



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA QUIMICA**

**CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO SALINAS,  
PARROQUIA SANTA FE, CANTÓN GUARANDA PARA USO  
AGRÍCOLA**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**QUÍMICO**

**AUTORAS: MISHEL ESTEFANIA BALSECA ALVARADO**

**DIANA CRISTINA PEÑAFIEL BERMEO**

**DIRECTOR: Dr. CARLOS PILAMUNGA CAPUS PhD.**

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Mishel Estefania Balseca Alvarado & Diana Cristina Peñafiel Bermeo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Mishel Estefania Balseca Alvarado & Diana Cristina Peñafiel Bermeo, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 23 de enero del 2024



---

**Mishel Estefania Balseca Alvarado**  
**1725023665**

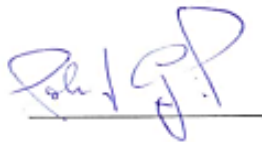

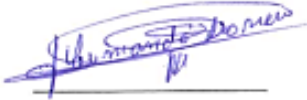


---

**Diana Cristina Peñafiel Bermeo**  
**0250044047**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA QUÍMICA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO SALINAS, PARROQUIA SANTA FE, CANTÓN GUARANDA PARA USO AGRÍCOLA**, realizado por las señoritas **MISHEL ESTEFANIA BALSECA ALVARADO Y DIANA CRISTINA PEÑAFIEL BERMEO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-01-23
Dr. Carlos Pilamunga Capus PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-01-23
Dra. Lourdes Cumandá Carrera Beltrán MSc. <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-01-23

## DEDICATORIA

Al culminar el presente trabajo de titulación, no puedo dejar de dedicar unas palabras llenas de gratitud a cada miembro de mi familia. A mis padres Ofelia Alvarado y Manuel Balseca por su apoyo incondicional ha sido el pilar fundamental que me ha impulsado a alcanzar la meta de completar mi tesis. Hago énfasis a mi hermano Juan Alvarado, el cual considero mi segundo padre, porque durante todo mi transcurso académico me apoyado de manera incondicional, tanto económicamente como moralmente y dado su esfuerzo me ha inspirado a mejorar cada día. Al igual a mis hermanos, que han contribuido de manera invaluable, ya sea con un consejo sabio, una sonrisa alentadora o simplemente estando a mi lado en los momentos más desafiantes. Celebro este logro con ustedes, mi amada familia, porque sé que esta victoria es tan suya como mía. Gracias por ser mi red de apoyo, por creer en mí cuando dudaba y por celebrar cada pequeño avance con la misma alegría que yo. Este éxito es también un tributo a su amor y dedicación.

Mishel

Este trabajo de titulación es el fruto de innumerables días y grandes sacrificios , va dedicado a mi Familia que han sido el pilar fundamental en mi vida quienes han hecho posible este gran logro en especial va para la persona que ha sido mi fortaleza al igual que mi debilidad para mi Abuelito Jorge Bermeo ,para Mí mami Martha Bermeo que jamás me ha dejado sola ha luchado conmigo, sufrido a mi lado en los días malos a mis tíos que siempre han tenido una palabra de aliento en tiempos difíciles infinitas gracias a cada uno de ellos que hoy este sueño se ve logrado plasmado con mucho sacrificio ,pero al misma tiempo con una gran satisfacción de haberlo logrado , pero todo esto es posible gracias a nuestro creador Dios quien me ha dado la sabiduría para hoy estar dónde estoy y esperando que siga bendición mi camino a lo largo de mi vida profesional.

Diana

## AGRADECIMIENTO

Antes que todo, agradezco a Dios por otorgarme las fuerzas para continuar en los obstáculos presentados, por guiarme en el camino de lo prudente y agradezco también a mis padres y hermanos que me brindaron su apoyo incondicional tanto en la parte económica como en lo moral durante todo el transcurso de mi carrera Universitaria. Su apoyo fue base fundamental e inspiración para poder conseguir mis objetivos planteados al iniciar mis estudios, también hacer honor a la ESPOCH, por brindarme las herramientas necesarias para poder formarme como profesional.

Mishel

Agradezco a Dios por permitirme lograr este sueño que se veía tan lejos y hoy es un sueño hecho realidad por las experiencias vividas dentro de esta prestigiosa institución ESPOCH, agradezco a mi familia que ha sido una bendición en mi vida por no dejarme desmayar en los momentos que sentía que no podía más , agradecida con la vida por la salud que hoy tengo para disfrutar de este logro y de los que vendrán a futuro , gracias querida ESPOCH por el conocimiento que ha base de tus docentes ha sido posible mi formación como profesional ,dejando este trabajo de titulación el cual perdurará dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

Diana

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPITULO I

1. <b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1. <b>Planteamiento del problema</b> .....	2
1.2. <b>Enunciado del problema</b> .....	2
1.3. <b>Formulación</b> .....	2
1.4. <b>Objetivos de la investigación</b> .....	2
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	2
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.3. <b>Justificación</b> .....	3

### CAPÍTULO II

2. <b>MARCO TEORICO</b> .....	4
2.1. <b>Antecedentes</b> .....	4
2.2. <b>Bases teóricas</b> .....	4
2.2.1. <b>Agua</b> .....	4
2.2.1.1. <i>Uso de agua en la agricultura</i> .....	5
2.2.2. <b>Agricultura</b> .....	5
2.2.3. <b>Normas RAS</b> .....	5
2.3. <b>Bases conceptuales</b> .....	5
2.3.1. <b>Agua para uso agrícola</b> .....	5
2.3.2. <b>Calidad de agua</b> .....	6
2.3.2.1. <i>Calidad de agua con fines de riego</i> .....	6
2.3.2.2. <i>Calidad de agua subterránea para riego</i> .....	6
2.3.2.3. <i>Efecto de agua de riego contaminada</i> .....	7
2.3.3. <b>Parámetros químicos de la calidad del agua</b> .....	7

<b>2.3.4. Parámetros físicos</b> .....	7
2.3.4.1. <i>Turbidez</i> .....	7
2.3.4.2. <i>Conductividad Eléctrica</i> .....	8
2.3.4.3. <i>Alcalinidad</i> .....	8
2.3.4.4. <i>Potencial de Hidrogeno (pH)</i> .....	8
2.3.4.5. <i>Sólidos totales disueltos</i> .....	9
<b>2.3.5. Parámetros biológicos</b> .....	9
2.3.5.1. <i>Coliformes</i> .....	9
2.3.5.2. <i>Coliformes totales</i> .....	9
<b>2.3.6. Parámetros químicos</b> .....	10
2.3.6.1. <i>Cloruros</i> .....	10
2.3.6.2. <i>Bicarbonatos</i> .....	10
2.3.6.3. <i>Cadmio</i> .....	10
2.3.6.4. <i>Mercurio (Hg)</i> .....	11
2.3.6.5. <i>Plomo (Pb)</i> .....	11
2.3.6.6. <i>Cromo (Cr)</i> .....	11
2.3.6.7. <i>Sulfatos</i> .....	12
<b>2.3.7. Contaminación del agua</b> .....	12
2.3.7.1. <i>Contaminantes físicos</i> .....	12
2.3.7.2. <i>Contaminantes químicos</i> .....	12
2.3.7.3. <i>Contaminantes biológicos</i> .....	13
<b>2.3.8. Cómo afecta el exceso de los parámetros químicos a los cultivos</b> .....	13
2.3.8.1. <i>Sodio</i> .....	13
2.3.8.2. <i>Plomo</i> .....	13
2.3.8.3. <i>Cadmio</i> .....	13
2.3.8.4. <i>Cloruros</i> .....	14
2.3.8.5. <i>Nitratos</i> .....	14
2.3.8.6. <i>Boro</i> .....	14
2.3.8.7. <i>Calcio</i> .....	14
2.3.8.8. <i>Magnesio</i> .....	14
2.3.8.9. <i>Carbonatos</i> .....	15
<b>2.4. Bases legales</b> .....	15
2.4.1. <i>Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)</i> .....	15
2.4.2. <i>Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua</i> .....	15

### CAPÍTULO III



<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLOGICO</b> .....	17
<b>3.1.</b>	<b>Tipo de Investigación</b> .....	17
<b>3.1.1.</b>	<i>Por el método de investigación: Cuantitativa</i> .....	17
<b>3.1.2.</b>	<i>Según el objetivo: Aplicada</i> .....	17
<b>3.1.3.</b>	<i>Según el nivel de profundización en el objeto de estudio: Explicativa</i> .....	17
<b>3.1.4.</b>	<i>Según la manipulación de variables: cuasi experimental</i> .....	17
<b>3.1.5.</b>	<i>Por la condición de estudio: De laboratorio</i> .....	18
<b>3.1.6.</b>	<i>Según el periodo temporal: Transversal</i> .....	18
<b>3.1.7.</b>	<i>Según el tipo de inferencia: Deductiva</i> .....	18
<b>3.2.</b>	<b>Diseño de la investigación</b> .....	18
<b>3.2.1.</b>	<i>Diseño experimental: completamente al azar</i> .....	19
<b>3.3.</b>	<b>Identificación de variables</b> .....	19
<b>3.4.</b>	<b>Planteamiento de la hipótesis</b> .....	19
<b>3.5.</b>	<b>Matriz de consistencia</b> .....	20
<b>3.6.</b>	<b>Operacionalización de variables</b> .....	21
<b>3.7.</b>	<b>Localización del Estudio</b> .....	22
<b>3.8.</b>	<b>Población de estudio</b> .....	22
<b>3.8.1.</b>	<i>Tamaño de muestra</i> .....	23
<b>3.9.</b>	<b>Técnicas de recolección de datos</b> .....	23
<b>3.10.</b>	<b>Parte experimental</b> .....	23
<b>3.10.1.</b>	<i>Método de muestreo</i> .....	23
<b>3.10.2.</b>	<i>Técnicas de recolección de datos</i> .....	23
<b>3.10.3.</b>	<i>Determinación de las características organolépticas</i> .....	24
<b>3.10.3.1.</b>	<i>Color</i> .....	24
<b>3.10.4.</b>	<i>Determinación de sodio</i> .....	25
<b>3.10.5.</b>	<i>Determinación de cadmio</i> .....	25
<b>3.10.6.</b>	<i>Determinación de plomo</i> .....	26
<b>3.10.7.</b>	<i>Determinación de calcio</i> .....	26
<b>3.10.8.</b>	<i>Determinación de magnesio</i> .....	27
<b>3.10.9.</b>	<i>Determinación de bicarbonatos</i> .....	27
<b>3.10.10.</b>	<i>Determinación de sólidos disueltos</i> .....	28
<b>3.10.11.</b>	<i>Determinación de sulfatos</i> .....	28
<b>3.10.12.</b>	<i>Determinación de nitratos</i> .....	29
<b>3.10.13.</b>	<i>Determinación de pH</i> .....	29
<b>3.10.14.</b>	<i>Determinación de conductividad eléctrica</i> .....	30
<b>3.10.15.</b>	<i>Determinación de boro</i> .....	30
<b>3.11.</b>	<b>Análisis estadístico inferencial</b> .....	31

3.12.	Media y desviación estándar de cada parámetro y por muestra.....	50
-------	--	----

## CAPÍTULO IV

4.	RESULTADO .....	52
4.1.	Resultados y discusión.....	52
4.1.1.	<i>Datos experimentales</i> .....	52
4.1.1.1.	<i>Análisis con los valores de la norma TULSMA</i> .....	52
4.1.2.	<i>Prueba post hoc</i> .....	61

CONCLUSIONES.....	94
-------------------	----

RECOMENDACIONES.....	95
----------------------	----

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.....	16
<b>Tabla 3-1:</b>	Matriz de consistencia.....	20
<b>Tabla 3-2:</b>	Operacionalización de las variables.....	21
<b>Tabla 3-3:</b>	Variable Dependiente: Control de calidad del agua de riego del rio salinas.....	22
<b>Tabla 3-4:</b>	Recolección de datos.....	23
<b>Tabla 3-5:</b>	Técnica de Determinación de sodio según la Norma ISO 10523:2019.....	25
<b>Tabla 3-6:</b>	Técnica de Determinación de cadmio según la Norma UNE-EN ISO 17294.....	25
<b>Tabla 3-7:</b>	Técnica de determinación de plomo según la Norma UNE-EN ISO 10531.....	26
<b>Tabla 3-8:</b>	Técnica de determinación de calcio mediante titulación con EDTA.....	26
<b>Tabla 3-9:</b>	Técnica de determinación de magnesio mediante titulación con EDTA.....	27
<b>Tabla 3-10:</b>	Técnica de determinación de bicarbonatos mediante titulación alcalimétrica.....	27
<b>Tabla 3-11:</b>	Técnica de determinación de solidos disueltos, mediante el medidor de TDS.....	28
<b>Tabla 3-12:</b>	Técnica de determinación de sulfatos usando equipo HACH.....	28
<b>Tabla 3-13:</b>	Técnica de determinación de nitratos usando equipo HACH.....	29
<b>Tabla 3-14:</b>	Técnica de determinación de pH mediante e multiparámetro in situ.....	29
<b>Tabla 3-15:</b>	Técnica de determinación de conductividad eléctrica.....	30
<b>Tabla 3-16:</b>	Técnica de determinación de boro usando el equipo HACH.....	30
<b>Tabla 3-17:</b>	Resultados de las pruebas estadísticas multivariantes <sup>a</sup> .....	32
<b>Tabla 3-18:</b>	Pruebas de efectos inter-sujetos.....	35
<b>Tabla 3-19:</b>	Pruebas de efectos inter-sujetos.....	41
<b>Tabla 3-20:</b>	Comparaciones múltiples (Color).....	42
<b>Tabla 3-21:</b>	Comparaciones múltiples (pH).....	42
<b>Tabla 3-22:</b>	Comparaciones múltiples (Conductividad).....	43
<b>Tabla 3-23:</b>	Comparaciones múltiples (Cloruros).....	43
<b>Tabla 3-24:</b>	Comparaciones múltiples (Cadmio).....	44
<b>Tabla 3-25:</b>	Comparaciones múltiples (Calcio).....	45
<b>Tabla 3-26:</b>	Comparaciones múltiples (Plomo).....	45
<b>Tabla 3-27:</b>	Comparaciones múltiples (Boro).....	46
<b>Tabla 3-28:</b>	Comparaciones múltiples (Magnesio).....	46
<b>Tabla 3-29:</b>	Comparaciones múltiples (Bicarbonatos).....	47
<b>Tabla 3-30:</b>	Comparaciones múltiples (Sulfatos).....	48
<b>Tabla 3-31:</b>	Comparaciones múltiples (Nitratos).....	48
<b>Tabla 3-32:</b>	Comparaciones múltiples (Sólidos disueltos).....	49
<b>Tabla 3-33:</b>	Comparaciones múltiples (Sodio).....	49

<b>Tabla 3-34:</b>	Media y desviación estándar de cada parámetro y por cada muestra mes mayo...	50
<b>Tabla 3-35:</b>	Media y desviación estándar de cada parámetro y por cada muestra mes junio.....	50
<b>Tabla 3-36:</b>	Media y desviación estándar de cada parámetro y por cada muestra mes julio .....	51
<b>Tabla 4-1:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de mayo por la mañana punto 1.....	52
<b>Tabla 4-2:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de mayo por la mañana punto 2.....	53
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de mayo por la mañana punto 3.....	53
<b>Tabla 4-4:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de mayo por la mañana punto 3.....	54
<b>Tabla 4-5:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de mayo por la tarde punto 2 .....	54
<b>Tabla 4-6:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de mayo por la tarde punto 3 ....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>		55
<b>Tabla 4-7:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de junio por la mañana punto 1.....	55
<b>Tabla 4-8:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de junio por la mañana punto 2.....	56
<b>Tabla 4-9:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de junio por la mañana punto 3.....	56
<b>Tabla 4-10:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de junio por la tarde punto 1 .....	57
<b>Tabla 4-11:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de junio por la tarde punto 2 .....	57
<b>Tabla 4-12:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de junio por la tarde punto 3.....	58
<b>Tabla 4-13:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de julio por la mañana punto 1 .....	58
<b>Tabla 4-14:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de julio por la mañana punto 2. ....	59
<b>Tabla 4-15:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de julio por la mañana punto 3 .....	59
<b>Tabla 4-16:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de julio por la tarde punto 1 .....	60
<b>Tabla 4-17:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de julio por la tarde punto 2.....	60
<b>Tabla 4-18:</b>	Análisis con valores de tulsma mediciones de julio por la tarde punto 3.....	61
<b>Tabla 4-19:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey .....	61
<b>Tabla 4-20:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Color).....	65
<b>Tabla 4-21:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (pH).....	67
<b>Tabla 4-22:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Conductividad) .....	69
<b>Tabla 4-23:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Cloruros).....	71
<b>Tabla 4-24:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Cadmio).....	73
<b>Tabla 4-25:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Plomo) .....	75
<b>Tabla 4-26:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Calcio) .....	77
<b>Tabla 4-27:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Boro).....	79
<b>Tabla 4-28:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Magnesio).....	81
<b>Tabla 4-29:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Bicarbonatos).....	83
<b>Tabla 4-30:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Sulfatos).....	85
<b>Tabla 4-31:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Nitratos).....	87
<b>Tabla 4-32:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Sólidos disueltos).....	88
<b>Tabla 4-33:</b>	Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Sodio). ....	90

<b>Tabla 4-34:</b> Análisis del RAS. ....	92
---	----

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b>	Localización del área de estudio (Río Salinas).....	22
<b>Ilustración 4-1:</b>	Color por mes punto 1 .....	65
<b>Ilustración 4-2:</b>	Color por mes punto 2 .....	66
<b>Ilustración 4-3:</b>	Color por mes punto 3 .....	66
<b>Ilustración 4-4:</b>	pH por mes punto 1 .....	67
<b>Ilustración 4-5:</b>	pH por mes punto 2.....	68
<b>Ilustración 4-6:</b>	pH por mes punto 3.....	68
<b>Ilustración 4-7:</b>	Conductividad por mes punto 1 .....	69
<b>Ilustración 4-8:</b>	Conductividad por mes punto 2 .....	70
<b>Ilustración 4-9:</b>	Conductividad por mes punto 3 .....	70
<b>Ilustración 4-10:</b>	Cloruros por mes punto 1.....	71
<b>Ilustración 4-11:</b>	Cloruros por mes punto 2.....	72
<b>Ilustración 4-12:</b>	Cloruros por mes punto 3.....	72
<b>Ilustración 4-13:</b>	Cadmio por mes punto 1 .....	73
<b>Ilustración 4-14:</b>	Cadmio por mes punto 2 .....	74
<b>Ilustración 4-15:</b>	Cadmio por mes punto 3 .....	74
<b>Ilustración 4-16:</b>	Plomo por mes punto 1 .....	75
<b>Ilustración 4-17:</b>	Plomo por mes punto 2 .....	76
<b>Ilustración 4-18:</b>	Plomo por mes punto 3 .....	76
<b>Ilustración 4-19:</b>	Calcio por mes punto 1 .....	77
<b>Ilustración 4-20:</b>	Calcio por mes punto 2 .....	78
<b>Ilustración 4-21:</b>	Calcio por mes punto 3 .....	78
<b>Ilustración 4-22:</b>	Boro por mes punto 1.....	79
<b>Ilustración 4-23:</b>	Boro por mes punto 2.....	80
<b>Ilustración 4-24:</b>	Boro por mes punto 3.....	80
<b>Ilustración 4-25:</b>	Magnesio por mes punto 1 .....	81
<b>Ilustración 4-26:</b>	Magnesio por mes punto 2.....	82
<b>Ilustración 4-27:</b>	Magnesio por mes punto 3.....	82
<b>Ilustración 4-28:</b>	Bicarbonatos por mes punto 1 .....	83
<b>Ilustración 4-29:</b>	Bicarbonatos por mes punto 2.....	84
<b>Ilustración 4-30:</b>	Bicarbonatos por mes punto 3.....	84
<b>Ilustración 4-31:</b>	Sulfatos por mes punto 1.....	85
<b>Ilustración 4-32:</b>	Sulfatos por mes punto 2.....	86
<b>Ilustración 4-33:</b>	Sulfatos por mes punto 3.....	86

<b>Ilustración 4-34:</b> Nitratos por mes punto 1.....	87
<b>Ilustración 4-35:</b> Nitratos por mes punto 2.....	88
<b>Ilustración 4-36:</b> Nitratos por mes punto 3.....	88
<b>Ilustración 4-37:</b> Sólidos Disueltos por mes punto 1.....	89
<b>Ilustración 4-38:</b> Sólidos Disueltos por mes punto 2.....	89
<b>Ilustración 4-39:</b> Sólidos Disueltos por mes punto 3.....	90
<b>Ilustración 4-40:</b> Sodio por mes punto 1 .....	91
<b>Ilustración 4-41:</b> Sodio por mes punto 2 .....	91
<b>Ilustración 4-42:</b> Sodio por mes punto 3 .....	92

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

**ANEXO B:** MUESTRA 1 AGUA DE RÍO

**ANEXO C:** MUESTRA 2 AGUA DE RIEGO

**ANEXO D:** MUESTRA 3 RESERVORIO

**ANEXO E:** MUESTRAS A ANALIZAR

**ANEXO F:** ANÁLISIS DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO



## RESUMEN

En la parroquia Santa Fe, cantón Guaranda, provincia de Bolívar se utiliza el agua de río Salinas para uso agrícola pero no se han hecho análisis de control de calidad, razón por la cual no garantiza que el agua del río Salinas cumpla con los estándares necesarios para ser empleado en actividades agrícolas, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad del agua del Río Salinas, para evaluar su calidad para el uso agrícola. La metodología consistió en la recolección de muestras de agua en tres puntos estratégicos a lo largo del recorrido del río: directamente del río (punto 1), del canal de riego (punto 2) y del reservorio (punto 3). Las muestras fueron recolectadas durante tres meses (mayo, junio y Julio) en diferentes horarios (mañana y tarde) y se analizaron 14 parámetros físicos y químicos mediante métodos estandarizados de laboratorio. Los resultados evidenciaron algunas variaciones entre los distintos puntos y meses de muestreo. Sin embargo, la mayoría de los parámetros evaluados se mantuvieron dentro de los rangos permitidos por la Normativa TULSMA 15, para agua de uso agrícola. Se encontraron niveles aceptables de pH, conductividad eléctrica, cloruros, sodio, boro, magnesio, sulfatos y nitratos. Los sólidos disueltos totales y la presencia de metales como cadmio, plomo también se situaron por debajo de los límites permisibles lo que indicó que no hay presencia de estos metales en el agua por lo tanto no afecta al usar el agua del río Salinas para uso de Regadío. En este contexto se concluye que el estudio realizado demuestra que el agua del río Salinas posee una calidad apropiada para su utilización en actividades agrícolas de acuerdo con la normativa ambiental analizada. Sin embargo, se recomienda implementar un programa de monitoreo continuo para detectar posibles cambios en el futuro.

**Palabras clave:** <QUÍMICA>, <CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA>, <RIEGO AGRÍCOLA>, <PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS>, <GUARANDA (CANTÓN)>, <PUNTO 1>, <PUNTO 2>, <PUNTO 3>, <NORMATIVA TULMA 15>.

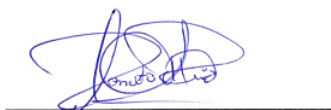
0372-DBRA-UPT-2024



## ABSTRACT

The Salinas River, a vital resource in the parish of Santa Fe, canton of Guaranda, province of Bolívar, is utilized for agricultural purposes. However, the quality of this water has not been thoroughly assessed, raising concerns about its suitability for such activities. To address this, a comprehensive study was conducted, focusing specifically on the water quality of the Salinas River for agricultural use. The methodology involved collecting water samples at three strategic points along the river's course: directly from the river (point 1), from the irrigation canal (point 2), and from the reservoir (point 3). These samples were gathered over three months (May, June, and July) at different times (morning and afternoon), and 14 physical and chemical parameters were analyzed using standardized laboratory techniques. The results provided a comprehensive understanding of the water quality, underscoring the importance of this research for the sustainable use of the Salinas River. Despite the lack of previous quality control analysis, this study's findings are significant. Most of the parameters assessed, including pH levels, electrical conductivity, chlorides, sodium, boron, magnesium, sulfates, and nitrates, were within the ranges permitted by TULSMA Regulation 15 for agricultural water. The total dissolved solids and metals, such as cadmium and lead, were also below the permissible limits, indicating their absence in the water. These results confirm that the use of Salinas River water for irrigation remains unaffected. This study underscores the suitability of Salinas River water for agricultural activities, as per the analyzed environmental regulations. However, it is prudent to establish a continuous monitoring program to detect potential future changes.

**Keywords:** <CHEMISTRY>, <WATER QUALITY CONTROL>, <AGRICULTURAL IRRIGATION>, <PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS>, <GUARANDA (CANTON)>, <POINT 1>, <POINT 2>, <POINT 3>, <TULA 15 REGULATIONS>.



Lic. Edison Renato Ruiz Lopez

C.I. 060395704-4

## **INTRODUCCIÓN**

El agua es considerada como fuente de vida debido a su función esencial en los procesos biológicos y a su importancia como elemento fundamental de desarrollo. Por lo que garantizar el derecho de la población a vivir en un ambiente sano.

El control de calidad del agua para uso agrícola es fundamental para garantizar la salud de las plantas y la seguridad alimentaria. Se deben analizar diferentes parámetros como pH, conductividad, sólidos disueltos, y metales pesados, entre otros. Es importante tomar medidas preventivas para evitar la contaminación del agua y llevar a cabo un monitoreo regular para detectar posibles problemas y tomar medidas correctivas a tiempo.

El agua utilizada para uso agrícola es un recurso vital para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Se requiere un control de calidad adecuado para asegurar que el agua cumpla con los estándares necesarios para no afectar la salud de las plantas ni la calidad de los cultivos.

## **CAPÍTULO I**

### **1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

La necesidad de realizar una investigación de control de calidad de agua de la parroquia Santa Fe del Río Salinas, radica en que esta agua es usada para regadío de tal manera que estos cultivos son aprovechados por la comunidad. Uno de los principales problemas es que en el río Salinas son desechados residuos orgánicos e inorgánicos (cartón, papel, plásticos, etc.), para evaluar los parámetros de control de calidad del agua del uso agrícola de debe realizar análisis físicos y químicos para verificar el nivel de cumplimiento al Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, Reforma libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente (TULSMA) del año 2015 ,Tabla 7 parámetros de los niveles guía de la calidad de agua para riego.

#### **1.2. Enunciado del problema**

En la parroquia de Santa Fe cantón Guaranda se utiliza el agua del río Salinas para uso agrícola, mismo que se encuentra a una Lat.: -1.63333 y Lon: -79, cuya calidad no ha sido analizada, de tal manera que no podemos determinar si se encuentra dentro de los parámetros establecidos del control de calidad de agua de riego (Dices net 2023).

#### **1.3. Formulación (incógnita)**

¿Es apta la calidad de agua de la parroquia Santa Fe, Río Salinas del cantón Guaranda para el uso agrícola?

#### **1.4. Objetivos**

##### ***1.4.1. Objetivo general***

Determinar la calidad de agua de riego del río Salinas en la parroquia Santa Fe del cantón Guaranda para uso agrícola.

#### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Realizar el muestreo en los diferentes puntos del río Salinas en la parroquia Santa Fe.
- Identificar cuantitativamente cada parámetro de calidad para el agua de riego del río Salinas en la parroquia Santa Fe.
- Comparar los resultados obtenidos del control de calidad de agua de riego del río Salinas en la parroquia Santa Fe, mediante la metodología RAS, Normativa TULSMA.

#### **1.5. Justificación**

Además de incrementar el rendimiento, el uso de agua para el riego en la agricultura no solo aumenta la producción, sino que también contribuye a la preservación de los recursos naturales. Además, fomenta el establecimiento de relaciones sociales en la comunidad local, genera nuevos conocimientos y mantiene las conexiones agrícolas agro-agua. A través de pequeños proyectos de riego, más de un millón de agricultores, indígenas y pequeños productores han desarrollado la agricultura en la que basan su sustento (Moreno et al. 2016).

La investigación actual se centra en determinar la calidad del agua mediante el análisis físico y químico del río Salinas, ubicado en el cantón Guaranda, parroquia Santa Fe. En la zona de estudio, se observan actividades antrópicas como plantaciones, viviendas y riego agrícola, lo que ha convertido este lugar en receptor de desechos orgánicos e inorgánicos, así como aguas residuales de las viviendas a lo largo de varios años.

La utilización del agua en la agricultura bajo cubierta está estrechamente vinculada al concepto de irrigación, considerando la calidad del agua que abarca elementos químicos como la concentración de sales disueltas (CE), la proporción de sodio presente (RAS), la cantidad de carbonatos y bicarbonatos (que influyen en el pH), así como la presencia de cloro, boro, hierro y manganeso. Además, el agua de riego puede contener nutrientes como calcio, magnesio y sulfatos, lo que influye en el equilibrio final en la aplicación de fertilizantes para la preparación de la solución nutritiva (Flores 2022). Cabe destacar que la presente investigación se lleva a cabo con el presupuesto de las tesis, estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes

La preocupación por la calidad del agua viene desde tiempos antiguos, cuando se sabía acerca de las propiedades curativas de algunas aguas. Sin embargo, el interés por la calidad del agua a nivel global se incrementó significativamente después de la Revolución Industrial, momento en el que la contaminación del agua se convirtió en un problema grave en muchas ciudades. Desde entonces, se han establecido normas y regulaciones para proteger la calidad del agua y asegurar su uso seguro en sectores como la salud pública, la agricultura y la industria. Asimismo, se han desarrollado conjunto de técnicas para evaluar y mejorar continuamente la calidad del agua.

La calidad del agua utilizada en agricultura para regar frutales, cultivos o granos debe cumplir con parámetros que garanticen su inocuidad. El agua de riego no debe tener concentraciones altas de contaminantes como metales o boro, que son tóxicos para las plantas. Cuando los cultivos son consumidos crudos, se requieren aún estándares más estrictos en términos microbiológicos, para evitar transmisión de infecciones (Winneply et al. 2015).

