Damián y Camilo por ser la motivación e inspiración en todo lo que me propongo

A mis padres Ing. Jose Mera Toro y Teresa Toala Silva por haberme apoyado en todo momento, por inculcarme valores y motivación, por darme grandes ejemplos de perseverancia y constancia para salir adelante.

A mis demás familiares de sangre y a mi familia política por su apoyo ya que fueron fuente de energía cuando los necesite, y a aquellos que directa e indirectamente aportaron en mi crecimiento académico y personal.

José Fabricio Mera Toala

Dedico mi trabajo de titulación principalmente a Dios, por haberme dado la vida, salud e inteligencia para llegar a este momento tan importante para mi formación profesional.

A mis padres Máximo Fabián Vázquez Guerrero y Narcisa Monserrate Sánchez Vélez por ser la inspiración y principal motor de mi vida, por demostrarme siempre su apoyo incondicional y amor para alcanzar mis metas.

A mis hermanos por dame ánimos y compartir mis buenos y malos momentos.

Diego David Vásquez Sánchez

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de cumplir uno de mis mayores sueños que es ser un profesional.

A mi esposa e hijos por su perseverancia y comprensión durante todo este proceso académico. A mis familiares en general por el apoyo brindado todo este tiempo.

A mi alma mater por haberme acogido en sus aulas, a mis maestros por brindarme sus conocimientos durante toda la carrera universitaria, ayudarme a crecer profesionalmente y a plantearme nuevos objetivos para mi profesión.

A mi tutor DrC. Rolando León Aguilar PhD, que fue de gran ayuda para la elaboración de este trabajo de titulación, compartiendo sus conocimientos e impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

José Fabricio Mera Toala

Mi agradecimiento es ante todo a Dios por regalarme esta vida, a mis padres que me ayudaron incondicionalmente para alcanzar esta meta profesional, a mis hermanos que siempre tuvieron los más sinceros deseos de motivación hacia mi persona, mis demás familiares que siempre sentí su apoyo incondicional y a todos aquellos que con sus palabras de aliento me ayudaron a terminar este paso de vida, gracias.

A mis queridos profesores por la paciencia y conocimientos depositados en mí, que fueron de mucha ayuda para mi formación profesional y personal.

A mi tutor que con su dedicación y sabiduría me ayudo a la culminación de este que es mi último trabajo como estudiante de esta gran institución académica

Diego David Vásquez Sánchez.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

El **DrC. Rolando León PhD.,** catedrático de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí, en facultad y uso de sus derechos:

Que el trabajo de tesis de grado titulado **"DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN EL SISTEMA DE CONDUCCION, SANTA ANA"**, elaborado por los estudiantes: **José Fabricio Mera Toala y Diego David Vásquez Sánchez,** es original en todas sus partes y cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento General de Titulación de la Universidad Técnica de Manabí.

El trabajo antes mencionado fue desarrollado bajo mi dirección y coordinación, quedando listo para su defensa, previo a su incorporación como Ingenieros Agrícolas.

Santa Ana, Julio del 2017

DrC. Rolando León Aguilar PhD.

TUTOR

CERTIFICADO DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN.

La Comisión de Revisión y de Evaluación

Certifica que:

El trabajo de titulación denominado "**DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN EL SISTEMA DE CONDUCCION, SANTA ANA**" ha sido realizado y concluido por los egresados **José Fabricio Mera Toala y Diego David Vásquez Sánchez**, la misma que ha sido revisada y evaluada por los miembros del tribunal.

Para testimonio y autenticidad firmamos.

Santa Ana, Julio del 2017

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Miembro del Tribunal

Miembro del Tribunal

Miembro del Tribunal

Secretaria

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

José Fabricio Mera Toala CI 1309732749 y Diego David Vásquez Sánchez CI 1314480789, estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí, declaramos que las ideas expuestas en el presente trabajo de titulación denominado **"DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN EL SISTEMA DE CONDUCCION, SANTA ANA"**, es un trabajo original, realizado bajo la total responsabilidad de sus autores.

Los autores de este trabajo ceden todos sus derechos de autoría a la Universidad Técnica de Manabí.

José Fabricio Mera Toala	**Diego David Vásquez Sánchez**

INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....15
JUSTIFICACION 16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 17
OBJETIVOS.....18
Objetivo General: 18
Objetivos Específicos: 18
MARCO CONCEPTUAL 19
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....20
2.1 Agricultura en Ecuador 20
2.2 El riego en el Ecuador 20
2.3 Agua para Riego.....21
2.4 Calidad del agua para el riego 22
2.5 Clasificación del agua para riego.....22
2.6 Composición Química, Física y Microbiológica del Agua**.** 22
2.7 Características Químicas del Agua 23
2.8 Características físicas del suelo. 26
2.9 Características Microbiológicas.....27
2.10 Rangos de clasificación del agua para riego según parámetros de calidad **.....28**
2.11 Aspectos a considerar en la evaluación del agua para riego.....35
2.12 Parámetros de la Evaluación del Agua 39
CAPITULO III METODOS Y PROCEDIMIENTOS 41
3.1 Ubicación 41
3.2 Puntos de muestreo.....42
3.3 Tipo de Muestra 42
3.4 Toma de Muestra.....42
3.5 Preservación de la Muestra.....43
3.6 Equipos y metodologías empleadas para el estudio de la calidad del agua 43
3.7 Fase de Muestreo.....44
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....46
4.1 Análisis de la Calidad de Agua Empleada en el Riego, Parámetros Químicos, Según los Puntos de Muestreo 46
4.1.2 Comportamiento del pH 46
4.1.3 Conductividad Eléctrica, RAS y C.R.S.....46
4.1.4 Comportamiento de la dureza del agua. 48

4.1.5 Análisis de Toxicidad del agua. 49
4.1.6 Resultados de los parámetros microbiológicos. 50
4.1.7 Aporte de nutrientes en el agua de riego. 51
CAPITULO V CONCLUSIONES 53
CAPITULO VI RECOMENDACIONES 54
CAPITULO VII BIBLIOGRAFIA 55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Conductividad eléctrica de diferentes tipos de aguas: 26
Tabla 2 Iones más Importantes Contenidos en el Agua De Riego 28
Tabla 3 Contenido de cada ion presente en miligramos (mg) o en miliequivalentes (meq) por litro. 29
Tabla 4 Criterio de salinidad del agua de riego definido por la clasificación FAO 1987 29
Tabla 5 Concentraciones Máximas Permisibles de Oligoelementos 31
Tabla 6 Clasificación de las Aguas Según Parámetros de Toxicidad 31
Tabla 7 Calidad del agua Valores de k, índice alcalimétrico o de Scott. 34
Tabla 8 Clasificación del agua según el nivel de CSR, dureza y otros elementos de interés 34
Tabla 9 Directrices establecidas por la FAO se establecen 1987 37
Tabla 10 Indicadores estadísticos de la concentración de metales pesados y micronutrientes en las muestras de agua recolectada en pozos del Valle de Guadalupe. 39
Tabla 11 Identificación de los puntos de muestreos 42
Tabla 12 Parámetros de medición 43
Tabla 13 Los valores de CE en dS/m y PH en cada uno de los puntos de muestreos 47
Tabla 14 Los valores de RAS y CSR en cada uno de los puntos de muestreos 48
Tabla 15 Comportamiento de la dureza del agua en los puntos de muestreo 49
Tabla 16 Valores obtenidos de los iones en cada uno de los puntos muestreados y su valoración de toxicidad de acuerdo con la norma de la FAO 1987 50
Tabla 17 Valores obtenidos de Coliformes Totales y Fecales en cada uno de los puntos muestreados 51
Tabla 18 Valores de nutrientes en los análisis de los puntos muestreados. 51
Tabla 19 Aporte de nutrientes del agua en los diferentes puntos muestreados a un cultivo de maíz 52

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Diagrama de normas de Riverside, para la clasificación de agua de riego .35
Figura N° 2 Calificación de las aguas por porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica. 36
Figura N° 3 Mapa político de Santa Ana.....41

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Presupuesto 56
Anexo N° 2 Facturas 58
Anexo N° 3 Análisis de Agua 64
Anexo N° 4 Fotos.....69
Anexo N° 5 Acta de entrega y recepción 73
Anexo N° 6 Procedimiento de análisis de agua con el espectrofotómetro……..75

INTRODUCCION

La agricultura de regadío se somete tanto a la cantidad como a la calidad del agua a utilizar, no obstante, este aspecto ha sido descuidado por mucho tiempo. En los últimos años esta situación está cambiando en algunos lugares del mundo, debido al uso intensivo en el área agrícola donde se recurre a las aguas de mayor calidad y de esta manera se evita problemas futuros como la disminución del rendimiento de los cultivos. El concepto de calidad de agua hace énfasis a las características de la misma que pueden perjudicar su adaptabilidad a un uso determinado.

En la provincia de Manabí, el sistema de riego de poza honda está conformado por tres zonas de riego, zona 1 en la que se basa este estudio se encuentra entre las ciudades de Santa Ana y Rocafuerte que cuenta con 1200ha de riego, el Níspero, Lodana, Santa Teresa, Pachinche, Estancia Vieja, El Cadí, Colón y El Naranjo, que tienen una Junta General de Riego y 8 subjuntas de riego.

La evaluación de la calidad de agua en los canales de riego localizados de la parroquia Lodana significa una variable fundamental que permitirán evaluar y cuantificar uno de los componentes menos investigados y determinados en la provincia de Manabí.

Mediante el análisis espectrofotométrico aplicado para el análisis de las muestras de aguas de riego del referido sistema, se puede determinar la calidad del agua, la cual se logra al medir la función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra.

JUSTIFICACION

En la Facultad de Ingeniería Agrícola los estudios e investigaciones han sido centrados en la aplicación de metodología y sistemas de riego aplicados a varios cultivos, haciendo énfasis en sistemas de riego con fines académicos, didácticos, investigación y producción.

La caracterización y el diagnóstico de los canales de distribución primarios ha sido relegada a pesar de su importancia al ser la vía principal donde estos sistemas de riego son abastecidos, pudiendo ser una fuente de información relevante para la toma de decisiones de carácter agrícola en los proyectos o fincas donde funcionan dichos sistemas de riego.

Es por esto, que la actualización de datos precisos sobre la composición química, física y microbiológica son indicadores específicos que permiten caracterizar las aguas utilizada en este sistema de riego y sus interacciones con el suelo y los vegetales cultivados.

La investigación determinará mediante un muestreo de puntos específicos en los canales de riego primarios bajo la jurisdicción de la parroquia Lodana, cuáles son las características Química, Física Y Microbiológica del agua utilizada en el riego en los sitios mencionados, la cual se realizará mediante análisis espectrofotométricos y complementarios, a fin de interpretar estos resultados como componentes importantes que evalúen en su situación real el agua empleada para las actividades agropecuarias de la zona.

.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Manabí en los últimos años se observa afectaciones sensibles al suelo y los cultivos debido en gran medida a la mala calidad del agua usada para esta actividad, donde no se le ha dado la importancia que implica la misma, debido a las repercusiones que tiene esto en los cultivos. El principal problema está dado por el tipo y cantidad de sales disueltas, estas mismas que son depositadas en el suelo, afectando de forma sensible los rendimientos de los cultivos. El siguiente estudio de investigación científica tiene como finalidad proponer un caso de estudio para conocer la calidad de agua para riego mediante espectrofotometría en el sistema de conducción y distribución de la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, para esto se realizará un estudio de campo que permita realizar una evaluación de la calidad del agua que se utiliza en una zona del sistema de riego de Poza Honda, para lo cual se plante el siguiente objetivo

OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar la calidad de agua para riego mediante análisis espectrofotométrico en los canales primarios de la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, Manabí

Objetivos Específicos:

1. Seleccionar zonas y puntos para la toma que permitan la evaluación de la calidad del agua empleada en el riego de los cultivos en el sistema de Poza Honda
2. Definir los parámetros de muestreo químicos, físicos y microbiológicos que permiten la caracterización de las aguas para riego
3. Caracterizar las aguas de riego según las normas establecidas para este propósito.

Marco Conceptual

- ✓ **Regadío**: Riego agrícola
- ✓ **Análisis espectrofotometría:** Método científico para medir cuanta luz absorbe una sustancia química.
- ✓ **Espectrofotómetro**: Instrumento usado para análisis químico.
- ✓ **CE**: Conductividad eléctrica.
- ✓ **RAS:** Relación de absorción del sodio.
- ✓ **C.S.R:** Carbonato sódico residual.
- ✓ **Anión:** Ion de carga eléctrica negativa.
- ✓ **Catión**: Ion de carga eléctrica positiva.
- ✓ **Coliformes**: Especie bacteriana con características bioquímica
- ✓ **Parámetro:** Elemento o dato importante desde el que se examina un tema.
- ✓ **Toxicidad:** Capacidad de una sustancia química de producir efectos perjudiciales a los seres vivos.
- ✓ **Directrices:** Lo que marca las condiciones en que se genera algo.
- ✓ **Muestra:** Parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 Agricultura en Ecuador

Según el MAGAP 2015 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) dentro del ámbito económico, social y productivo, la agricultura es una de las actividades más relevantes del Ecuador. Su protagonismo se ha visualizado durante la historia económica del país y sobresalientemente en periodos económicos de auge agrícola, como: boom cacaotero y bananero, Su participación en el PIB Nacional ha oscilado en niveles de 8-9%; convirtiendo al sector en uno de los principales pilares de la economía nacional. Una de las principales figuras para obtener una agricultura de propiedad es la buena calidad de agua de riego, Ecuador es un país privilegiado en cuanto a la cantidad de agua disponible en su territorio, donde su principal uso es para la agricultura constituyendo el sector que consume más agua, representando globalmente alrededor del 69% de toda la extracción dentro de los principales usos.

