

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA
CUENCA GUADALQUIVIR CON FINES DE RIEGO”**

Por:

VICTOR HUGO SANCHEZ MORALES

Tesis presentada a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

Abril de 2017

TARIJA - BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. Melquiades Calapiña G.
PROFESOR GUÍA

.....
Ing.M.Sc. Linder EspinozaMarquez
**DECANO FACULTAD
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

.....
M.S.c. Lic. Marlene Hoyos M.
**DIRECTORA DE DPTO.
VIRTUAL Y A DISTANCIA**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
Msc. Ing. German Hoyos Farfán

.....
MSc. Ing. René Padilla Ledezma

El tribunal calificador de la presente tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

El presente trabajo está dedicado a mi padres, hermanos, esposa e hijo por darme el apoyo incondicional en el transcurso de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS:

Quiero expresar mi eterna gratitud a las siguientes Instituciones y personas que coadyuvaron en la ejecución del presente trabajo.

A la Universidad, “Juan Misael Saracho”, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, a todo el plantel docente y administrativo de la Carrera de Ingeniería agronómica, a quien debo mi formación profesional.

A los amigos y compañeros que impulsaron la iniciativa y respaldaron su ejecución, con quienes compartí gratos momentos.

ÍNDICE

Dedicatorias
Agradecimientos
Resumen

Página

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Generalidades.....	4
1.2. Hidrología.....	7
1.2.1. Cursos de agua de la cuenca.....	7
1.2.2. Hidrología.....	7
1.3. Geoquímica de los elementos de la solución del suelo.....	8
1.3.1. Algunos rasgos de importancia.....	8
1.3.2. Solubilidad de las sales nocivas para las plantas.....	13
1.4. Calidad del agua para riego e importancia de su estudio.....	14
1.5. Problemas asociados a la calidad del agua de riego.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.1. Salinidad.....	14
1.5.2. Sodicidad.....	15
1.5.3. Efecto de toxicidad.....	16
1.5.4. Peligro de salinidad (CE) y sodio (RAS) Diagrama correspondiente para la clasificación de las aguas para riego en función de estos parámetros.....	17
1.5.5. Problemas de infiltración en los suelos agrícolas bajo riego.....	21
1.5.6. Evaluación de la calidad del agua de riego.....	23
1.6. Salinidad del agua de riego y tolerancia de algunos cultivos.....	26
1.7. Clasificación del agua de riego.....	26
CAPÍTULO II. MATERIALES Y METODOS.....	29

2.1.	Descripción general de la cuenca en estudio.....	29
2.2.	Desarrollo del ensayo.....	31
2.2.1.	Localización del sitio de muestreo.....	31
2.3.	Actividades previas al muestreo.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.	Plan de muestreo.....	33
2.3.2.	Preparación.....	33
2.3.3.	Ubicación y descripción de la estación de muestreo.....	33
2.4.	Muestreo de aguas y envío a laboratorio.....	34
2.5.	VARIABLES ANALIZADAS.....	34
2.5.1.	La Conductividad Eléctrica.....	35
2.5.2.	Sodio.....	36
2.5.3.	Calcio.....	36
2.5.4.	Magnesio.....	37
2.6.	Métodos utilizados para el análisis del agua del río Guadalquivir	38
2.7.	Clasificación del río Guadalquivir según la aptitud de riego.....	39
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		42
3.1.	Análisis en los puntos de muestreo.....	42
3.1.1.	Conductividad Eléctrica.....	42
3.1.2.	Concentración de Calcio (Ca).....	43
3.1.3.	Concentración de Magnesio (Mg).....	44
3.1.4.	Concentración de Sodio (Na).....	45
3.2.	Clasificación del principal cuerpo de agua de la cuenca Guadalquivir desde el punto de vista de riego agrícola.....	46
3.2.1.	Relación de adsorción de sodio (RAS o SAR).....	46
3.2.2.	Relación de CE y RAS.....	47
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		49
4.1.	Conclusiones.....	49
4.2.	Recomendaciones.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.- Sub Cuencas de la cuenca del Río Guadalquivir.....	5
Figura 2.- Diagrama para la clasificación de las aguas para riego.....	21
Figura 3. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego (u.s. soil salinity laboratory).....	40
Figura 4.- Conductividad Eléctrica en las muestras de agua del Río Guadalquivir.....	42
Figura 5.- Concentración de Ca en las muestras obtenidas del Río Guadalquivir.....	43
Figura 6.- Concentración de Mg en las muestras obtenidas del Río Guadalquivir.....	44
Figura 7.- Concentración de Na en las muestras obtenidas del Río Guadalquivir.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.- Pendiente y longitud de los ríos de la Cuenca del Río Guadalquivir.....	6
Tabla 2.- Tolerancia de cultivos a la salinidad del agua.....	26
Tabla 3.- Número de comunidades por provincia que se encuentran ubicadas en la Cuenca del río Guadalquivir.....	30
Tabla 4.- Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de las aguas del Río Guadalquivir.	32
Tabla 5.- Métodos utilizados para el análisis de las aguas del río Guadalquivir.	39
Tabla 6.- Clasificaciones de las aguas según las normas Riverside.....	37
Tabla 7.- Concentraciones de SAR obtenidas en la muestras de agua de la cuenca del río Guadalquivir.....	47
Tabla 8.- Clasificación de las muestras de agua de la cuenca del río Guadalquivir.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Ubicación de los puntos de muestreo en la cuenca del Guadalquivir.

Anexo 2.- Resultados de laboratorio del análisis de agua de las muestras tomadas en Río Guadalquivir.

Anexo 3.- Toma de muestra de agua en el Río Guadalquivir.

Anexo 4.- Lugar de toma de muestra de agua en la comunidad de Trancas.

Anexo 5.- Lugar de toma de muestra de agua en la comunidad de Rancho Sud.

Anexo 6.- Lugar de toma de muestra de agua en la comunidad de San Luis.