La calidad de agua se define según características físicas, químicas y biológicas, que son indicadores de dificultades potenciales cuando es utilizada por períodos extensos, por lo tanto, es fundamental tomar en consideración algunos de los principales atributos a considerar al clasificar la calidad del agua desde un aspecto agrícola son: concentración de sales disueltas, contenido de carbonatos y bicarbonatos, y concentración de otros iones de interés como el boro (Castellón et al. 2015).

#### 2.2. Bases teóricas

##### 2.2.1. Agua

Teniendo en cuenta que el agua es el principal elemento que cubre la superficie del planeta con un 70% mismo elemento que se encuentra océanos, ríos, suelos, etc. Es la fuente y el sustento de la vida, posee características únicas que la hacen esencial para el desarrollo de la vida (plantas, animales y ser humano). Posee una gran capacidad calorífica y tiene la capacidad de expandirse cuando se congela (Cirelli, 2012).

### *2.2.1.1. Uso de agua en la agricultura*

Cuando se considera la distribución del agua entre los distintos usuarios, la agricultura aparece como el sector de mayor demanda. Las dos terceras partes de los recursos hídricos se destinan al uso agrícola, con una demanda creciente para el turismo, usos urbanos e industriales, compitiendo por un acceso a un recurso cada vez menos disponible.

### *2.2.2. Agricultura*

La agricultura es un pilar fundamental para la economía ecuatoriana por tres razones: representa el 9,0 % del Producto Interno Bruto del País; ayuda a cumplir con la soberanía alimentaria y, con un 27 % es donde más concentración de empleo existe por parte de la población económicamente activa del Ecuador, la disminución de la calidad del agua utilizada en agricultura está causando lentamente una disminución de la productividad de los sistemas agrícolas (Fiallo, 2017).

Uno de los principales modificadores de la calidad de agua es la actividad humana mismo que pueden ser, el desecho de material orgánico e inorgánico y por otros factores ambientales.

### *2.2.3. Normas RAS*

Relación de Adsorción de Sodio (RAS): Muestra la cantidad de sodio en el agua de riego en relación con los cationes calcio y magnesio. La acumulación de sodio en el suelo posee dos principales efectos, el primero indica que al ser absorbido como ion resulta tóxico para las plantas y el segundo efecto es aquel que nos indica al ser absorbidos por la tierra se sustituye al calcio y al magnesio, de los cuales se puede evidenciar cambios en la estructura que afecta a la permeabilidad del suelo. Relación de absorción de sodio (RAS), hay riesgo de sodificación en presencia de esenciales cationes como calcio, magnesio y sodio en el agua. Si indica un alto nivel de sodio el problema es mayor a diferencia que si predomina el calcio y el magnesio el problema es menor (Pérez, 2015).

## **2.3. Bases conceptuales**

### *2.3.1. Agua para uso agrícola*

El agua para la agricultura está en el centro de todos los debates sobre los recursos hídricos y la seguridad alimentaria. En promedio, la agricultura representa el 70 % de las extracciones mundiales de agua, y las actividades agrícolas representan una parte aún mayor del "uso del agua"

debido a la evaporación de los cultivos. A nivel mundial, se riegan más de 330 millones de hectáreas. La agricultura de regadío ocupa el 20 % de la tierra cultivable total y representa el 40 % de la producción mundial de alimentos (Villalobos y García 2017).

### **2.3.2. Calidad de agua**

En general se establece las propiedades físicas, químicas y biológicas de una muestra de agua comparando con las normas de calidad del agua establecidas. La calidad del agua depende principalmente del uso que se le va a dar. No es simplemente decir que: "esta agua está buena," o "esta agua está mala" (Water science, 2017).

En función de su calidad, se determina el uso de esta, así: agua potable, residuales, embotelladas, de riego entre otras, tendrán diferentes criterios de evaluación mismos que son determinados por normativas regulatorias establecidas por el Ministerio del Ambiente y Agua (MAE), la Agencia Nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria (ARCSA), el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), entre otros (Water science, 2017).

#### **2.3.2.1. Calidad de agua con fines de riego**

Es determinada mediante el análisis de muestras representativas de agua, donde se analiza: cantidad de sales totales disueltas, concentración de calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, boro, y otras variables como el pH y la relación de adsorción de sodio (RAS). En términos generales, se lleva a cabo un análisis químico del agua con dos objetivos principales: en primer lugar, se busca evaluar la idoneidad del agua para el riego y la compatibilidad con los cultivos; en segundo lugar, se busca determinar si el agua es adecuada para la irrigación. La mayoría de las aguas utilizadas en riego contienen bicarbonatos y bases disueltas que tienen el potencial de aumentar la alcalinidad del suelo.

Esto puede tener como resultado la elevación excesiva del pH del suelo, lo que a su vez puede limitar la producción de ciertos tipos de árboles frutales y plantas (Thais, 2021).

#### **2.3.2.2. Calidad de agua subterránea para riego**

La composición natural de las aguas subterráneas es bastante compleja y depende de las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas en la cuenca (Venecia 2018).



### *2.3.2.3. Efecto de agua de riego contaminada*

Las aguas de riego contaminadas suelen estar relacionadas con enfermedades frecuentes como el cólera, la fiebre tifoidea, la ascariasis, la amibiasis, la giardiasis y la presencia de la bacteria *E. coli*. (Llacza, 2022).

### *2.3.3. Parámetros químicos de la calidad del agua*

El determinar la calidad del agua disponible es un requisito indispensable ante la función de suministrar el agua para consumo humano y abrevado de animales, el riego, la industria, fines recreativos o para la vida acuática. Parámetros de la calidad de agua, la manera más sencilla y práctica de estimar la calidad del agua consiste en la definición de índices o relaciones de las medidas de determinados parámetros físicos, químicos o biológicos en la situación real y en otra situación que se considere admisible o deseable y que se encuentra definida por ciertos estándares o criterios. El cálculo de los límites permite llegar a diferentes clasificaciones de calidad de agua de acuerdo con el uso específico al que se le destine.

### *2.3.4. Parámetros físicos*

No son índices absolutos de contaminación, por lo que en cada caso debe medirse la desviación de la norma. Los parámetros físicos más importantes son:

- Temperatura
- Turbidez
- Color
- Conductividad eléctrica
- pH

#### *2.3.4.1. Turbidez*

La turbidez es una propiedad óptica que describe ampliamente la claridad del agua. Está relacionado con el color, pero tiene más que ver con la pérdida de transparencia por efecto de las partículas en suspensión (Bangay 2016). La turbidez impacta en los ecosistemas acuáticos al dispersar la luz solar y reducir la concentración de oxígeno. También afecta la fotosíntesis, así como la respiración y reproducción de los peces. Las partículas suspendidas también contribuyen a la adhesión de muchos metales pesados y otros compuestos tóxicos. La turbidez se considera una medida de la calidad del agua: cuanto más turbia pueda ser el agua, menor es su calidad (Bangay 2016).

#### 2.3.4.2. Conductividad eléctrica

La conductividad o conductancia específica es la medida de la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica. La conductividad depende del número de iones o partículas cargadas en el agua. La facilidad o dificultad del flujo de corriente eléctrica a través de los líquidos permite dividirlos en dos amplias categorías: electrolitos y no electrolitos (HACHCOMPANY 2017). Los compuestos que se disuelven en los iones se conocen como electrolitos. Cuanto mayor sea el número de iones presentes en el electrolito, mayor será la conductividad del agua. Del mismo modo, cuanto menor es el número de iones presentes en el agua, menos conductora es la conductividad del agua (HACHCOMPANY 2017).

#### 2.3.4.3. Alcalinidad

La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos. La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para resistir cambios en el pH, esto también se conoce como amortiguación. Esto se conoce como la capacidad amortiguadora del agua, o la capacidad del agua para resistir un cambio de pH cuando se le agrega ácido. Las moléculas de ácido reaccionan con la alcalinidad, lo que da como resultado que las moléculas de ácido se neutralicen, por lo tanto, al agregar ácido a una solución con alcalinidad, el pH se mantiene constante hasta que se consume la alcalinidad (HACH 2019). La alcalinidad en el agua (con un pH de 7.0 o superior) es causada principalmente por la presencia de sustancias neutralizadoras de ácidos disueltas (álcali). Se relaciona con el balance de dióxido de carbono en el agua y es una función del pH. Los tres iones alcalinos primarios en el agua que contribuyen a la alcalinidad son: Bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), Carbonato ( $CO_3^{2-}$ ), Hidróxido ( $OH^-$ ) (HACH 2019).

#### 2.3.4.4. Potencial de hidrogeno (pH)

El término "pH" se refiere a la medición de la actividad de los iones de hidrógeno en la solución. Dado que la medición directa del pH es muy difícil, se necesitan electrodos específicos para una determinación rápida y precisa del pH.

El pH se mide en una escala de 0 a 14, donde los valores más bajos indican un alto contenido de  $H^+$  (más ácido) y los valores más altos indican una baja actividad de iones  $H^+$  (menos ácido). Un pH de 7.0 se considera neutro. Cada unidad entera de pH representa un aumento o disminución de diez veces en la concentración de iones de hidrógeno.

Un pH metro o medidor de pH es un instrumento científico que mide la actividad del ion hidrógeno en soluciones acuosas, indicando su grado de acidez o alcalinidad expresada como pH (Torres 2020).

#### *2.3.4.5. Sólidos totales disueltos (TDS)*

Los sólidos disueltos, de un tamaño inferior a 2 micras, se refieren a cualquier mineral, sal, metal, en forma de moléculas, átomos, cationes o aniones disueltos en el agua. Los sólidos totales disueltos básicamente es la acumulación de metales, minerales y sales disueltos que se encuentran en el agua (Jácome, 2014).

#### *2.3.5. Parámetros biológicos*

Se refiere a la presencia de microorganismos patógenos de diferentes tipos: bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños. Normalmente estos microorganismos llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas y animales. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua (GIRBAU 2002).

Los parámetros microbiológicos más comunes son:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Sólidos disueltos

##### *2.3.5.1. Coliformes del agua*

Incluyen muchas especies diferentes que viven en entornos diferentes como el suelo, el agua, la vegetación y el tracto digestivo de los animales de sangre caliente (PUREAQUA 2019).

##### *2.3.5.2. Coliformes fecales*

Se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44-45 °C. Incluyen bacterias del género *Escherichia* y también especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

### **2.3.6. Parámetros químicos**

Son los más importantes para definir la calidad del agua. Si el agua en estudio no ha recibido vertidos urbanos o industriales, la prospección debe comprender la determinación de los siguientes parámetros:

Iones más importantes (bicarbonatos, cloruros, sulfatos, calcio, nitratos, magnesio, plomo, cadmio y sodio)

#### **2.3.6.1. Cloruros**

El cloruro es uno de los dos componentes del sodio, también conocido como sal de mesa o sal de roca. Cuando la sal se disuelve en agua, se separa en iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) e iones de cloruro ( $\text{Cl}^-$ ).

La determinación de cloruros se basa en una valoración con nitrato de plata utilizando como indicador cromato de potasio. La plata reacciona con los cloruros para formar un precipitado de cloruro de plata de color blanco. En las inmediaciones del punto de equivalencia al agotarse el ion cloruro, empieza la precipitación del cromato. La formación de cromato de plata puede identificarse por el cambio de color de la disolución a anaranjado-rojizo, así como en la forma del precipitado (Anjhelika 2018).

#### **2.3.6.2. Bicarbonatos**

Uno de los problemas más comunes con el agua de riego es que viene con un exceso de bicarbonatos. Los bicarbonatos llegan al agua cuando pasa a través de una formación rocosa de carbonato de calcio o carbonato de magnesio (piedra caliza o dolomita). La piedra se disuelve en iones de calcio y/o magnesio y iones de bicarbonato. Esto suena bastante inocuo, pero los bicarbonatos elevan el pH del agua y causan estragos en el suelo y las plantas (Lenntech 2016).

#### **2.3.6.3. Cadmio**

El cadmio (Cd) es un metal tóxico liberado al ambiente por fuentes naturales y antrópicas. En las fuentes naturales se hallan las emisiones volcánicas e incendios forestales y dentro de las fuentes antrópicas se encuentran la quema de combustibles fósiles como el petróleo y carbón. Además, se encuentran los fertilizantes fosfatados y nitrogenados, fundición de metales, minería de metales como plomo, cobre, etc (Pérez et al. 2012).

Las plantas representan el primer eslabón en la cadena trófica y algunas especies son capaces de acumular grandes cantidades de Cd, lo que expone a los animales herbívoros a almacenar cantidades apreciables de este metal. Resulta imprescindible estudiar el contenido de cadmio en plantas y animales herbívoros en ecosistemas potencialmente contaminados con este metal (Mero et al. 2019).

#### 2.3.6.4. Mercurio (Hg)

El mercurio es un metal pesado plateado a temperatura ambiente y un elemento químico. El mercurio se encuentra en depósitos de minerales naturales y dispositivos fabricados como barómetros, termómetros, baterías de celda seca, interruptores, bombillas fluorescentes y otros dispositivos electrónicos diversos (Marietta, 2016). El mercurio puede filtrarse en los suministros de agua a partir de dispositivos que lo contienen desechados incorrectamente, como escurrimiento de vertederos y tierras agrícolas, vertederos de fábricas o de depósitos naturales (Greenfast 2016).

#### 2.3.6.5. Plomo (Pb)

El plomo (Pb) se encuentra naturalmente en tres estados de oxidación, metal,  $Pb^{2+}$  y  $Pb^{4+}$ . El  $Pb^{4+}$  sólo puede existir bajo condiciones extremas de pH y potencial de óxido – reducción. El plomo no es un elemento esencial para el crecimiento de la planta. Sin embargo, esta omnipresente en los sistemas suelo agua de las plantas. En general, el plomo se mantiene fuertemente en los suelos ya sea por absorción formando complejos con componentes inorgánicos y orgánicos del suelo. Como resultado, sólo una pequeña cantidad del contenido total del plomo está disponible para las plantas (edafodología 2016).

El plomo puede infiltrarse en el agua potable cuando las tuberías de servicio que contienen plomo se corroen; en especial, donde el agua contiene altos niveles de acidez o poco contenido mineral que corroe las tuberías y los elementos fijos. El problema más frecuente se da con el latón o los grifos de latón cromado y los elementos fijos con soldaduras de plomo, de los cuales cantidades significativas de plomo pueden infiltrarse en el agua, en especial, en el agua caliente (edafodología 2016)

#### 2.3.6.6. Cromo (Cr)

El cromo aparece en el agua, únicamente en dos estados de oxidación: Cr (III) y Cr (VI). Su toxicidad depende del estado de oxidación y concentración en que se encuentra, siendo de especial

importancia la eliminación de cromo hexavalente presente en los sistemas acuosos, por su reconocido carácter cancerígeno (Rentavares 2016).

#### *2.3.6.7. Sulfatos*

Se encuentra en casi todas las aguas naturales. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos, y la existencia de residuos industriales. El sulfato es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia (Lenntech 2016).

#### **2.3.7. Contaminación del agua**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del agua se refiere a "la presencia en el agua de sustancias que representan un peligro para la salud humana, los animales o los ecosistemas acuáticos". Por su parte, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define la contaminación del agua como "la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o energía en el agua que puedan producir efectos nocivos tales como perjuicios a la salud, perjuicios a las actividades económicas, obstáculos a usos del agua para fines recreativos y perjuicios al equilibrio de los ecosistemas.

Los contaminantes del agua son sustancias o agentes que se encuentran presentes en el agua y que pueden causar daño o alteración en la calidad del agua y en los organismos que dependen de ella. Estos contaminantes pueden ser de origen químico, como los productos químicos industriales, pesticidas o metales pesados, o de origen biológico, como las bacterias y virus. También pueden ser de origen físico, como los sedimentos o residuos sólidos.

##### *2.3.7.1. Contaminantes físicos*

Los contaminantes físicos del agua se refieren a cualquier sustancia o material presente en el agua que no es parte de su composición natural y que puede afectar negativamente su calidad. Estos contaminantes pueden incluir sedimentos, materiales suspendidos en el agua, objetos flotantes, residuos sólidos, entre otros.

##### *2.3.7.2. Contaminantes químicos*

Son sustancias químicas que se encuentran presentes en el agua y que pueden ser dañinas para la salud humana y el medio ambiente. Estos contaminantes pueden ser de origen natural, como los

minerales y metales presentes en la tierra, o de origen antropogénico, como los productos químicos industriales, los pesticidas, los productos farmacéuticos, entre otros.

#### *2.3.7.3. Contaminantes biológicos*

Se refiere a los organismos patógenos como: hongos, bacterias, protozoos, virus y parásitos, los cuales, en contacto con el agua, se convierten en vectores para la transmisión de enfermedades, así también ayudan a la auto regeneración de las aguas debido al consumo de materia orgánica por parte de algunos organismos.

#### **2.3.8. *Cómo afecta el exceso de los parámetros químicos a los cultivos***

##### *2.3.8.1. Sodio*

Los inconvenientes pueden aparecer si los niveles de sodio exceden de 50 ppm. Principalmente los efectos por un elevado contenido de este compuesto suelen presentarse en las raíces de las plantas, pero también se presentan en la parte superior de la planta (Lopez 2023). Los daños visibles en la planta son quemaduras en las hojas, germinación lenta y desigual de la semilla, muerte en las raíces, retraso del crecimiento, marchitamiento repentino o incluso la muerte gradual de las plantas (Fagro 2022).

##### *2.3.8.2. Plomo*

El plomo es considerado un metal no esencial para los vegetales; no obstante, al estar presente en los suelos también es disponible para las plantas (Solís et al. 2012). Los efectos generales de toxicidad causada por el exceso de este metal son hojas más pequeñas y un menor crecimiento. Las hojas pueden presentar quemaduras de color rojizo y las raíces pueden presentar un color negro. En general en plantas cultivadas en suelos con concentraciones mayores a ( $65 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), interfiere en el crecimiento de las plantas, disminución en la biomasa y retraimiento de la biosíntesis de clorofila (Solís et al. 2012).

##### *2.3.8.3. Cadmio*

En general el Cd interfiere en la entrada, transporte y utilización de elementos esenciales (Ca, Mg, P y K) y del agua, provocando desequilibrios nutricionales e hídricos en la planta. Las plantas expuestas a suelos contaminados con cadmio presentan modificaciones en la apertura estomática, fotosíntesis y transpiración (Rodríguez 2008).

#### 2.3.8.4. *Cloruros*

Es esencial para las plantas el uso de cloruros, pero en pequeñas cantidades, un exceso puede provocar quemaduras en los bordes de las hojas, amarillamiento prematuro o inclusive la caída de las hojas. Una alta cantidad de ion cloruro puede llevar a la pérdida de rendimientos o en el peor de los casos la muerte de la planta (Lopez 2023).

#### 2.3.8.5. *Nitratos*

La agricultura es el factor responsable de la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos ya que el exceso favorece el movimiento de estos hacia el subsuelo, siendo arrastrado hacia los ríos, acuíferos, provocando así la contaminación ambiental (Arrechea 2010).

#### 2.3.8.6. *Boro*

Es esencial para el crecimiento normal de las plantas, pero el exceso conlleva a la decoloración en las puntas de las hojas que posteriormente se vuelven necróticas y se queman provocando caída de las hojas de los árboles y plantas o incluso la muerte (Mora 2019).

#### 2.3.8.7. *Calcio*

La deficiencia de calcio se reconoce por la formación de manchas amarillas/marrones que habitualmente presentan un estrecho contorno marrón bien definido. Además, se frena el crecimiento y en casos serios resulta en ápices más pequeños que no se cierran del todo. El resultado es fácil de imaginar: una cosecha muy pobre (CANNA 2016). El exceso de calcio en el suelo origina inmovilización de algunos elementos (hierro, boro, cinc y manganeso), al encontrarse el calcio como carbonato, lo que produce un Profesor. Moya Santana Juan de Jesús / Lab. Ecofisiología de Cultivos /Sección de Ecofisiología de Cultivos /Línea de Producción Vegetal /Instituto de Investigaciones Agropecuarias 11 aumento del ph. que favorece la precipitación de dichos elementos, produciéndose una inmovilización de estos y su déficit nutricional para la planta al ser impedida su absorción por el sistema radicular, se ha observado también inhibición de la asimilación del potasio (Moyeja 2018).

#### 2.3.8.8. *Magnesio*

El déficit de magnesio en la planta provoca la reducción de la fotosíntesis, lo cual se traduce en una inhibición o reducción de la clorofila, apareciendo clorosis de las hojas con amarillamiento y



manchas pardas; siendo las partes viejas las primeras afectadas. Cabe decir que las gramíneas especialmente no son muy susceptibles a Nutrición Vegetal (II) 12 las deficiencias de magnesio, sin embargo, por acumularse en órganos de reserva los cultivos de hortalizas, leguminosas y frutales son muy sensibles a la falta de este elemento nutritivo. Los terrenos arenosos tienden a tener especial carencia en este elemento (Moyeja 2018).

#### *2.3.8.9. Carbonatos*

Los carbonatos tienen una acción positiva sobre la estructura del suelo y sobre la actividad microbiana. Sin embargo, un exceso de carbonatos puede crear problemas en la nutrición de las plantas por antagonismo con otros elementos, es decir, bloquea sus receptores, dando lugar por ejemplo a clorosis férrica.

## **2.4. Bases legales**

### ***2.4.1. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)***

El TULSMA está constituido de en un cuerpo normativo que reúne las normas reglamentarias (secundarias) más fundamentales vigentes en el Ecuador en materia ambiental. Se lo ha encontrado organizado por nueve libros. En el Libro VI se desarrolla, entre otros instrumentos, la reglamentación para la prevención y control de la contaminación ambiental y sus normas técnicas. El TULSMA, y por ende el Libro VI y sus anexos, es aprobado mediante Decreto Ejecutivo 3516, y publicado en la Edición Especial N.º 2 del Registro Oficial del 31 de marzo del 2003. Las normas técnicas nacionales del mencionado reglamento constan como anexos del mismo; en éstas se fijan los límites permisibles de emisión, descargas y vertidos al ambiente (TULSMA, 2015).

### ***2.4.2. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes***

Esta norma tiene como objetivo fundamental el resguardar la calidad del agua con el fin de proteger los usos determinados, los ecosistemas y del medio ambiente (TULSMA, 2015).

En el presente trabajo de investigación se tendrá en cuenta los parámetros de calidad del agua para uso agrícola estipulado por la norma del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente que se presenta a continuación:

**Tabla 2-1:** Parámetros de los niveles de la calidad del agua para riego

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN		
		Ninguno	Ligero- Moderado	Severo
Salinidad: (1)				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
Infiltración: (4)				
RAS=0-3yCE=		0,7	0,7-0,2	<0,2
RAS-3-6yCE=		1,2	1,2-0,3	<0,3
RAS=6-12yCE=		1,9	1,9-0,5	<0,5
RAS-12-20yCE=		2,9	2,9-1,3	<1,3
RAS=20-40YCE=		5,0	5,0-2,9	<2,9
Toxicidad por iones específicos (5)				
<b>Sodio:</b>				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3,0	<b>3,0-9,0</b>	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
<b>Cloruros:</b>				
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
<b>Boro:</b>	mg/l	0,7	0,7-3,0	>3
Efectos misceláneos (7)				
Nitrógeno no (N-NO3-)	mg/l	5,0	5,0-30,0	>30
Bicarbonato (HCO3-) Solo Aspersión	meq/l	1,5	1,5-8,5	>8,5
Ph	Rango normal		6,5-8,4	

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

En la Tabla 1 indica los valores mínimos y máximos de la calidad del agua para riego para así determinar si el agua está apta para regadío. La disponibilidad de agua para los cultivos:

CE= Conductividad eléctrica del agua de regadío

SDT= Sólidos disueltos totales

Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo

No afecta la a la sensibilidad de los cultivos

RAS, Relación de absorción de sodio ajustado

Afecta a los cultivos susceptibles

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de Investigación

##### 3.1.1. *Por el método de investigación: cuantitativa*

Es un método de recogida de datos en un contexto de estudios principalmente científicos. En base a los datos recogidos, se pueden probar hipótesis predefinidas. La investigación utilizará el siguiente enfoque, ya que se analizarán las características cuantitativas de las muestras tomadas en el laboratorio; las variables serán controladas a través de consolidación la observación y la manipulación (Qualtrics, 2023).

##### 3.1.2. *Según el objetivo: aplicada*

Se enfoca principalmente en una necesidad social práctica al que se pretende solucionar en base a la búsqueda y del conocimiento necesario para su aplicación con el fin del enriquecimiento científico y cultural (DuocUc, 2022).

El tipo de investigación que en este caso utilizaremos es la de tipo aplicada, razón que, en base a los conocimientos adquiridos, se podrá analizar, obtener datos los mismos que serán comprobados para que de tal manera se deduzca que esta agua del Río Salinas sea óptima para el uso agrícola.

##### 3.1.3. *Según el nivel de profundización en el objeto de estudio: explicativa*

Es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo, es el tipo de investigación que se utiliza intenta determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto (Webnode, 2020). Es de tipo explicativa porque intenta establecer si el agua del Río Salinas servirá para regadío, determinando los parámetros físicos y químicos.

##### 3.1.4. *Según la manipulación de variables: cuasi experimental*

De acuerdo con la investigación es de tipo cuasi experimental debido a que se va a realizar la comparación entre los dos tiempos (mañana y tarde), en el mes de mayo, junio y julio.

### **3.1.5. *Por la condición de estudio: de laboratorio***

La investigación de laboratorio o trabajo de laboratorio es una clase de investigación dentro de la metodología utilizada en la investigación científica (Tamayo, 2004). Esta investigación se realizará en el laboratorio, ya que de tal manera se empleará, el análisis de ciertos parámetros físicos y químicos, usando equipos y reactivos adecuados a la metodología correspondiente.

### **3.1.6. *Según el período temporal: transversal***

En una población, muestra o subconjunto predefinido se puede analizar datos de variables recopiladas en un tiempo determinado. Es una investigación de tipo transversal, se analizará en un tiempo predeterminado con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados, para el análisis adecuado de la calidad de agua para determinar si es apto para el uso agrícola a través de los análisis respectivos (Ortega, 2019).

### **3.1.7. *Según el tipo de inferencia: deductiva***

Parte de premisas básicas a comprobar, y llega a conceptos o leyes. Va de lo general a lo particular. Es una investigación de tipo deductiva, debido a que en sí el procedimiento metodológico se basa en tomar premisas, establecer hipótesis, verificar las mismas y luego hacer las respectivas conclusiones de los hechos (Rus, 2020).

## **3.2. *Diseño de la investigación***

El diseño para utilizar es cuasi experimental, que permite de esa manera evaluar la calidad de agua de riego y como se relaciona con los parámetros aplicados en las fuentes de agua de uso agrícola de la Parroquia Santa Fe del Catón de Guaranda. Este trabajo es experimental debido a que se requiere llevar a cabo un control de calidad del agua, también se realiza el análisis descriptivo Exploratorio, ya que se caracteriza un fenómeno, hecho o grupo con el fin de establecer la calidad de la fuente de agua en donde se utiliza valores promedio, desviación estándar, y varianza, medias, para realizar el análisis estadístico de las distribuciones de los diferentes datos de cada parámetro físico-químico. Y también se utiliza diagramas de barras e histogramas.

El muestreo se realiza en 3 puntos estratégicos a lo largo del recorrido del río Salinas por la Parroquia Santa Fe del cantón Guaranda con 3 muestras por cada punto, se analizó los parámetros químicos y físicos de: pH, conductividad eléctrica, TDS, mientras que los 11 análisis químicos,

se evalúan 3 veces sin repeticiones. La primera en el mes de Mayo, la segunda en el mes de Junio y la tercera en el mes de Julio para poder comparar los resultados.

### **3.2.1. *Diseño experimental: completamente al azar***

Este trabajo es experimental debido a que se requiere llevar a cabo un control de calidad del agua, también se realiza el análisis descriptivo Exploratorio, ya que se caracteriza un fenómeno, hecho o grupo con el fin de establecer la calidad de la fuente de agua en donde se utiliza valores promedio, desviación estándar, y varianza, medias, para realizar el análisis estadístico de las distribuciones de los diferentes datos de cada parámetro físico y químico. Y también se utiliza gráficos de diagramas de barras e histogramas.

### **3.3. Identificaciones variables**

Variable dependiente:

- Uso agrícola del agua del río Salinas.

Variable independiente:

- Calidad de agua del río Salinas
- Análisis físicos y químicos

### **3.4. Planteamiento de la hipótesis**

#### **Hipótesis general:**

Los resultados de análisis de control de calidad de agua de riego del río salinas en la parroquia Santa Fe se encuentran dentro del rango que exige la normativa de control ambiental.

#### **Hipótesis específicas:**

Los puntos de muestreo establecidos nos dan un valor real de la calidad de agua del río Salinas para uso agrícola.

Los parámetros de control de calidad se encuentran dentro del rango permitido por la normativa TULSMA para el uso agrícola en la parroquia Santa Fe. Los resultados obtenidos del control de calidad del río Salinas en la parroquia Santa Fe en ambos períodos son significativamente iguales.