2.2 El riego en el Ecuador

La agricultura de regadío tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente. Un efecto positivo del riego, se observa cuando una pequeña área con alta productividad puede reemplazar el cultivo extensivo de tierras marginales. Sin embargo, la extracción de agua para el riego de estas áreas desde los ríos y lagos puede poner en peligro ecosistemas acuáticos, como son los humedales, ocasionando pérdidas en su productividad y biodiversidad.

Durante las décadas recientes la agricultura bajo riego ha sido una fuente de producción de alimentos muy importante, los mayores rendimientos de los cultivos que pueden obtenerse en regadío son más del doble que los mayores que pueden obtenerse en secano. Incluso la agricultura bajo riego con bajos insumos es más productiva que la agricultura de secano con altos insumos.

Según la Secretaria Nacional del Agua 2012 la mayor parte del consumo del agua en el Ecuador, se destina al riego, estimándose su uso en un 80% del consumo total. Es así la

importancia de determinar la calidad del agua que se utiliza en diversos cultivos. El agua para riego debe mantener características físicas, químicas y microbiológicas que no alteren el desarrollo de las plantas ni se vean afectados por contaminación química, por residuos de la producción industrial de químicos, metalúrgicas, escurrimientos de pesticidas de tierras agrícolas u otros, que incidan en la calidad de los productos agrícolas de consumo humano.

En el marco de lo que establece la Constitución de la República del Ecuador (2008), el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización (COOTAD), asigna al nivel de gobierno autónomo descentralizado provincial (GADP), la competencia de "planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego"; se estima que el 70% de la producción agropecuaria del país está relacionada al riego y drenaje, por lo que es de relevante importancia para el desarrollo nacional.

2.3 Agua para Riego

De acuerdo con la FAO 2011 (La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) para aumentar la productividad y calidad del agua en sus diferentes fases de distribución y consumo se deben definir políticas y promulgar las leyes que sean necesarias. En muchos países, los gobiernos centrales están poniendo la responsabilidad de la gestión de los sistemas de riego a asociaciones locales de usuarios. Se está intentando involucrar a agricultores y pequeños propietarios, a hombres y mujeres, en la planificación y gestión de los recursos hídricos en sus diferentes fases.

De acuerdo lo citado por Hernández 2006 (pág. 1), la utilización de los recursos de agua dulce deja mucho que desear en la agricultura. En algunos casos, estos recursos son sobreexplotados si el consumo despunta al suministro de recursos renovables, originándose así una situación insostenible. Generalmente, el despilfarro en una zona priva a otras áreas del agua que necesitan, disminuyendo allí la producción agrícola y el empleo. Otros casos de mala gestión del agua se deben a la extracción de agua de buena calidad y al retorno al sistema hidrográfico de aguas de calidad inadmisible.

2.4 Calidad del agua para el riego

La agricultura de regadío depende de tanto la cantidad como de la calidad del agua, "el concepto de calidad de agua se refiere a las características de las aguas que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, es decir la relación entre la calidad del agua y las necesidades del usuario" (Wescott, 2002 pág. 11)

Según la OEA 2014 (Organización de los Estados Americanos) en estudio realizado sobre la investigación del agua para la agricultura, define la calidad del agua por una o más características físicas, químicas o biológicas que pueden varían significativamente, donde el principal problema que se identifica es lo referente a la salinidad que posee la misma.

2.5 Clasificación del agua para riego.

La evaluación de la calidad del agua adecuada para el riego de cultivos agrícolas, se presidirá mediante la evaluación de los indicadores de exigencias técnicas de su composición que determinará la posibilidad de uso de la misma.

Según Fuentes, 2003 pág. 67, la calidad del agua para riego depende no solo de su contenido en sales, sino también del tipo de sales, considerando de los problemas más acuciantes que se presentan son los relacionados con la: salinidad, la infiltración del agua en el suelo, así como la toxicidad, así como el aporte de nutrientes que puede generar el agua de riego.

2.6 Composición Química, Física y Microbiológica del Agua.

El agua contiene diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella. Desde el momento que se condensa en forma de lluvia, el agua disuelve los componentes químicos de sus alrededores, corre sobre la superficie del suelo y se filtra a través del mismo. Además, el agua contiene organismos vivos que reaccionan con sus

elementos físicos y químicos. Por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su uso como provisión a la población.

El agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, y al mismo tiempo perfectamente idóneo para otros. Los microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por el agua la hacen peligrosa para el consumo humano. Las aguas subterráneas de áreas con piedra caliza pueden tener un alto contenido de bicarbonatos de calcio (dureza) y requieren procesos de ablandamiento previo a su uso

2.7 Características Químicas del Agua

El agua está compuesta por iones, llamados al conjunto de átomos que adquieren carga positiva o carga negativa producto de una transferencia de electrones. Un átomo neutro puede donar o aceptar electrones. Dependiendo de esto, se pueden formar cationes y aniones. Los iones que se determinan en un análisis normal de agua para riego son:

Cationes (Ca^{2+}, $Mg2^{+}$; Na^{+}, K^{+}).

Aniones ($SO^{2-}{}_{4}$; Cl^{-}; $CO^{2-}{}_{3}$; $HCO^{-}{}_{3}$).

Un Catión se forma cuando un átomo neutro cede uno o más electrones. Queda entonces con carga positiva, es decir, posee una mayor cantidad de protones en su núcleo que de electrones, mientras que un Anión se forma cuando un átomo neutro acepta uno o más electrones. Queda entonces con carga negativa, es decir, posee una mayor cantidad de electrones que de protones en su núcleo.

Dentro de la clasificación de los cationes se encuentran:

Calcio. - Regularmente el calcio forma sales corrientemente solubles, con aniones como hidrogeno carbonato, sulfato, cloruro y fluoruro. En general, suele ser el catión mayoritario en las aguas. El calcio junto a otros elementos forma la "dureza" del agua. Las concentraciones de calcio en aguas varían mucho, pero en general suelen ir asociadas al nivel de mineralización; por esta misma razón, las aguas subterráneas habitualmente presentan contenidos mayores. El nivel promedio de calcio es de 114.0 mg. $L\text{-}1^{-1}$. (Sarabia *et al.*, 2011)

Magnesio. - Los metales de magnesio no están afectados por el agua a temperatura ambiente. El magnesio generalmente es un elemento poco reactivo, pero su reactividad aumenta con niveles de oxígeno. El magnesio reacciona con el vapor de agua para dar lugar a hidróxido de magnesio y gas hidrógeno. El nivel promedio de magnesio para el agua de riego es de 16.2 mg. L^{-1} (Sarabia et al., 2011).

Sodio. - Este es otro de los iones responsables de toxicidades específicas en los cultivos. Altos contenidos de iones de sodio en las aguas de regadío, afecta la permeabilidad del suelo y causa problemas de infiltración. Esto es porque el sodio cuando está presente en el suelo es intercambiable por otros iones. La abundancia de iones de sodio desplaza el calcio (Ca) y magnesio (Mg) y provoca la dispersión y desagregación del suelo, este se vuelve duro y compacto en condiciones secas y reduce la infiltración de agua y aire a través de los poros que conforman el suelo. El nivel promedio de sodio en el agua es de 91.5 mg.L^{-1}. (Sarabia *et al*., 2011).

Potasio. - El potasio ocurre naturalmente en el agua en pequeñas cantidades. Los arroyos de agua dulce suelen llevar de dos a tres partes por millón de potasio El potasio entra en el agua cuando los arroyos lavan las rocas y arcillas que contienen potasio y se instala en el suelo del océano como sedimento. La presencia de potasio en el agua de riego, hay que tomar en cuenta, desde el punto de vista de la aportación de este nutriente al suelo. El nivel promedio de potasio en el agua es de 32.0 mg. L^{-1}. (Sarabia *et al*., 2011).

Cloruro. - De acuerdo con Lenntech 2012 este ion es uno de los más conocidos, de todos los iones salinos. Su presencia en las aguas hace que los cultivos queden afectados con gran frecuencia de clorosis foliares acentuadas en las partes más iluminadas, que pueden degenerar en necrosis de los bordes foliares.

Sulfato. - El sulfato es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia,

una alta concentración de sulfato en el agua tiene un efecto laxativo cuando se combina con calcio y magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza del agua. Su nivel promedio en el agua es de 0 a 20 Meq/L. (Sarabia *et al*., 2011).

Carbonato. - Los iones de carbonato se combinan con Calcio y Magnesio precipitando en forma de carbonato cálcico ($CaCO_3$) o carbonato magnésico ($MgCO_3$). Las aguas naturales contienen cantidades significativas de CO disuelto como resultado tanto de la disolución del dióxido de carbono atmosférico como de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica. Este CO que penetra en el agua genera, en primera instancia, ácido

carbónico (H_2CO_3) el cual rápidamente entra a formar parte del complejo equilibrio ácido base en el que participan las diferentes formas carbonatadas presentes en un agua. (Sarabia et al., 2011).

Boro. - El boro (B-) es un elemento que existe de forma natural en el medio ambiente, se combina con el oxígeno y otros elementos para formar compuestos conocidos como boratos, estos están presentes en los océanos, las rocas sedimentarias, el carbón, y algunos suelos. Se obtiene principalmente a partir de minas de boro situadas en regiones áridas y puede aparecer naturalmente en algunas aguas por sustancia procedente de compuestos para limpieza o aguas residuales industriales. Su nivel promedio en el agua es de 0.39 mg. L^{-1}. Hasta un nivel máximo de 0.45 mg. L^{-1}. (Sarabia *et al*., 2011).

Nitritos/ Nitratos. - El nitrito (NO_2^-) es un estado intermedio de la oxidación del nitrógeno (N), tanto en la oxidación del amoniaco, puede llevarse a efecto por la acción bacteriana, esa oxidación y reducción puede ocurrir en las plantas de tratamiento de agua residuales, sistema de distribución del agua, y aguas naturales. Los niveles recomendados de nitritos en el agua para su uso son de 10mg.L^{-1}, pasado de este rango el agua no es apta para su consumo.

Otro peligro en la provisión de agua para consumo humano es la presencia de NO en aguas superficiales o subterráneas. El Servicio de Salud Pública de EE.UU. citado (Sarabia *et al*., 2011), señala que el agua para consumo humano no debe exceder los 10 mg N-$NO^{-.}$ L^{-1}, que es equivalente a 45 mg NO. L^{-1}

Fluoruro. - De acuerdo a Lenntech 2012 El flúor (F^-) es el primer elemento de la familia de los halógenos y el elemento químico más reactivo. El término "fluoruro" hace referencia a los compuestos que contienen el ión fluoruro (F^-) y "fluoruros" hace referencia a los compuestos que contienen fluoruro, ya sean orgánicos o inorgánicos.

El flúor no se encuentra como tal en la naturaleza. Sin embargo, los fluoruros son compuestos naturales que están en todas partes: en el suelo, el aire, el agua, así como en las plantas y los animales. Los fluoruros son importantes químicos industriales con gran número de usos, los más comunes son para la producción de aluminio, la fabricación de químicos especiales para la refrigeración y el aire acondicionado por fluorocarbonos, la fluoración de agua de bebida y la fabricación de una variedad de productos dentales

fluorados, así como también a menudo se añaden fluoruros a los suministros de agua potable.

Fosfato. - De acuerdo a Lenntech 2012 En las aguas naturales y residuales el fósforo se presenta mayoritariamente en forma de fosfatos, Estos son clasificados en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro, meta y otros polifosfatos) y fosfatos enlazados orgánicamente. Se encuentran en solución, en partículas o detritus o en cuerpos de organismos acuáticos y pueden provenir de diversas fuentes.

2.8 Características físicas del suelo.

Contenido total de sales. - Uno de los aspectos más interesantes desde el punto de vista del riego es el contenido en sales del agua. Este contenido puede ser peligroso cuando se encuentra en cantidades por encima de 1 $g.L^{-1}$ contabilizándose en esta cifra todos los iones existentes en el agua.

El contenido total de sales se determina midiendo la conductividad eléctrica, que es una de las determinaciones que se utilizan con mayor frecuencia. La conductividad eléctrica indica la facilidad con que una corriente eléctrica pasa a través del agua, de forma que cuanto mayor sea el contenido de sales solubles ionizadas, mayor será el valor de conductividad eléctrica.

El parámetro más importante para evaluar calidad de agua para riego es la concentración total de sales, usualmente medida como CE. Los valores de CE, con asembargo, la FAO considera al agua sin restricción cuando poseen valores inferiores de 0,7 $dS.m^{-1}$ y ligeramente moderada entre 0.7 y 3 $dS.m^{-1}$ y los daños pueden ser severos cuando estos valores sobrepasan los 3 $dS.m^{-1}$

Tabla 1

Conductividad eléctrica de diferentes tipos de aguas:

Muestra	CE a 25 °C
Agua de lluvia	0,15 mmhos/cm
Agua media de los ríos	0,2 – 0,4 mmhos/cm
Agua de rio de salinidad media	0,75 – 2,25 mmhos/cm

Dureza: El grado de dureza se refiere al contenido en Calcio en el agua. En general, las aguas muy duras son poco recomendables en suelos fuertes y compactos. Una forma de disminuir la dureza del agua es airearla, ya que de esta forma se puede inducir una precipitación del calcio.

