



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA MEDIO AMBIENTE

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MEDIO AMBIENTE**

TEMA:

**APLICACIÓN DE ICA'S PARA VALORAR LA CALIDAD DE LAS
AGUAS DE CONSUMO DEL GANADO AVIAR EN LA GRANJA
ZAMBRANO, CHONE MANABÍ**

AUTORES:

**BRYAN DAVID NICOLA RESABALA
MAGNO ROOSEVELT PROAÑO ÁLVAREZ**

TUTOR:

ING. JOFFRE ANDRADE CANDELL

CALCETA, JUNIO 2017

DERECHOS DE AUTORÍA

Bryan David Nicola Resabala y Magno Roosevelt Proaño Álvarez, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o certificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de la propiedad Intelectual y su reglamento.

BRYAN D. NICOLA RESABALA

MAGNO R. PROAÑO ÁLVAREZ

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Joffre Alberto Andrade Candell certifica haber tutelado la tesis, **APLICACIÓN DE ICA´S PARA VALORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS QUE CONSUME EL GANADO AVIAR EN LA GRANJA ZAMBRANO, CHONE MANABÍ**, que ha sido desarrollada por Nicola Resabala Bryan David y Magno Roosevelt Proaño Álvarez, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JOFFRE A. ANDRADE CANDELL MSc

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos ingenieros del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **APLICACIÓN DE ICA'S PARA VALORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS QUE CONSUME EL GANADO AVIAR EN LA GRANJA ZAMBRANO, CHONE MANABÍ**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Bryan David Nicola Resabala y Magno Roosevelt Proaño Álvarez, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SERGIO ALCÍVAR PINARGOTE MSc

MIEMBRO

ING. JUAN C. LUQUE VERA MSc

MIEMBRO

ING. AGUSTÍN LEIVA PEREZ, PHD

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de mi tesis de grado es para Dios que me bendijo con la vida.

A mis seres más amados mi familia que me brindaron su apoyo y fortaleza para cumplir con este arduo trabajo a cabalidad.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A todos mis catedráticos de la Carrera de Medio Ambiente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por quienes durante estos años de estudios he adquirido los conocimientos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de esta tesis, en especial el agradecimiento a mi facilitadora la Ing. Flor María Cárdenas Guillén, MsC. y mi tutor el Ing. Joffre Andrade, por la confianza y paciencia en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable.

A todas las personas que de una u otra manera me facilitaron siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.

.....
MAGNO R. PROAÑO ÁLVAREZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por los obstáculos a lo largo de este camino, que bajo su guía he logrado superarlos.

A mis padres que han luchado en cada hora para que no me faltase lo necesario, siempre brindándome el apoyo requerido, al igual que el resto de mi familia.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A cada uno de esos amigos llamados docentes, que han sabido transmitirme sus conocimientos y experiencias dentro y fuera de un aula de clases, logrando formar en mí, el profesional que he aspirado en ser, pero especialmente a la facilitadora la Ing. Flor María Cárdenas Guillén, MsC. y mi tutor el Ing. Joffre Andrade, por su dedicación, paciencia y confianza plasmada en mí, guiando y aportándome con su experiencia las mejores ideas que me han sido de gran ayuda.

A aquellas personas que desinteresadamente han mostrado su apoyo de las diferentes formas en pos de obtención de este objetivo tan preciado para mí.

.....
BRYAN D. NICOLA RESABALA

DEDICATORIA

Esta tesis de grado la dedico a mis ángeles terrenales mis queridos padres y abuelos que me apoyaron para llegar a estas instancias en mis estudios, quienes me supieron guiar y llenar de fortaleza en momentos de incertidumbre.

No puedo dejar de agradecer a mi hermano Jesús Proaño, que deposito su fe en mi esfuerzo y trabajo.

A mis compañeros con quienes compartí gratos momentos. A mis magnánimos amigos, Jahaira, Lilibeth, Maria, Erwin, Francisco y Jessie que fueron testigos de las noches sin dormir, de momentos de desmotivación, pero entre bromas, juegos y peleas infantiles supieron darnos aliento para no parar y continuar. Agradezco a mi gran amigo y compañero de tesis Bryan quien se ha convertido en un hermano y cómplice, en bellos y únicos momentos que quedaran gravados en mi memoria.

.....
MAGNO R. PROAÑO ÁLVAREZ

DEDICATORIA

Quisiera dedicar en primer lugar este éxito, a ese ser omnipotente y misericordioso como lo es Jehová.

A mis padres mis pilares fundamentales, y sin duda este triunfo es más de ellos que mío, dado que en él se reflejan sus propios sueños, y tengan la firme convicción de que cada día trataré de devolver todo ese esfuerzo, porque se lo merecen.

A mis compañeros de lucha en las aulas, y en especial a Erwin, Jahaira, Lilibeth, María los cuales con su paciencia en cada experiencia vivida me han hecho una mejor persona. A Magno, mi compañero de tesis el cual ha sido ese cómplice fiel que sin dudar siempre ha estado cuando más la he necesitado y en quién confío plenamente logrará cada propósito propuesto en su vida.

.....
BRYAN D. NICOLA RESABALA

CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVES	xiii
ABSTRACT	xiv
KEY WORDS	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. DELPHI	4
2.2. AFECTACIONES POR MALA CALIDAD DE AGUA EN EL GANADO AVIAR 4	
2.3. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA NSF	5
2.4. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA SALVADOR	7
2.5. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA TORRES.....	9
2.6. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH).....	11
2.7. TEMPERATURA	11

2.8.	COLOR	12
2.9.	OXÍGENO DISUELTO.....	12
2.10.	TURBIDEZ	12
2.11.	CONDUCTIVIDAD	13
2.12.	NITRATOS Y NITRITOS.....	13
2.13.	FOSFATOS.....	13
2.14.	CLORUROS.....	13
2.15.	DURAZA TOTAL.....	13
2.17.	SÓLIDOS TOTALES Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	14
2.18.	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅).....	14
2.19.	COLIFORME FECALES Y TOTALES	14
2.20.	ENFERMEDADES EN GANADO AVÍCOLA PRODUCIDAS POR EL CONSUMO DE AGUA DE MALA CALIDAD	15
2.21.	ENFERMEDADES IMPORTANTES TRASMITIDAS EN EL AGUA	15
2.21.1.	COMPLEJO RESPIRATORIO AVIAR	15
2.21.2.	NEW CASTLE	15
2.21.3.	BRONQUITIS AVIAR.....	15
2.21.4.	ENFERMEDAD DE GUMBORO.....	15
2.21.5.	INFLUENZA AVIAR.....	16
2.21.6.	ENCEFALOMIELITIS AVIAR.....	16
2.21.7.	LARINGOTRAQUEITIS	16
2.21.8.	PARASITARIAS.....	16
	CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	18
3.1.	UBICACIÓN	18
3.2.	DURACIÓN DEL TRABAJO.....	18
3.3.	VARIABLES EN ESTUDIO	18
3.3.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	18