### 3.5. Matriz de consistencia

**Tabla 3-1:** Matriz de consistencia

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Es apta la calidad de agua de la parroquia de Santa Fe para el uso agrícola?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la calidad de agua de riego del río Salinas en la parroquia Santa Fe del cantón Guaranda para uso agrícola.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los resultados de análisis de control de calidad de agua de riego del río salinas en la parroquia Santa Fe se encuentran dentro del rango que exige la normativa de control ambiental.</li> </ul>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de agua del río Salinas.</li> <li>Análisis físicos, químicos, microbiológicos.</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>pH</p> <p>Conductividad</p> <p>Aniones</p> <p>Sólidos disueltos</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cuál es la metodología para analizar los parámetros de calidad de agua en la parroquia de Santa Fe en el cantón Guaranda, para verificar si esta sirve como uso agrícola?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el muestreo en los diferentes puntos del río Salinas en la parroquia Santa Fe</li> <li>Identificar cuantitativamente cada parámetro de calidad para el agua de riego del río Salinas en la parroquia Santa Fe</li> <li>Comparar los resultados obtenidos del control de calidad de agua de riego del río Salinas en la parroquia Santa Fe, mediante la metodología RAS, Normativa TULSMA.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los puntos de muestreo establecidos nos dan un valor real de la calidad de agua del río salinas para uso agrícola</li> <li>Los parámetros de control de calidad se encuentran dentro del rango permitido por la normativa TULSMA para el uso agrícola en la parroquia Santa Fe.</li> <li>Los resultados obtenidos del control de calidad del río Salinas en la parroquia Santa Fe en ambos periodos son significativamente iguales.</li> </ul>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Uso agrícola del río salinas.</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Calidad del agua</p>

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.6. Operacionalización de las variables

**Tabla 3-2:** Variable Independiente-caracterización de la calidad del agua

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	CATEGORÍA	INDICADORES	MÉTODOS/ INSTRUMENTOS
El agua de uso agrícola reúne ciertas características como físicas, químicas según la norma RAS para uso agrícola.	Física	-Conductividad eléctrica -Color -Solidos disueltos -pH	-°C - dS/m - mg/L -Ácidoz y basicidad	-Equipo Multiparámetro
	Químicas	-Sodio (Na+) -Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) -Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) -Boro (B <sub>3</sub> <sup>+</sup> ) -Calcio -Magnesio -Nitratos (NO <sub>3</sub> ) -Sulfatos -Cadmio (Cd) -Plomo (Pb) -	-mg/L -mg/L -mg/L -mg/L -mg/L -mg/L -mg/L -mg/L	-Absorción atómica -Potencio métrico

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024.

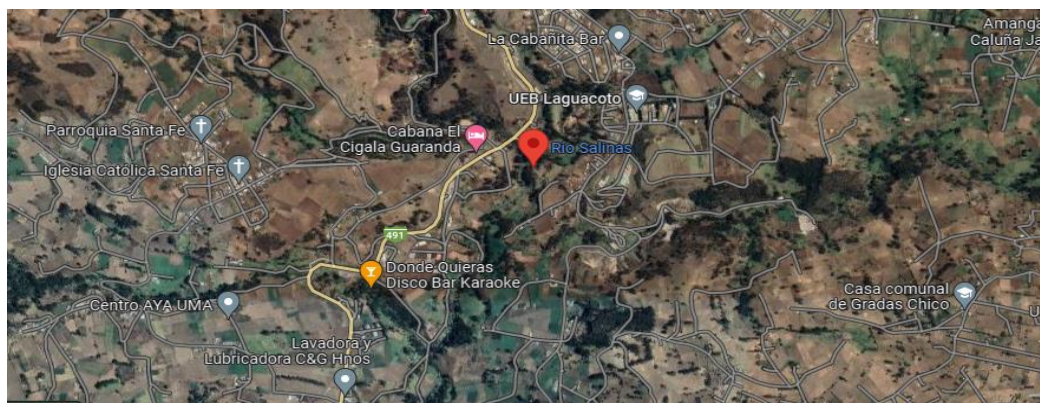
**Tabla 3-3:** Variable Dependiente-control de calidad del agua de riego del rio salinas

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIA	INDICADORES	METODOS/ INSTRUMENTOS
Parámetros de control que exige la normativa TULSMA, metodología RAS.	Cadmio	(mg/L)	Absorción atómica
	Plomo	(mg/L)	
	Sodio	(mg/L)	
	Calcio	(mg/L)	Titulación
	Magnesio	(me/L)	

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.7. Localización del estudio

Las muestras que se necesitara para el desarrollo de esta investigación se tomarán del Río Salinas, cantón Guaranda, Parroquia Santa Fe las mismas que serán analizadas para ver la calidad del agua y si es apta para el uso agrícola que beneficia a la población del lugar. Los análisis de esta investigación se llevarán a cabo en la ciudad de Riobamba, en los laboratorios de la facultad de ciencias de la ESPOCH, a 2754 msnm, a una temperatura promedio de 13 °C.



**Ilustración 3-1:** Localización del área de estudio (Río Salinas).

Fuente: Google Earth 2023.

### 3.8. Población de estudio

Para la investigación, la población de estudio se considera la materia de análisis que pertenece al Río salinas en la sección que atraviesa el canal de riego para la parroquia Santa Fe que se encuentra ubicado en el cantón Guaranda, provincia Bolívar.



### 3.8.1. *Tamaño de la muestra*

El tamaño de la muestra es de 1 litro de agua por cada punto del río salinas en la sección que atraviesa el río, canal de riego y reservorio de la parroquia Santa Fe para análisis físico y químicos correspondientes según la normativa TULSMA.

### 3.9. **Técnica de recolección de datos**

El método que se utilizara es el muestreo aleatorio simple, que se realiza mediante la toma de una porción representativa para la investigación.

### 3.10. **Parte experimental**

#### 3.10.1. *Método de muestreo*

El método mediante el cual se realizó la recolección de muestras es mediante la normativa NTE INEN-ISO 5667-3.

El método que se utilizará es el muestreo aleatorio simple, que se realiza mediante la toma de una parte representativa para la investigación. La recolección de las muestras de agua se realizó en la parroquia Santa Fe del cantón Guaranda de la provincia de Bolívar, las muestras fueron recolectadas en dos tiempos la primera se realizó a las 8:00 am mientras que, la segunda muestra fue a las 5 pm.

#### 3.10.2. *Técnicas de recolección de datos*

**Tabla 1-4:** Recolección de datos

<b>Técnicas de recolección de datos</b>	<b>Instrumento</b>
Tratamientos de datos y fuentes estadísticas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Excel</li><li>• Programas estadísticos</li></ul>
Recolección de información	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fuentes bibliográficas</li><li>• Bases de datos (Internet)</li><li>• Libros</li><li>• Artículos científicos</li><li>• Revistas científicas.</li></ul>
Recolección de la muestra	<ul style="list-style-type: none"><li>• TULSMA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.</li></ul>

Equipos de seguridad personal / Materiales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Botas de caucho</li><li>• Recipientes estériles</li></ul>
--	--

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

A continuación, se va a describir cada análisis para el control de calidad de las aguas y con esto realizar tener las características finales.

### ***3.10.3. Determinación de las características organolépticas***

#### ***3.10.3.1. Color***

La apreciación visual se realizó para cada una de las muestras de agua se colocó aproximadamente 25 mL de agua en un vaso de precipitación de 50 mL y se realizó la observación minuciosa de color o presencia de impurezas presentes en las diferentes muestras de agua.

### 3.10.4. Determinación de sodio

**Tabla 3-5:** Técnica de determinación de sodio

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Este método determina la tensión de propiedades de los plásticos en forma de láminas delgadas y películas, se basa en el uso de la separación de agarre como medida de extensión.	Matraces, pipetas, buretas, espátulas, filtros, Espectrofotómetro de absorción atómica con llama	Ácidos Solución buffer Solución patrón Agua destilada	Preparación de las muestras Calibración del espectrofotómetro Medida de absorbancia de la muestra Cálculo de la concentración del sodio Control y aseguramiento de calidad.	La fórmula general para calcular la concentración de sodio en la muestra: Concentración de sodio (mg/L) = (Absorbancia de la muestra - Intersección de la curva de calibración) / Pendiente de la curva de calibración

Fuente: Aqlab laboratorios de análisis y evaluación ambiental 2023.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.5. Determinación de cadmio

**Tabla 3-6:** Técnica de Determinación de cadmio

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Se basa en la medición de la concentración de cadmio en una muestra de agua mediante el uso de un espectrómetro de masas (ICP-MS). La técnica permite la detección y cuantificación de varios elementos traza en muestras de agua.	matraces, pipetas, buretas, espátulas, filtros, Espectrofotómetro de absorción atómica con llama	Solución buffer Solución patrón Agua destilada Reactivo cadmio	Preparación de las muestras Calibración del instrumento Análisis de las muestras Cálculo de la concentración del cadmio Control de calidad y aseguramiento de calidad.	Cálculo de la concentración de un elemento en una muestra utilizando la ley de Beer-Lambert, que relaciona la absorbancia (A) con la concentración (C) y el coeficiente de extinción molar ( $\epsilon$ ): $C = A / (\epsilon * l)$ , donde l es la longitud de la celda de muestra.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.6. Determinación de plomo

**Tabla 3-7:** Técnica de determinación de plomo

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Implica la irradiación de una solución de muestra con luz de una longitud de onda específica correspondiente al elemento de interés. La presencia del elemento metálico en la muestra absorberá parte de esta luz, y la cantidad de luz absorbida se relaciona directamente con la concentración del elemento presente. Esto permite la cuantificación del plomo en la muestra.	Espectrofotómetro o analizador de absorción atómica Cubetas de muestra Matraces, pipetas y buretas.	Solución estándar de plomo Reactivos de enmascaramiento Agua destilada	Preparación del equipo Preparación de la muestra Preparación de los reactivos Calibración del equipo Medición de la muestra Lectura y registro de resultados	Concentración de plomo (mg/L) = (Absorbancia de la muestra - Absorbancia del blanco) / Factor de calibración.

**Fuente:** Aqlab laboratorios de análisis y evaluación ambiental 2023.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.7. Determinación de calcio

**Tabla 3-8:** Técnica de determinación de calcio mediante titulación con EDTA

Principio	Materiales	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
El principio de determinación de calcio mediante titulación se basa en la reacción química entre el calcio presente en la muestra y un agente quelante, como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) que forma complejos con iones metálicos, incluido el calcio, en una reacción ácido-base.	Matraz Erlenmeyer, bureta, soporte, pipeta y pera	1ml de NAOH 1ml de KCN 1 pizca de murexida	Se añadió 25 ml de agua en un Erlenmeyer, luego 1ml de NAOH, 1ml de KCN y 1 pizca de murexida. Luego se titula con EDTA hasta que el color rosado pase a lila.	Concentración de calcio (Ca) = $(X \cdot 0,025 \text{ mol/l} \cdot 40 \text{ gr/mol} \cdot 1000 \text{ mg/g}) / 25 \text{ ml}$

**Fuente:** Aqlab laboratorios de análisis y evaluación ambiental 2023.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.8. Determinación de magnesio

**Tabla 3-9:** Técnica de determinación de magnesio mediante titulación con EDTA

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Se basa en el principio de la reacción de formación de un complejo entre el magnesio y un agente quelante, típicamente el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). El EDTA tiene la capacidad de formar complejos con iones metálicos, incluido el magnesio, en una reacción de tipo ácido-base.	Matraz Erlenmeyer, bureta, soporte, pipeta y pera	1ml de buffer 1ml de KCN 1 pizca de negro de eriocromo	Se añadió los 25 ml de agua a analizar en un Erlenmeyer, luego 1ml de buffer, 1ml de KCN y 1 pizca de murexida. Luego se titula con EDTA hasta que el color lila pase a azul.	Concentración de magnesio (Mg) = $(X \cdot 0,025 \text{ mol/l} \cdot 100 \text{ gr/mol} \cdot 100 \text{ 0mg/g}) / 25 \text{ ml}$

Fuente: Aqlab laboratorios de análisis y evaluación ambiental 2023.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.9. Determinación de bicarbonatos

**Tabla 3-10:** Técnica de determinación de bicarbonatos mediante titulación alcalimétrica

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
El principio de la titulación alcalimétrica para la determinación de bicarbonatos se basa en la reacción química entre los bicarbonatos y una solución ácida. El bicarbonato reacciona con el ácido para formar dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), agua (H <sub>2</sub> O) y una sal del ácido utilizado.	Matraz Erlenmeyer, bureta, soporte, pipeta y pera	HCl Fenolftaleína Naranja de metilo 25ml de la solución a valorar	Se añadió los 25 ml de agua a analizar en un Erlenmeyer, luego 3 gotas de fenolftaleína y también 3 gotas de naranja de metilo. Luego se titula con HCl hasta que el color naranja a un color rosa o magenta.	Concentración de bicarbonatos (Ca) = $(X \cdot 0,05 \text{ mol/l} \cdot 50 \text{ gr/eq} \cdot 1000 \text{ mg/g}) / 25 \text{ ml}$

Fuente: Aqlab laboratorios de análisis y evaluación ambiental 2023.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.10. Determinación de sólidos disueltos

**Tabla 3-11:** Técnica de determinación de sólidos disueltos, mediante el medidor de TDS

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
El principio de funcionamiento de un medidor de TDS (sólidos totales disueltos) se basa en la medición de la conductividad eléctrica del agua. Los sólidos disueltos en el agua, como sales minerales, metales y otros compuestos iónicos, aumentan su conductividad.	Medidor de TDS	Agua destilada Agua de la muestra	Poner la muestra en un vaso Medición con el equipo Lectura de resultados	Sólidos disueltos (mg/L) = (Peso de los sólidos disueltos / Volumen de la muestra de agua) * Factor de dilución

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.11. Determinación de sulfatos

**Tabla 3-12:** Técnica de determinación de sulfatos usando equipo HACH

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
El principio utilizado para la determinación de nitratos mediante el equipo HACH se basa en la espectrofotometría de absorción. Se utiliza una reacción química entre los sulfatos presentes en la muestra y un reactivo, produciendo un compuesto coloreado cuya concentración se puede medir utilizando un espectrofotómetro.	Equipo HACH	Agua destilada Agua de la muestra Polvo indicador de sulfatos	Poner la muestra en un vaso Medición con el equipo Lectura de resultados	Concentración de sulfatos (mg/L) = (Absorbancia de la muestra / Factor de calibración) * Dilución

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.12. Determinación de nitratos

**Tabla 3-13:** Técnica de determinación de nitratos usando equipo HACH

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
El principio utilizado para la determinación de nitratos mediante el equipo HACH se basa en la espectrofotometría de absorción. En este método, se utiliza una reacción química específica entre los nitratos presentes en la muestra de agua y un reactivo adecuado. La reacción produce un compuesto coloreado cuya concentración se puede medir utilizando un espectrofotómetro.	Equipo HACH	Agua destilada Agua de la muestra Polvo indicador de nitratos	Poner la muestra en un vaso Medición con el equipo Lectura de resultados	Concentración de nitratos (mg/L) = (Absorbancia de la muestra / Factor de calibración) * Dilución

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.13. Determinación de pH

**Tabla 3-14:** Técnica de determinación de pH mediante el multiparámetro in situ

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento
Instrumento impermeable que mide diversos parámetros del agua como pH, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto y temperatura.	Medidor Multiparámetro	Agua destilada Agua de muestra	Se enjuaga los electrodos del multiparámetro con agua destilada y se procede a tomar la muestra in situ y se registró los datos.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.14. Determinación de conductividad eléctrica

**Tabla 3-15:** Técnica de determinación de conductividad eléctrica mediante el multiparámetro in situ.

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento
Instrumento impermeable que mide diversos parámetros del agua como pH, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto y temperatura.	Medidor Multiparámetro	Agua destilada Agua de muestra	Se enjuaga los electrodos del multiparámetro con agua destilada y se procede a tomar la muestra in situ y se registró los datos.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.10.15. Determinación de boro

**Tabla 3-16:** Técnica de determinación de boro usando el equipo HACH

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento
El principio utilizado para la determinación de nitratos mediante el equipo HACH se basa en la espectrofotometría de absorción. En este método, se utiliza una reacción química específica entre los sulfatos presentes en la muestra de agua y un reactivo adecuado. La reacción produce un compuesto coloreado cuya concentración se puede medir utilizando un espectrofotómetro.	Crisol HACH Tubo de ensayo Mufla	Agua destilada Curcumina HCl Alcohol al 96% Acido oxálico	Añadimos agua destilada, estándar y muestra en crisoles, luego agregar curcumina y acido oxálico, posteriormente HCl y aforamos con alcohol al 96%, y luego en un crisol meter esta muestra a la mufla hasta que muestra se seque y luego agregar a este crisol alcohol, traspasar la muestra a los tubos de ensayo y leer la muestra en el equipo HACH.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



### 3.11. Análisis estadístico inferencial

En esta investigación se realizará un análisis descriptivo exploratorio el cual permitirá la representación de los resultados relacionados con un conjunto de datos derivados de una muestra, se utilizará programas como Excel para realizar los datos respectivos, un análisis utilizando ANOVA el cual nos permite tener un análisis de varianza óptimo. En esta investigación se realizará un análisis Descriptivo exploratorio el cual permitirá la representación de los resultados relacionados con un conjunto de datos derivados de una muestra o de toda la población.

**Resultados ANOVA multivariado (ANOVA):** Los resultados de las columnas generadas en la tabla 1 tienen los siguientes significados:

- Efecto: Indica el factor o interacción sobre el cual se realizó la prueba ANOVA.
- Valor: Representa la medida de la prueba estadística correspondiente:

**Traza de Pillai:** La prueba de Pillai es una medida de la cantidad total de varianza explicada por las variables independientes en todas las variables dependientes. Se calcula sumando los valores propios de las matrices resultantes de la descomposición de la matriz de covarianza multivariante.

**Lambda de Wilks:** La prueba de Lambda de Wilks es otra medida que evalúa la varianza explicada por las variables independientes en todas las variables dependientes. Esta prueba se basa en la razón entre el determinante de la matriz de covarianza residual y el determinante de la matriz de covarianza total.

**Traza de Hotelling:** La prueba de Hotelling se utiliza para comparar las medias multivariadas entre grupos. Mide la diferencia entre las medias multivariadas de los grupos y se basa en la matriz de medias y covarianzas de las variables dependientes.

**Raíz mayor de Roy:** La prueba de la raíz mayor de Roy también se utiliza para comparar las medias multivariadas entre grupos. Es similar a la prueba de Hotelling, pero se basa en la matriz de covarianzas y no en la matriz de medias y covarianzas.

- F: Es el valor de la estadística F para la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas entre los grupos o condiciones.
- gl de hipótesis: Grados de libertad asociados con la prueba del efecto.
- gl de error: Grados de libertad asociados con el error en la prueba.
- Sig.: Significación (valor p) obtenida de la prueba.

La interpretación de los resultados obtenidos se muestra en los siguientes ítems:

**Intersección:** Todas las pruebas (Traza de Pillai, Lambda de Wilks, Traza de Hotelling y Raíz mayor de Roy) arrojan valores de p muy cercanos a cero ( $p < 0.001$ ). Esto indica que hay al menos una diferencia significativa entre los grupos definidos por los factores "Mes", "Tiempo" y "Muestra" y sus interacciones.

**Efecto de "Mes", "Tiempo" y "Muestra":** En todos estos factores, las pruebas arrojan valores de p muy cercanos a cero ( $p < 0.001$ ). Lo que indica que cada uno de estos factores tiene un efecto significativo sobre las variables dependientes.

**Interacciones ("Mes \* Tiempo", "Mes \* Muestra", "Tiempo \* Muestra" y "Mes \* Tiempo \* Muestra"):** Todas las pruebas arrojan valores de p muy cercanos a cero ( $p < 0.001$ ) para estas interacciones. Esto quiere decir que cada una de estas interacciones también tiene un efecto significativo en las variables dependientes.

**Importancia relativa de los efectos:** Los valores de la estadística de prueba (Traza de Pillai, Lambda de Wilks, Traza de Hotelling y Raíz mayor de Roy) son diferentes para cada efecto y sus interacciones. En resumen, el análisis ANOVA muestra que todos los factores principales ("Mes", "Tiempo", "Muestra") y sus interacciones tienen un impacto significativo en las variables dependientes. El valor p cercano a cero para todas las pruebas sugiere que las diferencias observadas entre los grupos o condiciones son altamente significativas.

**Tabla 3-17:** Resultados de las pruebas estadísticas multivariantes<sup>a</sup>

Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Intersección	Traza de Pillai	1,000	6503,219 <sup>b</sup>	14,000	23,000	,000
	Lambda de Wilks	,000	6503,219 <sup>b</sup>	14,000	23,000	,000
	Traza de Hotelling	3958,481	6503,219 <sup>b</sup>	14,000	23,000	,000
	Raíz mayor de Roy	3958,481	6503,219 <sup>b</sup>	14,000	23,000	,000
Mes	Traza de Pillai	1,492	5,040	28,000	48,000	,000
	Lambda de Wilks	,007	18,081 <sup>b</sup>	28,000	46,000	,000
	Traza de Hotelling	71,164	55,915	28,000	44,000	,000
	Raíz mayor de Roy	70,138	120,236 <sup>c</sup>	14,000	24,000	,000
Tiempo	Traza de Pillai	,846	9,028 <sup>b</sup>	14,000	23,000	,000
	Lambda de Wilks	,154	9,028 <sup>b</sup>	14,000	23,000	,000
	Traza de Hotelling	5,495	9,028 <sup>b</sup>	14,000	23,000	,000
	Raíz mayor de Roy	5,495	9,028 <sup>b</sup>	14,000	23,000	,000
Muestra	Traza de Pillai	1,692	9,430	28,000	48,000	,000
	Lambda de Wilks	,007	18,570 <sup>b</sup>	28,000	46,000	,000

	Traza de Hotelling	44,571	35,020	28,000	44,000	,000
	Raíz mayor de Roy	42,055	72,095 <sup>c</sup>	14,000	24,000	,000
Mes * Tiempo	Traza de Pillai	1,396	3,966	28,000	48,000	,000
	Lambda de Wilks	,045	6,070 <sup>b</sup>	28,000	46,000	,000
	Traza de Hotelling	11,305	8,883	28,000	44,000	,000
	Raíz mayor de Roy	10,366	17,770 <sup>c</sup>	14,000	24,000	,000
Mes * Muestra	Traza de Pillai	2,712	3,911	56,000	104,000	,000
	Lambda de Wilks	,001	9,050	56,000	91,638	,000
	Traza de Hotelling	88,889	34,127	56,000	86,000	,000
	Raíz mayor de Roy	83,168	154,455 <sup>c</sup>	14,000	26,000	,000
Tiempo * Muestra	Traza de Pillai	1,290	3,113	28,000	48,000	,000
	Lambda de Wilks	,071	4,540 <sup>b</sup>	28,000	46,000	,000
	Traza de Hotelling	8,060	6,333	28,000	44,000	,000
	Raíz mayor de Roy	7,367	12,630 <sup>c</sup>	14,000	24,000	,000
Mes * Tiempo * Muestra	Traza de Pillai	2,335	2,606	56,000	104,000	,000
	Lambda de Wilks	,012	3,428	56,000	91,638	,000
	Traza de Hotelling	12,303	4,724	56,000	86,000	,000
	Raíz mayor de Roy	8,971	16,661 <sup>c</sup>	14,000	26,000	,000
<p><i>Nota.</i> a. Diseño: Intersección + Mes + Tiempo + Muestra + Mes * Tiempo + Mes * Muestra + Tiempo * Muestra + Mes * Tiempo * Muestra. b. Estadístico exacto. c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.</p>						

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

Los resultados de las columnas generadas en la tabla 2 tienen los siguientes significados:

- **Origen:** Indica el factor o variable dependiente sobre el cual se realizó la prueba ANOVA.
- **Variable dependiente:** El nombre de la variable dependiente específica que se analizó.
- **Tipo III de suma de cuadrados:** La suma de cuadrados tipo III asociada con la variable dependiente en la prueba del efecto.
- **gl:** Grados de libertad asociados con la prueba del efecto.
- **Media cuadrática:** La media de la suma de cuadrados dividida por los grados de libertad, que es una medida de la varianza.
- **F:** Es el valor de la estadística F para la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas entre los grupos o condiciones.
- **Sig.:** Significación (valor p) obtenida de la prueba.

La interpretación de los resultados obtenidos se muestra en los siguientes ítems:

**Efecto del modelo:** El modelo corregido (que incluye todas las variables independientes) muestra un efecto significativo en la variable dependiente ( $p < 0.001$ ). Esto indica que al menos una de

las variables independientes o sus interacciones tiene un impacto significativo en la variable dependiente.

**Efecto de las variables independientes y sus interacciones:** Algunas de las variables independientes muestran un efecto significativo en la variable dependiente ( $p < 0.05$ ). "pH (Unid)", "Conductividad (milimhos/cm)", "Plomo (mg/L)", Boro (mg/L), "Calcio (mg/L)", "Bicarbonatos (meq/L)", "Magnesio (mg/L)", "Nitratos (mg/L)", "Sulfatos (mg/L)" y "Sodio (meq/L)" tienen un efecto significativo en la variable dependiente. Sin embargo, "Cadmio (mg/L)" y "Sólidos Disueltos (mg/L)" no muestran un efecto significativo ( $p > 0.05$ ).

**Efecto del lugar de recolección de la muestra:** En general, se observan diferencias significativas en las variables dependientes entre las diferentes muestras ( $p < 0.05$ ). Los valores de F y los niveles de significancia sugieren que el lugar de recolección de la muestra tiene un efecto significativo en la mayoría de las variables analizadas.

**Efecto del mes de recolección de la muestra:** Para algunas variables, como "Color (Und Pt/Co)", "Calcio (mg/L)", "Boro (mg/L)", "Magnesio (mg/L)", "Bicarbonatos (meq/L)" y "Nitratos (mg/L)", se observan diferencias significativas entre los diferentes meses ( $p < 0.05$ ). Para otras variables, como "pH (Unid)", "Conductividad (milimhos/cm)", "Cadmio (mg/L)", "Sulfatos (mg/L)", "Sólidos Disueltos (mg/L)" y "Sodio (meq/L)", las diferencias entre los meses no son significativas ( $p > 0.05$ ).

**Efecto del tiempo de recolección de la muestra:** Solo se observa un efecto significativo en "Calcio (mg/L)" ( $p < 0.05$ ). Para las demás variables, no se encuentran diferencias significativas entre los diferentes tiempos ( $p > 0.05$ ).

**Interacciones ("Mes \* Tiempo", "Mes \* Muestra", "Tiempo \* Muestra", "Mes \* Tiempo \* Muestra):** En general, las interacciones muestran valores de p significativamente bajos ( $p < 0.05$ ) o cercanos a cero en algunas pruebas. Esto indica que las interacciones también tienen un impacto significativo en algunas de las variables dependientes.

**R al cuadrado ajustada:** Se presentan valores de R al cuadrado ajustada para cada efecto, que representan la proporción de la variabilidad en las variables dependientes explicada por el efecto, teniendo en cuenta otros efectos en el modelo. Las variables dependientes con mejor ajuste son: Color (Und Pt/Co), Plomo (mg/L), Calcio (mg/L), Boro (mg/L), Magnesio (mg/L), Bicarbonatos (meq/L), Nitratos (mg/L). En general, el análisis ANOVA muestra que varios factores tienen un impacto significativo en las variables dependientes analizadas. Los valores bajos de p indican que

estos factores son importantes para explicar la variabilidad en las variables dependientes. Además, algunas interacciones también tienen un efecto significativo. Sin embargo, para obtener una comprensión más completa, es necesario realizar análisis post hoc o comparaciones múltiples para evaluar las diferencias específicas entre grupos o condiciones y sus implicaciones prácticas.