PH. - Generalmente el pH del agua de riego no es un criterio usado para evaluar su calidad, debido a la disparidad existente en la capacidad tampón entre el agua y suelo, pero cuando se sospecha que las aguas hayan podido ser contaminadas por residuos industriales, éste es un buen índice de detección, pues puede salirse alarmantemente de los límites normales (7 a 8). (Proaño et al., 2004)

2.9 Características Microbiológicas

Las aguas poseen en su constitución una gran variedad de elementos biológicos. El origen de los microorganismos puede ser natural, es decir constituyen su hábitat natural, pero también provenir de contaminación por vertidos cloacales y/o industriales, como también por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia.

Dentro de la contaminación microbiológica se encuentran la presencia de Coliformes Totales, donde la contaminación del agua con bacterias Coliformes puede ser por varias vías, entre las que sobresale el escurrimiento desde los lotes de encierro de los animales, la aplicación de abonos y las filtraciones desde los tanques sépticos. El código alimentario argentino especifica que valores superiores a 3 NMP de Coliformes por 100 mL de agua representan un riesgo sanitario para el consumo humano. (Proaño et al., 2004)

En este sentido los Coliformes Fecales**,** indican un mayor grado de certeza de la posible presencia de patógenos entérica. Cuando mayor es la población de Coliformes fecales, mayor es la probabilidad que microorganismos patógenos estén presentes en el agua (Proaño et al., 2004). Dentro de este grupo el más común es la Escherichia Coli. Este organismo se separa del grupo total de Coliformes fecales por su habilidad de crecer a elevadas temperaturas y están asociadas solamente con la materia fecal de animales de sangre caliente (Erdal *et al*., 2003).

2.10 Rangos de clasificación del agua para riego según parámetros de calidad

La calidad del agua para riego depende no solo de su contenido en sales, sino también del tipo de sales contenidas en el agua de riego. Según Fuentes 2003 entre las problemáticas más comunes respecto a la calidad debido a los diferentes efectos que pueden tener señala las principales afectaciones a la salinidad por cuanto, el incremento del contenido de sales en la solución del suelo incrementa la tensión osmótica y, por tanto, el cultivo tiene que hacer mayor esfuerzo de succión para absorber el agua por las raíces. Esto como consecuencia a una disminución de la cantidad de agua disponible para el cultivo. Por otro lado expone que la salinidad de la solución del suelo es difícil de medir, por lo que se expresa normalmente por la salinidad de su extracto de saturación, que se obtiene mediante la determinación de la conductividad eléctrica a la temperatura ambiente y se corrige esa medición para pasarla a la que corresponde a 25° C. en la evaluación de la salinidad del agua de riego y la composición de las sales disueltas los iones de mayor interés son los cationes y aniones según se expresa a en la Tabla N°2.

Tabla 2

Iones más Importantes Contenidos en el Agua De Riego

Cationes	Aniones
Calcio	Cloruro
Magnesio	Sulfato
Sodio	Bicarbonato
Potasio	Carbonato

El contenido de cada uno de los iones presente se puede medir o expresar en miligramos (mg) o en miliequivalentes (meq) por litro. Para lo cual se tiene en cuenta las convenciones según se expresa en la Tabla N°3.

Tabla 3

Contenido de cada ion presente en miligramos (mg) o en miliequivalentes (meq) por litro.

IONES	mg contenidos en un meq	Meq contenidos en un mg
Calcio	20	0.0500
Magnesio	12.2	0.0819
Sodio	23	0.0434
Potasio	39.1	0.0256
Cloruro	35.5	0.0282
Bicarbonato	61	0.0164
Carbonato	30	0.0333

Según Urbano 2002, el contenido de sales en el agua, igual o inferior a 1g/L pueden considerarse buenas y su utilización para el riego no presentan ningún problema. Sin embargo, este criterio es muy simplista debido a que existen aguas con un grado de salinidad inferior a 1g/L que están generando problemas significativos en el cultivo, mientras que el agua en zonas regables se las usa con un grado de salinidad mayor a 2g/L. los análisis realizados a numerosas muestras de agua en zonas agrícolas del mundo indican que las sales más abundantes son las formadas por aniones cloruro, sulfato, bicarbonato y carbono, y los cationes sodio, calcio y magnesio.

Rodríguez *et al*., 2007, establece que el agua de riego es un medio de salinización de los suelos ya sea por un manejo incorrecto o por el uso de aguas con alto contenido de sales, señala que para clasificar la calidad dela gua para el riego desde el punto de vista de la salinidad se puede hacer mediante los criterios establecidos por la FAO, la cual estableces los parámetros y rangos según se expresa en la Tabla N°4

Tabla 4

Criterio de salinidad del agua de riego definido por la clasificación FAO 1987

Índice de salinidad	CE (mmhos/cm)	Riesgo de salinidad
1	<0.75	Sin problemas
2	0.75-3.0	Problemas crecientes
3	>3.0	Problemas serios

Concentración de Sales

De acuerdo al estudio realizado por Fuentes 2003, el conjunto de sales disueltas recibe el nombre de extracto seco. Para medir la concentración de estas sales se emplean dos procedimientos:

- ***Medición del contenido de sales:*** Se evapora en una estufa una muestra de agua se pesa el residuo sólido y se expresa el resultado en g/litro o en mg/litro igual a partes por millón (ppm).
- ***Medición de la conductividad eléctrica:*** La conductividad de una disolución es proporcional al contenido de sales disueltas e ionizadas contenidas en esa disolución

Las sales que interesan en el agua de riego son muy solubles e ionizables. Se puede conocer de manera indirecta conociendo el contenido salino de una disolución midiendo la cantidad de corriente que pasa la solución. La conductividad eléctrica varía con la temperatura, por lo que para normalizar medidas conviene expresarla a la temperatura de 25°C. La conductividad eléctrica se expresa en mho/cm a la temperatura de 25°C. Como en el agua los valores de la conductividad eléctrica son muy pequeños se utilizan los submúltiplos de mho: milimho= mmho= milésima de mho/ micromho= millonésima de mho. Según Urbano se mide en milimho/cm o, en el Sistema Internacional de unidades, en deciSiemen/m, en todos los casos a 25°C. Cuantitativamente, ambas unidades son iguales: 1mmho/cm= 1dS/m.

Uno de los aspectos de mayor importancia con respecto a la salinización es los relacionado con la Infiltración del agua en el suelo**,** donde un contenido relativamente alto de sodio y bajo de calcio significa que las partículas del suelo tienden a disgregarse, lo que ocasiona una reducción de la velocidad de infiltración del agua. Esta disminución de la infiltración puede ser de tal magnitud que implique poca disponibilidad de agua en el perfil del suelo.

Otro de los elementos de vital importancia a tener en cuanta en cuanto a la calidad del agua es lo relacionado con la Toxicidad, donde se plantea que los iones, tales como; sodio, cloro y boro, se pueden acumular en los cultivos en concentraciones suficientemente altas como para reducir el rendimiento de las cosechas.

Fuentes 2003 expone que las aguas que contienen oligoelementos en pequeñas concentraciones, pueden causar problemas de toxicidad. Las concentraciones máximas permisibles son de estos elementos de exponen en la Tabla N° 5.

Tabla 5

Concentraciones Máximas Permisibles de Oligoelementos

Oligoelementos	Concentración (mg/L)
Arsénico	0.10
Cobre	0.20
Hierro	5
Manganeso	0.20
Molibdeno	0.01
Zinc	2

Con respecto a la Toxicidad, Según Urbano 2002 algunos elementos que llevan disueltos el agua de riego pueden originar problemas por fitotoxicidad, aun a bajas concentraciones, los rangos de estos elementos se presentan en la Tabla N° 6.

Tabla 6

Clasificación de las Aguas Según Parámetros de Toxicidad

Elemento	Riesgos		
	No hay problema	Problema creciente	Grave problema.
Boro	B< 0.7 mg/L	0.7< B <2.0 mg/L	B > 2.0 mg/L
Cloro	Cl< 4 meq/L	< 4 Cl <10 meq/L	Cl > 10 meq/L
Sodio	**Na** < 3 meq/L	< 3 **Na** < 9 meq/L	Na > 9 meq/L

Carbonato sódico residual (RSC): Otro índice que puede mostrar la acción degradante del agua es el denominado carbonato sódico residual (C.S.R.), Alto contenido de carbonato (CO_3^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-) aumenta el índice de RAS (sobre >3-4meq/L o >180-240mg/L.

Los iones de carbonato y bicarbonato se combinan con Calcio y Magnesio precipitando en forma de carbonato cálcico ($CaCO_3$) o carbonato magnésico ($MgCO_3$) cuando la solución del suelo se concentra bajo condiciones secas.

La concentración de Ca y Mg decrece en relación al sodio y el índice RAS es mayor. Esto provoca la alcalinización y aumento del pH. Entonces, cuando el análisis del agua indica un nivel alto de pH, esto es una señal de que los valores de carbonatos y bicarbonatos son altos.

El Carbonato sódico residual (RSC), se calcula mediante la siguiente expresión:

$C.S.R. = (CO_3^- + CO_3H^-) – (Ca^{++} + Mg^{++})$

Los valores aceptados del CSR se expresan en la Tabla N°5.

Dureza

Este índice se refiere al contenido de calcio en el agua. Es importante para conocer por un lado, el riesgo de obstrucciones en los ramales de riego, goteos y boquillas, y por otro para indicarnos la utilidad de un agua en determinados tipos de suelo.

En general se plantea que las aguas muy duras son poco recomendables en suelos fuertes y compactos. Una forma de disminuir la dureza del agua es airearla, ya que de esta forma se puede inducir una precipitación del calcio.

Cuando se trata de rescatar suelos con excesivo contenido en sodio, es aconsejable, de ser posible, el empleo de aguas duras. El cálculo de la dureza del agua, expresada en grados franceses, se hace aplicando la siguiente fórmula:

Grados hidrométricos franceses = □Ca^{2+} (mg/L) x 2.5+ Mg^{2+} (mg/L) x 4.12/10

Por ejemplo, para corregir un suelo con exceso de sodio (acción degradante sobre la estructura), es aconsejable el empleo de aguas ricas en calcio para que este elemento desplace al sodio en las uniones entre las partículas de suelo.
Un agua con mucho calcio es dura. Por el contrario, si tiene poco calcio se considera blanda.

También la calidad del agua es definida, mediante El índice de Scott o alcalimétrico, también denominado, coeficiente alcalimétrico el cual se define como la altura de agua, en pulgadas, que después de la evaporación dejaría en un terreno vegetal, de cuatro pies de espesor, alcalinidad suficiente para imposibilitar el desarrollo normal de las especies vegetales más sensibles.

El cálculo del mismo se diferencia según los siguientes casos:

En el agua hay más cloruro del que se necesitaría, para compensar con todos los iones sodio producir la sal del cloruro sódico. Esto se expresa de la siguiente forma:

1. INa+I – 0.65 ICl-I es cero o negativo En este caso el índice alcalimétrico o de Scott tiene el siguiente

valor: k = 2040 ICl-I 16

2. Si INa+I – 0.65 ICl-I es positivo, pero no mayor que 0.48 (SO4), el coeficiente alcalimétrico tiene el siguiente valor:

k = 6620 INa+I + 2.6 ICl-I

3. Si INa+I – 0.65 ICl-I, - 0.48 ISO4 =I, es positivo, el coeficiente alcalimétrico tiene el siguiente valor: k = 662 (INa+I – 0.32 ICl-I – 0.43 ISO4=I)

Los iones se los expresa en mg/litro.

Tabla 7

Calidad del agua Valores de k, índice alcalimétrico o de Scott.

Calidad del Agua	Valores de K
Buena	<1.2
Tolerable	1.2 - 6.0
Mediocre	6.0 – 18
Mala	>18

Tabla 8

Clasificación del agua según el nivel de CSR, dureza y otros elementos de interés

PARAMETROS	UNIDAD	RECOMENDACIÓN
Carbonato de sodio	<1.25Meq/L (28.7 mg /L)	Aguas Recomendables
	1.25 y 2.5 Meq/L	Aguas poco recomendables
	>2.5 Meq/L (57.5mg/L)	Aguas no recomendables
Dureza	<7	Muy dulce
	7-14	Dulce
	14-22	Medianamente dulce
	22-32	Medianamente dura
	32-54	Dura
	>54	Muy dura
Nitratos	0 a 10 mg.L-1	
Fosfatos	0 a 2 mg/L	
Nitritos	0 a 10 Meg/L	
Sulfato	0 a 20 Meq/L (0 a 640 mg/L)	
PH	6 a 8.5	

2.11Aspectos a considerar en la evaluación del agua para riego

Existen varias normas para la clasificación del agua de riego dentro de ellas las *Normas Riverside* las cuales tienen en cuenta la conductividad eléctrica y el R. A.S. Según estos dos índices, se establecen categorías o clases de aguas enunciadas según las letras C y S (primeras iniciales de cada uno de los índices escogidos) afectadas de un subíndice numérico cuyo valor aumenta de acuerdo al índice respectivo. Según la Figura N° 1 indica que se establecen las calificaciones correspondientes a cada caso; como norma general, a medida que aquellos subíndices toman valores más altos, la calidad del agua es peor.

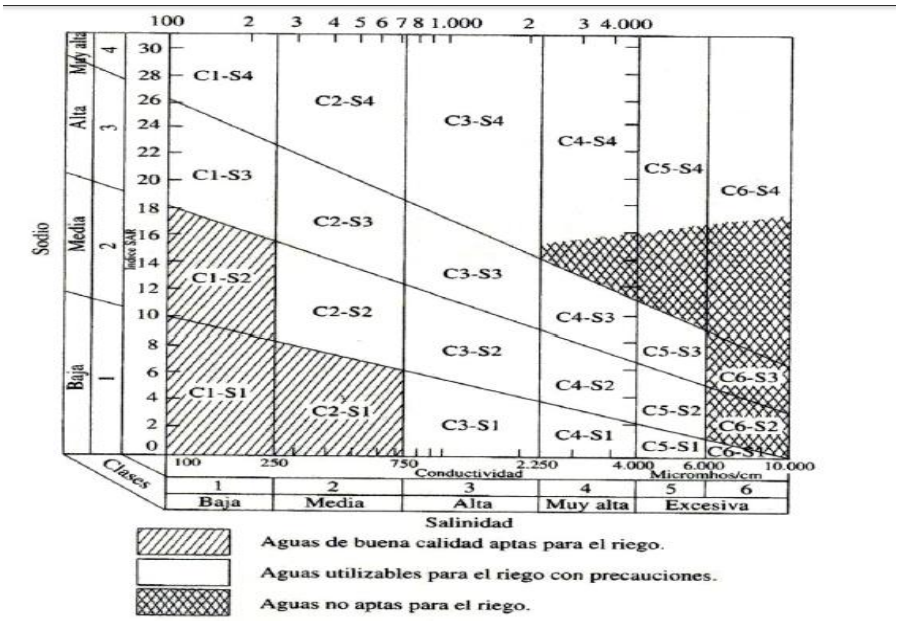


Figura N° 1Diagrama de normas de Riverside, para la clasificación de agua de riego

Existen otras normas como son las Normas de L.V. Wilcox, la cual se basa en clasificar el agua para riego según el porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica.

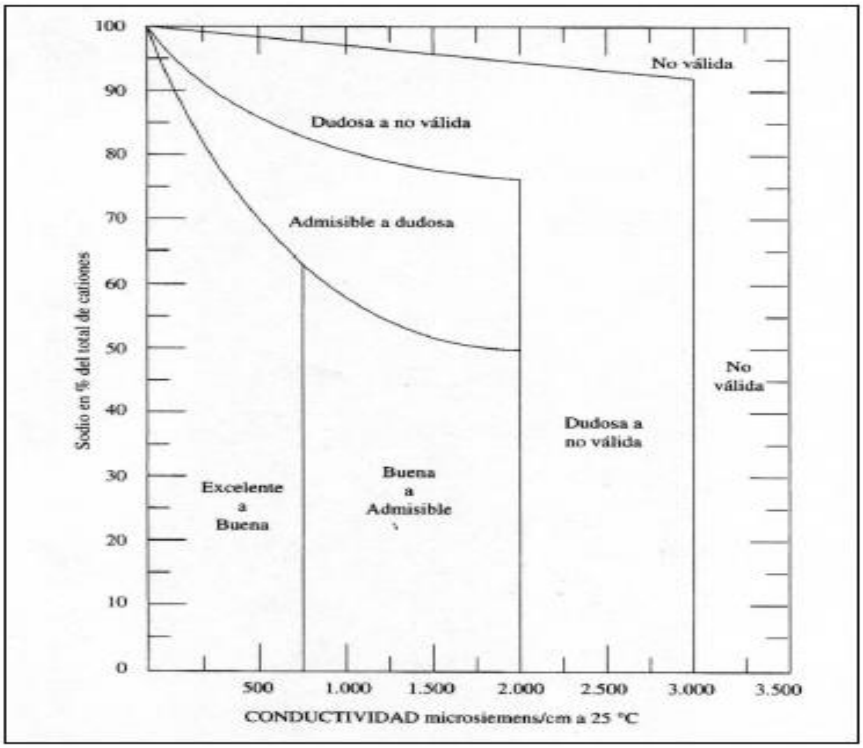


Figura N° 2 Calificación de las aguas por porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica.

DIRECTRICES DE LA FAO – 1987

La FAO estableció en 1976 las primeras directrices para la interpretación de la calidad del agua de riego, que posteriormente fueron revisadas en los años 1985 y 1987 donde se introdujeron en ellas los resultados obtenidos en diferentes investigaciones llevadas a cabo en todo el mundo. Las directrices se refieren a los efectos a largo plazo de la calidad del agua de riego sobre los rendimientos de los cultivos, las condiciones de suelo y el manejo agrícola. Las directrices establecidas por la FAO se establecen en la tabla N° 9

Tabla 9

Directrices establecidas por la FAO se establecen 1987

TIPO DE PROBLEMA	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
	NINGUNO	LIGERO - MODERADO	SEVERO
1 – SALINIDAD			
CEi ($mS.cm^{-1} = dS.m^{-1}$) O	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Sólidos Disueltos Totales SDT ($mg.l^{-1}$)	< 450	450 – 2.000	> 2.000
2 – INFILTRACIÓN			
RAS = 0 – 3 y CEi =	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
3 – 6 " " =	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
6 – 12 " " =	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
12 - 20 " " =	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
20 - 40 " " =	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
3 – TOXICIDAD IÓNICA ESPECÍFICA			
SODIO (Na)	< 3,0	3,0 – 9,0	> 9,0
Riego por superficie (RAS)	< 3,0	> 3,0	
Riego por aspersión ($me.L^{-1}$)			
CLORURO (Cl)			
Riego por superficie ($me.L^{-1}$)	< 4,0	4,0 – 10,0	> 10,0
Riego por aspersión ($me.L^{-1}$)	< 3,0	> 3,0	

BORO (b) (mg.L^{-1})	**< 0,7**	**0,7 – 3,0**	**> 3,0**
<u>4 - VARIOS</u>			
NITRÓGENO (NO_3 – N) (mg.L^{-1})	**< 5,0**	**5,0 – 30 ,0**	**> 30,0**
BICARBONATO (CO_3H^-)	**< 1,5**	**1,5 – 8,5**	**> 8,5**
Riego por aspersión (me.l^{-1})	**Amplitud normal = 6,5 – 8,4**		
pH			

Aspecto Microbiológico

En el aspecto microbiológico según Rodríguez et al., 2007 es recomendable establecer una directriz estricta máxima de 200 Coliformes fecales por 100mL. Pero los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 en México, mencionan límites máximos permisibles (LMP) para Coliformes totales y fecales de 1000 (NMP/100 mL), en el caso de agua de riego.

Dentro de estos organismos patógenos que se transmiten por el agua están; la fiebre tifoidea, gastroenteritis viral o bacterial y la hepatitis tipo A. La presencia de contaminación fecal es un indicador del potencial riesgo a la salud existe por la exposición al agua. La bacteria Coliformes fecal, puede estar presente por la descarga de aguas residuales domésticas y por fuentes de contaminación difusa de humanos y animales.

Nutrientes en el Agua De Riego.

Según Fuentes et al., 2003 la mayor parte del nitrógeno contenido en el agua de riego se encuentra habitualmente bajo la forma de nitrato, que es asimilado directamente por el cultivo. La concentración de nitrógeno en forma amonio rara vez supera 1mg/litro, siempre y cuando el agua de riego contenga agua residual o fertilizantes amoniacales. El cultivo se puede ver afectado si el nitrato sobrepasa de 5mg/

2.12 Parámetros de la Evaluación del Agua

Un estudio realizado en el Valle de Guadalupe, en México en el año 2009 por Salgado et al., 2009 establece que en los suelos agrícolas se midió el pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y la concentración de los principales iones en las aguas de 66 pozos, de un total de 754 que se encontraban en operación en el acuífero durante 2009. Y se analizó en el extracto de pasta de saturación de muestras de suelo el pH, conductividad eléctrica, carbonato, bicarbonato, cloruro, sulfato, boro, fósforo, nitrato, calcio, magnesio, sodio, potasio, amonio. El 74% de los suelos estudiados presenta una cantidad superior a 15 mg kg-1 de nitratos, y por tratarse de suelos arenosos se atribuyen problemas de contaminación a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados.

La salinidad del agua está presente en todo acuífero del Valle de Guadalupe (clasificada como C3 y C4 en 85.9%), pero la salinidad del suelo (pHpromedio= 7.6).

Tabla 10

Indicadores estadísticos de la concentración de metales pesados y micronutrientes en las muestras de agua recolectada en pozos del Valle de Guadalupe.

Indicador	Cd	As	Pb	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg L^{-1})							
Mínimo	0	0	0	0.026	0	0	0	0
Promedio	0.001	0.009	0.001	0.116	0.003	0.17	0.134	0.075
Mediana	0	0.009	0	0.101	0	0.008	0.011	0.002
Máximo	0.004	0.023	0.008	0.844	0.059	9.791	3.618	1.09
*LI	0.01	0.05	1	1	0.2	5	0.2	2
**LS	0.1	0.1	5	3	1	10	4	4

El estudio realizado por Sarabia et al., 2011, sobre la Calidad del Agua de Riego en Suelos Agrícolas y Cultivos del Valle de San Luis Potosí, México indica que las muestras de agua, suelo y cultivos fueron analizadas para evaluar sus características químicas. En el caso del agua, se analizaron también sus características microbiológicas. Se detectó que algunas muestras de agua sobrepasaron el límite permisible de las normas oficiales mexicanas para uso agrícola en la concentración de sulfatos (SO_4^{-2}) y la conductividad eléctrica (CE), lo cual representa un exceso de sales en el agua. También sobrepasan las

normas, en algunos casos, las concentraciones de Coliformes fecales (NMP/100 mL). Se encontró que los nitratos presentan altas concentraciones en el agua de riego. En el suelo se encontraron concentraciones de metales en niveles dentro de la norma. En el caso de los cultivos analizados, el análisis bromatológico no detectó un exceso de metales, dado que se encuentran en un grado de suficiencia. Sin embargo, se recomienda realizar un análisis más amplio de elementos traza, tanto en agua como en suelos y cultivos para observar si existen otros elementos que pudieran causar un problema de salud pública. El caso del agua de uso agrícola, algunas muestras excedieron los límites de coliformes fecales, sulfatos, sólidos totales y salinidad (expresada como conductividad eléctrica).

En general, sólo cultivos sensibles a las sales podrían verse afectado en el rendimiento. También en el caso de las muestras que excedieron el valor de 3 de la RAS, pueden tener problemas con el riego por aspersión, no así con el sistema de riego por goteo o de gravedad.

CAPITULO III METODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.1 Ubicación

La investigación se realizó en el Cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador. La cabecera cantonal es la ciudad de Santa Ana de Vuelta Larga. Santa Ana tiene 6 parroquias:

- ✓ Parroquias Urbanas
  - ✓ Lodana
  - ✓ Santa Ana
- ✓ Parroquias Rurales
  - ✓ Ayacucho
  - ✓ La Unión
  - ✓ San Pablo
  - ✓ Honorato Vásquez

El estudio se realizó en la parroquia Honorato Vásquez donde se encuentra la represa Poza honda, y en la parroquia Lodana, por donde pasa el sistema de riego.

Figura N° 3 Mapa político de Santa Ana

3.2 Puntos de muestreo

Las muestras se tomaron en 3 puntos, según se expone en la Tabla N°11.

Tabla 11

Identificación de los puntos de muestreos

CODIGO	NOMBRE DEL SITIO	FUENTE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
1	Parroquia Honorato Vásquez	Represa Poza Honda	588860	9876862	121
2	Entrada a parroquia Lodana	Canal de riego	5680025	9868830	80
3	Salida a parroquia Lodana	Canal de riego	567820	9870647	61

3.3 Tipo de Muestra

La muestra fue simple y puntual, ésta representó la calidad del agua solamente en el tiempo y en el lugar que se toma la muestra, las muestras son recogidas de forma manual.

3.4 Toma de Muestra

Las muestras se depositaron en recipientes de plástico nuevo y esterilizado de 0,5 L de volumen, y la identificación se la realizo con cintas auto adheribles, donde se le coloco con un marcador indeleble el código, fecha y lugar.

3.5 Preservación de la Muestra

Se utilizó una nevera portátil con refrigerantes para las muestras que no se analizaron in situ y tuvieron que ser conservadas para el laboratorio.

Tabla 12

Parámetros de medición

PARAMATROS IN SITU (ESPECTROFOTOMETRO)	PARAMETROS DE LABORATORIO
✓ Nutrientes: Nitratos, nitritos y fosfatos	✓ Conductividad Eléctrica
✓ Metales: Boro y Sulfato	✓ Alcalinidad
✓ Potencial de Hidrogeno	✓ Carbonatos
	✓ Bicarbonatos
	✓ Cloruros
	✓ Dureza cálcica
	✓ Dureza magnésica
	✓ Dureza total
	✓ R.A.S.
	✓ C.S.R.
	✓ Potasio
	✓ Coliformes Totales
	✓ Coliformes Fecales

3.6 Equipos y metodologías empleadas para el estudio de la calidad del agua

El espectrofotómetro es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medidas de absorción en función de la longitud de onda, tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra, también es utilizado en los laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y microorganismos. Para este tipo de investigación de campo se utilizará el espectrofotómetro de HACH, modelo DR 1900 con un método de medición

VIS para métodos de análisis de aguas de HACH y HACH LANGE, tiene un rango de longitud de onda de 340 a 800 nm, ancho de banda espectral de 5nm, exactitud de longitud de onda de ± 2nm, rango de medida fotométrica de ±3.0 y exactitud fotométrica 3 mAbs. (Manual de espectrofotómetro, 2014 pag.30).