**Tabla 3-18:** Pruebas de efectos inter-sujetos

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Color (Und Pt/Co)	26426,593 <sup>a</sup>	17	1554,505	36,672	0,000
	pH (Unid)	4,498 <sup>b</sup>	17	0,265	2,995	0,003
	Conductividad (milimhos/cm)	,444 <sup>c</sup>	17	0,026	2,981	0,003
	Cloruros (meq/L)	32,300 <sup>d</sup>	17	1,900	2,146	0,027
	Cadmio (mg/L)	4,546 <sup>e</sup>	17	0,267	1,000	0,480
	Plomo (mg/L)	,513 <sup>f</sup>	17	0,030	27,039	0,000
	Calcio (mg/L)	9154,350 <sup>g</sup>	17	538,491	8,925	0,000
	Boro (mg/L)	,059 <sup>h</sup>	17	0,003	8,752	0,000
	Magnesio (mg/L)	9009,354 <sup>i</sup>	17	529,962	20,166	0,000
	Bicarbonatos (meq/L)	28,828 <sup>j</sup>	17	1,696	25,690	0,000
	Sulfatos (mg/L)	583,260 <sup>k</sup>	17	34,309	3,645	0,001
	Nitratos (mg/L)	1690,151 <sup>l</sup>	17	99,421	163,022	0,000
	Sólidos Disueltos (mg/L)	1496459,369 <sup>m</sup>	17	88027,022	1,281	0,259
	Sodio (meq/L)	2,012 <sup>n</sup>	17	0,118	2,796	0,005
Intersección	Color (Und Pt/Co)	93583,407	1	93583,407	2207,734	0,000
	pH (Unid)	2939,897	1	2939,897	33276,968	0,000
	Conductividad (milimhos/cm)	5,392	1	5,392	615,475	0,000

	Cloruros (meq/L)	292,025	1	292,025	329,903	0,000
	Cadmio (mg/L)	0,267	1	0,267	1,000	0,324
	Plomo (mg/L)	0,376	1	0,376	336,481	0,000
	Calcio (mg/L)	12206,072	1	12206,072	202,304	0,000
	Boro (mg/L)	24,496	1	24,496	61812,005	0,000
	Magnesio (mg/L)	7273,666	1	7273,666	276,772	0,000
	Bicarbonatos (meq/L)	137,154	1	137,154	2077,802	0,000
	Sulfatos (mg/L)	3973,570	1	3973,570	422,124	0,000
	Nitratos (mg/L)	721,095	1	721,095	1182,396	0,000
	Sólidos Disueltos (mg/L)	2393065,050	1	2393065,050	34,813	0,000
	Sodio (meq/L)	34,865	1	34,865	823,674	0,000
Mes	Color (Und Pt/Co)	14004,481	2	7002,241	165,190	0,000
	pH (Unid)	0,483	2	0,241	2,731	0,079
	Conductividade (milimhos/cm)	0,036	2	0,018	2,063	0,142
	Cloruros (meq/L)	23,966	2	11,983	13,537	0,000
	Cadmio (mg/L)	0,535	2	0,267	1,000	0,378
	Plomo (mg/L)	0,258	2	0,129	115,756	0,000
	Calcio (mg/L)	6209,276	2	3104,638	51,456	0,000
	Boro (mg/L)	0,019	2	0,010	24,425	0,000
	Magnesio (mg/L)	6043,020	2	3021,510	114,972	0,000
	Bicarbonatos (meq/L)	13,889	2	6,945	105,209	0,000
	Sulfatos (mg/L)	136,028	2	68,014	7,225	0,002
	Nitratos (mg/L)	565,301	2	282,650	463,468	0,000

	Sólidos Disueltos (mg/L)	226137,021	2	113068,511	1,645	0,207
	Sodio (meq/L)	0,327	2	0,163	3,860	0,030
Tiempo	Color (Und Pt/Co)	654,519	1	654,519	15,441	0,000
	pH (Unid)	0,006	1	0,006	0,071	0,792
	Conductividad (miIimhos/cm)	0,019	1	0,019	2,224	0,145
	Cloruros (meq/L)	0,023	1	0,023	0,025	0,874
	Cadmio (mg/L)	0,267	1	0,267	1,000	0,324
	Plomo (mg/L)	0,001	1	0,001	1,321	0,258
	Calcio (mg/L)	312,988	1	312,988	5,187	0,029
	Boro (mg/L)	0,007	1	0,007	17,388	0,000
	Magnesio (mg/L)	199,450	1	199,450	7,589	0,009
	Bicarbonatos (meq/L)	0,015	1	0,015	0,227	0,636
	Sulfatos (mg/L)	23,522	1	23,522	2,499	0,123
	Nitratos (mg/L)	0,159	1	0,159	0,261	0,613
	Sólidos Disueltos (mg/L)	100147,227	1	100147,227	1,457	0,235
	Sodio (meq/L)	0,047	1	0,047	1,110	0,299
Muestra	Color (Und Pt/Co)	454,704	2	227,352	5,363	0,009
	pH (Unid)	0,153	2	0,077	0,868	0,429
	Conductividad (miIimhos/cm)	0,213	2	0,107	12,158	0,000
	Cloruros (meq/L)	0,874	2	0,437	0,494	0,614
	Cadmio (mg/L)	0,535	2	0,267	1,000	0,378
	Plomo (mg/L)	0,087	2	0,044	39,151	0,000

	Calcio (mg/L)	971,112	2	485,556	8,048	0,001
	Boro (mg/L)	0,001	2	0,000	0,972	0,388
	Magnesio (mg/L)	235,524	2	117,762	4,481	0,018
	Bicarbonatos (meq/L)	5,096	2	2,548	38,598	0,000
	Sulfatos (mg/L)	148,735	2	74,368	7,900	0,001
	Nitratos (mg/L)	379,167	2	189,583	310,864	0,000
	Sólidos Disueltos (mg/L)	314871,620	2	157435,810	2,290	0,116
	Sodio (meq/L)	0,189	2	0,095	2,236	0,121
Mes *	Color (Und Pt/Co)	1021,148	2	510,574	12,045	0,000
Tiempo	pH (Unid)	1,322	2	0,661	7,480	0,002
	Conductividad (milimhos/cm)	0,012	2	0,006	0,663	0,521
	Cloruros (meq/L)	2,360	2	1,180	1,333	0,276
	Cadmio (mg/L)	0,535	2	0,267	1,000	0,378
	Plomo (mg/L)	0,001	2	0,001	0,567	0,572
	Calcio (mg/L)	316,125	2	158,062	2,620	0,087
	Boro (mg/L)	0,019	2	0,009	23,893	0,000
	Magnesio (mg/L)	189,685	2	94,843	3,609	0,037
	Bicarbonatos (meq/L)	0,459	2	0,229	3,473	0,042
	Sulfatos (mg/L)	25,462	2	12,731	1,352	0,271
	Nitratos (mg/L)	1,282	2	0,641	1,051	0,360
	Sólidos Disueltos (mg/L)	170343,674	2	85171,837	1,239	0,302
	Sodio (meq/L)	0,381	2	0,190	4,496	0,018
Mes *	Color (Und Pt/Co)	910,407	4	227,602	5,369	0,002
Muestra						



	pH (Unid)	1,151	4	0,288	3,258	0,022
	Conductividad (milimhos/cm)	0,067	4	0,017	1,918	0,129
	Cloruros (meq/L)	2,253	4	0,563	0,636	0,640
	Cadmio (mg/L)	1,070	4	0,267	1,000	0,420
	Plomo (mg/L)	0,161	4	0,040	35,963	0,000
	Calcio (mg/L)	796,386	4	199,096	3,300	0,021
	Boro (mg/L)	0,005	4	0,001	2,893	0,036
	Magnesio (mg/L)	2015,633	4	503,908	19,174	0,000
	Bicarbonatos (meq/L)	8,170	4	2,043	30,943	0,000
	Sulfatos (mg/L)	145,501	4	36,375	3,864	0,010
	Nitratos (mg/L)	742,342	4	185,585	304,309	0,000
	Sólidos Disueltos (mg/L)	230187,896	4	57546,974	0,837	0,511
	Sodio (meq/L)	0,482	4	0,121	2,847	0,038
Tiempo * Muestra	Color (Und Pt/Co)	3028,037	2	1514,019	35,717	0,000
	pH (Unid)	0,356	2	0,178	2,013	0,148
	Conductividad (milimhos/cm)	0,053	2	0,026	3,008	0,062
	Cloruros (meq/L)	0,637	2	0,318	0,360	0,700
	Cadmio (mg/L)	0,535	2	0,267	1,000	0,378
	Plomo (mg/L)	0,002	2	0,001	1,047	0,361
	Calcio (mg/L)	24,196	2	12,098	0,201	0,819
	Boro (mg/L)	0,005	2	0,002	6,187	0,005
	Magnesio (mg/L)	44,216	2	22,108	0,841	0,439
	Bicarbonatos (meq/L)	0,509	2	0,254	3,855	0,030

	Sulfatos (mg/L)	27,575	2	13,788	1,465	0,245
	Nitratos (mg/L)	0,289	2	0,144	0,237	0,790
	Sólidos Disueltos (mg/L)	139968,932	2	69984,466	1,018	0,371
	Sodio (meq/L)	0,099	2	0,050	1,173	0,321
Mes *	Color (Und Pt/Co)	6353,296	4	1588,324	37,470	0,000
Tiempo *	pH (Unid)	1,027	4	0,257	2,906	0,035
Muestra	Conductividad (milimhos/cm)	0,044	4	0,011	1,250	0,307
	Cloruros (meq/L)	2,188	4	0,547	0,618	0,653
	Cadmio (mg/L)	1,070	4	0,267	1,000	0,420
	Plomo (mg/L)	0,002	4	0,000	0,362	0,834
	Calcio (mg/L)	524,268	4	131,067	2,172	0,092
	Boro (mg/L)	0,004	4	0,001	2,220	0,086
	Magnesio (mg/L)	281,827	4	70,457	2,681	0,047
	Bicarbonatos (meq/L)	0,691	4	0,173	2,616	0,051
	Sulfatos (mg/L)	76,437	4	19,109	2,030	0,111
	Nitratos (mg/L)	1,612	4	0,403	0,661	0,623
	Sólidos Disueltos (mg/L)	314802,999	4	78700,750	1,145	0,351
	Sodio (meq/L)	0,487	4	0,122	2,876	0,036
<i>Nota.</i> a. R al cuadrado = ,945 (R al cuadrado ajustada = ,920)						
b. R al cuadrado = ,586 (R al cuadrado ajustada = ,390)						
c. R al cuadrado = ,585 (R al cuadrado ajustada = ,389)						
d. R al cuadrado = ,503 (R al cuadrado ajustada = ,269)						
e. R al cuadrado = ,321 (R al cuadrado ajustada = ,000)						
f. R al cuadrado = ,927 (R al cuadrado ajustada = ,893)						
g. R al cuadrado = ,808 (R al cuadrado ajustada = ,718)						
h. R al cuadrado = ,805 (R al cuadrado ajustada = ,713)						

i. R al cuadrado = ,905 (R al cuadrado ajustada = ,860)
j. R al cuadrado = ,924 (R al cuadrado ajustada = ,888)
k. R al cuadrado = ,633 (R al cuadrado ajustada = ,459)
l. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,981)
m. R al cuadrado = ,377 (R al cuadrado ajustada = ,083)
n. R al cuadrado = ,569 (R al cuadrado ajustada = ,366)

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 3-19:** Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Color (Und Pt/Co)					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	26426,593 <sup>a</sup>	17	1554,505	36,672	,000
Intersección	93583,407	1	93583,407	2207,734	,000
Mes	14004,481	2	7002,241	165,190	,000
Tiempo	654,519	1	654,519	15,441	,000
Muestra	454,704	2	227,352	5,363	,009
Mes * Tiempo	1021,148	2	510,574	12,045	,000
Mes * Muestra	910,407	4	227,602	5,369	,002
Tiempo * Muestra	3028,037	2	1514,019	35,717	,000
Mes * Tiempo * Muestra	6353,296	4	1588,324	37,470	,000
Error	1526,000	36	42,389		
Total	121536,000	54			
Total corregido	27952,593	53			
a. R al cuadrado = ,945 (R al cuadrado ajustada = ,920)					

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

El análisis post hoc realizado para los efectos del MANOVA se ha centrado en comparar las diferencias significativas entre los distintos lugares de recolección de muestras para cada variable dependiente. A continuación, se presentan las interpretaciones para cada variable:

**Color:** No se encontraron diferencias significativas en el color entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.061$ ). No se observó una diferencia significativa entre "Agua de río" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.709$ ).

Además, se encontró una diferencia significativa entre "Agua de río + Canal de riego" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.009$ ).

**Tabla 3-20:** Comparaciones múltiples (Color)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Color (Und Pt/Co)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-5,111111	2,1702250	,061	-10,415786	,193564
	Agua del reservorio	1,722222	2,1702250	,709	-3,582452	7,026897
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	5,111111	2,1702250	,061	-,193564	10,415786
	Agua del reservorio	6,833333*	2,1702250	,009	1,528659	12,138008
Agua del reservorio	Agua de río	-1,722222	2,1702250	,709	-7,026897	3,582452
	Agua de río + Canal de riego	-6,833333*	2,1702250	,009	-12,138008	-1,528659

Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = 42,389.  
\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**pH:** No se encontraron diferencias significativas en el pH entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.635$ ). Tampoco se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.416$ ). No se observó una diferencia significativa entre "Agua de río + Canal de riego" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.930$ ).

**Tabla 3-21:** Comparaciones múltiples (pH)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: pH (Unid)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,090556	,0990770	,635	-,332729	,151618
	Agua del reservorio	-,126667	,0990770	,416	-,368840	,115507
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,090556	,0990770	,635	-,151618	,332729
	Agua del reservorio	-,036111	,0990770	,930	-,278285	,206063
Agua del reservorio	Agua de río	,126667	,0990770	,416	-,115507	,368840
	Agua de río + Canal de riego	,036111	,0990770	,930	-,206063	,278285

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,088.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Conductividad:** Se encontraron diferencias significativas en la conductividad entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.000$ ). También no se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.583$ ). A su vez, se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río + Canal de riego" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.002$ ).

**Tabla 3-22:** Comparaciones múltiples (Conductividad)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Conductividad (miimhos/cm)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,146039*	,0311997	,000	-,222300	-,069778
	Agua del reservorio	-,031112	,0311997	,583	-,107373	,045150
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,146039*	,0311997	,000	,069778	,222300
	Agua del reservorio	,114927*	,0311997	,002	,038666	,191188
Agua del reservorio	Agua de río	,031112	,0311997	,583	-,045150	,107373
	Agua de río + Canal de riego	-,114927*	,0311997	,002	-,191188	-,038666

Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,009.  
\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Cloruros:** No se encontraron diferencias significativas en los niveles de cloruros entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.594$ ). No se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.805$ ). NI tampoco se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río + Canal de riego" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.934$ ).

**Tabla 3-23:** Comparaciones múltiples (Cloruros)

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: Cloruros (meq/L)					
HSD Tukey					
			Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%

(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)			Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,307556	,3136141	,594	-1,074121	,459010
	Agua del reservorio	-,197222	,3136141	,805	-,963788	,569344
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,307556	,3136141	,594	-,459010	1,074121
	Agua del reservorio	,110333	,3136141	,934	-,656233	,876899
Agua del reservorio	Agua de río	,197222	,3136141	,805	-,569344	,963788
	Agua de río + Canal de riego	-,110333	,3136141	,934	-,876899	,656233
Se basa en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,885.						

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Cadmio:** No se encontraron diferencias significativas en los niveles de cadmio entre los diferentes lugares de recolección de muestras ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 3-24:** Comparaciones múltiples (Cadmio)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Cadmio (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	,000000	,1723715	1,000	-,421327	,421327
	Agua del reservorio	-,211111	,1723715	,447	-,632438	,210216
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,000000	,1723715	1,000	-,421327	,421327
	Agua del reservorio	-,211111	,1723715	,447	-,632438	,210216
Agua del reservorio	Agua de río	,211111	,1723715	,447	-,210216	,632438
	Agua de río + Canal de riego	,211111	,1723715	,447	-,210216	,632438
Se basa en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,267.						

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Plomo:** Se encontraron diferencias significativas en los niveles de plomo entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.000$ ). También se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.000$ ). No se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río + Canal de riego" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.940$ ).

**Tabla 3-25: Comparaciones múltiples (Plomo)**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Plomo (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,083411*	,0111368	,000	-,110633	-,056189
	Agua del reservorio	-,087156*	,0111368	,000	-,114377	-,059934
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,083411*	,0111368	,000	,056189	,110633
	Agua del reservorio	-,003744	,0111368	,940	-,030966	,023477
Agua del reservorio	Agua de río	,087156*	,0111368	,000	,059934	,114377
	Agua de río + Canal de riego	,003744	,0111368	,940	-,023477	,030966

Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,001.  
\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Calcio:** Se encontraron diferencias significativas en los niveles de calcio entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.040$ ). También no se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.340$ ). Además, se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río + Canal de riego" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.001$ ).

**Tabla 3-26: Comparaciones múltiples (Plomo)**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Calcio (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-6,570000*	2,5891951	,040	-12,898762	-,241238
	Agua del reservorio	3,682950	2,5891951	,340	-2,645812	10,011712
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	6,570000*	2,5891951	,040	,241238	12,898762
	Agua del reservorio	10,252950*	2,5891951	,001	3,924188	16,581712
Agua del reservorio	Agua de río	-3,682950	2,5891951	,340	-10,011712	2,645812
	Agua de río + Canal de riego	-10,252950*	2,5891951	,001	-16,581712	-3,924188

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 60,335.
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Boro:** No se encontraron diferencias significativas en los niveles de magnesio entre los diferentes lugares de recolección de muestras ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 3-27:** Comparaciones múltiples (Boro)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Boro (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,0089	,00664	,383	-,0251	,0073
	Agua del reservorio	-,0067	,00664	,579	-,0229	,0096
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,0089	,00664	,383	-,0073	,0251
	Agua del reservorio	,0022	,00664	,940	-,0140	,0184
Agua del reservorio	Agua de río	,0067	,00664	,579	-,0096	,0229
	Agua de río + Canal de riego	-,0022	,00664	,940	-,0184	,0140

Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Magnesio:** No se encontraron diferencias significativas en los niveles de magnesio entre los diferentes lugares de recolección de muestras ( $p > 0.05$ ) en "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.054$ ), "Agua del reservorio" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.939$ ). También se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.025$ ).

**Tabla 3-28:** Comparaciones múltiples (Magnesio)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Magnesio (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior



Agua de río	Agua de río + Canal de riego	4,113333	1,7088133	,054	-,063514	8,290181
	Agua del reservorio	4,690556*	1,7088133	,025	,513708	8,867403
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	-4,113333	1,7088133	,054	-8,290181	,063514
	Agua del reservorio	,577222	1,7088133	,939	-3,599625	4,754070
Agua del reservorio	Agua de río	-4,690556*	1,7088133	,025	-8,867403	-,513708
	Agua de río + Canal de riego	-,577222	1,7088133	,939	-4,754070	3,599625
Se basa en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = 26,280.						
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.						

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Bicarbonatos:** Se encontraron diferencias significativas en los niveles de bicarbonatos entre todos los lugares de recolección de muestras ( $p = 0.00$ ).

**Tabla 3-29:** Comparaciones múltiples (Bicarbonatos)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Bicarbonatos (meq/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,751667*	,0856409	,000	-,960998	-,542335
	Agua del reservorio	-,346111*	,0856409	,00	-,555443	-,136779
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,751667*	,0856409	,000	,542335	,960998
	Agua del reservorio	,405556*	,0856409	,000	,196224	,614887
Agua del reservorio	Agua de río	,346111*	,0856409	,00	,136779	,555443
	Agua de río + Canal de riego	-,405556*	,0856409	,000	-,614887	-,196224
Se basa en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,066.						
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.						

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024.

**Sulfatos:** Se encontraron diferencias significativas en los niveles de sulfatos entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.001$ ). También no se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.148$ ) y "Agua de río + Canal de riego" y "Agua del reservorio" ( $p = 0.114$ ).

**Tabla 3-30:** Comparaciones múltiples (sulfatos)

<b>Comparaciones múltiples</b>						
Variable dependiente: Sulfatos (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	4,064444*	1,0227016	,001	1,564658	6,564231
	Agua del reservorio	1,962778	1,0227016	,148	-,537009	4,462564
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	-4,064444*	1,0227016	,001	-6,564231	-1,564658
	Agua del reservorio	-2,101667	1,0227016	,114	-4,601453	,398120
Agua del reservorio	Agua de río	-1,962778	1,0227016	,148	-4,462564	,537009
	Agua de río + Canal de riego	2,101667	1,0227016	,114	-,398120	4,601453
Se basa en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = 9,413.						
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.						

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Nitratos:** Se encontraron diferencias significativas en los niveles de nitratos entre todos los lugares de recolección de muestras ( $p = 0.000$ ) en "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ni entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego". También no se encontraron diferencias significativas entre "Agua de río" y "Agua de río + Canal de riego" ( $p = 0.667$ ).

**Tabla 3-31:** Comparaciones múltiples (Nitratos)

<b>Comparaciones múltiples</b>						
Variable dependiente: Nitratos (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	5,730000*	,2603116	,000	5,093721	6,366279
	Agua del reservorio	5,505556*	,2603116	,000	4,869277	6,141834
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	-5,730000*	,2603116	,000	-6,366279	-5,093721
	Agua del reservorio	-,224444	,2603116	,667	-,860723	,411834
Agua del reservorio	Agua de río	-5,505556*	,2603116	,000	-6,141834	-4,869277
	Agua de río + Canal de riego	,224444	,2603116	,667	-,411834	,860723
Se basa en las medias observadas.						

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,610.
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Sólidos disueltos:** No se encontraron diferencias significativas en los sólidos disueltos entre los diferentes lugares de recolección de muestras ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 3-32:** Comparaciones múltiples (Sólidos Disueltos)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Sólidos Disueltos (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-162,731111	87,3949227	,164	-376,350267	50,888045
	Agua del reservorio	-1,501667	87,3949227	1,000	-215,120823	212,117489
Agua de río + Canal de riego	Agua de río	162,731111	87,3949227	,164	-50,888045	376,350267
	Agua del reservorio	161,229444	87,3949227	,170	-52,389712	374,848600
Agua del reservorio	Agua de río	1,501667	87,3949227	1,000	-212,117489	215,120823
	Agua de río + Canal de riego	-161,229444	87,3949227	,170	-374,848600	52,389712

Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = 68740,853.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Sodio:** No se encontraron diferencias significativas en los niveles de sodio entre los diferentes lugares de recolección de muestras ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 3-33:** Comparaciones múltiples (Sólidos Disueltos)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Sodio (meq/L)						
HSD Tukey						
(I) Lugar de recolección de la muestra	(J) Lugar de recolección de la muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,144589	,0685801	,102	-,312219	,023041

	Agua del reservorio	-,082222	,0685801	,462	-,249852	,085408
Agua de río +	Agua de río	,144589	,0685801	,102	-,023041	,312219
Canal de riego	Agua del reservorio	,062367	,0685801	,638	-,105263	,229997
Agua del	Agua de río	,082222	,0685801	,462	-,085408	,249852
reservorio	Agua de río + Canal de riego	-,062367	,0685801	,638	-,229997	,105263

Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,042.

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

### 3.12. Media y desviación estándar de cada parámetro y por cada muestra

**Tabla 3-34:** Media y desviación estándar de cada parámetro y por cada muestra mes mayo

PARAMETROS	Media	Desviación estándar	Tulsma	Unidades
Color	64,3333	28,307139		Und Pt/Co
pH	7,2450	0,4886988	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,2805	0,1405387	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,3867	0,0769262	4	meq/L
Cadmio	0,0000	0	0,05	mg/L
Plomo	0,1812	0,130215	5	mg/L
Calcio	29,5111	10,6965744	40	mg/L
Boro	0,6478	0,04558	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	26,3817	13,3125342	70	mg/L
Bicarbonatos	2,3106	0,9626646	1,5	meq/L
Sulfatos	10,4667	4,7005694	250	mg/L
Nitratos	8,2289	8,1978088	5	mg/L
Solidos totales disueltos	155,6056	80,5718618	450	mg/L
Sodio	0,8864	0,3133727	3	meq/L

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 3-35:** Media y desviación estándar de cada parámetro y por cada muestra mes de junio

PARAMETROS	Media	Desviación estándar	Tulsma	Unidades
Color	31,8333	2,4314121		Und Pt/Co
pH	7,4394	0,3122305	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,3260	0,0385505	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	2,8633	0,9441461	4	meq/L
Cadmio	0,2111	0	0,05	mg/L

Plomo	0,0358	0,0179167	5	mg/L
Calcio	3,8845	7,8697909	40	mg/L
Boro	0,6928	0,0227	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	2,1883	2,7562085	70	mg/L
Bicarbonatos	1,2150	0,1828934	1,5	meq/L
Sulfatos	6,5833	2,1172263	250	mg/L
Nitratos	1,2811	0,2665662	5	mg/L
Solidos totales disueltos	174,5611	9,7308569	450	mg/L
Sodio	0,8248	0,0627636	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 3-36:** Media y desviación estándar de cada parámetro y por cada muestra mes de julio

PARAMETROS	Media	Desviación estándar	Tulsma	Unidades
Color	28,7222	3,6429716		Und Pt/Co
pH	7,4511	0,2948756	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,3415	0,1459633	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	2,7264	1,2113723	4	meq/L
Cadmio	0,0000	0	0,05	mg/L
Plomo	0,0332	0,0082384	5	mg/L
Calcio	11,7081	11,1650517	40	mg/L
Boro	0,6800	0,02401	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	6,2478	6,7322058	70	mg/L
Bicarbonatos	1,2556	0,2415933	1,5	meq/L
Sulfatos	8,6844	4,434386	250	mg/L
Nitratos	1,4528	0,4289633	5	mg/L
Solidos totales disueltos	301,3744	462,284754	450	mg/L
Sodio	0,6994	0,2943377	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADO

#### 4.1. Resultados y discusión

A continuación, se presenta los resultados obtenidos del control de calidad del Rio salinas, mismas que fueron recolectadas de tres puntos tanto en horarios de la mañana como la tarde la ciudad Guaranda. Dichas extracciones se realizaron por triplicado para conocer su promedio de cada parámetro Para corroborar un mejor estudio de estas muestras se procedió a determinar sus parámetros de calidad siendo estas propiedades organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas comparando los resultados obtenidos con parámetros que establece la norma TULMA.

##### 4.1.1. Datos experimentales

##### 4.1.1.1. Análisis con los valores de la norma tulsma

**Tabla 4-1:** Análisis con valores de norma TULSMA medición de mayo por la mañana punto 1

Determinaciones	Resultados Muestra 1 DE MAYO DE 2023	Resultados Muestra 15 DE MAYO DE 2023	Resultados 29 DE MAYO 2023	Tulsma	Unidades
Color	42	39	62		Und Pt/Co
pH	6,85	5,76	6,78	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,1126	0,1247	0,3247	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,26	1,29	1,32	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,011	0,014	0,02	5	mg/L
Calcio	16	18	28	40	mg/L
Boro	0,61	0,57	0,59	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	25,3	24,3	44,2	70	mg/L
Bicarbonatos	1,31	1,45	1,15	1,5	meq/L
Sulfatos	9,9	9,25	19,25	250	mg/L
Nitratos	20,4	19,2	20,3	5	mg/L
Solidos totales disueltos	69,09	72,2	92,2	450	mg/L
Sodio	0,876	0,769	0,654	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-2:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de mayo por la mañana punto 2

Determinaciones	Resultados 1 DE MAYO DE 2023	Resultados 15 DE MAYO DE 2023	Resultados 29 DE MAYO 2023	Tulsma	Unidades
<b>Color</b>	113	116	123		Und Pt/Co
pH	7,22	7,34	7,23	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,328	0,255	0,379	0,7-3,0	miIimhos/cm
Cloruros	1,39	1,37	1,4	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,21	0,29	0,19	5	mg/L
Calcio	41,6	42,5	44,5	40	mg/L
Boro	0,63	0,64	0,62	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	23,3	23,3	24,4	70	mg/L
Bicarbonatos	3,9	3,7	3,9	1,5	meq/L
Sulfatos	6,36	7,59	17,59	250	mg/L
Nitratos	1,9	2,4	2,7	5	mg/L
Solidos totales disueltos	199,5	230,5	330,5	450	mg/L
<b>Sodio</b>	1,058	0,897	0,979	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-3:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de mayo por la mañana punto 3

Determinaciones	Resultados 1 DE MAYO DE 2023	Resultados 15 DE MAYO DE 2023	Resultados 29 DE MAYO 2023	Tulsma	Unidades
<b>Color</b>	45	56	69		Und Pt/Co
pH	7,42	7,59	7,29	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,285	0,1746	0,276	0,7-3,0	miIimhos/cm
Cloruros	1,36	1,39	1,37	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,23	0,28	0,28	5	mg/L
Calcio	16	14	14	40	mg/L
Boro	0,59	0,6	0,61	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	9,72	12,52	13,56	70	mg/L
Bicarbonatos	2,2	2,4	2,1	1,5	meq/L
Sulfatos	6,21	8,21	7,28	250	mg/L
Nitratos	2,4	3,6	2,4	5	mg/L
Solidos totales disueltos	98,5	118,5	138,2	450	mg/L
Sodio	0,7925	0,654	0,872	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-4:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de mayo por la mañana punto 3

Determinaciones	Resultados 1 DE MAYO DE 2023	Resultados 15 DE MAYO DE 2023	Resultados 29 DE MAYO 2023	Tulsma	Unidades
Color	78	67	72		Und Pt/Co
pH	7,78	6,89	7,45	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,134	0,125	0,325	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,38	1,35	1,34	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,012	0,014	0,021	5	mg/L
Calcio	34	32	29	40	mg/L
Boro	0,66	0,68	0,69	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	35,87	52,13	56,67	70	mg/L
Bicarbonatos	1,21	1,27	1,17	1,5	meq/L
Sulfatos	15,8	16,7	18,67	250	mg/L
Nitratos	19,78	15,6	21,05	5	mg/L
Solidos totales disueltos	108,89	89,43	95,7	450	mg/L
Sodio	1,65	0,539	0,654	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-5:** Análisis con los valores de la norma tulsma mediciones de mayo por la tarde punto 2

Determinaciones	Resultados 1 DE MAYO DE 2023	Resultados 15 DE MAYO DE 2023	Resultados 29 DE MAYO 2023	Tulsma	Unidades
Color	48	24	24		Und Pt/Co
pH	7,98	6,97	6,97	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,328	0,678	0,678	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,51	1,49	1,49	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,32	0,19	0,19	5	mg/L
Calcio	37,89	42,5	42,5	40	mg/L
Boro	0,72	0,65	0,65	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	26,7	27,8	27,8	70	mg/L
Bicarbonatos	3,12	2,6	2,6	1,5	meq/L
Sulfatos	7,12	6,78	6,78	250	mg/L
Nitratos	2,4	2,1	2,1	5	mg/L
Solidos totales disueltos	200,65	219,56	219,56	450	mg/L
Sodio	1,68	0,678	0,678	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Tabla 4-6:** Análisis con los valores de la norma tulsma mediciones de mayo por la tarde punto 3

Determinaciones	Resultados 1 DE MAYO DE 2023	Resultados 15 DE MAYO DE 2023	Resultados 29 DE MAYO 2023	Tulsma	Unidades
Color	45	56	69		Und Pt/Co
pH	7,42	7,59	7,29	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,1646	0,2356	0,45331	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,39	1,56	1,36	4	meq/L
Cadmio	0,0234	0,0452	0,341	0,05	mg/L
Plomo	0,32	0,19	0,3	5	mg/L
Calcio	28	22	32	40	mg/L
Boro	0,67	0,71	0,69	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	11,24	15,34	24,12	70	mg/L
Bicarbonatos	1,78	2,31	3,12	1,5	meq/L
Sulfatos	7,59	8,97	6,98	250	mg/L
Nitratos	2,87	3,12	2,8	5	mg/L
Solidos totales disueltos	112,87	148,56	145,55	450	mg/L
Sodio	0,8754	0,7865	0,6432	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-7:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de junio por la mañana punto 1

Determinaciones	Resultados 5 DE JUNIO DE 2023	Resultados 12 DE JUNIO DE 2023	Resultados 19 DE JUNIO 2023	Tulsma	Unidades
Color	32	31	33		Und Pt/Co
pH	7,5	7,58	7,39	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,3421	0,3062	0,322	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,3	3,5	3,2	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,025	0,039	0,037	5	mg/L
Calcio	22,1	0,5	0,3	40	mg/L
Boro	0,66	0,69	0,71	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	2,89	1,58	1,1	70	mg/L
Bicarbonatos	1,03	1,36	1,23	1,5	meq/L
Sulfatos	6	7	9	250	mg/L
Nitratos	1,1	1,3	1,2	5	mg/L
Solidos totales disueltos	161,8	170,3	173,7	450	mg/L
Sodio	0,869	0,748	0,835	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-8:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de junio por la mañana punto 2