Además, se contó con los laboratorios de entidades estatales como Agrocalidad (Agencia Ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del Agro) que es la Autoridad Nacional Sanitaria, Fitosanitaria y de Inocuidad de los Alimentos, encargada de la regulación y control sanitario agropecuario en Ecuador, para completar los análisis de las muestras obtenidas en la investigación del agua para riego.

Para medir los parámetros in situ se utilizaron los siguientes equipos

- ✓ Espectrofotómetro HACH, modelo DR 1900 portátil con un método de medición VIS para métodos de análisis de aguas.
- ✓ Potenciómetro o pH metro para determinar el pH.

Para medir los parámetros en el laboratorio se utilizarán los siguientes equipos

- ✓ Volumétrico para medir volúmenes.
- ✓ Espectrómetro de absorción atómica.
- ✓ Conductimétrico para medir conductividad, TDS y salinidad.

Todos los equipos se calibraron antes de empezar las mediciones con sus respectivos estándares y de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

3.7 Fase de Muestreo

La toma de muestras se ejecutó en los sitios determinados en la fase de inspección bajo un cronograma establecido. Para la determinación de la calidad del agua se realizó análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua, considerando un total de 19 parámetros. Se procedió en los 3 sitios a la medición con equipos portátiles los siguientes parámetros *in situ: Potencial de hidrogeno, nitratos, nitritos, fosfatos, sulfatos y el boro*. Para complementar el análisis de la calidad del agua se procedió a tomar muestras de agua para el análisis en laboratorio de los siguientes parámetros: Conductividad Eléctrica, Alcalinidad total, Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros,

Dureza cálcica, Dureza Magnésica, Dureza total, R.A.S., C.S.R., Potasio, Coliformes totales y Coliformes fecales.

Los parámetros escogidos son los que presentan mayor relación a fuentes de contaminación del agua de riego y que pueden tener efectos adversos sobre los cultivos.

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de la Calidad de Agua Empleada en el Riego, Parámetros Químicos, Según los Puntos de Muestreo

4.1.2 Comportamiento del pH

En la Tabla N° 13 se relacionan los resultados de los análisis realizados a las aguas en los distintos puntos de muestreos y su interpretación según las normas FAO 1987, se aprecia según las evaluaciones efectuadas, que los valores de pH, se encuentran entre 6,69 y 8,03, siendo ligeramente inferior en el punto 1 de muestreo (Represa Poza Honda), este valor puede estar dado por el dióxido de carbono disuelto que hace que aumente la acidez del agua, sin embargo en los puntos de muestreo 2 y 3 el pH, tiene valores donde clasifica el agua en ligueramente alcalina, estos resultados pueden estar dados porque el agua con alto pH puede ser resultado de minerales disueltos producto de la sedimentación que afecta al canal de riego. El valor del pH del agua de riego es un indicador a considerar, por cuanto nos da información en los riesgos y los beneficio en cuanto a que el agua con alto pH tiene un sabor un poco como el bicarbonato de sodio. El agua de bajo pH, por otra parte, puede tener un sabor amargo o metálico, y puede contribuir a la corrosión. El agua con pH alto es a menudo dura y se señala que el agua dura no representa un riesgo para la salud, pero puede causar problemas estéticos.

4.1.3 Conductividad Eléctrica, RAS y C.R.S.

Un indicador de extraordinaria importancia en el análisis y caracterización de las aguas de riego es lo relacionados con la CE, la cual nos da criterio del contenido total de sales presente en la misma, y el riesgo de que se produzca una salinización de los suelos, según la norma de la FAO 1987, se establecen tres rangos de criterios para caracterización del agua según los valores de la CE, como se aprecia en la Tabla N°13. Los valores de CE tanto en el punto 1 como en el punto 3 son inferiores de a 0,7 dS/m, por lo que el agua no presenta ningún grado de restricción para el riego, sin embargo en el punto 2 el valor es de 0,816 lo cual clasifica al uso del agua para uso agrícola como ligeramente restringido, este cambio puedo estar dado por vertimientos de residuos, tanto de la comunidad como insumos productivos, fertilizantes, lo que trae consigo un aumento de la CE del agua, aspecto que se le debe prestar atención para evitar una

posible contaminación del agua, afectando a los suelos y los cultivos.. Resultados de trabajos desarrollados han demostrado que la CE aumenta en cuanto sea mayor la cantidad de solidos disueltos o cuanto mayor sea la concentración de sales.

Tabla 13

Los valores de CE en dS/m y PH en cada uno de los puntos de muestreos

CODIGO	NOMBRE DEL SITIO	FUENTE	pH	Valores de CE (dS/m)	Criterio de evaluación Según norma FAO (1987)
1	Parroquia Honorato Vásquez	Represa Poza Honda	6,69	0,143	Ninguno
2	Entrada a parroquia Lodana	Canal de riego	7,61	0,816	Ligero
3	Salida a parroquia Lodana	Canal de riego	8,03	0,143	Ninguno

En la Tabla N° 14 se presentan los valores correspondientes a la RAS y C.S.R. los cuales, permiten analizar los riesgos de afectación a la infiltración de los suelos producto del contenido de sodio con respecto al calcio y el magnesio, para lo cual se establecen rangos de clasifican de la RAS y de la CE, establecidos por la FAO en 1987. Como se puede apreciar de acuerdo con los valores obtenidos no existen restricción del agua para riego según los valores obtenidos de las RAS y de la CE, por cuento tanto uno como el otro se encuentran por debajo de los valores establecidos que pudieran restringir el uso del agua para este propósito. En los puntos muestreado, los valores demuestran, que no existe riesgo de que pueda producirse compactación del suelo por problemas de la salinidad causada fundamentalmente por ion sodio El cálculo de carbonato sódico residual CSR se emplea para predecir la tendencia del calcio y magnesio a precipitar en el suelo cuando se riega con aguas altamente carbonatadas. Cuando esto ocurre, aumentara la proporción

relativa de sodio presente en el suelo, es decir, aumentara el valor de RAS y por tanto, el riesgo de sodificación del suelo, a pesar de que la cantidad presente de sodio no ha variado. En este sentido se observa que los valores del C.S.R. se encuentra por debajo de 1,25 Meq/L.

Tabla 14

Los valores de RAS y CSR en cada uno de los puntos de muestreos

CODIGO	NOMBRE DEL SITIO	FUENTE	RAS	C.S.R. Meq/L	Criterio de evaluación Según norma FAO (1987)
1	Parroquia Honorato Vásquez	Represa Poza Honda	0,41	<1,25	Ninguno
2	Entrada a parroquia Lodana	Canal de riego	1,00	<1,25	Ninguno
3	Salida a parroquia Lodana	Canal de riego	0,85	<1,25	Ninguno

4.1.4 Comportamiento de la dureza del agua.

Este índice se refiere al contenido de calcio en el agua. Es importante para conocer, por un lado, el riesgo de obstrucciones en los ramales de riego, goteos y boquillas, y por otro para indicarnos la utilidad de un agua en determinados tipos de suelo.

En general se plantea que las aguas muy duras son poco recomendables en suelos fuertes y compactos. Una forma de disminuir la dureza del agua es airearla, ya que de esta forma se puede inducir una precipitación del calcio.

Cuando se trata de rescatar suelos con excesivo contenido en sodio, es aconsejable, de ser posible, el empleo de aguas duras. Según se observa en la Tabla N° 15 el comportamiento

de la dureza en las muestras tomadas nos da como resultado aguas muy duras por exceso de calcio en mayor proporción y magnesio.

Tabla 15

Comportamiento de la dureza del agua en los puntos de muestreo

PUNTOS/DUREZA	DUREZA MAGNESICA	DUREZA CALCICA	DUREZA TOTAL	EVALUACION
PUNTO 1	22,73	48,47	71,20	MUY DURA
PUNTO 2	135,03	297,89	432,92	MUY DURA
PUNTO 3	80,84	176,04	256,87	MUY DURA

4.1.5 Análisis de Toxicidad del agua.

En la clasificación del agua para riego otro aspecto de interés a tener en cuenta es lo relacionado la Toxicidad iónica específica, Urbano 2002 señala que algunos elementos que llevan disueltos el agua de riego pueden originar problemas por la fitotoxicidad, aun a bajas concentraciones, entre ellos, el Cloruro, Boro y el Sodio. En la Tabla N° 16 se exponen los valores obtenidos de estos iones en cada uno de los puntos muestreados y su valoración de acuerdo con la norma de la FAO 1987, se aprecia que ión cloruro presenta en todos los muestreos realizados valores por debajo der 1Meq/L. lo cual evidencia que no existen riesgo de toxicidad de las plantas, por este ión independientemente de la tecnología de riego que se aplique.

Con respecto al Ion Boro, el cual puede provocar necrosis celular en las plantas y se observa que lo valores obtenidos, oscilan entre 0,5 y 1,0 mg/L, donde en los puntos de muestreos 2 y 3 los valores obtenidos están por encima del rango mínimo de 0,7 mg/L, lo que evidencia la posibilidad de que se produzcan afectaciones a los cultivos de tipo toxicas por la aplicación de esta agua.

En lo referente al ion sulfato los valores obtenidos oscilan entre los 0,18 y 0,22 mg/L, valores que se encuentran en un rango óptimo de acuerdo con lo planteado por Sarabia et al., 2011.

Los valores de los iones medidos y evaluados, para determinar el grado de toxicidad del agua de riego en los puntos de muestreos, evidencian que excepto el Boro, que se encuentra ligueramente alto, los demás presentan valores óptimos por lo que no existe el riesgo que se produzca fitotoxicidad por el efecto de estos iones.

Tabla 16

Valores obtenidos de los iones en cada uno de los puntos muestreados y su valoración de toxicidad de acuerdo con la norma de la FAO 1987

CODIGO	NOMBRE DEL SITIO	FUENTE	Cloruro Meq/L	Boro Mg/L	Sulfato mg/L
1	Parroquia Honorato Vásquez	Represa Poza Honda	0,27	0,5	20
			Ninguno	Ninguno	Ninguno
2	Entrada parroquia Lodana	Canal de riego	0,76	0,8	18
			Ninguno	Moderado	Ninguno
3	Salida a parroquia Lodana	Canal de riego	0,86	1,0	22
			Ninguno	Moderado	Ninguno

4.1.6 Resultados de los parámetros microbiológicos.

Es de vital importancia incluir estos parámetros para el análisis de la calidad de agua para riego, especialmente cuando se utiliza en cultivos como hortalizas o de aplicación directa, ya que puede contener microorganismos patógenos causantes de muchas enfermedades del ser humano.

Ante esto el análisis microbiológico del agua nos permite especificar una calidad de agua aceptable, que garantice su idoneidad para el riego de los cultivos. Según nos dicta la norma ecuatoriana para la calidad de agua para riego, los límites permisibles de Coliformes totales y Coliformes fecales son los siguientes:

- ✓ Número más probable (NMP) de organismos Coliformes: 5000 / 100 ml.
- ✓ Número más probable (NMP) de organismos Fecales: 1000 / 100 ml.

Los valores medidos y evaluados en los puntos de muestreos que se encuentran en la Tabla N° 17, no evidencian riesgo del agua para su utilización en el riego por cuanto no sobrepasan los límites permisibles.

Tabla 17

Valores obtenidos de Coliformes Totales y Fecales en cada uno de los puntos muestreados

CODIGO	NOMBRE DEL SITIO	FUENTE	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
1	Parroquia Honorato Vásquez	Represa Poza Honda	COLIFORMES TOTALES	NMP	>1600 NMP/100ml
			COLIFORMES FECALES	NMP	49 NMP/100ml
2	Entrada parroquia Lodana	Canal de riego	COLIFORMES TOTALES	NMP	920 NMP/100ml
			COLIFORMES FECALES	NMP	49 NMP/100ml
3	Salida a parroquia Lodana	Canal de riego	COLIFORMES TOTALES	NMP	>1600 NMP/100ml
			COLIFORMES FECALES	NMP	540 NMP/100ml

4.1.7 Aporte de nutrientes en el agua de riego.

Los nutrientes son substancias necesarias para las funciones del metabolismo y fotosíntesis en las plantas, así que es de particular importancia conocer la cantidad de estos que se encuentran en el agua de riego. En la Tabla N° 18 se expresan los valores que se obtuvieron en los análisis de los puntos muestreados.

Tabla 18

Valores de nutrientes en los análisis de los puntos muestreados.

	NUTRIENTES		
	Fosfato	**Nitrato**	**Potasio**
POZA HONDA 1	0.28 mg/L	0.3 mg/L	1,6 mg/L

CANAL 2	0.56 mg/L	0.5 mg/L	8,8 mg/L
CANAL 3	0.83 mg/L	0.8 mg/L	7,34 mg/L

Con los análisis se puede tener una estimación de los aportes de nutrientes que posee el agua de riego, en la Tabla N° 19 nos mostrara la cantidad en Kilogramos de nutrientes que aporta el agua en sus diferentes puntos de muestras a un cultivo de maíz de 10000 m2, con un requerimiento hídrico de 4 ml/día, en un periodo de riego de 70 días, donde se puede concluir que el punto 3, es el que mayor aporte realiza, por lo que a lo largo del curso del canal el agua se va enriqueciendo de los mismos.

Tabla 19

Aporte de nutrientes del agua en los diferentes puntos muestreados a un cultivo de maíz

Cultivo de maíz		**NUTRIENTES**		
		Fosfato	**Nitrato**	**Potasio**
Superficie: **10000 m2** Requerimiento Hídrico: **4 ml/día** Periodo de riego: **70 días**	**POZA HONDA 1**	0.28 mg/L **(0,78 Kg)**	0.3 mg/L **(0,84 Kg)**	1,6 mg/L **(4,5 Kg)**
	CANAL 2	0.56 mg/L **(1,57 Kg)**	0.5 mg/L **(1,4 Kg)**	8,8 mg/L **(24,64 Kg)**
	CANAL 3	0.83 mg/L **(2,32 Kg)**	0.8 mg/L **(2,24 Kg)**	7,34 mg/L **(20,5 Kg)**

CAPITULO V CONCLUSIONES

1. A través del desarrollo de la investigación se seleccionó los puntos de muestreo teniendo en cuenta la fuente principal del agua de riego, la cual se encuentra en la Represa Poza Honda, y en dos puntos del canal de conducción en la parroquia Lodana, debido a que es considera una zona agrícola de gran importancia dentro de la provincia.
2. Los parámetros establecidos para la caracterización del agua de riego fueron considerados por sus características químicas: Aniones y Cationes; Físicos: tales como Ph, Conductividad Eléctrica, Dureza y Salinidad y por ultimo dentro de los parámetros Microbiológicos se encuentran los Coliformes Totales y Coliformes Fecales.
3. Se caracterizó el agua del canal de riego en tres puntos muestreados bajo la norma de la FAO 1987.

CAPITULO VI RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de análisis de agua de riego en un periodo de un año en el canal de riego para caracterizarlas en las estaciones de invierno y verano.
2. Estudiar y analizar con profundidad los valores de los parámetros considerados muy altos o fuera del rango permisible según la norma de la FAO 1987
3. Se aconseja la utilización del equipo de espectrofotometría para los posteriores análisis de agua de riego.

CAPITULO VII BIBLIOGRAFIA

Baccaro, K. (2006). Calidad de Agua para Riego y Consumo Humano. Argentina.

Codigo Organico de Organizacion Territorial, autonomia y descentralizacion. (2008). Consitucion de la Republica del Ecuador. Montecristi.

Erdal. (2003). Calidad de Agua para Consumo Humano . Colombia.

FAO (Organizacion de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentacion). (2011). Agua para Riego.

Fuentes, Y. (2003). Tecnicas de Riego . Mexico.

HACH. (2014). Manual de Espectofotometro. EEUU.

Lenntech. (2012). Elementos Quimicos.

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuacultura y Pesca). (2015). Agricultura del Ecuador. Ecuador.

OEA (Organizacion de Estados Americanos). (2014). Calidad de Agua. EEUU.

Perez, H. H. (2006). Estimacion de Evapotranspiracion en el cultivo. Mexico.

Proaño, J. (2004). Determinacion de las Aguas de Calidad de Riego. Ecuador.

Rodriguez. (2007). Clasificacion del Agua para Riego. Mexico .

Salgado, J. (2009). Efecto de la Calidad del Agua . Mexico.

Sarabia, I. (2011). Calidad de Agua para Riego en Suelos Agricolas. Mexico.

SENAGUA (Secretaria Nacional del Agua). (2012). Consumo de Agua del Ecuador para zonas de riego. Ecuador.

Urbano, P. (2002). Fitotecnia. España: S.A. MUNDI-PRENSA LIBROS.

Wescott. (2002). Calidad de Agua para Riego. España.

CAPITULO VIII ANEXOS

Anexo N° 1Presupuesto

		CANTIDAD	DETALLES	COSTO TOTAL	
			EQUIPO		**6500**
		1	Espectrofotómetro Portátil	6500,00	
	TANGIBLES	1	**EQUIPOS TECNICOS**		**240,79**
		1	Nitraver 5 Pq/100 unidades	47,13	
		1	Phosver 3 Pq/100 unidades	37,10	
		1	Nitriver 2 Pq/100 unidades	44,57	
			Medidor portátil de Ph tipo bolsillo.	82,42	**190**
ACTIVOS			**EQUIPOS DE OFICINA**	190,00	
			utensilios de oficina		
					350
	INTANGIBLE		**GASTOS DE TRANSPORTE**	350,00	
			Movilización		
					250
			GASTOS DE ALIMENTACION	250	
			Viáticos		
					190,00
			GASTOS DE HOSPEDAJE	190,00	
			Hotel		
			GASTOS DE ANALISIS		**162,76**
			Análisis de calidad de Agua	33,21	
			Análisis de paquete de aguas	18,31	

			Determinación de RAS	22,65	
			Determinación de Dureza en agua	26,00	
			Determinación de CSR	14,83	
			Determinación de K, NA, CA y MG		
			Análisis Microbiológico	47,76	
			Recuento de Coliformes Totales y E.coli		
			OTROS GASTOS		**32,50**
			Servicio de Servientrega	32,50	
			TOTALES		**8008,05**

Anexo N° 2 Facturas

elquitécnica cía. ltda.

HDM ELQUITECNICA CÍA. LTDA.

HDM ELQUITECNICA CIA. LTDA.
HDM ELQUITECNICA

Dirección Matriz: Av. Republica del Salvador N35-182 y Suecia

Dirección Sucursal: La Alborada Etapa 10, Manzana 504. Villa 9

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

R.U.C.: 1790990842001

FACTURA

No.: 001 - 009 - 00002751

NUMERO DE AUTORIZACION
3103201701200100900000027511790990842 6

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION: 2017-03-31 15:26:14

AMBIENTE: Produccion

EMISION: Normal

CLAVE DE ACCESO

3103201701179099084200120010090000027511234567813

Razón Social / Apellidos y Nombres: MERA TOALA JOSE FABRICIO

RUC / CI: 1309732749

Ref:

Fabricante:

Fecha Emisión: 31/03/2017

Guía Remisión:

Obs./Contacto:

Forma de pago: Contado

Cod. Principal	Cod. Aux.	Cant.	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
DR1900-01H		1	Espectrofotometro portatil.	5701.75	0,00	5,701.75
			NRO. DE SERIE: 160960001007			

Información Adicional

Dirección: PORTOVIEJO S/N

Teléfono: 0990653710

Email: fabricio.mera@hotmail.com

Forma de Pago	Valor
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	6,500.00

SUBTOTAL 14%	5,701.75
SUBTOTAL 0%	0.00
SUBTOTAL No objeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	5,701.75
DESCUENTO	0,00
ICE	0.00
IVA 14%	798,25
VALOR TOTAL	6,500.00

Ing. DIEGO ARIAS
REP.TECNICO DE VENTAS

elquitécnica cía. ltda.

HDM ELQUITECNICA CÍA. LTDA.

HDM ELQUITECNICA CIA. LTDA.
HDM ELQUITECNICA

Dirección Matriz: Av. Republica del Salvador N35-182 y Suecia

Dirección Sucursal: La Alborada Etapa 10, Manzana 504. Villa 9

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

R.U.C.: 1790990842001

FACTURA

No.: 001 - 009 - 00002752

NUMERO DE AUTORIZACION

3103201701200100900000027521790990842 0

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION: 2017-03-31 15:27:45

AMBIENTE: Produccion

EMISION: Normal

CLAVE DE ACCESO

310320170117909

3103201701117909908420012001009000000275212345678 19

Razón Social / Apellidos y Nombres: **MERA TOALA JOSE FABRICIO**

RUC / CI: 1309732749

Ref:

Fabricante:

Fecha Emisión: 31/03/2017

Guia Remisión:

Obs./Contacto:

Forma de pago: Contado

Cod. Principal	Cod. Aux.	Cant.	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
21061-69		1	Nitraver 5. Pq/100 unidades para 10ml de muestra	47.13	0,00	47.13
21060-69		1	Phosver 3 para 10ml. Pq/100 unidades	37.10	0,00	37.10
21075-69		1	Nitriver 2 pq/100 unidades para 10ml de muestra	44.57	0,00	44.57
35423-10		1	Medidor portatil de ph tipo de bolsillo Oakton modelo pH 2.	82.42	0,00	82.42

Información Adicional

Dirección: PORTOVIEJO S/N

Teléfono: 0990653710

Email: fabricio.mera@hotmail.com

Forma de Pago	Valor
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	240.79

SUBTOTAL 14%	211.22
SUBTOTAL 0%	0.00
SUBTOTAL No objeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	211.22
DESCUENTO	0,00
ICE	0.00
IVA 14%	29,57
VALOR TOTAL	240.79

Ing. FAUSTO MEDINA
REP.TECNICO DE VENTAS

ZAMBRANO FERNANDEZ JUANA PATRICIA
Restaurante San Andrés
Venta de comidas y bebidas en restaurantes para su consumo
Calificación Artesanal Nº 122967
Dirección: Portoviejo - Santa Ana Km 5 1/2 Sitio La Illocana alto
Telefono: 0989663049
Portoviejo - Manabí

FACTURA
Autoriz. S.R.I.1119016608
R.U.C.1308361605001

001-001-00 0026442
Documento Comprobante: No.

Cliente: Juan Pina Parrales
Dirección: Portoviejo
R.U.C.: 1309732479 Fecha: 21/04/17
Ciudad:

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	V. VENTA
1	gran arroz de 11.50		11.50
	bolognesa.		

Válida para su emisión hasta 06 de Noviembre de 2017

FORMA DE PAGO
EFECTIVO
CHEQUE ELECTRÓNICO
TARJETA DÉBITO/ CRÉDITO
OTROS
RECIBÍ CONFORME

SUB - TOTAL 14%	
SUB - TOTAL 0%	
DESCUENTO	
SUB - TOTAL	
IVA 14 %	
VALOR TOTAL	
(-)Compensación Solidaria 2%	
VALOR PAGADO	11.50

Original: Adquiriente / Copia: Emisor

Imprenta Intiago Digna Maria / Imprenta Matrix Print / R.U.C. 1310204316001 / Autorización SRI Nº 1168 / Fecha de Autorización: 06-11-2016 / Talonario 0025001 a 0027500

Quito - Ecuador
Travellers Inn Hostal
LOSDING - RESTAURANT - CAFE
R.U.C. 1500112018001
Dir: La Pinta 04-415 y Av. Amazonas
Tel: 2556-985/2546-455/09 9430 4822
web: www.travellersecuador.com
info@travellersecuador.com

Contribuyente Régimen Simplificado
BOLAÑOS PINEDA CARLOS EDGAR
NOTA DE VENTA
Serie 004-001-00
0003265
AUT. SRI: 1119092039
Fecha de aut. de impresión 31 OCTUBRE 2016
Válida su emisión hasta 31 OCTUBRE 2017
Documento Comprobante: 9

Cliente: Diego Vasquez Sancha
R.U.C.: 1314480789 Fecha: 31/05/2017
Dirección: Quito Tel.:

CANT.	DETALLE	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Alojamiento +	41	41
2	Desayuno extra	3	6
		TOTAL $	47

ORIGINAL: CLIENTE + COPIA EMISOR
Forma de pago: Efectivo | Direct. de Cuenta | Tarjeta de crédito | débito | Otro

Anibal Cornejo Luz Marina - RUC. 1203663379001 - Aut. SRI: 6370 - Tel.: 2231 071
Imp. Del 003101 al 003500 / (Cir 3260 Gy)

DELI INTERNACIONAL S
Matriz: Coruña 126 y Av. Amazonas
Ruc :1792072018001
Contribuyente Especial Resolución: 1308
Sucursal: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR
N36-166 Y AV. NACIONES UNIDAS
Aut. Autoimpresor: 1119018327
Fecha Autorización: 24/11/2016
Fecha Validez: 24/11/2017
Factura No.: 005-005-000010601
Serv M Tejana Trans: 119087
Estado: Original Adquiriente
Fecha Emisión: 31/01/2017 13:33
Cliente: JOSE MENA
Ruc/CI: 1209732749 Fono: 0990653713
Direc.: QUITO

Cant.	Descripción	P.Unit	Costo
2	:PHILLY CH STEA	4.46	8.92
1	:BOTELLA AGUA S	1.13	1.13
1	:AMERICANO 3V	0.97	0.97

Subtotal: $ 10.98
Base IVA14: $ 10.98
SERV10: $ 1.10
IVA14: $ 1.54
TOTAL: $ 13.62
EFECTIVO $ 13.62

Original Adquiriente

Coop. de Transporte y Turismo
Hotel Colón
Av. Patria y Amazonas
Telf.: 2520 100 * Quito - Ecuador

Nº 0011739

Por: $ 20.00

Fecha: 30 /03/2017

Recibí de: JOSE MERA TOALA (1309732749)

La Cantidad de: veinte dolares

Dólares

Por concepto de: TRANSPORTE

IMPRESO EN INNOVAGRAPHIC DEL 00001 AL 12000

Firma

GUAPULO
ERNESTO CALDERON

RUC: 1715322620010
MSTRA-011 SM: 1235
N.AUT.: 0123456789
DIRECCION GUAPU
0

QUITO
TICKET NRO. 000067

PLACA: PAC-6332
TAXI : 3966
TELF.: 0987561867
FECHA: 30/03/2017
HR.INICI 08:55:15
HR.FINAL 09:06:09
DIST.REC: 001.79KM
TIPO TARIFA: 1
SERV. TRANSPORTE
SUB TOTAL: 2.09
0% IVA: 0.00
TOTAL US.: 2.09
2.09

FACTURA
Serie- 015-002-00 0095577
FECHA DE AUT. 28/Noviembre/2016

Doc.: 10492 Viaje: 555
Destino
: MANTA
Bus y Hora de Salida
: 016 : 17:30
Asientos
: 35 - 36
Fecha de Viaje
: 2017-03-31
Cedula o Ruc
: 1309732749
Nombre del Cliente
: MERA TOALA JOSE FABRIC
Atencion y Emision
: meww : 2017-03-31 16:48:
Subtotal - IVA - Total
: $ 26.00 $ 0.00 : $ 26.00
Bol. Normal : 2
Bol. 1/2 Pasaje : 0
Firma Autorizada
Recibí Conforme
ORIGINAL: ADQUIRENTE - COPIA CELESTE: EMISOR
Impreso por Papelesa C. Ltda. Telf. Gye: 2100777 Uio: 2908002, R.U.C. 0990179085001
Autorización 2289. Válido para su emisión hasta 28-Noviembre-2017 Del 87001 Al: 97000.