Determinaciones	Unidades	Resultados 5 DE JUNIO DE 2023	Resultados 12 DE JUNIO DE 2023	Resultados 19 DE JUNIO 2023	Tulsma
Color	Und Pt/Co	35	31	29	
pH	Unid	7,58	7,52	7,51	6,5-8,4
Conductividad	milimhos/cm	0,335	0,303	0,425	0,7-3,0
Cloruros	meq/L	1,2	3,8	3,2	4
Cadmio	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,05
Plomo	mg/L	0,02	0,034	0,018	5
Calcio	mg/L	18,3	0,5	0,6	40
Boro	mg/L	0,71	0,68	0,69	0,7-3,0
Magnesio	mg/L	10,2	1,35	1,55	70
Bicarbonatos	meq/L	1,25	1,12	1,25	1,5
Sulfatos	mg/L	5,2	4	3,4	250
Nitratos	mg/L	1	1,2	1,25	5
Solidos totales disueltos	mg/L	165,5	172,3	197,7	450
Sodio	meq/L	0,896	0,7583	0,728	3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-9:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de junio por la mañana punto 3

Determinaciones	Resultados Muestra 5 DE JUNIO DE 2023	Resultados Muestra 12 DE JUNIO DE 2023	Resultados 19 DE JUNIO 2023	Tulsma	Unidades
Color	30	29	33		Und Pt/Co
pH	7,58	6,8	7,22	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,3025	0,3081	0,306	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,56	2,39	3,8	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,076	0,025	0,015	5	mg/L
Calcio	0,37	0,4	0,349	40	mg/L
Boro	0,7	0,72	0,68	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	12,9	1,32	2,15	70	mg/L
Bicarbonatos	0,86	1,14	1,38	1,5	meq/L
Sulfatos	9	6	9	250	mg/L
Nitratos	1	1,1	1,83	5	mg/L
Solidos totales disueltos	163,1	171,6	185,6	450	mg/L
Sodio	0,8583	0,763	0,873	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-10:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de junio por la tarde punto 1

Determinaciones	Resultados Muestra 5 DE JUNIO DE 2023	Resultados Muestra 12 DE JUNIO DE 2023	Resultados 19 DE JUNIO 2023	Tulsma	Unidades
Color	30	29	31		Und Pt/Co
pH	7,9	7,68	7,65	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,28	0,33	0,328	0,7-3,0	miimhos/cm
Cloruros	2,1	3,7	3,6	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,028	0,041	0,039	5	mg/L
Calcio	22,3	0,8	0,4	40	mg/L
Boro	0,71	0,65	0,66	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	3,1	1,52	1,5	70	mg/L
Bicarbonatos	1,07	1,41	1,38	1,5	meq/L
Sulfatos	8	9	9	250	mg/L
Nitratos	1,2	1,4	1,5	5	mg/L
Solidos totales disueltos	171,3	171,3	172,3	450	mg/L
Sodio	0,883	0,886	0,878	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-11:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de junio por la tarde punto 2

Determinaciones	Resultados 5 DE JUNIO DE 2023	Resultados 12 DE JUNIO DE 2023	Resultados 19 DE JUNIO 2023	Tulsma	Unidades
Color	31	35	34		Und Pt/Co
pH	7,62	6,79	6,89	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,305	0,308	0,423	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	3,8	3,5	3,2	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,05	0,055	0,023	5	mg/L
Calcio	0,7	0,8	0,5	40	mg/L
Boro	0,67	0,69	0,7	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	1,55	1,25	1,65	70	mg/L
Bicarbonatos	1,35	1,25	1,33	1,5	meq/L
Sulfatos	5,7	4	3,2	250	mg/L
Nitratos	1,1	1,3	1,61	5	mg/L
Solidos totales disueltos	166,3	173,6	193,4	450	mg/L
Sodio	0,892	0,7685	0,732	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-12:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de junio por la tarde punto 3

Determinaciones	Resultados Muestra 5 DE JUNIO DE 2023	Resultados Muestra 12 DE JUNIO DE 2023	Resultados 19 DE JUNIO 2023	Tulsma	Unidades
Color	34	29	37		Und Pt/Co
pH	7,62	7,54	7,54	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,3271	0,3083	0,309	0,7-3,0	miIimhos/cm
Cloruros	1,53	2,56	3,6	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,073	0,028	0,018	5	mg/L
Calcio	0,39	0,3	0,356	40	mg/L
Boro	0,7	0,74	0,7	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	1,25	1,36	2,19	70	mg/L
Bicarbonatos	0,79	1,25	1,42	1,5	meq/L
Sulfatos	6	6	9	250	mg/L
Nitratos	1	1,1	1,87	5	mg/L
Solidos totales disueltos	178,6	171,3	182,6	450	mg/L
Sodio	0,8595	0,859	0,7596	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-13:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de julio por la mañana punto 1

Determinaciones	Resultados Muestra 3 DE JULIO DE 2023	Resultados Muestra 10 DE JULIO DE 2023	Resultados 17 DE JULIO 2023	Tulsma	Unidades
Color	34	33	30		Und Pt/Co
pH	7,9	7,69	7,45	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,29	0,3067	0,318	0,7-3,0	miIimhos/cm
Cloruros	1,4	3,8	3,9	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,028	0,045	0,023	5	mg/L
Calcio	22,4	0,6	0,9	40	mg/L
Boro	0,67	0,7	0,68	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	2,91	1,1	1,5	70	mg/L
Bicarbonatos	1,06	1,23	1,26	1,5	meq/L
Sulfatos	5	9	12	250	mg/L
Nitratos	1,2	1,1	1,21	5	mg/L
Solidos totales disueltos	162,8	171,7	213,23	450	mg/L
Sodio	0,876	0,753	0,982	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-14:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de julio por la mañana punto 2

Determinaciones	Resultados 3 DE JULIO DE 2023	Resultados 10 DE JULIO DE 2023	Resultados 17 DE JULIO DE 2023	Tulsma	Unidades
<b>Color</b>	36	29	24		Und Pt/Co
pH	7,66	7,62	7,78	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,2987	0,306	0,453	0,7-3,0	miIimhos/cm
Cloruros	1,4	3,9	3,87	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,04	0,034	0,0234	5	mg/L
Calcio	19,2	0,7	0,9	40	mg/L
Boro	0,72	0,71	0,69	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	10,69	1,55	2,12	70	mg/L
Bicarbonatos	1,31	1,23	1,43	1,5	meq/L
Sulfatos	5,1	6	6,45	250	mg/L
Nitratos	1	1,1	1,34	5	mg/L
Solidos totales disueltos	167,5	171,3	198,7	450	mg/L
Sodio	0,986	0,7654	0,756	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-15:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de julio por la mañana punto 3

Determinaciones	Resultados Muestra 3 DE JULIO DE 2023	Resultados Muestra 10 DE JULIO DE 2023	Resultados 17 DE JULIO DE 2023	Tulsma	Unidades
<b>Color</b>	31	25	28		Und Pt/Co
pH	7,79	7,54	7,34	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,2933	0,3088	0,235-	0,7-3,0	miIimhos/cm
Cloruros	1,36	3,49	4,12	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,041	0,038	0,0243	5	mg/L
Calcio	17,6	0,3	0,356	40	mg/L
Boro	0,64	0,66	0,67	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	13,6	1,25	2,13	70	mg/L
Bicarbonatos	0,82	1,12	1,29	1,5	meq/L
Sulfatos	6	6	8	250	mg/L
Nitratos	1,1	1	1,87	5	mg/L

Solidos totales disueltos	164,3	172,9	187,9	450	mg/L
Sodio	0,8643	0,765	0,864	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-16:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de julio por la tarde punto 1

Determinaciones	Resultados Muestra 3 DE JULIO DE 2023	Resultados Muestra 10 DE JULIO DE 2023	Resultados 17 DE JULIO DE 2023	Tulsma	Unidades
Color	32	28	26		Und Pt/Co
pH	7,34	6,78	7,14	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,187	0,235	0,234	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,2	1,1	2,13	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,0234	0,0246	0,0328	5	mg/L
Calcio	23,6	0,9	1,5	40	mg/L
Boro	0,69	0,7	0,68	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	3,12	1,7	1,24	70	mg/L
Bicarbonatos	1,21	0,98	1,32	1,5	meq/L
Sulfatos	7	6	14	250	mg/L
Nitratos	1,76	2,44	1,45	5	mg/L
Solidos totales disueltos	244,77	176,6	286,54	450	mg/L
Sodio	0,0876	0,0765	0,0865	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-17:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de julio por la tarde punto 2

Determinaciones	Resultados 3 DE JULIO DE 2023	Resultados 10 DE JULIO DE 2023	Resultados 17 DE JULIO DE 2023	Tulsma	Unidades
Color	22	27	30		Und Pt/Co
pH	6,9	7,54	7,43	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,654	0,376	0,753	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,23	3,76	2,876	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,039	0,043	0,0298	5	mg/L
Calcio	22,8	23,6	34,76	40	mg/L
Boro	0,63	0,66	0,67	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	12,69	2,14	2,07	70	mg/L

Bicarbonatos	1,23	1,09	1,67	1,5	meq/L
Sulfatos	6,12	8,64	6,01	250	mg/L
Nitratos	2	1,12	1,43	5	mg/L
Solidos totales disueltos	231,2	236,7	2147,6	450	mg/L
Sodio	0,762	0,797	0,675	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Tabla 4-18:** Análisis con valores de la norma tulsma mediciones de julio por la tarde punto 3

Determinaciones	Resultados 3 DE JULIO DE 2023	Resultados 10 DE JULIO DE 2023	Resultados 17 DE JULIO 2023	Tulsma	Unidades
Color	29	25	28		Und Pt/Co
pH	7,34	7,54	7,34	6,5-8,4	Unid
Conductividad	0,354	0,3088	0,235-	0,7-3,0	milimhos/cm
Cloruros	1,93	3,49	4,12	4	meq/L
Cadmio	0,00	0,00	0,00	0,05	mg/L
Plomo	0,046	0,038	0,0243	5	mg/L
Calcio	12,78	11,98	15,87	40	mg/L
Boro	0,71	0,69	0,67	0,7-3,0	mg/L
Magnesio	14,66	15,23	22,76	70	mg/L
Bicarbonatos	1,12	1,34	1,89	1,5	meq/L
Sulfatos	12	10	23	250	mg/L
Nitratos	1,23	1,67	2,13	5	mg/L
Solidos totales disueltos	158,9	198,5	133,6	450	mg/L
Sodio	0,8643	0,765	0,864	3	meq/L

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

#### 4.1.2. Prueba post hoc

**Tabla 4-19:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	
Color (Und Pt/Co)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-5,111111	2,1702250	0,061
		Agua del reservorio	1,722222	2,1702250	0,709
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	5,111111	2,1702250	0,061
		Agua del reservorio	6,833333*	2,1702250	0,009

	Agua del reservorio	Agua de río	-1,722222	2,1702250	0,709
		Agua de río + Canal de riego	-6,833333*	2,1702250	0,009
pH (Unid)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-0,090556	0,0990770	0,635
		Agua del reservorio	-0,126667	0,0990770	0,416
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	0,090556	0,0990770	0,635
		Agua del reservorio	-0,036111	0,0990770	0,930
	Agua del reservorio	Agua de río	0,126667	0,0990770	0,416
		Agua de río + Canal de riego	0,036111	0,0990770	0,930
Conductividad (milimhos/cm)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,146039*	0,0311997	0,000
		Agua del reservorio	-0,031112	0,0311997	0,583
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,146039*	0,0311997	0,000
		Agua del reservorio	,114927*	0,0311997	0,002
	Agua del reservorio	Agua de río	0,031112	0,0311997	0,583
		Agua de río + Canal de riego	-,114927*	0,0311997	0,002
Cloruros (meq/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-0,307556	0,3136141	0,594
		Agua del reservorio	-0,197222	0,3136141	0,805
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	0,307556	0,3136141	0,594
		Agua del reservorio	0,110333	0,3136141	0,934
	Agua del reservorio	Agua de río	0,197222	0,3136141	0,805
		Agua de río + Canal de riego	-0,110333	0,3136141	0,934
Cadmio (mg/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	0,000000	0,1723715	1,000
		Agua del reservorio	-0,211111	0,1723715	0,447
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	0,000000	0,1723715	1,000
		Agua del reservorio	-0,211111	0,1723715	0,447
	Agua del reservorio	Agua de río	0,211111	0,1723715	0,447
		Agua de río + Canal de riego	0,211111	0,1723715	0,447



Plomo (mg/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,083411*	0,0111368	0,000
		Agua del reservorio	-,087156*	0,0111368	0,000
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	,083411*	0,0111368	0,000
		Agua del reservorio	-0,003744	0,0111368	0,940
	Agua del reservorio	Agua de río	,087156*	0,0111368	0,000
		Agua de río + Canal de riego	0,003744	0,0111368	0,940
Calcio (mg/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-6,570000*	2,5891951	0,040
		Agua del reservorio	3,682950	2,5891951	0,340
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	6,570000*	2,5891951	0,040
		Agua del reservorio	10,252950*	2,5891951	0,001
	Agua del reservorio	Agua de río	-3,682950	2,5891951	0,340
		Agua de río + Canal de riego	-10,252950*	2,5891951	0,001
Boro (mg/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-0,0089	0,00664	0,383
		Agua del reservorio	-0,0067	0,00664	0,579
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	0,0089	0,00664	0,383
		Agua del reservorio	0,0022	0,00664	0,940
	Agua del reservorio	Agua de río	0,0067	0,00664	0,579
		Agua de río + Canal de riego	-0,0022	0,00664	0,940
Magnesio (mg/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	4,113333	1,7088133	0,054
		Agua del reservorio	4,690556*	1,7088133	0,025
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	-4,113333	1,7088133	0,054
		Agua del reservorio	0,577222	1,7088133	0,939
	Agua del reservorio	Agua de río	-4,690556*	1,7088133	0,025
		Agua de río + Canal de riego	-0,577222	1,7088133	0,939
Bicarbonatos (meq/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-,751667*	0,0856409	0,000
		Agua del reservorio	-,346111*	0,0856409	0,001
		Agua de río	,751667*	0,0856409	0,000

	Agua de río + Canal de riego	Agua del reservorio	,405556*	0,0856409	0,000
	Agua del reservorio	Agua de río	,346111*	0,0856409	0,001
		Agua de río + Canal de riego	-,405556*	0,0856409	0,000
Sulfatos (mg/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	4,064444*	1,0227016	0,001
		Agua del reservorio	1,962778	1,0227016	0,148
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	-4,064444*	1,0227016	0,001
		Agua del reservorio	-2,101667	1,0227016	0,114
	Agua del reservorio	Agua de río	-1,962778	1,0227016	0,148
		Agua de río + Canal de riego	2,101667	1,0227016	0,114
Nitratos (mg/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	5,730000*	0,2603116	0,000
		Agua del reservorio	5,505556*	0,2603116	0,000
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	-5,730000*	0,2603116	0,000
		Agua del reservorio	-0,224444	0,2603116	0,667
	Agua del reservorio	Agua de río	-5,505556*	0,2603116	0,000
		Agua de río + Canal de riego	0,224444	0,2603116	0,667
Sólidos Disueltos (mg/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-162,731111	87,3949227	0,164
		Agua del reservorio	-1,501667	87,3949227	1,000
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	162,731111	87,3949227	0,164
		Agua del reservorio	161,229444	87,3949227	0,170
	Agua del reservorio	Agua de río	1,501667	87,3949227	1,000
		Agua de río + Canal de riego	-161,229444	87,3949227	0,170
Sodio (meq/L)	Agua de río	Agua de río + Canal de riego	-0,144589	0,0685801	0,102
		Agua del reservorio	-0,082222	0,0685801	0,462
	Agua de río + Canal de riego	Agua de río	0,144589	0,0685801	0,102
		Agua del reservorio	0,062367	0,0685801	0,638
	Agua del reservorio	Agua de río	0,082222	0,0685801	0,462
		Agua de río + Canal de riego	-0,062367	0,0685801	0,638

Nota. Se basa en las medias observadas.  
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,042.  
 \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

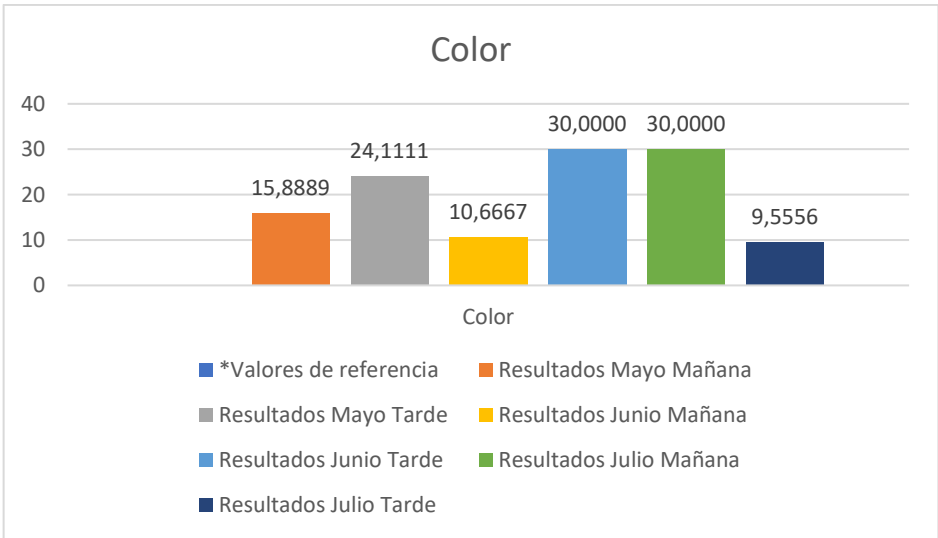
**Color:** según la tabla 3-27, sobre el parámetro cloro se puede deducir que se encontraron diferencias significativas en el color entre los meses de "Mayo y Junio" ni "Mayo y Julio". No se observó una diferencia significativa entre los meses de "Junio y Julio".

**Tabla 4-20:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Color)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Color (Und Pt/Co)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	32,50000*	2,1702250	,000	27,195325	37,804675
	Julio	35,611111*	2,1702250	,000	30,306436	40,915786
Junio	Mayo	-32,50000*	2,1702250	,000	-37,804675	-27,195325
	Julio	3,111111	2,1702250	,335	-2,193564	8,415786
Julio	Mayo	-35,611111*	2,1702250	,000	-40,915786	-30,306436
	Junio	-3,111111	2,1702250	,335	-8,415786	2,193564

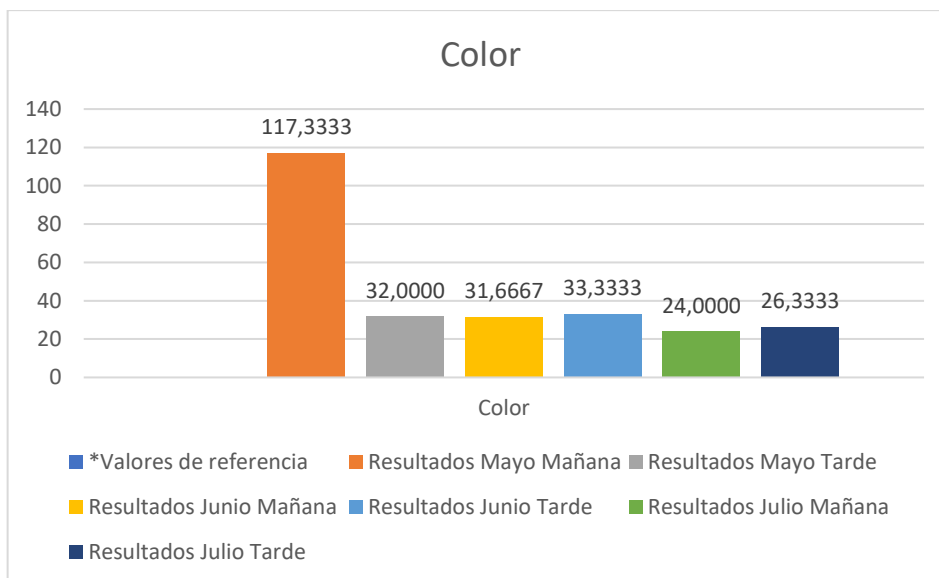
Se basa en las medias observadas.  
 El término de error es la media cuadrática (Error) = 42,389.  
 \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



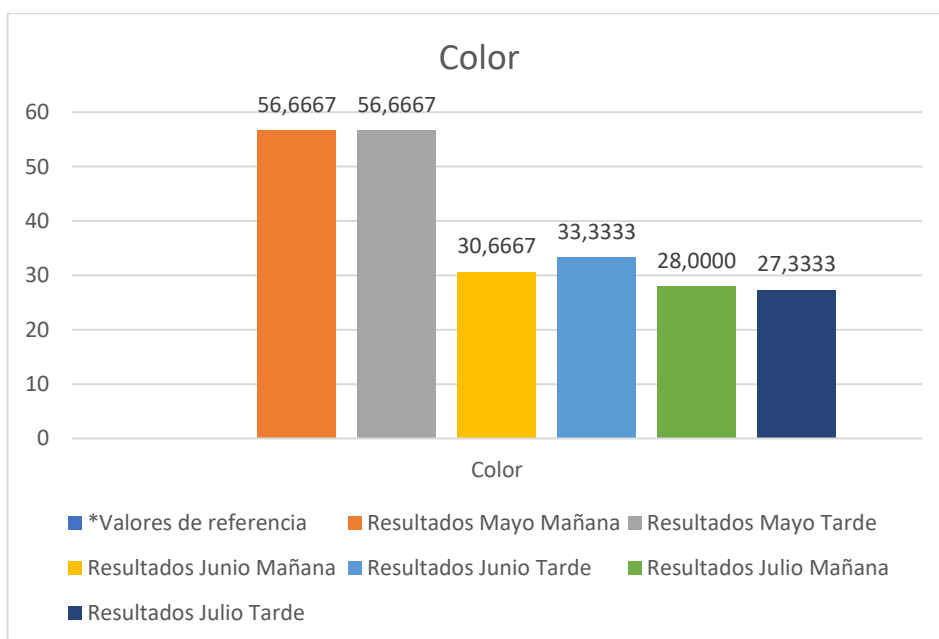
**Ilustración 4-1:** Color por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-2:** Color por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-3:** Color por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

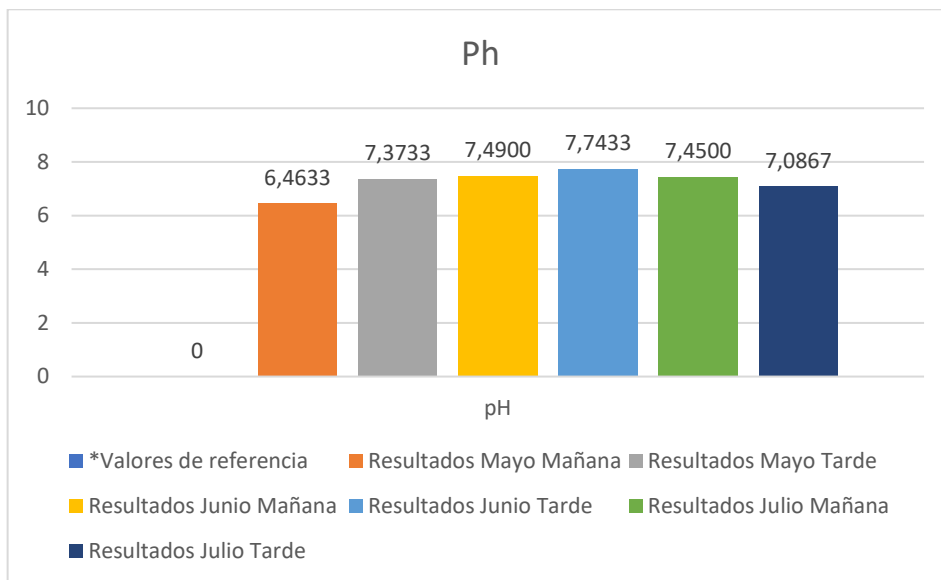
**pH:** según la tabla 3-28 sobre el parámetro pH podemos decir que no se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.136$ ). No se observó una diferencia significativa entre "Mayo y Julio" ( $p = 0.108$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.992$ ).

**Tabla 4-21:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (pH)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: pH (Unid)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	-,194444	,0990770	,136	-,436618	,047729
	Julio	-,206111	,0990770	,108	-,448285	,036063
Junio	Mayo	,194444	,0990770	,136	-,047729	,436618
	Julio	-,011667	,0990770	,992	-,253840	,230507
Julio	Mayo	,206111	,0990770	,108	-,036063	,448285
	Junio	,011667	,0990770	,992	-,230507	,253840

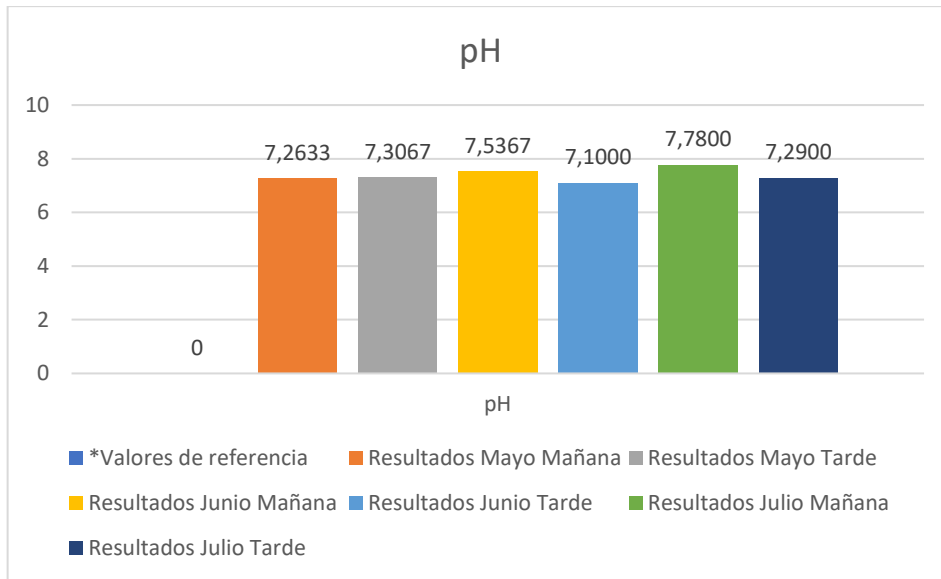
Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,088.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



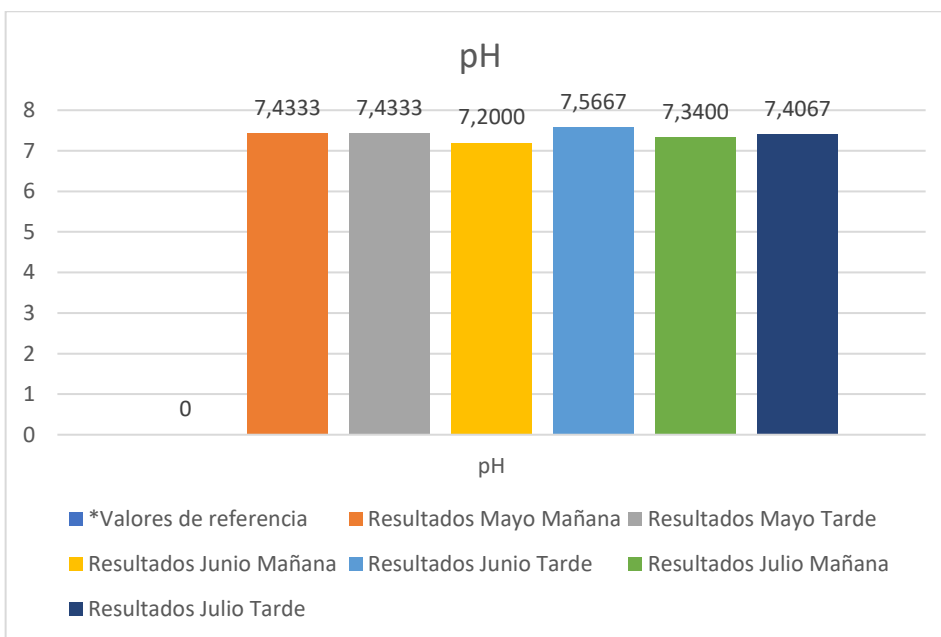
**Ilustración 4-4:** pH por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-5:** pH por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-6:** pH por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

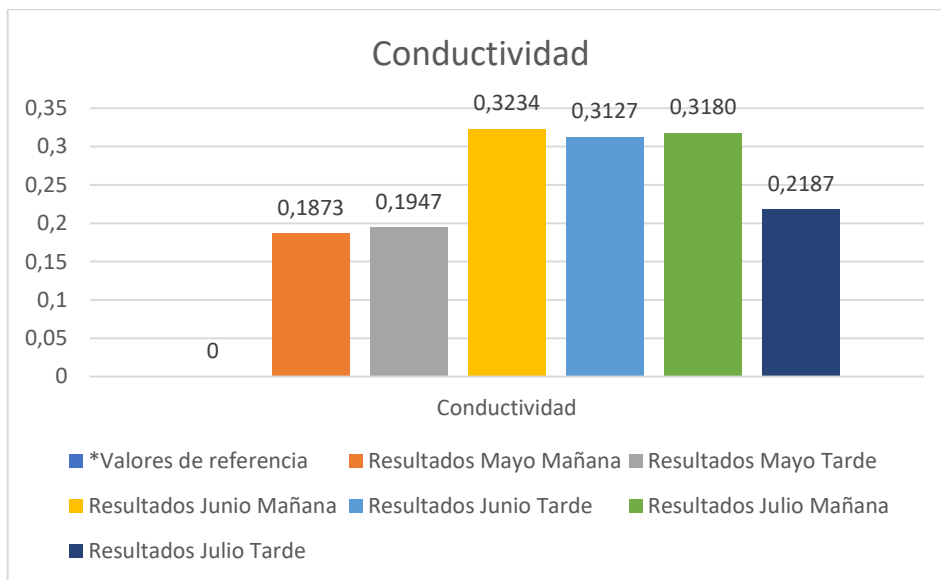
**Conductividad:** según la tabla 3-29 sobre el parámetro conductividad podemos decir no se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.322$ ). No se observó una diferencia significativa entre "Mayo y Julio" ( $p = 0.139$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.874$ ).