COOPERATIVA DE TRANSPORTE
COACTUR
PORTOVIEJO: Calle 15 De Abril s/n y 29 De Junio Telfs.: 2931287 -2931069 - 2934291
SUCURSAL QUITO: Parroquia Chillogallo Sector, Quitumbe S/N Terminal Terrestre Ofi. 76
Telf: 023824832
COOPERATIVA DE TRANSPORTES COACTUR QUITO
R.U.C.: 1390045944001
AUT. S.R.I.: 1119833778

COOPERATIVA DE TRANSPORTE
INTERPROVINCIAL REINA DEL CAMINO
Matriz Chone: Calle Atahualpa s/n
y 7 de Agosto: Edificio Sindicato de Choferes
de Chone.
Telf: 2695818 - Fax 2696401
Contribuyente Especial Resolucion No. 00310

Factura : 024-011-0193290
Salida : Miércoles
2017-03-29 22:01
Ruta : PORTOVIEJO-JUNIN-QUITO 12
Destino : QUITO
Bus
Id : 1309732749
Cliente : MERA TOALA JOSE FABRICIO
Asientos: 35,36
Valor : $ 22,00

GRACIAS POR PREFERIRNOS
PORTOVIEJO EJECUTIVO - moreira_marcelo
29/03/17 10:54:10

DESCARGUE SU FACTURA ELECTRONICA D
HTTPS://FACTURAS.INTEGRAL.EC
SU NOMBRE DE USUARIO Y CLAVE SON
SU CEDULA/RUC O IDENTIFICACION

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
ISO - 9001:2008

Av. Eloy Alfaro N36-300 y Amazonas
Edificio MAGAP, Piso 9
Código postal: 170516
Teléfono: (593) 2 2567-232
direccion@agrocalidad.gob.ec
www.agrocalidad.gob.ec

AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO - AGROCALIDAD

COMPROBANTE DE FACTURA

Número de Factura # 030-001-000002969	**Razón social / Nombres:** AGROCALIDAD	**RUC / CI:** 1768105720001	**Fecha de emisión:** 24/04/17 10:05-
Obligado a llevar contabilidad: SI	**Localización:** Oficina Manta	**Contribuyente especial Nro.** 1308	

Razón social / Nombres y Apellidos: MERA TOALA JOSE FABRICIO

Dirección: PORTOVIEJO

Identificación: 1309732749 **Fecha de emisión:** 24/04/2017 **Teléfonos:** (05) 263-7315

Observaciones: Sin observación.

CÓDIGO	CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	DESCUENTO	IVA	SUBSIDIO	VALOR SIN SUBSIDIO	PAGO TOTAL
04.10.014	RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES Y E.COLI	3.0	14.2131	0.00	5.12	6.08	6.08	47.76

AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO

CANCELADO

SUB-TOTAL 12%	SUB-TOTAL 0%	DESCUENTO	IVA 12%	IVA 0%	ICE	T. IMPUESTOS	VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO	AHORRO POR SUBSIDIO	VALOR TOTAL $
42.64	0.00	0.00	5.12	0.00	0.00	5.12	47.76	6.08	47.76

Descuento solidario 2% IVA USD: 0.05

Este documento no es válido para efectos tributarios

INFORMACION ADICIONAL

Email: fabricio.mera@hotmail.com

Num. de servicio: AGR-2017-000006957

Forma de pago: Deposito: 738537

Para información o reclamos: Comuníquese con el Centro de Atención al usuario, Teléfono: (593) 3 988-300 ext. 3203, 3204, 3205, 3108

EL GOBIERNO SUBSIDIA ESTE SERVICIO

Av. Eloy Alfaro N36-300 y Amazonas - Edificio MAGAP, Piso 9 - Código postal: 170516 - Teléfono: (593) 2 2567-232 - email: direccion@agrocalidad.gob.ec - web: www.agrocalidad.gob.ec

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
ISO - 9001:2008

Av. Eloy Alfaro N30-350 y Amazonas
Edificio MAGAP, Piso 9
Código postal: 170516
Teléfono: (593) 2 2567-232
direccion@agrocalidad.gob.ec
www.agrocalidad.gob.ec

AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO - AGROCALIDAD

COMPROBANTE DE FACTURA

Número de Factura # 030-001-000002961	**Razón social / Nombres:** AGROCALIDAD	**RUC / CI:** 1768105720001	**Fecha de emisión:** 24/04/17 10:10
Obligado a llevar contabilidad: SI	**Localización:** Oficina Manta	**Contribuyente especial Nro.**	1308

Razón social / Nombres y Apellidos: MERA TOALA JOSE FABRICIO

Dirección: PORTOVIEJO

Identificación: 1309732749 **Fecha de emisión:** 24/04/2017 **Teléfonos:** (05) 263-7315

Observaciones: Compensación Solidaria en el IVA

CÓDIGO	CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	DESCUENTO	IVA	SUBSIDIO	VALOR SIN SUBSIDIO	PAGO TOTAL
04.07.001	ANÁLISIS PAQUETE AGUAS: pH, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, CLORUROS Y ALCALINIDAD	3.0	9.8841	0.00	3.56	0.00	0,00	33.21
04.07.007	DETERMINACIÓN DE RAS (RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE	3.0	5.4504	0.00	1.96	0.00	0,00	18.31
04.07.006	DETERMINACIÓN DE DUREZA EN AGUA	3.0	6.7396	0.00	2.43	0.00	0,00	22.65
04.07.008	DETERMINACIÓN DE CSR (CARBONATO SODICO RESIDUAL) EN AGUA	3.0	7.7354	0.00	2.79	0.00	0,00	26.00
04.07.009	DETERMINACIÓN DE K, NA, CA Y MG EN AGUA	3.0	4.4127	0.00	1.59	0.00	0,00	14.83
<<<<<------	----------	------	--------	----------	-----	------		

AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO

CANCELADO ecuador ES CALIDAD

SUB-TOTAL 12%	SUB-TOTAL 0%	DESCUENTO	IVA 12%	IVA 0%	ICE	T. IMPUESTOS	VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO	AHORRO POR SUBSIDIO	VALOR TOTAL $.:
102.67	0.00	0.00	12.33	0.00	0.00	12.33	115.00	0.00	115.00

Descuento solidario 2% IVA USD: 2.05

Este documento no es válido para efectos tributarios

INFORMACIÓN ADICIONAL

Email: fabricio.mera@hotmail.com

Num. de servicio: AGR-2017-000036806

Forma de pago: Deposito: 584962

Para información o reclamos: Comuníquese con el Centro de Atención al usuario, Teléfono: (593) 3 960-100 ext: 3203, 3204, 3205, 3100

EL GOBIERNO SUBSIDIA ESTE SERVICIO

Av. Eloy Alfaro N30-350 y Amazonas - Edificio MAGAP, Piso 9 - Código postal: 170516 - Teléfono: (593) 2 2567-232 - email: direccion@agrocalidad.gob.ec - web: www.agrocalidad.gob.ec

Anexo N° 3 Análisis de Agua

AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIODE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO03
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E17-0552
Fecha emisión informe: 05/05/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Facultad de Ingenieria Agricola U.T.M. / Agrocalidad Manabi

Dirección: Cdla. Progreso

Teléfono: 0990653710

Correo Electrónico: fabricio.mera@hotmail.com

Provincia: Manabi

Cantón: Portoviejo

N° Orden de Trabajo: 13-2017-134

N° Factura/Documento: 2961

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Agua	**Conservación de la muestra:** En refrigeración hasta su análisis	
Provincia: Manabi	**Coordenadas:**	**X:** 588860
Cantón: Santa Ana		**Y:** 9876862
Parroquia: Poza Honda		**Altitud:** 121
	Lote: ----	
Muestreado por: José Mera Toala	**Tipo de envase:** Plástico	
Fecha de muestreo: 24-04-2017	**Fecha de inicio de análisis:** 26-04-2017	
Fecha de recepción de la muestra: 26-04-2017	**Fecha de finalización de análisis:** 05-05-2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-0641	Poza Honda 1	pH	Potenciométrico PEE/SFA/43	----	6,69
		Conductividad eléctrica	Conductimétrico PEE/SFA/44	dS/m	0,143
		Alcalinidad total	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	88,00
		Carbonatos	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	---
		Bicarbonatos	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	88,00
		Cloruros	Volumétrico PEE/SFA/46	meq/l	0,27
		Dureza Cálcica	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	48,49
		Dureza Magnésica	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	22,73
		Dureza Total	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	71,20
		R.A.S.	Cálculo PEE/SFA/49	----	0,41
		C.S.R.	Cálculo PEE/SFA/49	meq/l	< 1,25
		Potasio	Absorción Atómica PEE/SFA/49	mg/l	1,60

AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIODE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO03
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E17-0554
Fecha emisión informe: 05/05/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Facultad de Ingeniería Agrícola U.T.M. / Agrocalidad Manabí

Dirección: Cdla. Progreso

Teléfono: 0990653710

Correo Electrónico: fabricio.mera@hotmail.com

Provincia: Manabí

Cantón: Portoviejo

N° Orden de Trabajo: 13-2017-134

N° Factura/Documento: 2961

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Agua	**Conservación de la muestra:** En refrigeración hasta su análisis	
Provincia: Manabí	**Coordenadas:**	**X:** 567820
Cantón: Santa Ana		**Y:** 9870647
Parroquia: Lodana		**Altitud:** 61
	Lote: ----	
Muestreado por: José Mera Toala	**Tipo de envase:** Plástico	
Fecha de muestreo: 24-04-2017	**Fecha de inicio de análisis:** 26-04-2017	
Fecha de recepción de la muestra: 26-04-2017	**Fecha de finalización de análisis:** 05-05-2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-0643	Canal 3	pH	Potenciométrico PEE/SFA/43	----	8,03
		Conductividad eléctrica	Conductimétrico PEE/SFA/44	dS/m	0,522
		Alcalinidad total	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	167,00
		Carbonatos	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	---
		Bicarbonatos	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	167,00
		Cloruros	Volumétrico PEE/SFA/46	meq/l	0,76
		Dureza Cálcica	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	176,04
		Dureza Magnésica	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	80,84
		Dureza Total	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	256,87
		R.A.S.	Cálculo PEE/SFA/49	----	0,85
		C.S.R.	Cálculo PEE/SFA/49	meq/l	< 1,25
		Potasio	Absorción Atómica PEE/SFA/49	mg/l	7,34

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIODE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO03
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E17-0553
Fecha emisión informe: 05/06/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Facultad de Ingeniería Agrícola U.T.M. / Agrocalidad Manabí

Dirección: Cdla. Progreso

Teléfono: 0990653710
Correo Electrónico: fabricio.mera@hotmail.com

Provincia: Manabí

Cantón: Portoviejo

N° Orden de Trabajo: 13-2017-134
N° Factura/Documento: 2961

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Agua	**Conservación de la muestra:** En refrigeración hasta su análisis	
Provincia: Manabí	**Coordenadas:**	**X:** 568025
Cantón: Santa Ana		**Y:** 9868830
Parroquia: Lodana		**Altitud:** 80
	Lote: ----	
Muestreado por: José Mera Toala	**Tipo de envase:** Plástico	
Fecha de muestreo: 24-04-2017	**Fecha de inicio de análisis:** 26-04-2017	
Fecha de recepción de la muestra: 26-04-2017	**Fecha de finalización de análisis:** 05-05-2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-0642	Canal 2	pH	Potenciométrico PEE/SFA/43	----	7,61
		Conductividad eléctrica	Conductimétrico PEE/SFA/44	dS_r/m	0,816
		Alcalinidad total	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	263,00
		Carbonatos	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	---
		Bicarbonatos	Volumétrico PEE/SFA/45	$mgCaCO_3/l$	263,00
		Cloruros	Volumétrico PEE/SFA/46	meq/l	0,86
		Dureza Cálcica	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	297,89
		Dureza Magnésica	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	135,03
		Dureza Total	Cálculo PEE/SFA/48	$mgCaCO_3/l$	432,92
		R.A.S.	Cálculo PEE/SFA/49	----	1,00
		C.S.R.	Cálculo PEE/SFA/49	meq/l	< 1,25
		Potasio	Absorción Atómica PEE/SFA/49	mg/l	8,80