**Tabla 4-22:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Conductividad)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Conductividad (milimhos/cm)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	-,045511	,0311997	,322	-,121772	,030751
	Julio	-,060955	,0311997	,139	-,137216	,015306
Junio	Mayo	,045511	,0311997	,322	-,030751	,121772
	Julio	-,015444	,0311997	,874	-,091706	,060817
Julio	Mayo	,060955	,0311997	,139	-,015306	,137216
	Junio	,015444	,0311997	,874	-,060817	,091706

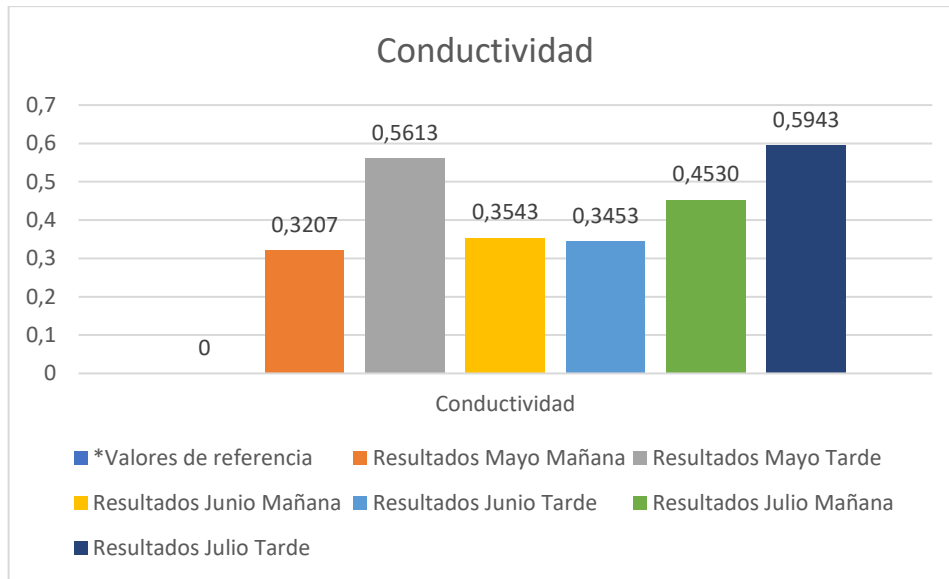
Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,009.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



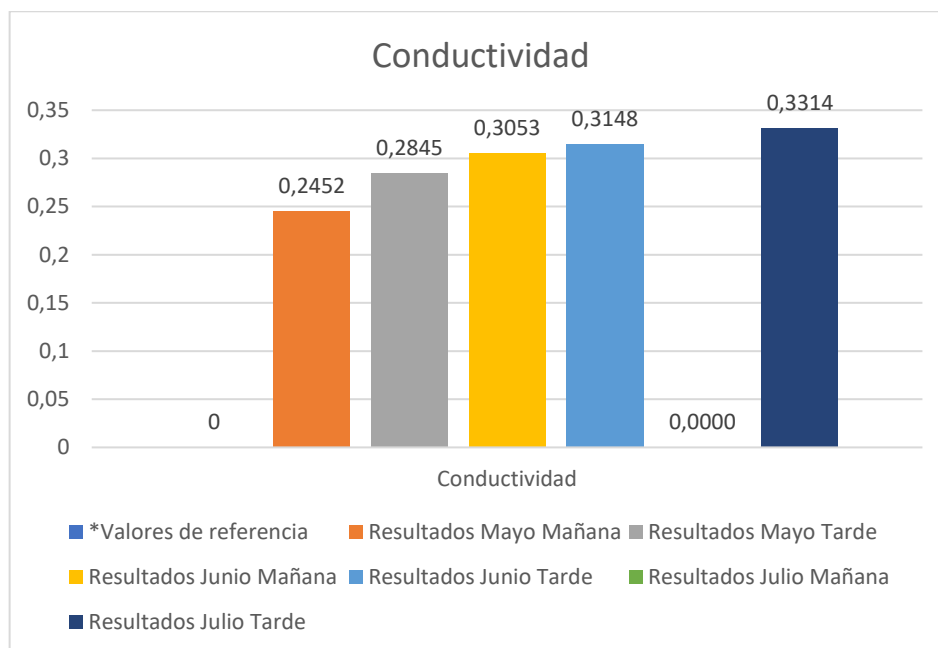
**Ilustración 4-7:** Conductividad por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-8:** Conductividad por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-9:** Conductividad por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Cloruros:** según la tabla 3-30, sobre el parámetro cloruros podemos decir se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.000$ ). No se observó una diferencia significativa entre "Mayo y Julio" ( $p = 0.000$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.901$ ).

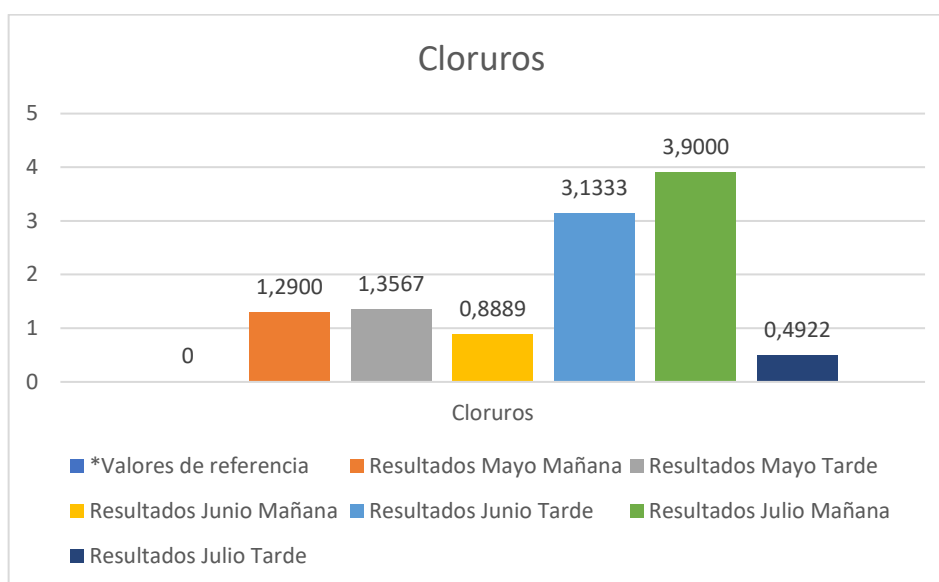


**Tabla 4-23:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Cloruros)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Cloruros (meq/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	-1,476667*	,3136141	,000	-2,243233	-,710101
	Julio	-1,339778*	,3136141	,000	-2,106344	-,573212
Junio	Mayo	1,476667*	,3136141	,000	,710101	2,243233
	Julio	,136889	,3136141	,901	-,629677	,903455
Julio	Mayo	1,339778*	,3136141	,000	,573212	2,106344
	Junio	-,136889	,3136141	,901	-,903455	,629677

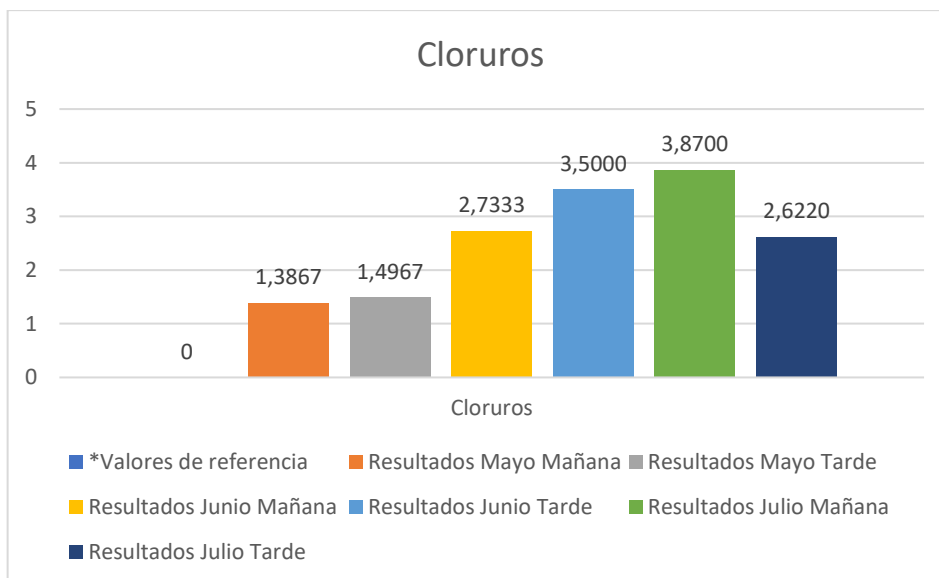
Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,885.  
\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



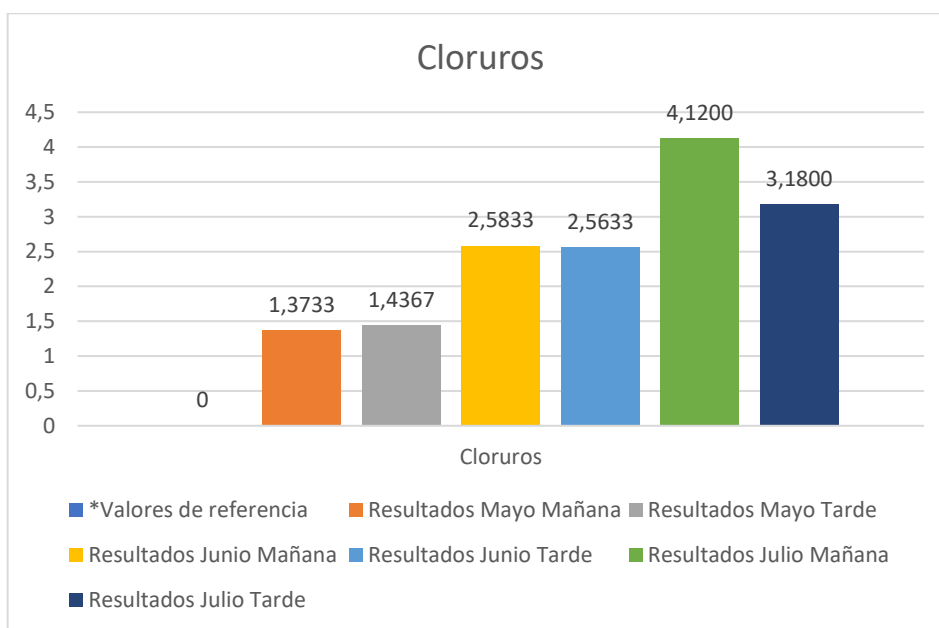
**Ilustración 4-10:** Cloruros por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-11:** Cloruros por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-12:** Cloruros por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Cadmio:** según la tabla 3-31, sobre el parámetro cadmio podemos decir no se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.447$ ). Tampoco entre "Mayo y Julio" ( $p = 1.000$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.447$ ).

**Tabla 4-24:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Cadmio)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Cadmio (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	-,211111	,1723715	,447	-,632438	,210216
	Julio	,000000	,1723715	1,000	-,421327	,421327
Junio	Mayo	,211111	,1723715	,447	-,210216	,632438
	Julio	,211111	,1723715	,447	-,210216	,632438
Julio	Mayo	,000000	,1723715	1,000	-,421327	,421327
	Junio	-,211111	,1723715	,447	-,632438	,210216

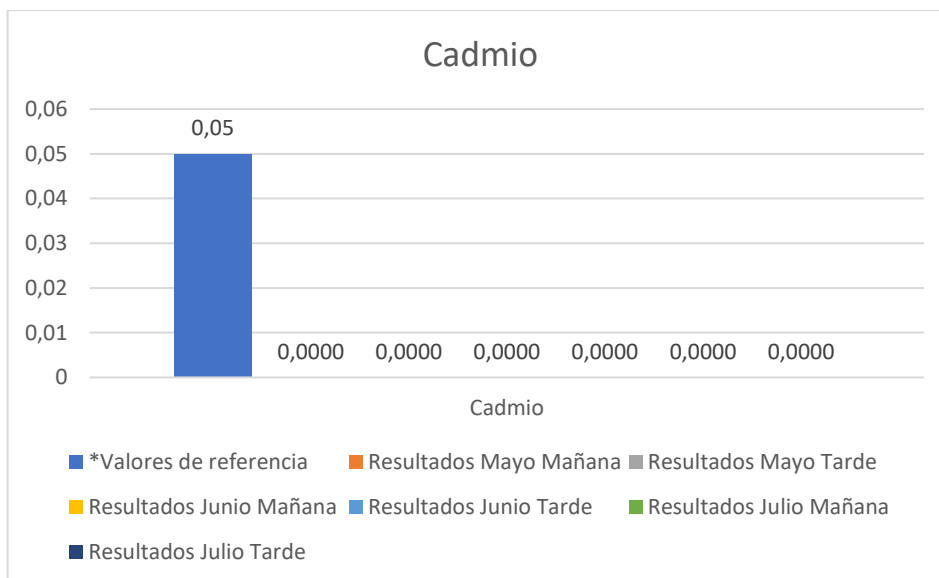
Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,267.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



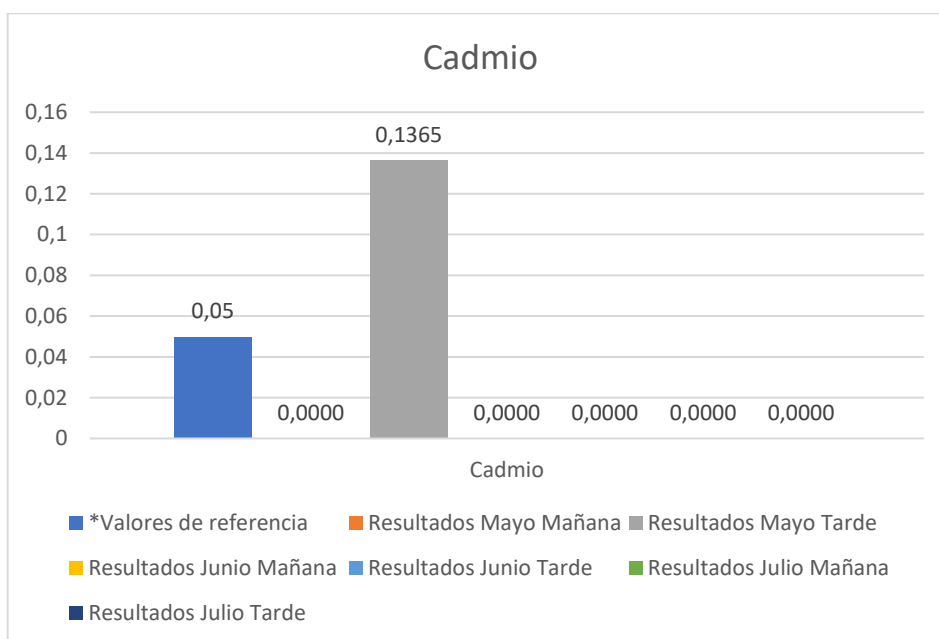
**Ilustración 4-13:** Cadmio por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-14:** Cadmio por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-15:** Cadmio por mes punto 3

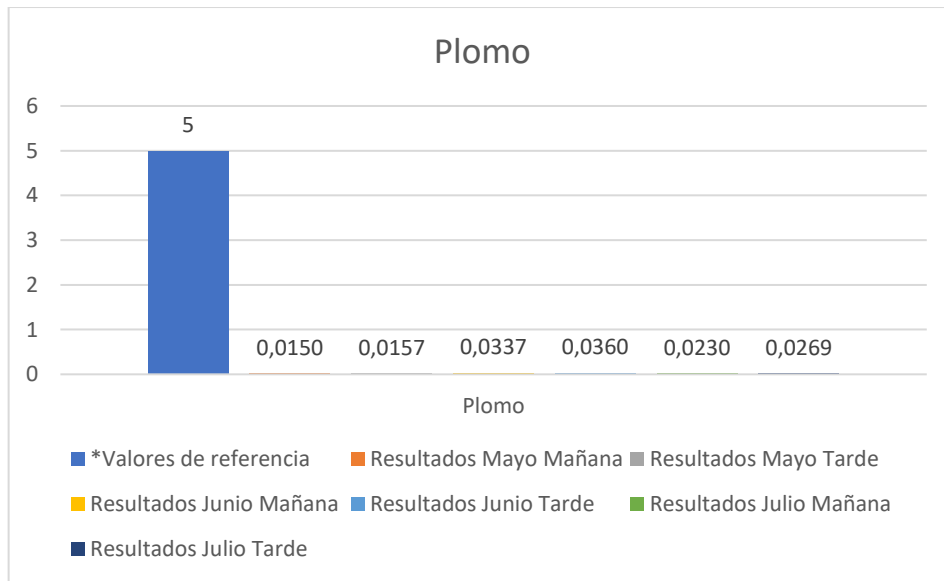
Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Plomo:** según la tabla 3-32 sobre el parámetro plomo podemos decir Se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.000$ ) y "Mayo y Julio" ( $p = 0.000$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre los meses de "Junio y Julio" ( $p = 0.971$ ).

**Tabla 4-25:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Plomo)

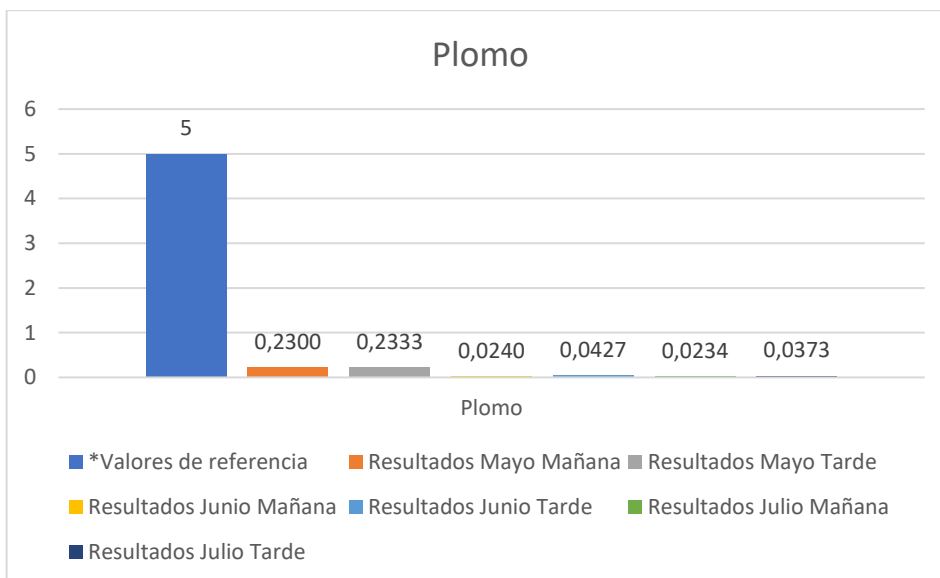
Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Plomo (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	,145444*	,0111368	,000	,118223	,172666
	Julio	,148022*	,0111368	,000	,120801	,175244
Junio	Mayo	-,145444*	,0111368	,000	-,172666	-,118223
	Julio	,002578	,0111368	,971	-,024644	,029799
Julio	Mayo	-,148022*	,0111368	,000	-,175244	-,120801
	Junio	-,002578	,0111368	,971	-,029799	,024644
Se basa en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,001.						
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.						

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



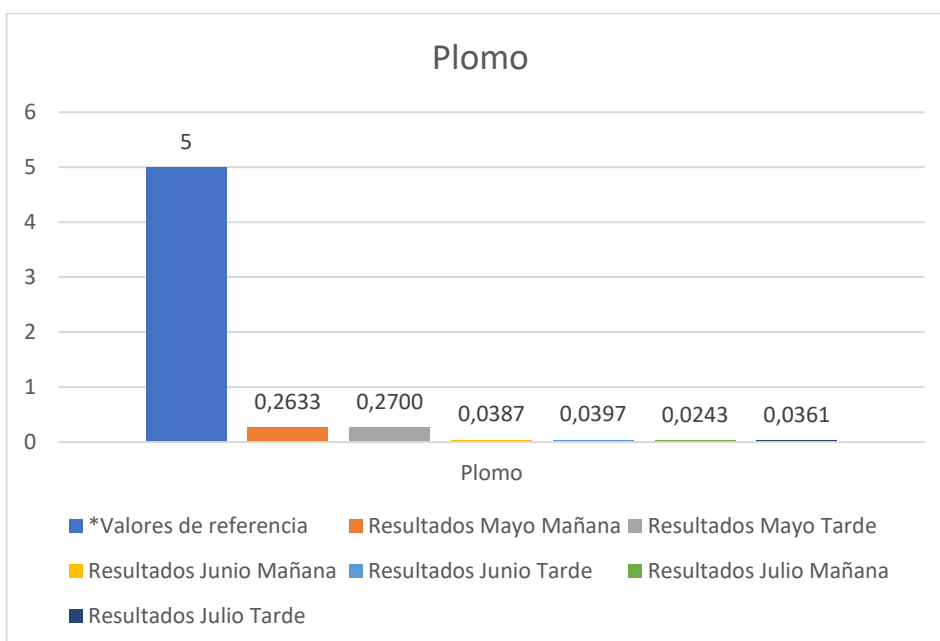
**Ilustración 4-16:** Plomo por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-17:** Plomo por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-18:** Plomo por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

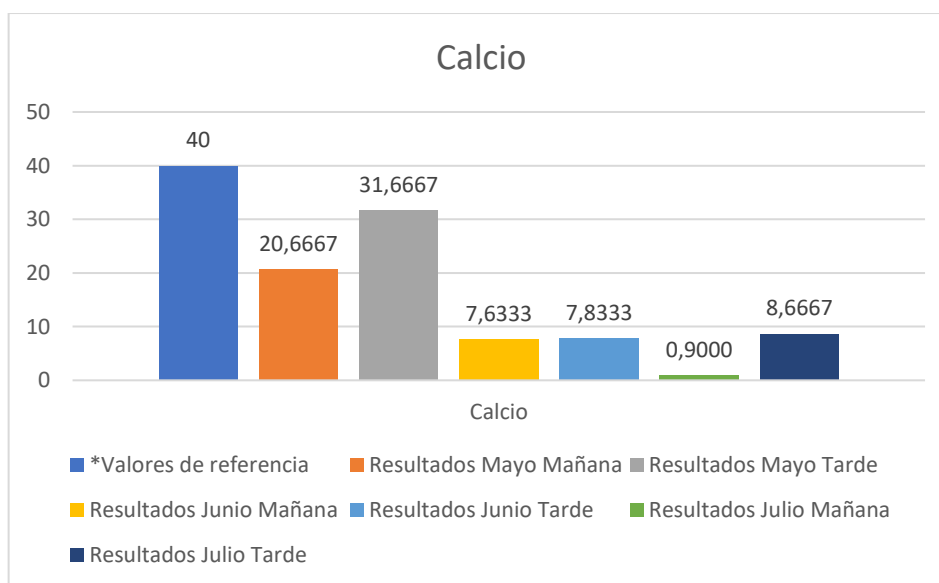
**Calcio:** según la tabla 3-33 sobre el parámetro calcio podemos decir Se encontraron diferencias significativas en el color entre los meses de "Mayo y Junio" ( $p = 0.000$ ) mientras que, "Mayo y Julio" ( $p = 0.000$ ). Además, se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.012$ ).

**Tabla 4-26:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Calcio)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Calcio (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	25,626617*	2,5891951	,000	19,297855	31,955379
	Julio	17,803000*	2,5891951	,000	11,474238	24,131762
Junio	Mayo	-25,626617*	2,5891951	,000	-31,955379	-19,297855
	Julio	-7,823617*	2,5891951	,012	-14,152379	-1,494855
Julio	Mayo	-17,803000*	2,5891951	,000	-24,131762	-11,474238
	Junio	7,823617*	2,5891951	,012	1,494855	14,152379

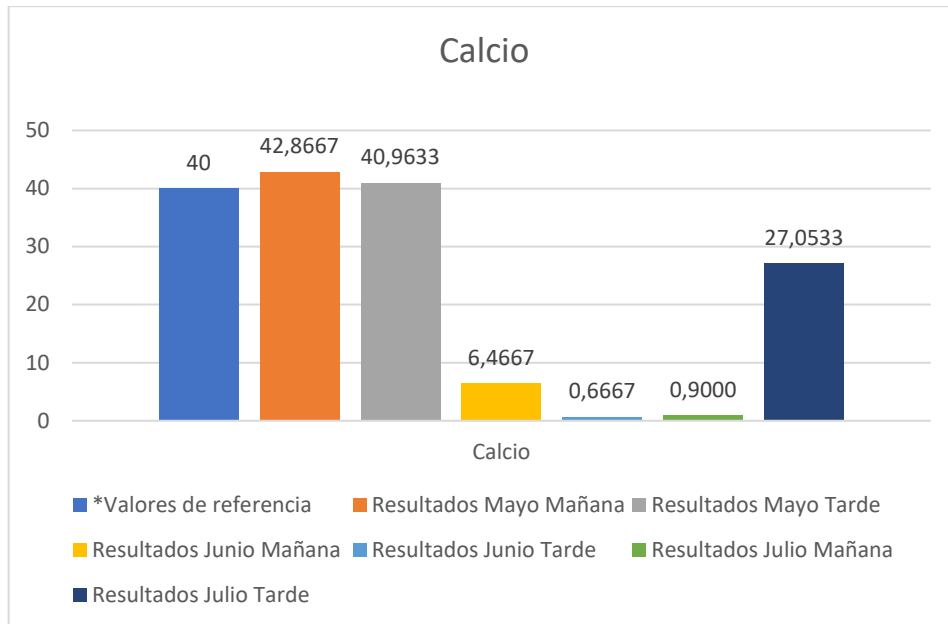
Se basa en las medias observadas.  
 El término de error es la media cuadrática (Error) = 60,335.  
 \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



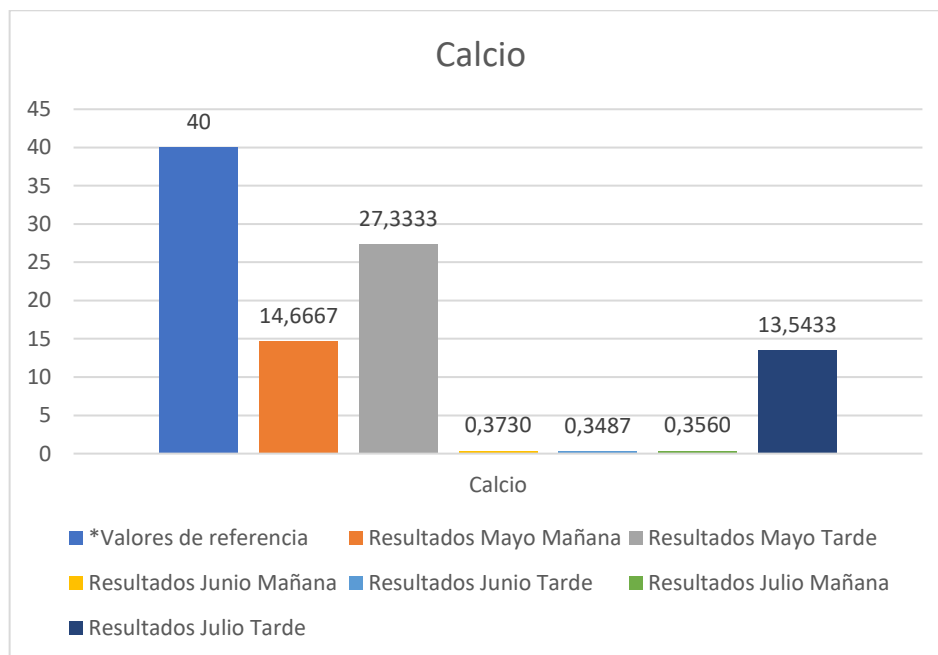
**Ilustración 4-19:** Calcio por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-20:** Calcio por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-21:** Calcio por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Boro:** Según la **tabla 2-34**, sobre el parámetro boro podemos decir Se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.000$ ) y "Mayo y Julio" ( $p = 0.000$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.146$ ).

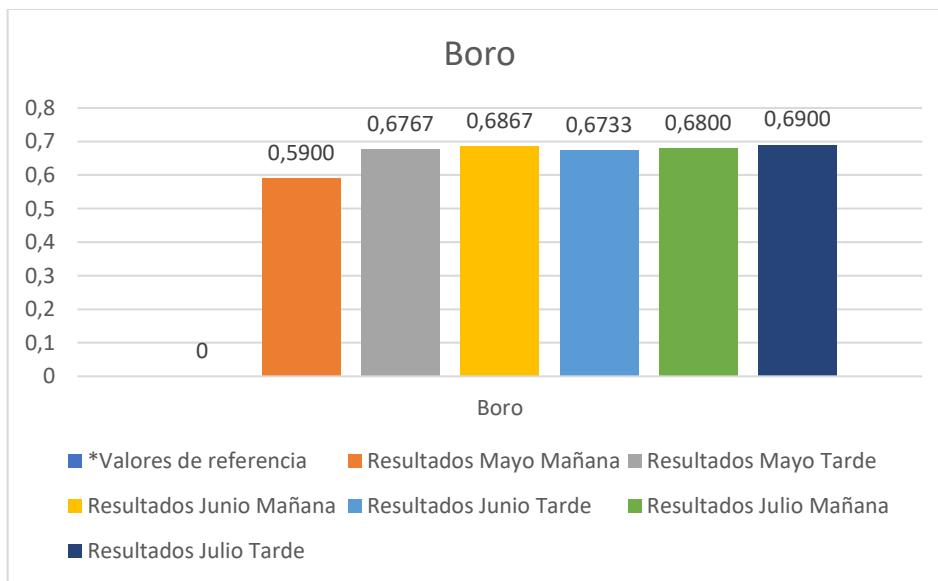


**Tabla 4-27:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Boro)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Boro (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	-,0450*	,00664	,000	-,0612	-,0288
	Julio	-,0322*	,00664	,000	-,0484	-,0160
Junio	Mayo	,0450*	,00664	,000	,0288	,0612
	Julio	,0128	,00664	,146	-,0034	,0290
Julio	Mayo	,0322*	,00664	,000	,0160	,0484
	Junio	-,0128	,00664	,146	-,0290	,0034

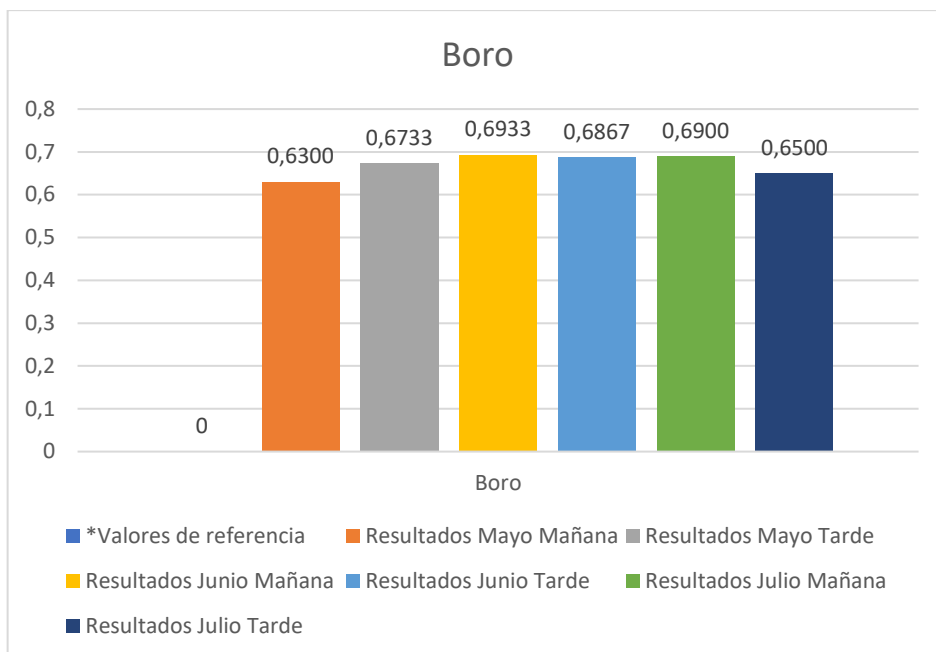
Se basa en las medias observadas.  
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.  
 \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024.



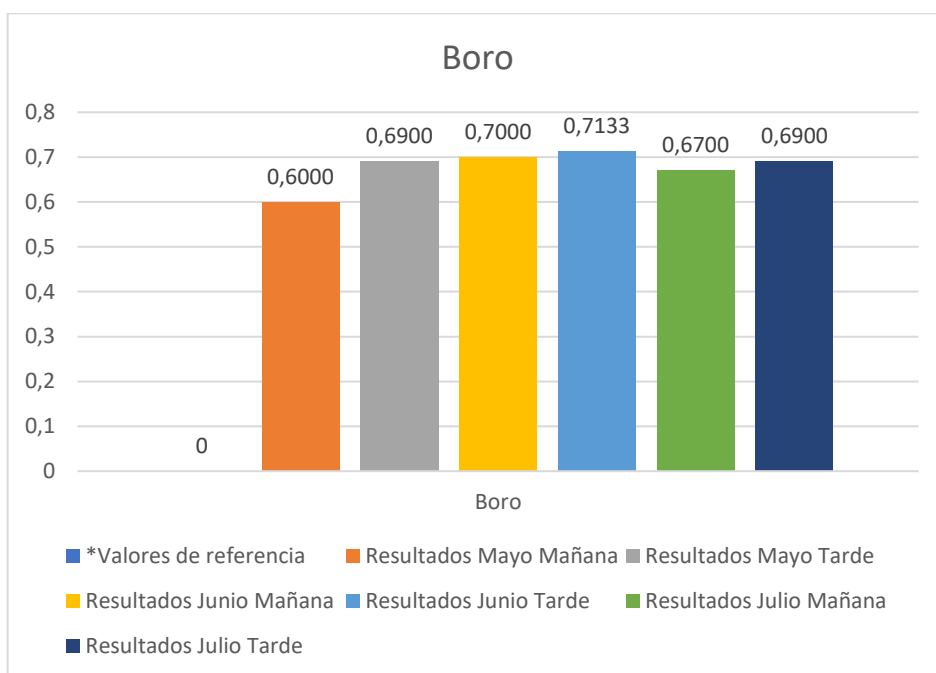
**Ilustración 4-22:** Boro por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-23:** Boro por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-24:** Boro por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

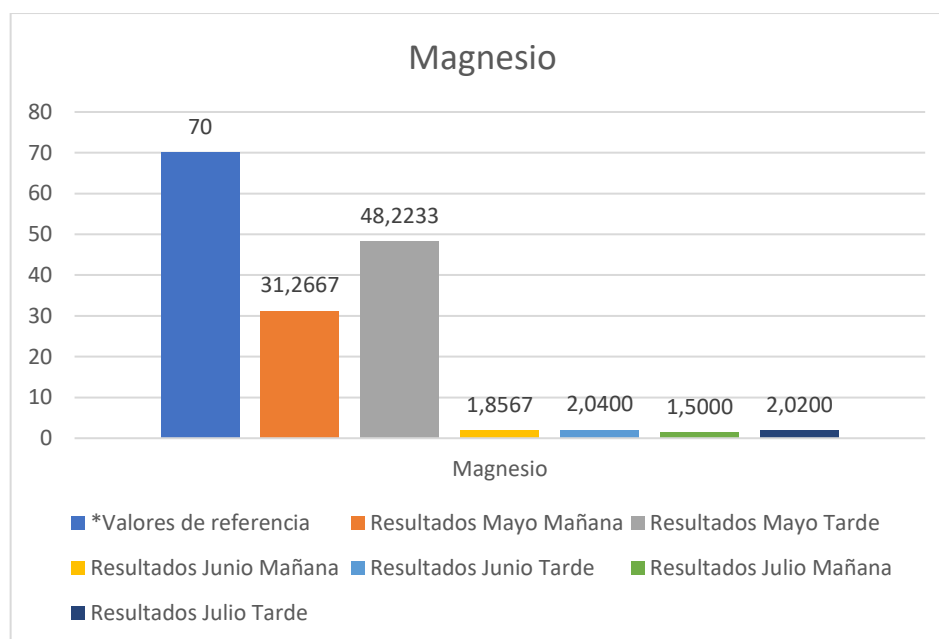
**Magnesio:** según la tabla 3-35 sobre el parámetro magnesio podemos decir se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.000$ ) y "Mayo y Julio" ( $p = 0.000$ ). Además, se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.058$ ).

**Tabla 4-28:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Magnesio)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Magnesio (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	24,193333*	1,7088133	,000	20,016486	28,370181
	Julio	20,133889*	1,7088133	,000	15,957041	24,310736
Junio	Mayo	-24,193333*	1,7088133	,000	-28,370181	-20,016486
	Julio	-4,059444	1,7088133	,058	-8,236292	,117403
Julio	Mayo	-20,133889*	1,7088133	,000	-24,310736	-15,957041
	Junio	4,059444	1,7088133	,058	-,117403	8,236292

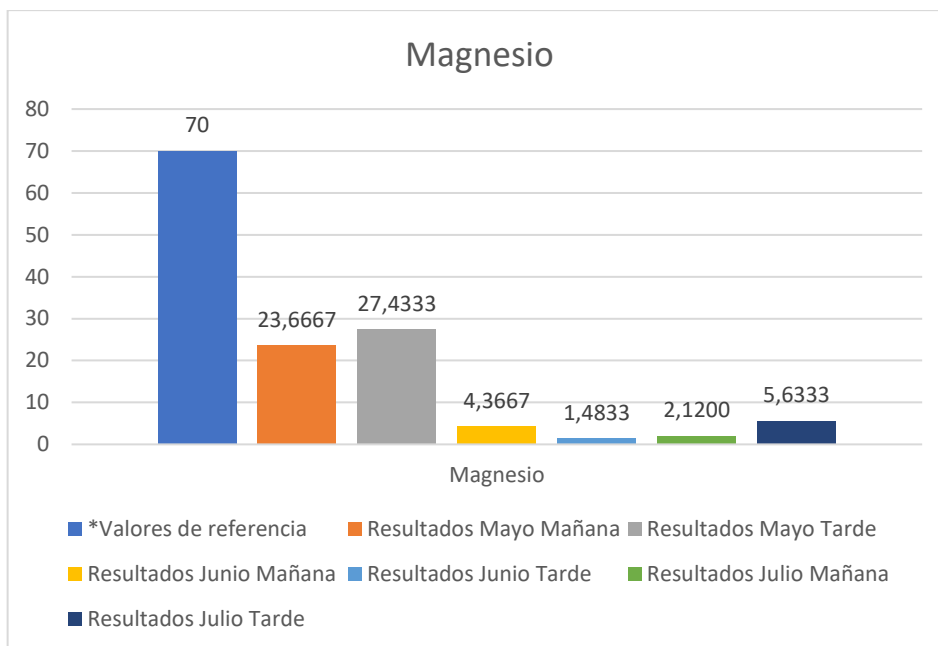
Se basa en las medias observadas.  
 El término de error es la media cuadrática (Error) = 26,280.  
 \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



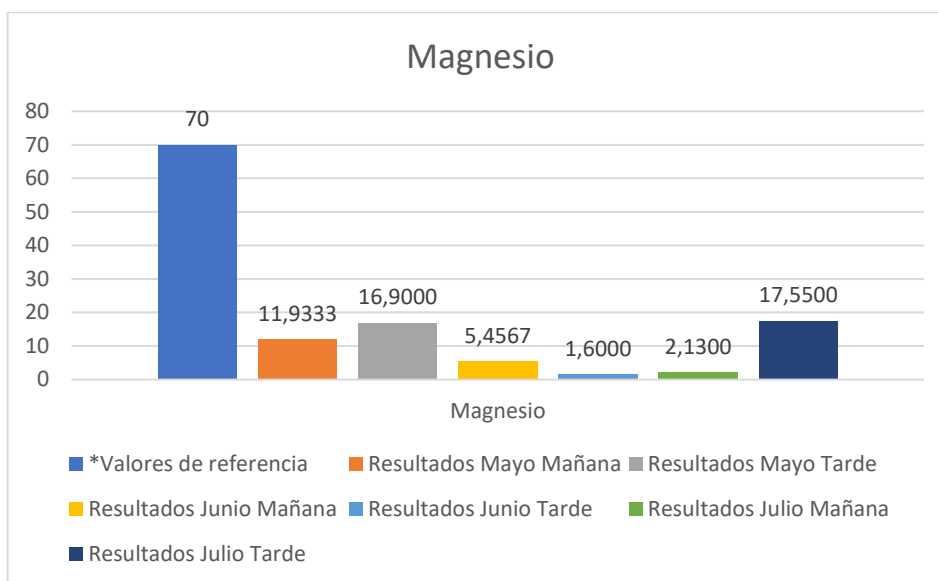
**Ilustración 4-25:** Magnesio por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-26:** Magnesio por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-27:** Magnesio por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

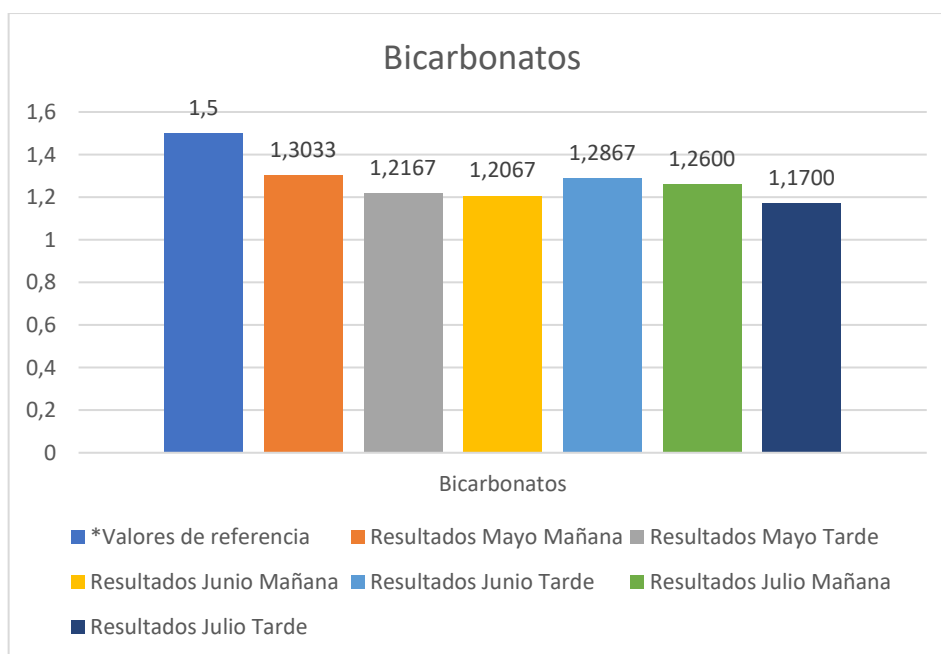
**Bicarbonatos:** Según la tabla 2-36 sobre el parámetro bicarbonatos podemos decir se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.000$ ) y "Mayo y Julio" ( $p = 0.000$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.884$ ).

**Tabla 4-29:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Bicarbonatos)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Bicarbonatos (meq/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	1,095556*	,0856409	,000	,886224	1,304887
	Julio	1,055000*	,0856409	,000	,845668	1,264332
Junio	Mayo	-1,095556*	,0856409	,000	-1,304887	-,886224
	Julio	-,040556	,0856409	,884	-,249887	,168776
Julio	Mayo	-1,055000*	,0856409	,000	-1,264332	-,845668
	Junio	,040556	,0856409	,884	-,168776	,249887

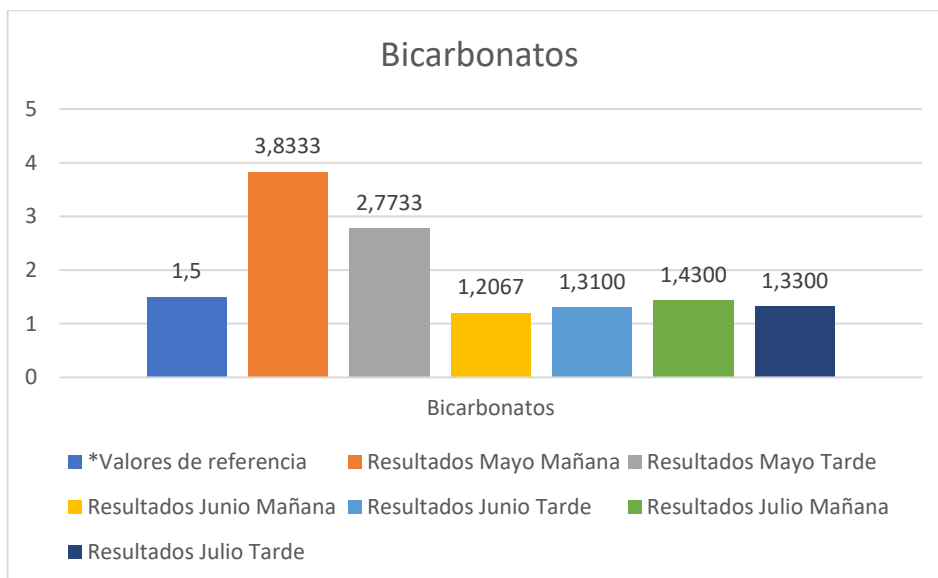
Se basa en las medias observadas.  
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,066.  
 \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



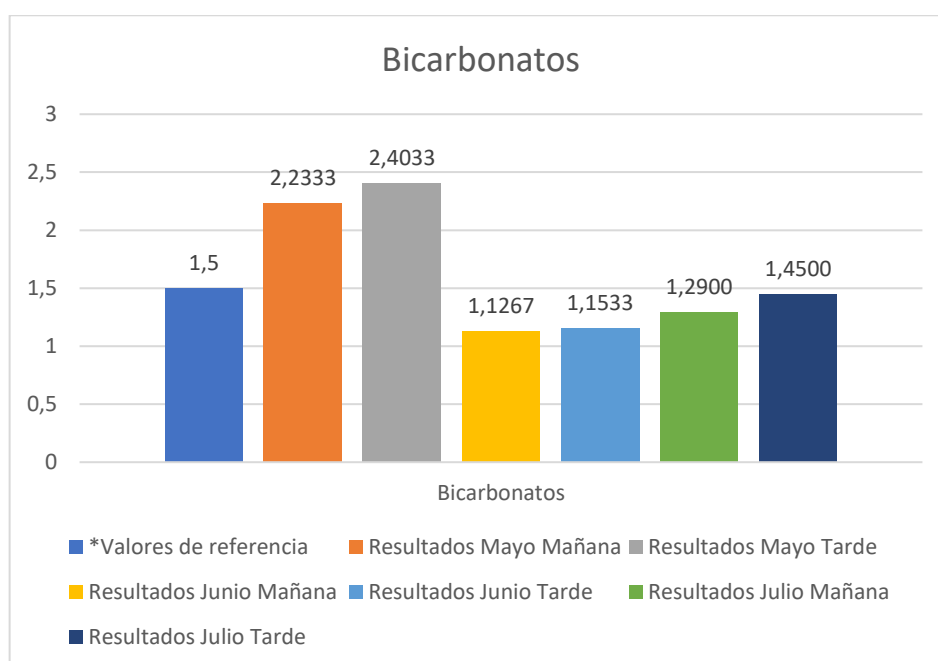
**Ilustración 4-28:** Bicarbonatos por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-29:** Bicarbonatos por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-30:** Bicarbonatos por mes punto 3

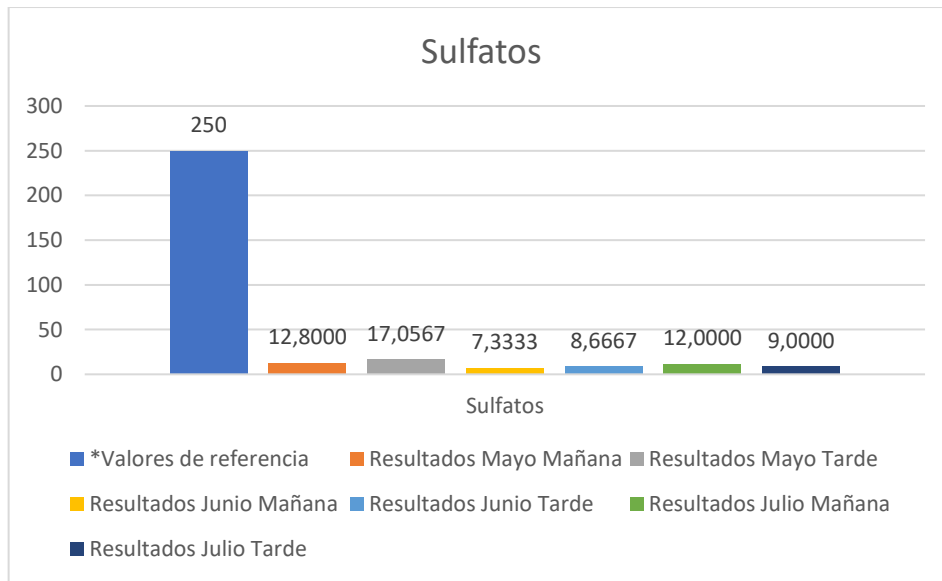
Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Sulfatos:** según la tabla 2-35 sobre el parámetro sulfatos podemos decir se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.002$ ) y "Mayo y Julio" ( $p = 0.204$ ). Además, se encontró una diferencia significativa entre los meses de "Junio y Julio" ( $p = 0.114$ ).

**Tabla 4-30:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Sulfatos)

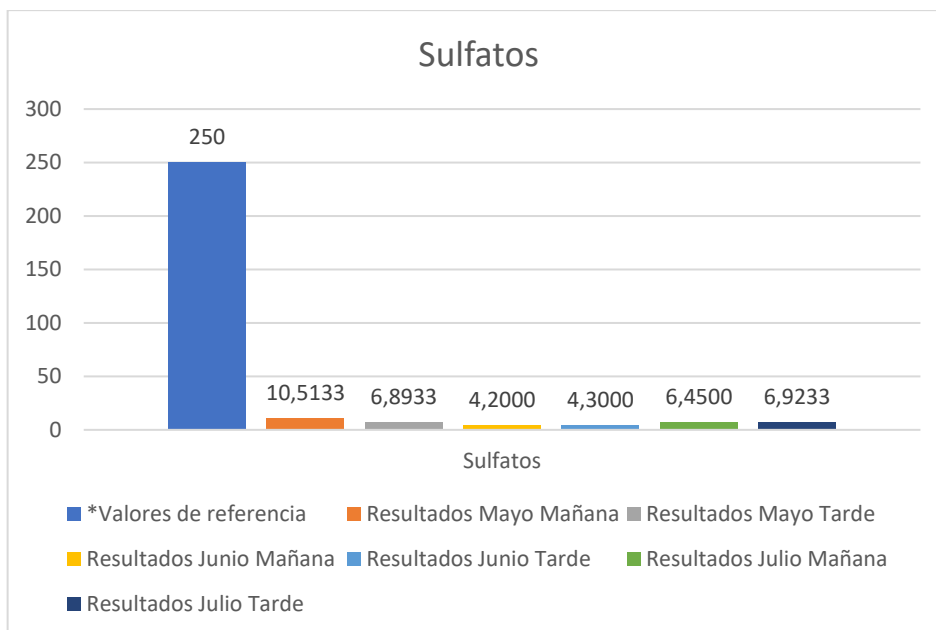
Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Sulfatos (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	3,883333*	1,0227016	,002	1,383547	6,383120
	Julio	1,782222	1,0227016	,204	-,717564	4,282009
Junio	Mayo	-3,883333*	1,0227016	,002	-6,383120	-1,383547
	Julio	-2,101111	1,0227016	,114	-4,600898	,398675
Julio	Mayo	-1,782222	1,0227016	,204	-4,282009	,717564
	Junio	2,101111	1,0227016	,114	-,398675	4,600898
Se basa en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = 9,413.						
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.						

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



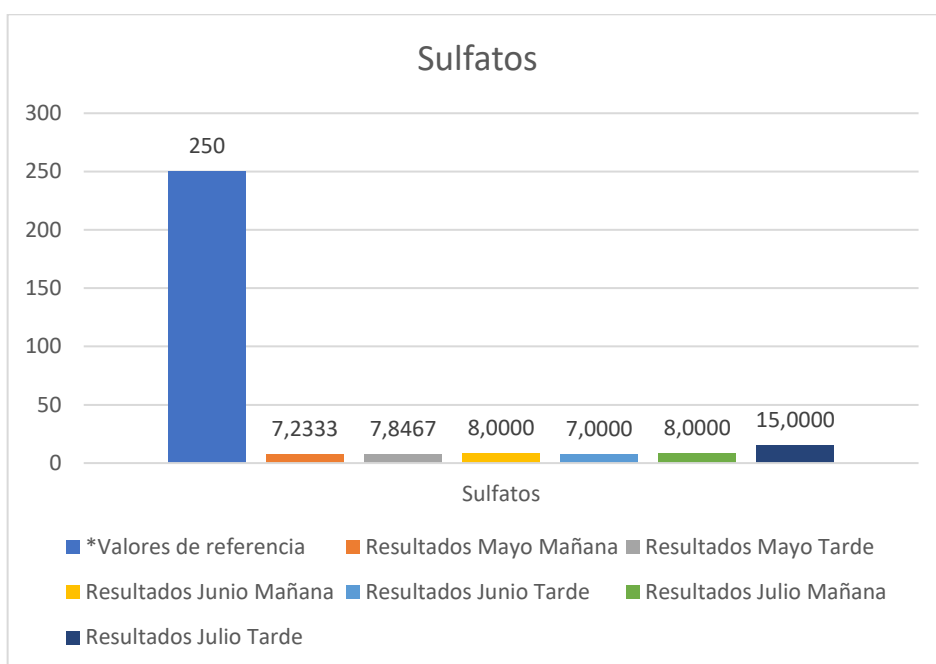
**Ilustración 4-31:** Sulfatos por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-32:** Sulfatos por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-33:** Sulfatos por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Nitratos:** según la tabla 3-38 sobre el parámetro nitratos podemos decir Se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.000$ ) y "Mayo y Julio" ( $p = 0.000$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre los meses de "Junio y Julio" ( $p = 0.788$ ).

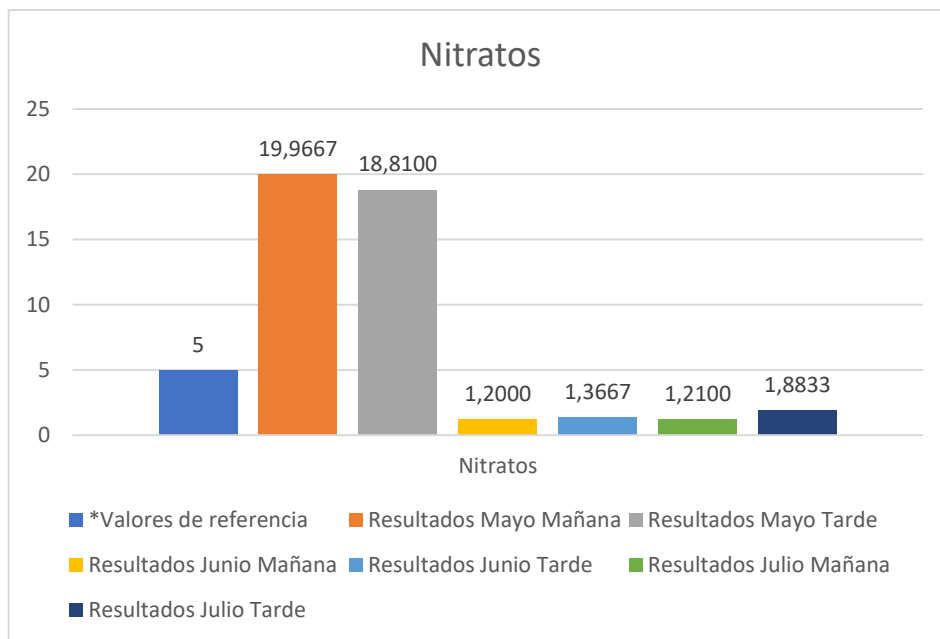


**Tabla 4-31:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Nitratos)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Nitratos (mg/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	6,947778*	,2603116	,000	6,311499	7,584057
	Julio	6,776111*	,2603116	,000	6,139832	7,412390
Junio	Mayo	-6,947778*	,2603116	,000	-7,584057	-6,311499
	Julio	-,171667	,2603116	,788	-,807946	,464612
Julio	Mayo	-6,776111*	,2603116	,000	-7,412390	-6,139832
	Junio	,171667	,2603116	,788	-,464612	,807946

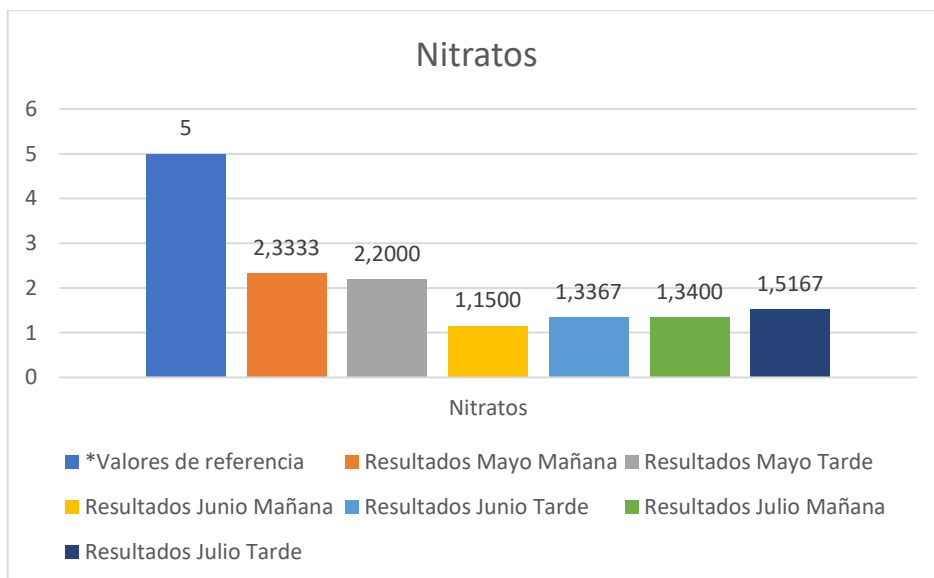
Se basa en las medias observadas.  
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,610.  
 \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



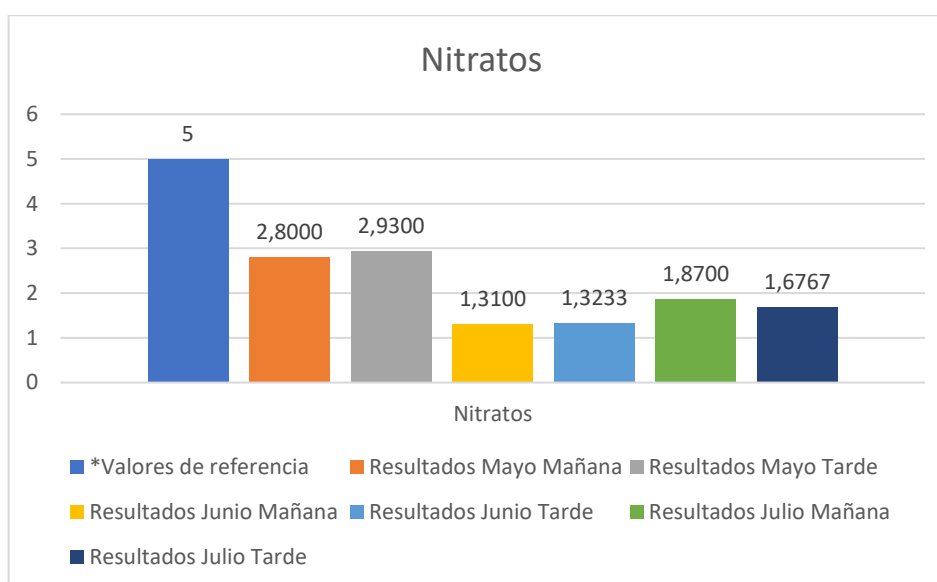
**Ilustración 4-34:** Nitratos por mes punto