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

INFORME DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: Agua
Tipo de Envase: Plástico
Provincia: Manabí
Cantón: Santa Ana
Muestreado por: José Mera Toala y David Vásquez Sánchez
Fecha de Muestreo: 24/04/2017
Equipo: Espectrofotómetro Hach 1900

		PARAMETROS ANALIZADOS				
		NUTRIENTES			TOXICICIDAD	
		Fosfato	Nitrato	Nitrito	Boro	Sulfato
METODO		Phos Ver 3	Cadmiun Reduction	Ferrous Sulfate	Carmine	Sulfa Ver 4
MUESTRAS	POZA HONDA 1	0.28 mg/L	0.3 mg/L	2mg/L	0.5mg/L	20 mg/L
	CANAL 2	0.56 mg/L	0.5 mg/L	3mg/L	0.8 mg/L	18 mg/L
	CANAL 3	.83 mg/L	0.8 mg/L	12mg/L	1.0 mg/L	22mg/L

AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/B/09-FO01
		Rev. 3
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Informe N°: IN-B-MB-C_7-045
Fecha emisión Informe: 09/05/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Facultad de Ingeniería Agrícola UTM

Dirección: Calle El Progreso

Teléfono: 0990653750
Correo Electrónico: frabricio.mera@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: 13-2017-133
N° Factura/Memorando: 2960

Provincia: Manabí **Cantón:** Portoviejo

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Agua		**Conservación de la muestra:** Refrigeración	
Lote: -------		**Tipo de envase:** Plástico	
Provincia: Manabí		**Coordenadas:**	**X:**---------
Cantón: Santa Ana			**Y:**---------
Parroquia: Pozo Honda			**Altitud:**---------
Responsable de toma de muestra: José Mera			
Fecha de toma de muestra: 24/04/2017		**Fecha de inicio de análisis:** 26/04/2017	
Fecha de recepción de la muestra: 26/04/2017		**Fecha de finalización de análisis:** 03/05/2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN / REFERENCIA
B-MB17075	Poza Honda 1	Coliformes totales	NMP	Fluorocult	> 1600 NMP / 100 ml	*
		E. coli	NMP	Fluorocult	49 NMP / 100 ml	*
B-MB17076	Canal 2	Coliformes totales	NMP	Fluorocult	920 NMP / 100 ml	*
		E. coli	NMP	Fluorocult	49 NMP / 100 ml	*
B-MB17077	Canal 3	Coliformes totales	NMP	Fluorocult	>1600 NMP / 100 ml	*
		E. coli	NMP	Fluorocult	540 NMP / 100 ml	*

Analizado por: Jorge Inacatal.; Observaciones: muestra entregada por el cliente en envase plástico; * NMP: Número más probable; ml: mililitros; Número más probable /100 ml de muestra; no hay crecimiento ni cambio de color <1.8/100ml

Responsable Técnico
Laboratorio de Bromatología y Microbiología

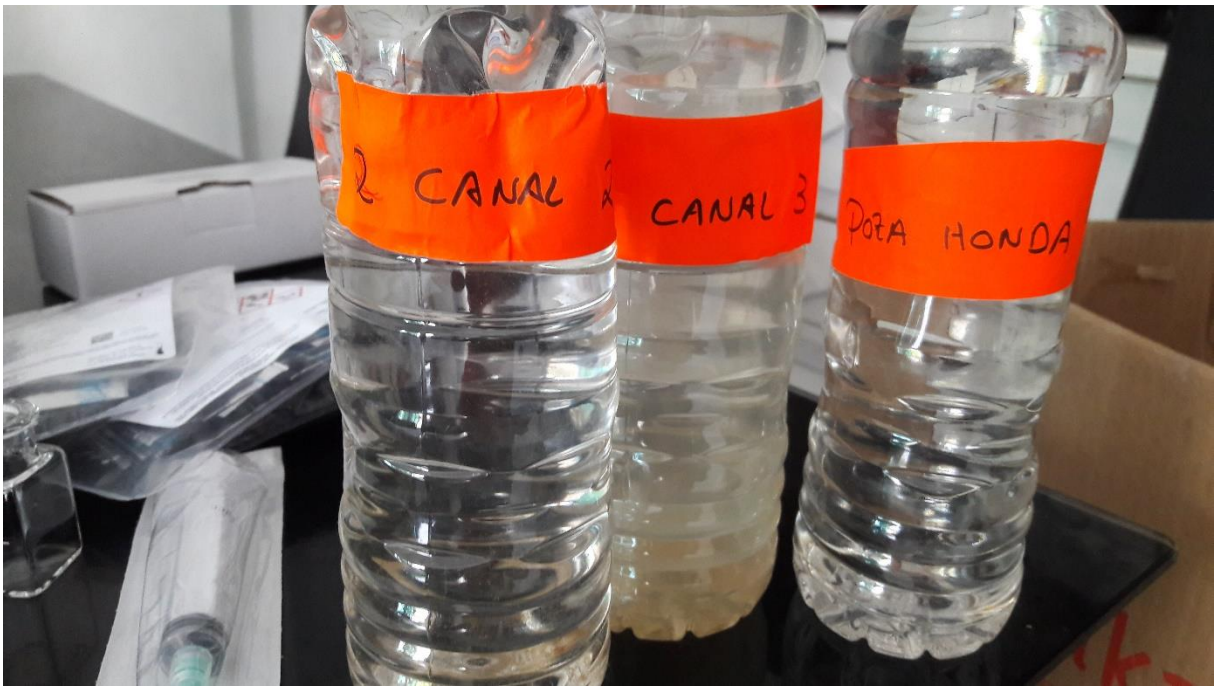
AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

Anexo N° 4 Fotos

HACH
DR 1900
HACH

DR 1900
HACH


CANAL
CANAL 3
POZA HONDA

Anexo N° 5 Acta de entrega y recepción

Santa Ana, Julio del 2017

En la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana, al veinte del mes de julio del año dos mil diecisiete, en cuanto por una parte los egresados José Fabricio Mera Toala y Diego David Vásquez Sánchez, hacen la entrega de los equipos de espectrofotometría del trabajo de tesis denominado **"DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO EN EL SISTEMA DE CONDUCCION, SANTA ANA"**

.

En el cual se adquirió para dicha investigación lo siguiente:

1. **ESPECTROFOTOMETRO PORTATIL**
   Marca: HACH
   Modelo: DR 1900
   Serie: 160980001007
   Nacionalidad: USA

   Equipo incluye:
   - Adaptadores para cubetas de muestra (4)
   - Pilas alcalinas (4)
   - Cubierta protectora para análisis TNT Plus
   - Cubetas de muestras rectangulares de 1 pulgada, emparejadas 10 ml (2)
   - Funda guardapolvo
   - Manual Básico del usuario impreso y en digital

Reactivos:

- Nitraver 5. Paquete de 100 unidades para 10 ml de muestra
- Phosver 3. Paquete de 100 unidades para 10 ml de muestra
- Nitriver 2. Paquete de 100 unidades para 10 ml de muestra

2. MEDIDOR PORTATIL DE PH

Marca: OAKTON

Modelo: PH 2

Serie: 2580215

Tipo: Bolsillo

Hacemos la entrega del instrumento de espectrofotometría y el medidor de PH portátil al Ing. Cesar Jarre Cedeño Mg. Sc., Decano de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí, en el campus de Lodana, y esperamos que este proyecto sirva de ayuda para mejorar las prácticas de campo de los estudiantes y docentes, con la finalidad de tener excelentes profesiones al servicio de la sociedad.

Entregado por:

Mera Toala José Fabricio	**Diego David Vásquez Sánchez**

Recibido por:

Ing. Cesar Jarre Cedeño Mg. Sc.

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA.

Anexo N° 6 Procedimiento de análisis de agua con el espectrofotómetro

Para el análisis de las muestras de agua recogidas en el campo se utilizó el espectrofotómetro Hach DR 1900 portátil, con el cual se obtuvieron los resultados de algunos parámetros químicos tales como los nitritos, nitratos, fosfatos, boro y el sulfato en cada uno de las muestras.

Para ello se utilizaron kits de reactivos que con tienen 100 sobres en polvo para cada parámetro, que se utilizan para 100 análisis distintos, los cuales nos dan resultados precisos en análisis de agua.

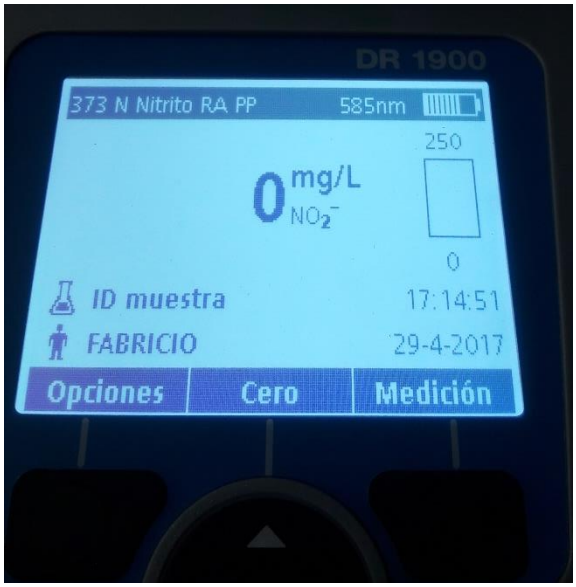
Kits de reactivos de nitrato para análisis de agua

Procedimiento:

1. Se procede a encender el equipo, y se busca el tipo de análisis el cual se vaya a realizar dentro de los 200 métodos que ya vienen predeterminados en el DR 1900, esto se encuentra en la pestaña de programas almacenados.

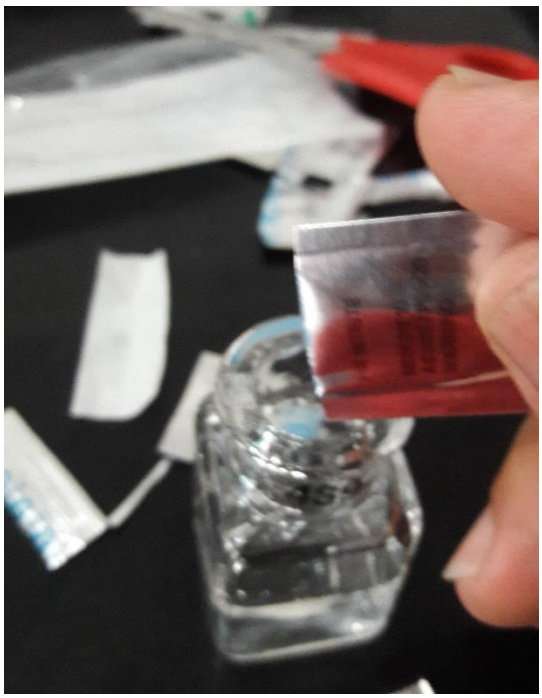
Espectrofotómetro DR 1900 200 programas almacenados

2. Luego de que ya se haya seleccionado el programa se procede a encerar el equipo, para ellos se llena una celda de cristal con 10 ml de agua destilada, se lo coloca en la cámara de lectura para obtener un valor de 0 mg/L.



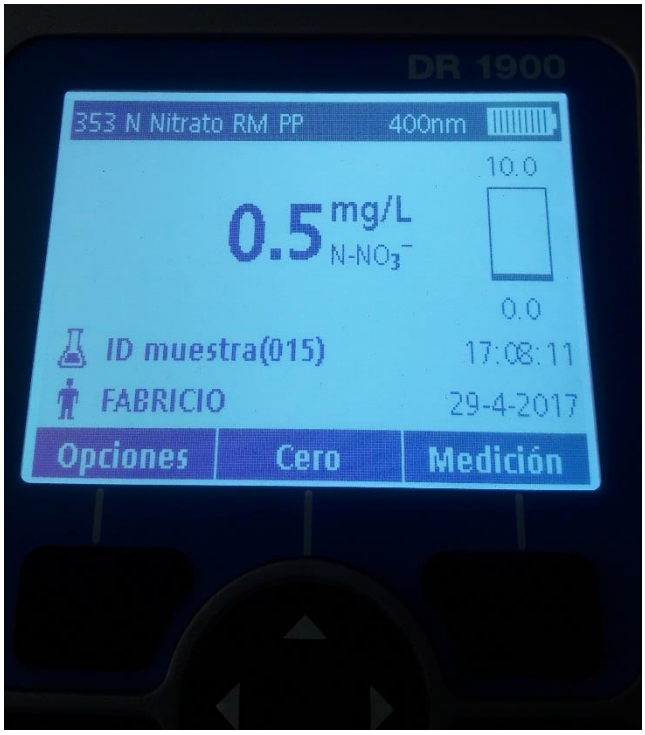
Equipo encerado

3. Después se procede a depositar 10 ml de la muestra en la otra celda de cristal, y se le coloca un sobre del reactivo el cual se vaya analizar.



Colocación del reactivo en la muestra

4. Se procede a retirar la celda con agua destilada, y se coloca en la cámara del espectrofotómetro la celda con la muestra y el reactivo diluido, y se presiona la opción de Medición, obteniendo así el resultado del método escogido.



Resultado del análisis de Nitrato en la muestra de agua

5. Finalmente se procede a lavar la celda que contiene las muestras con el reactivo con agua destilada y secar con papel que no deje rayones ni partículas, para así seguir con los demás análisis, y los otros parámetros que se vayan a analizar, siguiendo los mismos pasos.