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-35:** Nitratos por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



**Ilustración 4-36:** Nitratos por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

**Sólidos Disueltos:** No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

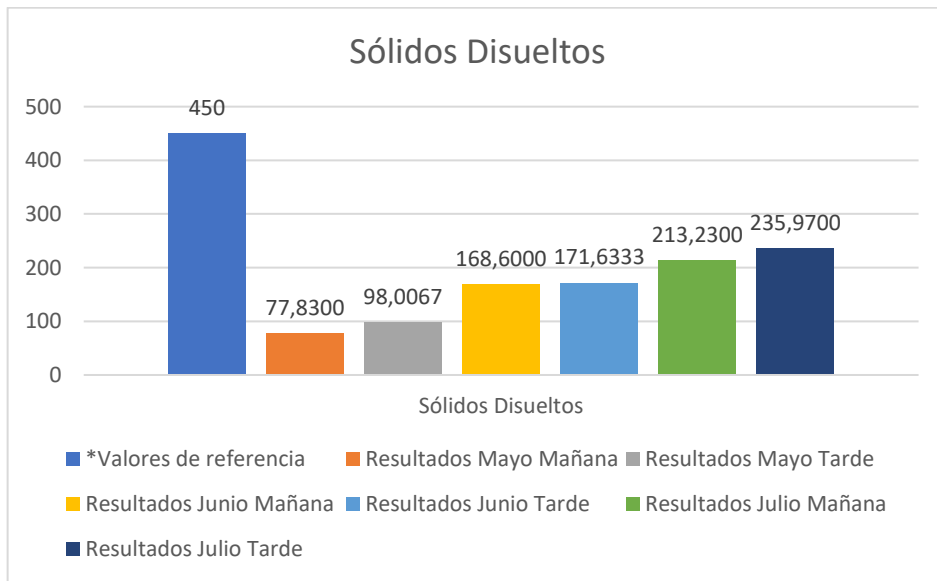
**Tabla 4-32:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (sólidos disueltos)

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: Sólidos Disueltos (mg/L)					
HSD Tukey					
(I) Mes	(J) Mes		Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%

		Diferencia de medias (I-J)			Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	-18,955556	87,3949227	,974	-232,574712	194,663600
	Julio	-145,768889	87,3949227	,231	-359,388045	67,850267
Junio	Mayo	18,955556	87,3949227	,974	-194,663600	232,574712
	Julio	-126,813333	87,3949227	,326	-340,432489	86,805823
Julio	Mayo	145,768889	87,3949227	,231	-67,850267	359,388045
	Junio	126,813333	87,3949227	,326	-86,805823	340,432489

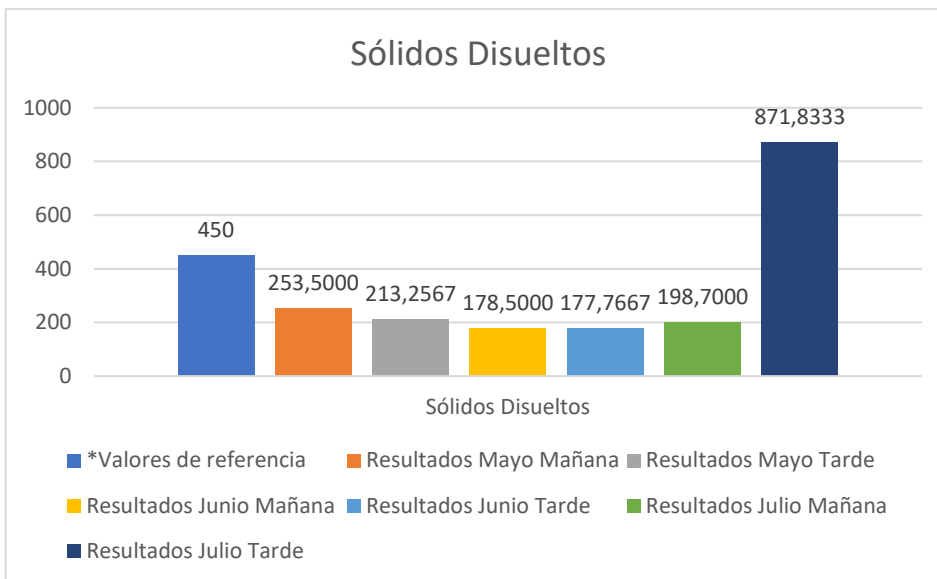
Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = 68740,853.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



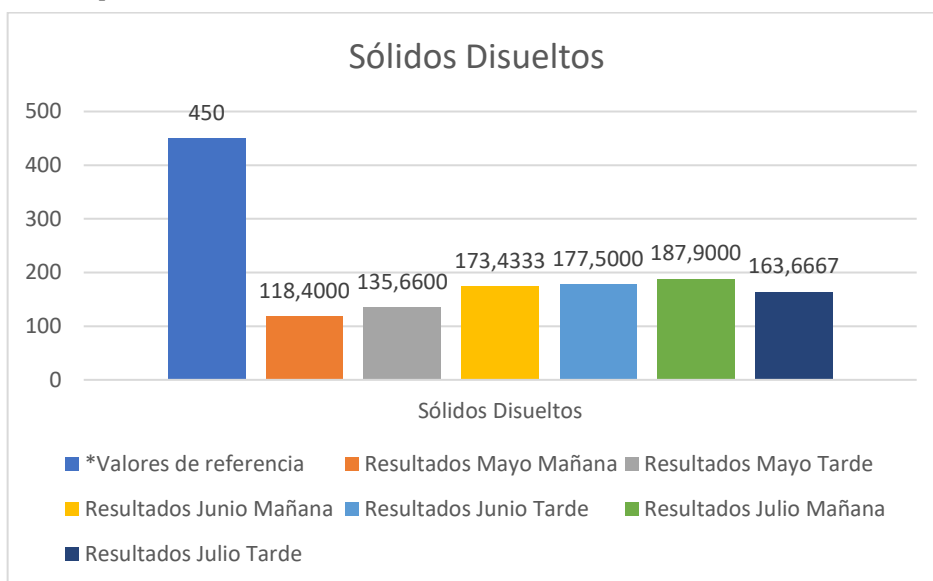
**Ilustración 4-37:** Sólidos Disueltos por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



### Ilustración 4-38: Sólidos Disueltos por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024



### Ilustración 4-39: Sólidos Disueltos por mes punto 3

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024

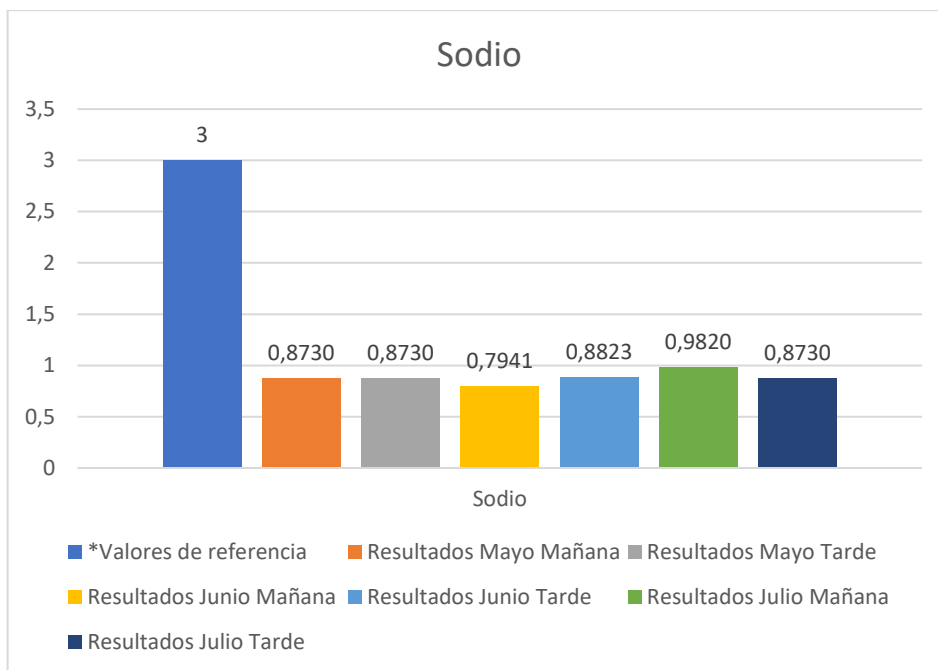
**Sodio:** según la tabla 3-39 sobre el parámetro magnesio podemos decir no se encontraron diferencias significativas en el color entre "Mayo y Junio" ( $p = 0.645$ ). Se encontró diferencias significativas en "Mayo y Julio" ( $p = 0.026$ ). Además, no se encontró una diferencia significativa entre "Junio y Julio" ( $p = 0.175$ ).

**Tabla 4-33:** Resultados de las pruebas post hoc – HSD Tukey (Sodio)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Sodio (meq/L)						
HSD Tukey						
(I) Mes	(J) Mes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mayo	Junio	,061578	,0685801	,645	-,106052	,229208
	Julio	,186944*	,0685801	,026	,019314	,354575
Junio	Mayo	-,061578	,0685801	,645	-,229208	,106052
	Julio	,125367	,0685801	,175	-,042263	,292997
Julio	Mayo	-,186944*	,0685801	,026	-,354575	-,019314
	Junio	-,125367	,0685801	,175	-,292997	,042263

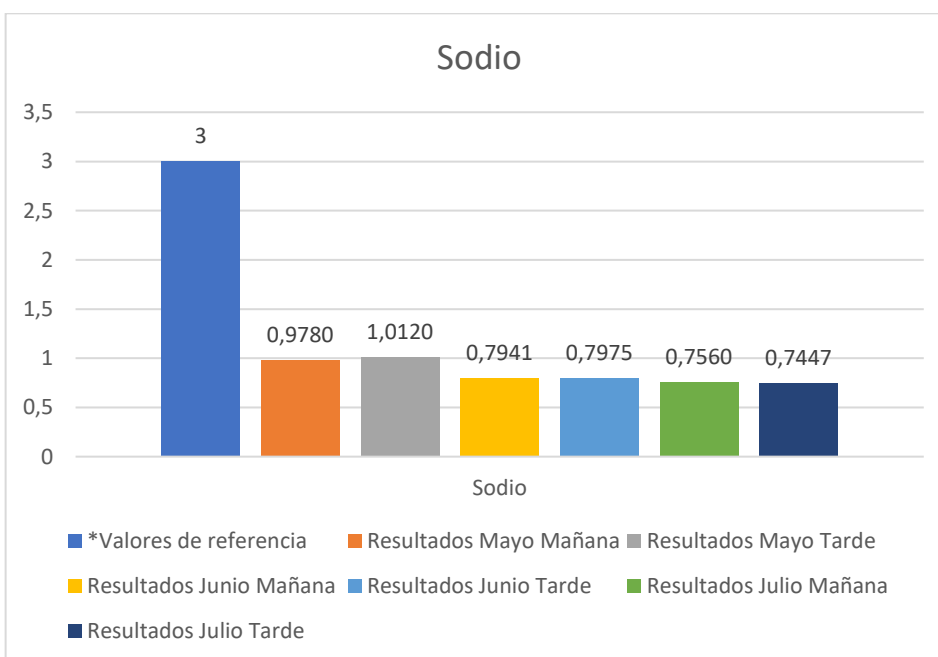
Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,042.  
\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024.



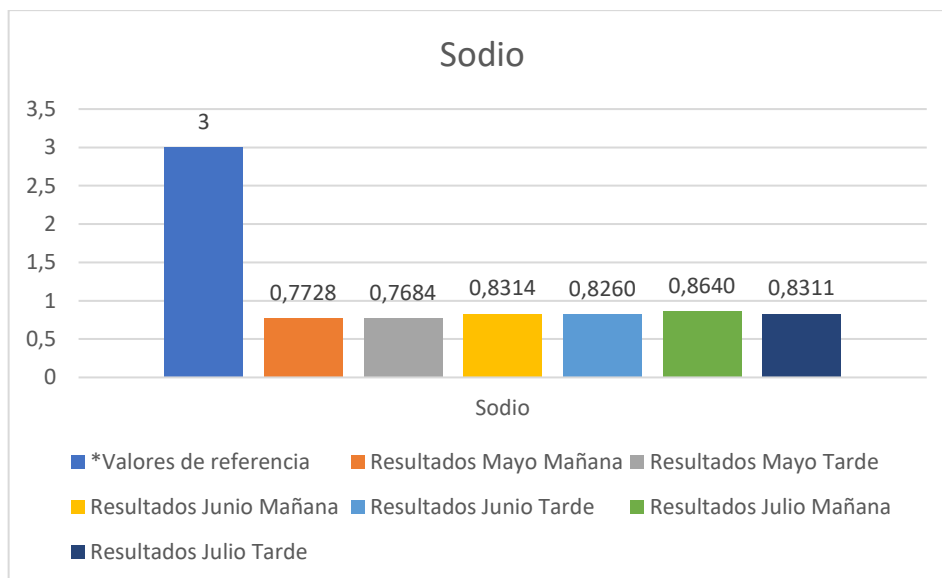
**Ilustración 4-40:** Sodio por mes punto 1

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024.



**Ilustración 4-41:** Sodio por mes punto 2

Realizado por: Balseca M; Peñafiel D., 2024.



**Ilustración 4-42:** Sodio por mes punto 3

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024.

**Tabla 4-34:** Análisis del RAS

MES	Infiltracion RAS=0-3 Y CE	GRADO DE RESTRICCION	CUMPLE CON LA NORMA TULSMA
MAYO	0,21	Ligero-moderado (0,7- 0,2)	SI
JUNIO	0,36	Ligero-moderado (0,7- 0,2)	SI
JULIO	0,27	Ligero-moderado (0,7- 0,2)	SI

**Realizado por:** Balseca M; Peñafiel D., 2024

Con valores de RAS en el rango de 0-3, la calidad del agua para infiltración y riego es considerada buena. Un RAS bajo indica que la relación entre sodio, calcio y magnesio es favorable, reduciendo el riesgo de sodificación del suelo. La conductividad eléctrica (CE) mide la concentración total de sales en el agua. Valores de CE en el rango de 0.21 a 0.36 mS/cm son relativamente bajos y sugieren que el agua tiene una baja salinidad, lo cual es positivo.

Cuanto mayor sea el nivel de salinidad, mayor es el índice RAS que puede producir problemas de infiltración. Por otra parte cuanto mas bajo sea la salinidad, mayor será el riesgo de causar problemas de infiltración independientemente del valor del RAS.

**Punto 1: Agua de rio:** Hay una variación en este punto tanto en las muestras tomadas en la mañana como en la tarde debido a que hay una concentración de materia orgánica proveniente de actividades ganaderas.

**Punto 2: Canal de riego:** Presenta una diferenciación en este punto debido a que existe riego de pastos en el agua de río y por medio de la infiltración llega al canal del riego.

**Punto 3: Agua del reservorio:** Hay un aumento en los valores debido a que posiblemente no haya el mantenimiento adecuado al reservorio, ya que hay presencia de materia orgánica lo que conlleva a estas variaciones.

## CONCLUSIONES

- En conclusión, el presente estudio de control de calidad del agua del río Salinas en la parroquia Santa Fe, cantón Guaranda, con enfoque en su utilización agrícola y bajo los parámetros revelados por la Normativa TULSMA, ha arrojado resultados satisfactorios que respaldan la idoneidad de este recurso hídrico para su empleo en actividades agrícolas. Los objetivos planteados fueron cumplidos de manera precisa, brindando información valiosa sobre la aptitud del agua de riego en esta región.
- En relación al Objetivo General, que consistía en determinar la calidad del agua de riego del río Salinas, se logrará una evaluación exhaustiva mediante el muestreo en distintos puntos de la parroquia Santa Fe. Esto permitió obtener una visión completa de la cantidad de parámetros de calidad a lo largo del cauce del río.
- Se identificaron y cuantificaron los diferentes parámetros de calidad establecidos por la metodología RAS y la Normativa TULSMA. Estos sirvieron de base para establecer la composición y características del agua de riego en el río Salinas.
- Además, la comparación de los resultados obtenidos en el control de calidad del agua de riego, utilizando la metodología RAS y la Normativa TULSMA, reveló una alta concordancia entre ambas metodologías. Esto sugiere que las comprobaciones realizadas son confiables y consistentes, lo que brinda mayor confianza en la validez de los resultados.
- En consecuencia, los datos recopilados y analizados respaldan la viabilidad de utilizar el agua del río Salinas en la parroquia Santa Fe para fines agrícolas. Estos hallazgos son de gran relevancia para la comunidad agrícola y para la toma de decisiones en cuanto a la gestión y uso sostenible de los recursos hídricos en la región. No obstante, es esencial mantener un monitoreo continuo y periódico de la calidad del agua para asegurar su tener y garantizar que siga siendo adecuada para su aplicación en la agricultura en el futuro.



## RECOMENDACIONES

- **Monitoreo Periódico:** Es fundamental establecer un programa de monitoreo constante de la calidad del agua en el río Salinas. Esto permitirá detectar cualquier cambio en los parámetros de calidad y tomar medidas preventivas en caso de desviaciones.
- **Gestión Integral:** Se sugiere implementar un enfoque de gestión integral del recurso hídrico en la región. Esto implica la colaboración de autoridades locales, comunidades agrícolas y otros actores para asegurar un uso adecuado del agua y prevenir posibles conflictos por su distribución.
- **Educación y Concienciación:** Es esencial educar a los usuarios agrícolas sobre la importancia de mantener la calidad del agua y adoptar prácticas responsables de riego. La concienciación acerca de la conservación del recurso beneficiará tanto a las actividades agrícolas como al medio ambiente.
- **Tratamiento y Filtración:** Considere la implementación de sistemas de tratamiento y filtración en las fuentes de captación de agua para reducir los posibles contaminantes y mejorar la calidad antes de su uso en la agricultura.
- **Capacitación Técnica:** Proporcionar capacitación técnica a los agricultores sobre las mejores prácticas de riego y manejo del agua. Esto puede incluir la optimización de la cantidad de agua utilizada, la programación de riegos eficientes y la aplicación adecuada de fertilizantes.
- **Investigación Continua:** Fomentar la investigación científica en colaboración con instituciones locales para profundizar en el conocimiento de la calidad del agua en el río Salinas. Esto puede incluir estudios a largo plazo para comprender mejor las tendencias y los posibles impactos del cambio climático.
- **Participación Comunitaria:** Involucrar activamente a la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con el uso del agua. La participación ciudadana puede enriquecer las estrategias de gestión y promover un enfoque equitativo y sostenible.
- **Cumplimiento Normativo:** Asegurarse de que las regulaciones establecidas por la Normativa TULSMA se cumplen rigurosamente. Esto garantizará que el agua de riego mantenga los estándares adecuados para el uso agrícola y prevendrá posibles impactos negativos en la salud de los cultivos y el suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ANE, M.** *¿Qué es el mercurio y por qué está en mi agua? H2O distributors.* [en línea] 2016. Disponible en: <https://www.h2odistributors.com/pages/contaminants/contaminant-mercury.asp>.
2. **ANNIS, R.** *Conductividad. Grand Valley State University.* [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.gvsu.edu/wri/education/instructors-manual-conductivity-11.htm>.
3. **ARRECHEA, M.** *Respuesta productiva de un cultivo de maíz (“Zea Mays” L. Var. Dracma). Universidad Pública de Navarra.* [en línea] 2010. Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4443/577650.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
4. **AYERS, R.** *Calidad del agua para la agricultura. PAPEL DE RIEGO Y DRENAJE FAO.* [en línea] 1994. Disponible en: <https://www.fao.org/3/t0234e/T0234E00.htm>.
5. **BBOTT, M.** *Contaminación agrícola de los recursos hídricos.* [en línea] 1986. Disponible en: <https://www.fao.org/3/w2598s/w2598s03.htm#:~:text=Las%20enfermedades%20m%C3%A1s%20comunes%20asociadas,coli..>
6. **CAMPBELL, B.** *Turbidez.* WaterFilterGuru, 2021, pp: 15-21.
7. **CASTELLANOS, J.** *Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas.* Mexico : Intragi, 2019.
8. **CASTELLÓN, J et al.** *Calidad del agua para riego en la agricultura. redalyc.org.* [en línea] Universidad Autónoma de Yucatán, 2015. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>.
9. **CEREZO, B.** *El boro como elemento multifuncional en cultivos de ciclo corto”. Universidad Técnica de Babahoyo.* [en línea] 2019. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6686/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000195.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

10. **CHAPINGO, A.** *Distribución de biomasa y acumulación de plomo en calabacita (Cucurbita pepo L.) cultivada en suelo contaminado.* Scielo. [en línea] 2012. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2012000200001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000200001).
11. **CHIMBO, W.** *Las aguas residuales y su influencia en la calidad de vida de la población de la parroquia Salinas, cantón Guaranda, provincia de Bolívar.* [en línea] 2013. Disponible en: <file:///C:/Users/Mishel/Downloads/Tesis%20755%20%20Chimbo%20Chacha%20Wilson%20Fabi%C3%A1n.pdf>.
12. **CIRELLI, A.** *El agua: un recurso esencial.* redalyc.org. [en línea] 2012. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>.
13. **DICES NET.** *Mapa de Río Salinas en Bolívar en San Simón.* [en línea] 2023. Disponible en: <https://mapasamerica.dices.net/ecuador/mapa.php?nombre=Rio-Salinas&id=3072>.
14. **DIRECTORIO CARTOGRÁFICO.** *Mapa de Río Salinas en Bolívar en San Simón.* [en línea] 2023. Disponible en: <https://mapasamerica.dices.net/ecuador/mapa.php?nombre=Rio-Salinas&id=3072>.
15. **DUOCUC.** *Investigación aplicada.* [en línea] 2022. Disponible en: <https://bibliotecas.duoc.cl/investigacionaplicada/definicionpropositoinvestigacionaplicada#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1%20es%20el%20prop%C3%B3sito%20de,del%20desarrollo%20cultural%20y%20cient%C3%ADfico..>
16. **ENRIQUE, R.** *Tipos de Investigación.* [en línea] Economipedia, 2020. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-investigacion.html>.
17. **EPA.** *Información básica sobre el plomo en el agua potable.* EPA. [en línea] 2022. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-plomo-en-el-agua-potable>.
18. **FAGRO, L.** *Síntomas en las plantas por intoxicación por Sodio.* Fagro. [en línea] 2022. Disponible en: <https://blogdefagro.com/2022/06/09/sintomas-en-las-plantas-por-intoxicacion-por-sodio/>.
19. **FIALLO, J.** *Importancia del Sector Agrícola en una Economía.* repositorio.usfq.edu.ec. [en línea] 2017. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6807/1/134856.pdf>.

20. **FLORES, L.** *Eficiencia en el uso del agua en producción de cultivos protegidos*. Babahoyo : Universidad Técnica de Babahoyo, 2022.
21. **GÓMEZ, J.** *Calidad del agua para riego en la agricultura*. 2015.
22. **GRAJALES, A.** *Tipos de Investigación*. [en línea] 2000. Disponible en: <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>.
23. **GUIDELINES QUALITY.** *Criterios de calidad de aguas para uso agrícola*. Water Quality, 1987.
24. **HACH.** *Alcalinidad*. [en línea] 2019. Disponible en: <https://ca.hach.com/parameters/alkalinity>.
25. **HAGBRINK, I.** *El agua en la agricultura*. [en línea] 2017. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>.
26. **INEN.** *Normativa para recolección de muestras de agua*. Quito, 2013.
27. **INCHE, J.** *Paradigma cuantitativo: un enfoque empírico y analítico*. *Industrial data*. Redalyc, 2003, p 3.
28. **JÁCOME, J.** *Validación de métodos analíticos para la determinación de la demanda química de oxígeno (rango bajo, rango medio, rango alto), sólidos totales disueltos y sólidos totales suspendidos en matrices de agua clara y residual en el centro de investigaciones y c.* <https://repositorio.uta.edu.ec>. [en línea] 2014. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/8461/1/BQ%2062.pdf>.
29. **FIALLO, J.** *Importancia del Sector Agrícola en una Economía*. *Colegio de Administración y Economía*. [en línea] 2017. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6807/1/134856.pdf>.
30. **KAUSHAL, S.** *Cloruros*. ScienceDirect, 2019, pp: 23-29.
31. **LENNTECH.** *Sulfato*. [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.lenntech.es/sulfatos.htm>.

- 32.**LLACZA, J.** *Los canales de regadío en la tracción y su impacto actual.* Lima : Revista de estudiantes de la Universidad Ricardo Palma, 2022. pp: 137-141.
- 33.**LOPEZ, J.** *La función del sodio y del cloruro en el cultivo de plantas.* *Promix.* [en línea] 2022. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-sodio-y-del-cloruro-en-el-cultivo-de-plantas/>.
- 34.**LOPEZ, J.** *La función del sodio y del cloruro en el cultivo de plantas.* *Promix.* [en línea] 2022. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-sodio-y-del-cloruro-en-el-cultivo-de-plantas/>.
- 35.**LÓPEZ. M.** *La contaminación del agua con cromo. Líderes en Información, Formación y Conocimiento para el Sector del Tratamiento del Agua.* [en línea] 2016. Disponible en: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/contaminacion-del-agua-con-cromo>.
- 36.**MARTÍNEZ, S.** *El pequeño riego en México: por una socioeconomía del agua.* México : Antología sobre pequeño riego. 2000.
- 37.**MERO, M et al.** *Concentración de cadmio en agua, sedimentos, eichhornia crassipes y pomacea canaliculata en el río Guayas (Ecuador) y sus afluentes.* *scielo.* [en línea] 2019. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992019000300623](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992019000300623).
- 38.**MORENO, T.** *Derecho a la alimentación más allá del hambre,* 2016, pp: 29-52.
- 39.**NEO WATERFX.** *pH y alcalinidad.* [en línea] 2020. Disponible en: <https://neowatertreatment.com/neowaterfx300-ph-and-alkalinity/>.
- 40.**NUTRICIÓN VEGETAL.** *El Instituto de Investigaciones Agropecuarias.* [en línea] 2019. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/18585/articulo3.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- 41.**ORTEGA, C.** *Estudio transversal.* *QuestionPro.* [en línea] 2019. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/estudio-transversal/>.
- 42.**PÉREZ, P. y AZCONA, M.** *Los efectos del cadmio en la salud.* *redalyc.org.* [en línea] 2012. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/473/47324564010.pdf>.

43. **PÉREZ, S.** *Índices de Salinidad de las aguas de riego del cantón Milagro, Guayas, Ecuador.* *repositorio.espe.edu.ec.* [en línea] 2015. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10787/1/T-ESPE-049532.pdf>.
44. **PURE AQUA.** *Eliminación de Coliformes del Agua. Filtros y purificadores de agua industriales y comerciales.* [en línea] 2015. Disponible en: <https://es.pureaqua.com/eliminacion-de-coliformes-del-agua/>.
45. **QUALTRICS.** *Investigación cuantitativa.* [en línea] 2023. Disponible en: <https://www.qualtrics.com/es/gestion-delaexperiencia/investigacion/investigacioncuantitativa/>.
46. **REINHEIMER, A.** *Bicarbonatos en agua de riego. Growabundant.* [en línea] 2020. Disponible en: <https://growabundant.com/bicarbonates-in-irrigation-water/>.
47. **RODRÍGUEZ, J et al.** *Revista Politécnica*, 2022, pp: 55-64.
48. **SERRANO, R et al.** *Toxicidad del Cadmio en Plantas. AEET.* [en línea] 2008. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/16362081.pdf>.
49. **VILLA, M.** *Calidad del agua.* [en línea] 2022. Disponible en: <https://utpl.edu.ec/carreras/calidad-del-agua>.
50. **TAMAYO, M.** *Proceso de investigación científica.* [en línea] 2004. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BhymmEqkkJwC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Tamayo,+M.+\(2004\).+El+proceso+de+la+investigaci%C3%B3n+cient%C3%ADfica.+Editorial+Limusa.+&ots=Ts9BdhX4jJ&sig=4OWPWVXivLkC6LEE32XjMK0qDJU#v=onepage&q=Tamayo%20M.%20\(2004\).%20El%2](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BhymmEqkkJwC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Tamayo,+M.+(2004).+El+proceso+de+la+investigaci%C3%B3n+cient%C3%ADfica.+Editorial+Limusa.+&ots=Ts9BdhX4jJ&sig=4OWPWVXivLkC6LEE32XjMK0qDJU#v=onepage&q=Tamayo%20M.%20(2004).%20El%2).
51. **THAIS, V y SANDOVAL, D.** *Calidad de las aguas residuales de época de estiaje e influencias en la calidad de suelo agrícola, parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.* Callao : Universidad Nacional del Callao, 2021.
52. **TULSMA.** *Reforma libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente.* *Gob.ec.* [en línea] 2015. Disponible en: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015\\_0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf).

53. **VENECIA, A.** *Idesia (Arica). Calidad del agua subterránea para el riego en el Oasis de Pica, norte de Chile.* [en línea] 2018. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292018000200181](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292018000200181). 0718-3429.
54. **WEBNODE.** *Según el nivel de profundización en el objeto de estudio.* [en línea] 2020. Disponible en: <https://tipos-de-investigacion4.webnode.mx/segun-el-nivel-de-profundizacion-en-el-objeto-de-estudio/>.
55. **WEINER, Ruth.** *Medición de la Calidad del Agua* ScienceDirect, 2003. pp: 81-106.
56. **WATER SCIENCE.** *Calidad del agua.* [en línea] 2017. Disponible en: <https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>.

## **ANEXOS**

### **ANEXO B: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**





**ANEXO B: MUESTRA 1 AGUA DE RÍO**



**ANEXO C: MUESTRA 2 AGUA DE RIEGO**



**ANEXO D: MUESTRA 3 RESERVORIO**



## ANEXO E: MUESTRAS A ANALIZAR



## ANEXO F: ANÁLISIS DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO