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	18
3.4. MÉTODO	18
3.5. TÉCNICAS	18
3.6. PROCEDIMIENTOS.....	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. DETERMINACIÓN DE DIFERENTES ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA. 23	
4.2. IDENTIFICACIÓN DE PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN EL GANADO AVIAR QUE SE RELACIONEN CON LA CALIDAD DEL AGUA	30
4.3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA ANOVA DE LOS TRES ÍNDICE DE CALIDAD APLICADOS A LAS MUESTRAS DE AGUA.	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
5.1. CONCLUSIONES.....	39
5.2. RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	44

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO 2.1. PESO RELATIVO PARA CADA PARÁMETRO DEL ICA-NSF.....	6
CUADRO 2.2. ESCALA DE CLASIFICACIÓN PARA EL ICA-NSF.....	7
CUADRO 2.3. PESO RELATIVO PARA CADA PARÁMETRO DEL ICA-SALVADOR.....	8
CUADRO 2.4. ESCALA DE CLASIFICACIÓN PARA EL ICA-SALVADOR.....	9
CUADRO 2.5. PESO RELATIVO PARA CADA PARÁMETRO DEL ICA-TORRES.....	10

CUADRO 2.6. ESCALA DE CLASIFICACIÓN PARA EL ICA-TORRES.....	11
CUADRO 4.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.....	23
CUADRO 4.2. COMPARACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO CON EL TULSMA.....	24
CUADRO 4.3. DETERMINACION DEL ICA – NSF	25
CUADRO 4.4. DETERMINACION DEL ICA – SALVADOR.....	27
CUADRO 4.5. DETERMINACION DEL ICA – TORRES	29
CUADRO 4.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS TRES ÍNDICES DE CALIDAD (NSF, SALVADOR Y TORRES).....	37
CUADRO 4.7. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA ANOVA.....	37
GRÁFICO 4.1. ENFERMEDADES COMUNES EN EL GANADO AVIAR POR CONSUMO DE AGUA.....	30
GRÁFICO 4.2. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA QUE USUALMENTE CONSUME EL GANADO AVIAR.....	33
GRÁFICO 4.3. CONSUMO DIARIO DE AGUA PER CÁPITA (LITROS/POLLO*DÍA).....	34
GRÁFICO 4.4. CALIDAD DE AGUA QUE CONSUME EL GANADO AVIAR.....	35
GRÁFICO 4.5. PRESENCIA DE ENFERMEDADES.....	36
GRÁFICO 4.6. PRESENCIA DE ENFERMEDADES SEGÚN LAS FUENTES DE AGUA.....	36

RESUMEN

Esta investigación, se realizó con el objetivo de evaluar la validez de la estimación de la calidad del agua para consumo del ganado aviar mediante índices de calidad, como zona de estudio se eligió la Granja Zambrano Ponce, ubicada en la ciudad Chone, se desarrolló con dos factores: determinar el ICA-NSF, ICA-SALVADOR e ICA TORRES e identificar presencia de enfermedades en el ganado aviar que se relacionen con la calidad del agua. Al determinar el ICA-NSF reflejó una calidad media para el agua subterránea con valor de 50,6%, así mismo reflejo calidad media para el agua potable con valor de 61,19% y calidad mala para el agua de río con valor de 47,56%. Al determinar el ICA-SALVADOR arrojó una calidad mala para el agua subterránea y de río con valor de 49,71% y 39,44% respectivamente y calidad regular para el agua potable con valor de 59,46%. Al determinar el ICA-TORRES presentó una calidad pobre para el agua subterránea con valor de 13,88% y calidad alerta para el agua potable y de río con un valor de 19,59% y 21,48% respectivamente. Las enfermedades comunes por consumo de agua de mala calidad son parasitarias 42%, respiratorias 24%, ascitis 16%, laringotraqueitis 5%, gumboro 5%, new castle 4%, y encefalomiелitis 4%. Con los resultados obtenidos se puede resaltar que los tres índices de calidad de agua estudiados tienen validez al momento de determinar la aptitud de este bien para que sea consumido por el ganado aviar.

PALABRAS CLAVES

Físico-químico, microbiológico, pecuario, avicultura.

ABSTRACT

This research was carried out with the aim of evaluating the validity of the water quality estimation for the consumption of avian cattle through quality indexes, “Granja Zambrano Ponce” was chosen to do this study, the before mentioned place is located in the city of Chone, it was developed with two factors: to determine the ICA-NSF, ICA-SALVADOR and ICA TORRES and to identify the presence of diseases in the avian cattle that are related to the quality of the water. When determining the ICA-NSF, it reflected an average quality for groundwater with a value of 50.6%, as well as an average quality for drinking water with a value of 61.19% and a poor quality for river water with a value of 47.56%. When determining the ICA-SALVADOR yielded a poor quality for groundwater and river with value of 49.71% and 39.44% respectively and regular quality for drinking water valued at 59.46%. When determining ICA-TORRES presented poor quality for groundwater with a value of 13.88% and quality alert for drinking water and river with a value of 19.59% and 21.48% respectively. Common diseases due to poor water consumption are parasitic 42%, respiratory 24%, ascites 16%, laryngotracheitis 5%, gumboro 5%, new castle 4%, and encephalomyelitis 4%. With the results obtained it can be emphasized that the three indices of water quality studied have validity at the moment of determining the aptitude of this resource to be consumed by the avian cattle.

KEY WORDS

Physical-chemical, microbiological, livestock, poultry.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial se han desarrollado varios ICA (Índice Calidad de Aguas), entre los que sobresalen el de la Fundación Nacional de Saneamiento (ICA– NSF), desarrollado por Brown. (1970) para ríos de Estados Unidos y ampliamente empleado y validado o adaptado en diferentes estudios internacionales. Dinius (1987) desarrolló un ICA similar teniendo como valor agregado el planteamiento de rangos de clasificación basados en usos específicos, entre los que se destaca el del consumo humano (Torres; Cruz; Patiño, Escobar; Pérez, 2010).

En Latinoamérica, el desarrollo y aplicación de estos índices se ha dado con más auge en México, desarrollando diversos ICA. El índice INDIC-SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) fue el primero en aplicarse en México. Este ICA está basado en el índice desarrollado por Dinius. En el Perú, en forma general se han aplicado dos indicadores: el ICA-NSF y un modelo desarrollado en Cuba por Jorge García, Atilio Beato y Joaquín Gutiérrez. En el año 2000, con el monitoreo del río Chile en 18 estaciones, se elaboraron dos ICA para esta corriente (ICA-extendido e ICA-simplificado). Brasil utiliza el ICA desarrollado por la Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental de Brasil, que modificó el ICA-NSF a condiciones propias del trópico, para la evaluación de la calidad del agua de ríos con destinación del recurso para uso doméstico. (Samboni; Carvajal; Escobar, 2007).

Por lo general se utiliza el Método Delphi para el desarrollo de Índices de calidad de agua, uno de los inconvenientes al utilizar este método es que es muy laborioso y demanda tiempo su aplicación debido a que se requiere como mínimo el envío de dos cuestionarios en fechas distintas a los expertos para obtener el consenso necesario, también hay que seleccionar un apropiado panel de expertos para lo cual se necesita de mucha paciencia, además no es fácil mantener la motivación y el interés de los expertos durante todo el proceso.

En investigaciones de este tipo al momento de asignar valor de calidad a los indicadores seleccionados es necesario realizar complejas graficas de curvas funcionales para cada indicador.

En Ecuador hasta el momento no se ha desarrollado algún tipo de Índice de calidad de agua. La mayoría de los Índice de calidad de agua que se han desarrollo alrededor del mundo y de Latinoamérica han sido enfocados al uso doméstico, no hay registro alguno de desarrollo de Índice de calidad de agua para uso en ganado aviar.

En virtud de aquello se ha formulado la siguiente pregunta: ¿Cómo se relaciona el empleo de los índices de calidad con la validez de la estimación de la calidad del agua para consumo del ganado aviar?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Dentro de las principales actividades económicas de la provincia de Manabí está la ganadería como un modo de sobrevivencia de la familia campesina, del pequeño y mediano productor (FEDEGAN, 2015).

En Manabí la producción aviar está caracterizada por la existencia de aves de campo, planteles avícolas y la producción de huevos. A su vez, se diferencia entre las aves destinadas para autoconsumo de las destinadas para la venta. La producción aviar en Ecuador durante el 2011, superó los 58 millones de aves. Las principales regiones productivas son la Sierra y la Costa (Barzola, S, 2013).

La calidad del agua en la vida y producción del ganado juega un papel muy importante debido a que requiere grandes cantidades de agua y la producción se ve seriamente afectada si existen problemas con la misma, influye de manera significativa sobre la salud y la producción. El consumo de agua de mala calidad lleva a una disminución en el consumo de alimentos, a problemas digestivos, a una menor productividad, pérdida de estado y a una alteración de la reproducción (Viedaurreta, 2008).

Teniendo en cuenta esto, es necesario aplicar herramientas que permita ponderar la calidad del agua en un tiempo dado como es el caso de los Índice de Calidad de Agua (ICA) que permita diagnosticar la calidad de este recurso natural.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la validez de la estimación de la calidad del agua para consumo del ganado aviar mediante índices de calidad.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el ICA-NSF, ICA-SALVADOR e ICA TORRES en la granja de producción avícola.
- Identificar presencia de enfermedades en el ganado aviar que se relacionen con la calidad del agua.

1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER

El empleo de al menos uno de los índices de calidad de agua produce mayor validez en la estimación de la calidad de este bien para uso en ganado aviar.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. DELPHI

El Delphi es una metodología estructurada para recolectar sistemáticamente juicios de expertos sobre un problema, procesar la información y a través de recursos estadísticos, construir un acuerdo general de grupo. Permite la transformación durante la investigación de las apreciaciones individuales de los expertos en un juicio colectivo superior.

Se le considera apto para emitir criterios certeros, por quien se los solicita.

El rótulo de experto se extiende para referirse además de a un individuo, a un grupo de personas o a una organización, lo que no se considera acertado, ya que es siempre un individuo en particular en última instancia, el que ofrece su opinión como miembro del grupo o la organización en cuestión y en dicho caso, es su pertenencia a esta agrupación el criterio de su selección.

2.2. AFECTACIONES POR MALA CALIDAD DE AGUA EN EL GANADO AVIAR

La calidad del agua es fundamental para una buena salud y desarrollo de las aves. Dependiendo de la fuente, el agua que recibe las aves puede contener cantidades excesivas de diversos minerales o estar contaminada con bacterias. Aun cuando el agua apta para el consumo humano también lo es para el ave, la que procede de pozos, depósitos abiertos o abastecimientos públicos de mala calidad, puede causar problemas.

Es importante mencionar que como punto crítico el agua de bebida puede actuar como reservorio de bacterias responsables de envenenamiento alimentario, también es importante señalar que si el agua está demasiado fría o caliente se reducirá el consumo y, con ello el crecimiento y producción de las aves. En clima caluroso una buena práctica es vaciar las líneas de bebederos a intervalos regulares para asegurarse que el agua esté lo más fría posible.

Los niveles de 14 mg/dm^3 pueden afectar adversamente el rendimiento si los niveles de sodio son también altos (50 mg/dm^3). El agua de bebida ácida (pH

inferior a 6) puede afectar la digestión, producir corrosión del equipo de bebederos y ser incompatible con medicamentos y vacunas. Los niveles elevados de sulfatos causan heces acuosas. Este efecto se exagera si los niveles de sodio o magnesio son superiores a 50 mg/dm³). El exceso de cobre puede impartir al agua un sabor amargo y producir daño hepático (Maya, 2009).

2.3. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA NSF

Este índice de Calidad de Agua fue desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, por medio del uso de la técnica de investigación Delphi de la "Rand Corporation's"

Este tipo de índice es más aplicado en fuentes de agua que estén expuestas a constantes variaciones de calidad.

Los 9 parámetros que intervienen en el desarrollo del índice son:

- Oxígeno disuelto
- Coliformes fecales
- pH
- DBO
- Cambio de T°
- Nitratos
- Turbidez
- Sólidos totales

Simboni Ruiz (2007) también resalta que el NSF es el índice más empleado en la valoración de la calidad de las aguas superficiales para consumo humano a nivel mundial.

Se considera que los índices NFS se puede adaptar y modificar de acuerdo con las condiciones prevalecientes en nuestro medio o de cada sistema acuático en particular (Hernán, 2009).

Para calcular el índice de calidad del agua, se usa una suma lineal ponderada de los subíndices o una función de agregación del producto ponderado. El NSF usó una suma lineal ponderada. El resultado de su aplicación, debe ser un número entre 0 y 100, donde 0 representa la calidad de agua muy pobre y 100 representa la calidad de agua excelente. Esto encaja con el concepto del público general de valoraciones. La ecuación del índice es:

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (sub_i * w_i)$$

[2.1]

Dónde: ICA: Índice de Calidad de Agua
Sub_i: Subíndice del Parámetro i
W_i: Factor de Ponderación para el Subíndice i

El peso relativo para cada parámetro del ICA-NSF es:

Cuadro 2.1. Peso relativo para cada parámetro del ICA-NSF.

	Sub_i	W_i
1	Oxígeno disuelto	0.17
2	Coliformes fecales	0.16
3	pH	0.11
4	DBO	0.10
5	Cambio de T°	0.10
6	Nitratos	0.10
7	Turbidez	0.08
8	Sólidos totales	0.07

La escala de clasificación para el ICA-NSF es:

Cuadro 2.2. Escala de clasificación para el ICA-NSF

Excelente: 91 – 100
Buena: 71 – 90
Media: 51 – 70
Mala: 26 – 50
Muy mala: 0 – 25

2.4. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA SALVADOR

Este índice de Calidad de Agua fue desarrollado en 2010 por La Universidad de El Salvador. Esta es en una versión modificada del “WQI”, que fue desarrollada por la Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseño un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

Este tipo de índice es también aplicado en fuentes de agua que estén expuestos a constantes variaciones de calidad.

Los 9 parámetros que intervienen en el desarrollo del índice son:

- Coliformes fecales
- pH
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)
- Nitratos
- Fosfatos
- Cambio de temperatura
- Turbidez
- Solidos disueltos totales
- Oxígeno disuelto

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario que se tengan las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice. Para calcular este índice se utiliza una función ponderada multiplicativa (ICAm). Esta agregación se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$ICA_m = \prod_{i=1}^n = (sub_i^{w_i})$$

[2.2]

Donde:

W_i = Pesos relativos asignados a cada parámetro.

Sub_i = Subíndice del parámetro *i*.

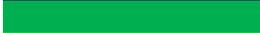
El peso relativo para cada parámetro del ICA-SALVADOR es:

Cuadro 2.3. Peso relativo para cada parámetro del ICA-SALVADOR

	Sub_i	W_i
1	Coliformes fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO ₅	0.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
8	Sólidos disueltos totales	0.08
9	Oxígeno Disuelto	0.17

La escala de clasificación para el ICA-SALVADOR es:

Cuadro 2.4. Escala de clasificación para el ICA-SALVADOR

Calidad de agua	Color	Valor
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella. Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas. Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas de vida acuática, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación y otras actividades.

2.5. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA TORRES

Este índice de Calidad de Agua fue desarrollado en 2009 por Francisco Torres en la Universidad Puerto Rico en el recinto de Mayaguez. El ICA fue sometido a un examen riguroso para precisar sus bondades, deficiencias y aplicabilidad a las condiciones locales de Puerto Rico.

La estimación de este índice está orientado al empleo del agua para uso en agricultura, ganadería, riego y para establecer prácticas de manejo adecuadas en las diferentes cuencas de la Isla (Torres, 2009).

Los parámetros que intervienen en el desarrollo del índice son:

- Temperatura
- pH
- Oxígeno disuelto
- Coliformes fecales
- Nitratos
- Fosforo total
- DBO5
- Solidos suspendidos

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario que se tengan las mediciones de los parámetros implicados, en el cálculo del Índice se usa la siguiente ecuación.

$$ICA = \left(1 - N + \sum_{i=1}^N S_i^{-2.5} \right)^{-0.4}$$

[2.3]

Donde:

N = número de constituyentes considerados

S_i = subíndice para cada constituyente considerado

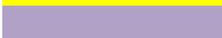
El peso relativo para cada parámetro del ICA-TORRES es:

Cuadro 2.5. Peso relativo para cada parámetro del ICA-TORRES

	Sub_i	W_i
1	Temperatura	0.10
2	pH	0.11
3	Oxígeno disuelto	0.17
4	Coliformes fecales	0.16
5	Nitratos	0.10
6	Fosforo total	0.10
7	DBO ₅	0.10
8	Solidos suspendidos	0.08

La escala de clasificación para el ICA-TORRES es:

Cuadro 2.6. Escala de clasificación para el ICA-TORRES

Clasificación	Rango	Color
Bueno	90 – 100	
Moderado	71 – 89	
Promedio	31 – 70	
Alerta	15 – 30	
Pobre	0 – 15	

El estado bueno representa una calidad de agua satisfactoria en la cual existe casi ninguna o ninguna contaminación. Por su parte, el estado moderado implica una calidad de agua aceptable en la cual los efectos de contaminación no son tan considerados para evaluar la calidad del agua. En el caso del estado promedio, si es necesario comenzar a tomar en cuenta los efectos en la calidad del agua que puedan estar relacionados con los contaminantes afectados. El estado de alerta significa una calidad de agua poco aceptable debido a que está muy cerca del índice de calidad mínimo aceptable definido según los estándares de calidad de agua. Por último, el estado pobre se refiere a una calidad de agua no aceptable ya que está por debajo del índice de calidad mínimo para los ríos en Puerto Rico

2.6. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones. Las disoluciones alcalinas tienen un pH superior a 7, la disolución se considera neutra cuando su pH es igual a 7 y se considera ácida cuando el pH es inferior a 7 (ALPHA, 1995).

2.7. TEMPERATURA

La temperatura es una magnitud física que expresa el grado o nivel de calor o frío de los cuerpos o del ambiente (ALPHA, 1995).

2.8. COLOR

El color en el agua resulta de la presencia en solución de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta. La expresión color se debe considerar que define el concepto de “color verdadero”, esto es, el color del agua de la cual se ha eliminado la turbiedad. El término “color aparente” engloba no sólo el color debido a sustancias disueltas sino también a las materias en suspensión y se determina en la muestra original sin filtrarla o centrifugarla (ALPHA, 1995).

2.9. OXÍGENO DISUELTO

El análisis de oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto (O₂) en una solución acuosa. El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire que rodea la mezcla, por aeración y como un producto de desecho de la fotosíntesis (ALPHA, 1995).

2.10. TURBIDEZ

Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace referencia al agua), más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad (ALPHA, 1995).

NTU significa Unidad de turbidez nefelométricas y significa que el instrumento está midiendo la luz dispersada de la muestra en un ángulo de 90 grados respecto a la luz incidente NTU se utiliza con mayor frecuencia cuando se hace referencia al método USEPA 180.1 o métodos de referencia para el examen de agua y de aguas residuales.

Las unidades FAU o Formazina atenuación significan que el instrumento está midiendo la disminución de la luz transmitida a través de la muestra en un ángulo de 180 grados a la luz incidente. Este tipo de medición se hace a menudo en un espectrofotómetro o colorímetro y no se considera una medida de la turbidez válida por la mayoría de las agencias reguladoras.

Las unidades de turbidez NTU, FNU, FTU, Y FAU están todas basadas en calibraciones utilizando los mismos patrones primarios de formazina. Por tanto, cuando se mide un estándar de formazina, el valor para cada una de estas unidades será el mismo (Hach, 2016).

2.11. CONDUCTIVIDAD

La conductividad es la medida de la capacidad de un material o sustancia para dejar pasar la corriente eléctrica a través de él. La conductividad depende de la estructura atómica y molecular del material (ALPHA, 1995).

2.12. NITRATOS Y NITRITOS

Nitratos y nitritos. Los nitratos y nitritos son iones que existen de manera natural y que forman parte del ciclo del nitrógeno. Los niveles naturales de nitratos en aguas superficiales y subterráneas son generalmente de unos pocos miligramos por litro (ALPHA, 1995).

2.13. FOSFATOS

Los fosfatos son las sales o los ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica. Los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción de los de sodio, potasio y amonio (ALPHA, 1995).

2.14. CLORUROS

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje (ALPHA, 1995).

2.15. DUREZA TOTAL

La dureza es la concentración total de iones calcio y de iones magnesio (Ca^{2+} y Mg^{2+}), los dos cationes divalentes más habituales en un agua natural; en realidad, podríamos definir la dureza como la suma de todos los cationes polivalentes, pero son con mucha diferencia calcio y magnesio los que tienen importancia en la dureza global de un agua (ALPHA, 1995).

2.16. ALCALINIDAD

La alcalinidad del agua es su capacidad de neutralizar ácidos, y es la suma de todas las bases titulables; el valor medido puede variar significativamente con el pH de punto final empleado. Las mediciones de alcalinidad se emplean en la interpretación y control de los procesos de tratamiento de aguas (ALPHA, 1995).

2.17. SÓLIDOS TOTALES Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS

La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 μm (o más pequeños).

Determinación de sólidos en suspensión y disueltos en agua que se encuentra en la naturaleza se pueden encontrar varias impurezas de forma suspendida o disuelta. Prácticamente, estas partículas se definen por su imposibilidad de ser separadas de la muestra de aguas usando un filtro (ALPHA, 1995).

2.18. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general, residuales; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos (ALPHA, 1995).

2.19. COLIFORME FECAL Y TOTALES

Las bacterias coliformes son un grupo de bacterias que se utilizan como indicadores de contaminación. El grupo está compuesto por *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Esas son las bacterias coliformes "totales" que se definen como "bacterias que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas". Dentro de ese grupo la única bacteria que es de origen fecal (intestino de hombre y animales) es la *Escherichia coli* (ALPHA, 1995).

2.20. ENFERMEDADES EN GANADO AVÍCOLA PRODUCIDAS POR EL CONSUMO DE AGUA DE MALA CALIDAD

Las enfermedades ocasionan un alto porcentaje de las pérdidas en una granja si no son controladas eficientemente, ya que en la mayoría de los casos se transmiten con mucha facilidad y en solo horas un galpón completo puede estar infectado con un virus o bacteria patógena.

La fuente de contaminación más fuerte es la materia orgánica que se compone de materia fecal, cadáveres, contaminación aerogena que usualmente contamina las superficies del agua pasando a través de tanques de almacenamiento y bebederos llenados a su objetivo final que es el agua (Bellostas, 1997).

2.21. ENFERMEDADES IMPORTANTES TRASMITIDAS EN EL AGUA

2.21.1. COMPLEJO RESPIRATORIO AVIAR

Es una enfermedad producida por la asociación de E. Coli y Mycoclasma Gallisepticun (Bellostas, 1997).

2.21.2. NEW CASTLE

Es una enfermedad viral de curso agudo y sub agudo (Bellostas, 1997).

2.21.3. BRONQUITIS AVIAR

Es un virus que no solo ataca el tracto respiratorio sino también el tracto urogenital (Bellostas, 1997).

2.21.4. ENFERMEDAD DE GUMBORO

Es un virus altamente contagioso en de pollos jóvenes, caracterizado por la inmunosupresión y la mortalidad generalmente a la edad de 3 a 6 semanas de vida (Bellostas, 1997).

2.21.5. INFLUENZA AVIAR

En su forma leve, los signos de la enfermedad puedan manifestarse con plumaje erizado, reducción de la producción de huevos o efectos leves en el sistema respiratorio (Bellostas, 1997).

En su forma grave, el virus no sólo afecta al tracto respiratorio, sino que también invade varios órganos y tejidos y puede producir hemorragia interna masiva (Bellostas, 1997).

2.21.6. ENCEFALOMIELITIS AVIAR

Es una infección caracterizada por signos de ataxia, progresión de la parálisis, postración y tremor marcado en la cabeza y el cuello, y debido a esto se observa el llamado tremor epidémico. Los pollos con postración se encuentran usualmente en decúbito lateral (Bellostas, 1997).

2.21.7. LARINGOTRAQUEITIS

Es una infección viral en gallinas, faisanes y pavos reales caracterizada por infiltración fibrinosa y hemorrágica del tracto respiratorio (Bellostas, 1997).

2.21.8. PARASITARIAS

Ascaridia, Heterakis, Capilaria, Ralletina, etc. (Bellostas, 1997)

2.22. ANOVA

El análisis de la varianza (ANOVA) es una potente herramienta estadística, de gran utilidad tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Los ejemplos de aplicación son múltiples, pudiéndose agrupar, según el objetivo que se persigue, en dos principalmente: la comparación de múltiples columnas de datos y la estimación de los componentes de variación de un proceso. El funcionamiento de la técnica ANOVA simple es a grandes rasgos el siguiente: a fin de comparar las medias de y asociadas a los distintos niveles del factor (X_1 , X_2 , ..., X_n), comparados a una medida de la variación entre diferentes niveles (MS-factor) con una medida de la variación dentro de cada nivel (MS-error). Si el MS-factor es significativamente mayor que el MS-error, concluiremos que las

medias asociadas a diferentes niveles del factor son distintas. Esto significa que el factor influye significativamente sobre la variable dependiente y si, por el contrario, el MS-factor no es significativamente mayor que el MS-error, no se rechaza la hipótesis nula de todas las medias, asociadas a diferentes niveles del factor, coinciden. (Boque; Maroto, 2004)

2.23. TABLA FISHER

La distribución F de Fisher es una distribución que depende de dos parámetros. Es una distribución que aparece, con frecuencia, como distribución de un estadístico de test, en muchos contrastes de hipótesis bajo las suposiciones de normalidad. Por ejemplo, todos los contrastes ANOVA

La tabla es compleja porque al depender de dos parámetros complica su diseño. (Anexo 49) (Llopis, 2013).

CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en la granja avícola Zambrano Ponce, ubicada en el sector La Estrella, Cantón Chone provincia de Manabí en las coordenadas 606749 Este y 9928615 Norte.

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

El proyecto tuvo una duración de 9 meses después de la aprobación del proyecto.

3.3. VARIABLES EN ESTUDIO

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

ICA-NSF, ICA-Salvador; ICA Torres

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad de agua en el ganado aviar

3.4. MÉTODO

Se utilizó el método inductivo (Bernal 2010), ya que a partir de la información de campo basado en muestras de agua, se determinó la calidad de las diferentes fuentes de agua que se usa en la granja avícola Zambrano Ponce.

3.5. TÉCNICAS

Las técnicas utilizadas en esta investigación fueron estadísticas descriptivas.

Tabulación de datos: Esta técnica se utilizó para realizar un recuento después de la obtención de los datos de las encuesta.

Parámetros estadísticos: Los parámetros estadísticos se utilizaron para sintetizar toda la información obtenida por los análisis y la encuesta.

Representaciones graficas: Esto describió e interpretó los datos obtenidos una vez realizada la encuesta.

3.6. PROCEDIMIENTOS

FASE 1: DETERMINACIÓN DEL ICA-NSF, ICA-SALVADOR E ICA-TORRES DE UNA GRANJA AVÍCOLA

FASE 1.1. DETERMINACIÓN DEL ICA-NSF

Actividad 1.1. Toma de muestra

Se tomó la muestra de agua siguiendo los pasos que se recomienda en las normas NTE INEN 1105 (Anexo 1).

Actividad 1.2. Análisis a los parámetros del índice

Se procedió a realizar el análisis en los laboratorios de la ESPAM MFL a la muestra de agua tomada de la granja Zambrano, a los parámetros del ICA-NSF: Oxígeno Disuelto, Coliformes Fecales, pH, DBO₅, Nitratos, Fosfatos, Desviación de la Temperatura, Turbidez y Sólidos Totales (Anexos 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12).

Actividad 1.3. Cálculo de Subíndice para cada parámetro

Después que se obtuvieron los resultados del análisis de los parámetros, se pudo calcular los subíndices, para esto se utilizaron gráficas o curvas funcionales correspondientes al ICA-NSF (Anexos 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26) que en su eje vertical se refiere al nivel de calidad de agua del constituyente y el eje horizontal indica la concentración del constituyente, la unión entre ambos puntos dio como resultado el subíndice.

Actividad 1.4. Identificación de calidad de agua

Una vez calculado los subíndices se pudo identificar la calidad del agua del ICA-NSF utilizando la ecuación de suma lineal ponderada de los subíndices:

$$ICA = \sum_{I=1}^9 (sub_i * w_i)$$

[3.1]

FASE 1.2. DETERMINACIÓN DEL ICA-SALVADOR

Actividad 1.5. Toma de muestra

Se tomó la muestra de agua siguiendo los pasos que se recomienda en las normas NTE INEN 1105 (Anexo 1).

Actividad 1.6. Análisis a los parámetros del índice

Se procedió a realizar el análisis en los laboratorios de la ESPAM MFL a la muestra de agua tomada de la granja Zambrano, a los parámetros del ICA-SALVADOR: OD, pH, DBO, Nitratos, Coliformes Fecales, Temperatura, Conductividad, Color, Cloruros, Coliformes Totales, Alcalinidad (Anexos 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14).

Actividad 1.7. Calculo de Subíndice para cada parámetro

Después que se obtuvieron los resultados del análisis de los parámetros, se pudo calcular los subíndices, para esto se utilizaron gráficas o curvas funcionales correspondientes al ICA-SALVADOR (Anexos 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) que en su eje vertical se refiere al nivel de calidad de agua del constituyente y el eje horizontal indica la concentración del constituyente, la unión entre ambos puntos dio como resultado el subíndice.

Actividad 1.8. Identificación de calidad de agua

Una vez calculado los subíndices se pudo identificar la calidad del agua del ICA-SALVADOR; utilizando la siguiente ecuación:

$$ICA_m = \prod_{i=1}^n = (sub_i^{w_i})$$

[3.2]

FASE 1.3. DETERMINACIÓN DEL ICA-TORRES

Actividad 1.9. Toma de muestra

Se tomó la muestra de agua siguiendo los pasos que se recomienda en las normas NTE INEN 1105 (Anexo 1).

Actividad 1.10. Análisis a los parámetros del índice

Se procedió a realizar el análisis en los laboratorios de la ESPAM MFL a la muestra de agua tomada de la granja Zambrano, a los parámetros del ICA-TORRES: Coliformes Fecales, pH, DBO₅, Oxígeno Disuelto, Nitratos, Fósforo Total, Sedimentos Suspendidos, y Temperatura (Anexos 4, 6, 7, 8, 9, 12, 15).

Actividad 1.11. Cálculo de Subíndice para cada parámetro

Después que se obtuvieron los resultados del análisis de los parámetros, se pudo calcular los subíndices, para esto se utilizaron gráficas o curvas funcionales correspondientes al ICA-TORRES (Anexos 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42) que en su eje vertical se refiere al nivel de calidad de agua del constituyente y el eje horizontal indica la concentración del constituyente, la unión entre ambos puntos dio como resultado el subíndice.

Actividad 1.12. Identificación de calidad de agua

Una vez calculado los subíndices se pudo identificar la calidad del agua del ICA-TORRES utilizando la siguiente ecuación:

$$ICA = \left(1 - N + \sum_{i=1}^N S_i^{-2.5} \right)^{-0.4}$$

[3.3]

FASE 2: IDENTIFICACIÓN DE AFECTACIONES QUE CAUSA EL USO DE MALA CALIDAD DE AGUA AL GANADO AVIAR

Actividad 2.13. Revisión bibliográfica

Se consultó literatura con contenido en salud aviar específicamente las enfermedades causadas por mala calidad de agua.

Actividad 2.14. Encuesta a profesionales y granjeros

La intervención de los profesionales con experiencia en ganado aviar y granjeros en esta actividad fue muy importante, por ese motivo se les aplicó una encuesta (Anexo 46), con el objetivo de averiguar cuáles son las enfermedades comunes que presentan las aves en sus granjas causadas por mala calidad de agua.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE DIFERENTES ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA.

Cuadro 4.1. Análisis físico-químico y microbiológico

Ítem	Parámetros	Método	Unidad	Resultados		
				Muestra subterránea	Muestra potable	Muestra río
1	pH	Potenciométrico		8,22	6,76	8,19
2	Temperatura		°C	26	25,9	25,9
3	Color	Espectrofotométrico	Pt/Co (Hz)	81	<25	45
4	Oxígeno disuelto	Oxímetro	%sat	8	8	8
4	Oxígeno disuelto	Oxímetro	mg/dm ³	7,2	7,8	1
5	Turbidez	Nefelométrico	NTU	3	<1	2
5	Turbidez	Nefelométrico	FAU	3	<1	2
6	Conductividad	Espectrofotométrico	Ms	0,59	1,29	0,53
7	Nitratos	Espectrofotométrico	mg/dm ³	0,11	0,34	0,25
8	Nitritos	Espectrofotométrico	mg/dm ³	0,138	0,315	0,244
9	Fosfatos	Espectrofotométrico	mg/dm ³	1,6	3,3	1,6
10	Cloruros	Volumétrico	mg/dm ³	8,69	17,38	17,38
11	Dureza total	Volumétrico	mg/dm ³	320	90	280
12	Sólidos totales	Gravimétrico	ppm	510	530	110
13	Sólidos suspendidos	Gravimétrico	ppm	51	22	58
14	DBO ₅	Respirométrico	mg/dm ³	5	8	6
15	Coliformes fecales	Fermentación	UFC/100ml	2600	* < 4	460
15	Coliformes fecales	Fermentación	NMP/100ml	1300	* < 2	330
16	Coliformes totales	Fermentación	UFC/100ml	16000	480	690
16	Coliformes totales	Fermentación	NMP/100ml	8000	330	5000

Esta tabla indica resultados de análisis físico-químico y microbiológicos realizados a muestras de agua de tipo: subterránea, superficial y potable, efectuados en los laboratorios del área Agroindustrial de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Al analizar dichos resultados con el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA) se tiene lo siguiente:

Cuadro 4.2. Comparación de análisis físico-químico y microbiológico con el TULSMA

Parámetro	TULSMA	Río	Subterránea	Potable
Nitritos	1,00 mg/l	0,138 mg/l	0,315 mg/l	0,244 mg/l
Oxígeno disuelto	3 mg/l	7,2 mg/l	7,8 mg/l	1 mg/l
pH	6 a 9	8,22	6,76	8,19 mg/l
Sólidos totales	2 a 3000 mg/l	510 mg/l	530 mg/l	110 mg/l
Coliformes fecales	<1000 nmp/100ml	8000 nmp/100ml	330 nmp/100ml	5000 nmp/100ml

Claramente se puede constatar que en el parámetro de nitritos todas las muestras analizadas están dentro del límite máximo permisible que establece la ley; con el parámetro de oxígeno disuelto solo la muestra de agua potable está contemplada dentro del límite permitido para aguas de uso pecuario mientras que las de río y subterránea exceden dicho límite; el pH y los sólidos totales presentan valores acordes a la norma analizada, con respecto a los sólidos totales. Pietro (2012) indica que el agua con niveles de sólidos totales disueltos de menos de 1000 ppm se considera que es una fuente excelente de agua, sin embargo con niveles de sólidos totales disueltos de 1000 hasta 7000 se puede utilizar para el ganado, pero puede causar diarrea. Sin embargo cuando se revisa el parámetro con respecto a los factores microbiológicos, específicamente los coliformes fecales solo la muestra de agua subterránea se sujeta a las exigencias de la legislación, la muestra de río está muy por encima del límite permitido, asimismo la muestra de agua potable, sin embargo al momento de revisar este último resultado el cual se muestra de forma contradictoria a los resultados mostrados por la empresa de agua potable y alcantarillado “Aguas del Chuno” se ha podido comprobar que el lugar de almacenamiento de este tipo de agua en la granja avícola muestreada, es un punto de contaminación constante.

DETERMINACIÓN DEL ICA-NSF

Cuadro 4.3. Determinación del ICA-NSF.

Parámetros	Resultados de laboratorio					Valor de Q (sub _i)			Factor de ponderación	<i>sub_i * w_i</i>		
	Subterránea	Potable	Río	Unidades	Media	Subterránea	Potable	Río	(w _i)	Subterránea	Potable	Río
Oxígeno disuelto	8	8	8	% sat	8	53	60	5	0,17	9,01	10,2	0,85
Coliformes fecales	1300	□	330	NMP/100ml	543	20	97	34	0,16	3,2	15,52	5,44
pH	8,22	6,76	8,19	unidades	8	80	82	77	0,11	8,8	9,02	8,47
DBO ₅	5	8	6	mg/dm ³	6	55	42	50	0,11	6,05	4,62	5,5
Nitratos	0,11	0,34	0,25	mg/dm ³	0	98	89	90	0,1	9,8	8,9	9
Fosfatos	1,6	3,3	1,6	mg/dm ³	2	32	20	32	0,1	3,2	2	3,2
Temperatura	26	25,9	25,9	°C	26	17	16,9	16,9	0,1	1,7	1,69	1,69
Turbidez	3	1	2	NTU	2	93	98	95	0,08	7,44	7,84	7,6
Sólidos totales	510	530	110	ppm	383	20	20	83	0,07	1,4	1,4	5,81
										50,6	61,19	47,56
										MEDIA	MEDIA	MALA

Para observar el desarrollo detallado del ICA-NSF, Ver Anexo 43.

Esta tabla muestra la aplicación del índice de calidad de agua NSF que fue desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation, tiene la particularidad de ser ampliamente usado en estudios ambientales en todo el mundo (Ruiz, 2007), el cual indica que el agua de fuente subterránea tiene una calidad Media con un valor 50,6 (51-70) (Cuadro 2.2), asimismo el agua potable tiene una calidad Media con un valor 61,19; sin embargo el agua de río tiene una calidad Mala con un valor de 47,56, ya que en la escala de clasificación se encuentra dentro de ese rango (26-50) (Cuadro 2.2).

Según Torres (2009) quien evaluó la calidad del río Cauca en Colombia utilizando el ICA-NSF, pudo notar el deterioro en la calidad del río, presentando en general una calidad entre regular y mala, asimismo menciona que es necesario su tratamiento si se desea destinar este recurso al consumo humano, a pesar que la legislación ambiental ecuatoriana menciona una serie de parámetros para el consumo de agua en la actividad pecuaria, ésta no clasifica el tipo de ganado y se ha notado que el ganado aviar necesita una alta calidad de agua para mejorar su rendimiento, esto concuerda con la resolución 80/96 del Mercosur (USAID, 2010) que establece un reglamento técnico para el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura BPM y para el cumplimiento de las óptimas condiciones higiénico sanitarias en los establecimientos elaboradores de alimentos, en donde menciona que: El agua utilizada debe ser potable, provista a presión adecuada y a temperatura necesaria. De igual manera Rubio (2005) menciona que el agua en la producción de pollos ha de estar al mismo nivel de calidad que la genética de las aves.

DETERMINACIÓN DEL ICA-SALVADOR

Cuadro 4.4. Determinación del ICA-SALVADOR.

Parámetros	Resultados de laboratorio					Valor de Q (sub _i)			Factor de ponderación	<i>sub_i^{w_i}</i>		
	Subterránea	Potable	Río	Unidades	Media	Subterránea	Potable	Río	(w _i)	Subterránea	Potable	Río
Coliformes fecales	1300	0	330	NMP/100ml	543	21	98	31	0,15	1,58	1,99	1,67
pH	8,22	6,76	8,2	unidades	8	78	75	80	0,12	1,69	1,68	1,69
DBO₅	5	8	6	mg/dm ³	6	55	40	50	0,1	1,49	1,45	1,48
Nitratos	0,11	0,34	0,3	mg/dm ³	0	94	85	90	0,1	1,58	1,56	1,57
Fosfatos	1,6	3,3	1,6	mg/dm ³	2	32	21	32	0,1	1,41	1,36	1,41
Temperatura	26	25,9	26	°C	26	68	67,9	67,9	0,1	1,52	1,52	1,52
Turbidez	3	0	2	FAU	2	91	98	96	0,08	1,43	1,44	1,44
Sólidos disueltos totales	510	530	110	ppm	383	32	32	84	0,08	1,32	1,32	1,43
Oxígeno disuelto	8	8	8	% sat	8	50	60	6	0,17	1,94	2,01	1,36
										49,71	59,46	39,44
										MALA	REGULAR	MALA

Para observar el desarrollo detallado del ICA-SALVADOR, Ver Anexo 44.

Esta tabla muestra la aplicación del índice de calidad de agua SALVADOR que fue desarrollada por la Universidad de El Salvador (2010), el cual fue creado para ser usado localmente; en este el agua potable según la escala de clasificación se considera Regular con valor de 59,46 debido a que se encuentra dentro de este rango (51-70) (Cuadro 2.4), las muestras de agua subterránea y de río según la escala de clasificación se consideran Mala con valor de 49,71 y 39,44 respectivamente, ya que estas se encuentran dentro de este rango (26-50) (Cuadro 2.4) siendo ambas poco recomendable para uso en ganado aviar. Se puede notar la diferencia que existe entre el índice de calidad anterior específicamente en el agua subterránea, mientras que la mencionada fuente en el ICA-NSF está en el rango de Media, en el ICA-SALVADOR se presenta como Mala, esto se debe a las distintas ponderaciones que se dan a los parámetros analizados. Al igual que el análisis anterior para mejorar el rendimiento en la producción de ganado aviar, y estar al corriente en los avances que se dan en el mundo con respecto a este tema, se debe tratar cada una de las fuentes analizadas y así dotar de agua de calidad al consumo de estos animales.

DETERMINACIÓN DEL ICA-TORRES

Cuadro 4.5. Determinación del ICA-TORRES.

Parámetros	Resultados de laboratorio					Subíndice de calidad			$sub_i^{-2,5}$			
	Subterránea	Potable	Río	Unidades	Media	Subterránea	Potable	Río	Subterránea	Potable	Río	
Temperatura	26	25,9	25,9	°C	26	0,91	0,91	0,91	1,27	1,27	1,27	
pH	8,22	6,76	8,19	unidades	8	0,81	0,84	0,83	1,69	1,55	1,59	
Oxígeno disuelto	8	8	8	% sat	8	0,9	0,9	0,9	1,30	1,30	1,30	
Coliformes fecales	2600	* < 4	460	UFC/100ml	1530	0,15	0,9	0,39	114,76	1,30	10,53	
Nitratos	0,11	0,34	0,25	mg/dm ³	0	0,73	0,5	0,55	2,20	5,66	4,46	
Fosforo	1,6	3,3	1,6	mg/dm ³	2	0,9	0,79	0,9	1,30	1,80	1,30	
DBO ₅	5	8	6	mg/dm ³	6	0,36	0,21	0,3	12,86	49,48	20,29	
Sólidos suspendidos	51	22	58	Ppm	44	0,4	0,69	0,37	9,88	2,53	12,01	
									SUMA	145,26	64,89	52,74
									FÓRMULA	0,14	0,20	0,22
									*100	13,92	19,72	22,00
									POBRE	ALERTA	ALERTA	

Para observar el desarrollo detallado del ICA-TORRES, Ver Anexo 44.

Esta tabla muestra la aplicación del índice de calidad de agua TORRES, fue desarrollado por Francisco Torres en Puerto Rico (2009), el cual fue creado para determinar la calidad de agua en los ríos de dicho país, en éste las muestras de agua potable y de río se consideran en ALERTA con valor de 19,59 y 21,48 respectivamente según la escala de clasificación, debido a que se encuentran dentro de este rango (15-30) (Cuadro 2.6), el agua subterránea se considera POBRE siendo ésta la categoría más baja en este ICA con valor de 13,88 ya que se encuentra dentro de este rango (0-15) (Cuadro 2.6) convirtiéndose esta en la menos recomendable para el consumo de ganado aviar. En lo que respecta a la fuente de agua subterránea este índice concuerda con el ICA-SALVADOR categorizando a la misma en la escala más baja; sin embargo difiere de los dos índices analizados anteriormente específicamente en la fuente de agua superficial (río), se asume que esto se debe a que el ICA-TORRES no considera a la turbidez como parámetro a analizar.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN EL GANADO AVIAR QUE SE RELACIONEN CON LA CALIDAD DEL AGUA

Para determinar las principales enfermedades que afectan al ganado aviar por consumo de una mala calidad del agua se presentó un cuestionario a expertos (Anexo 47) el cual presentó los siguientes resultados:

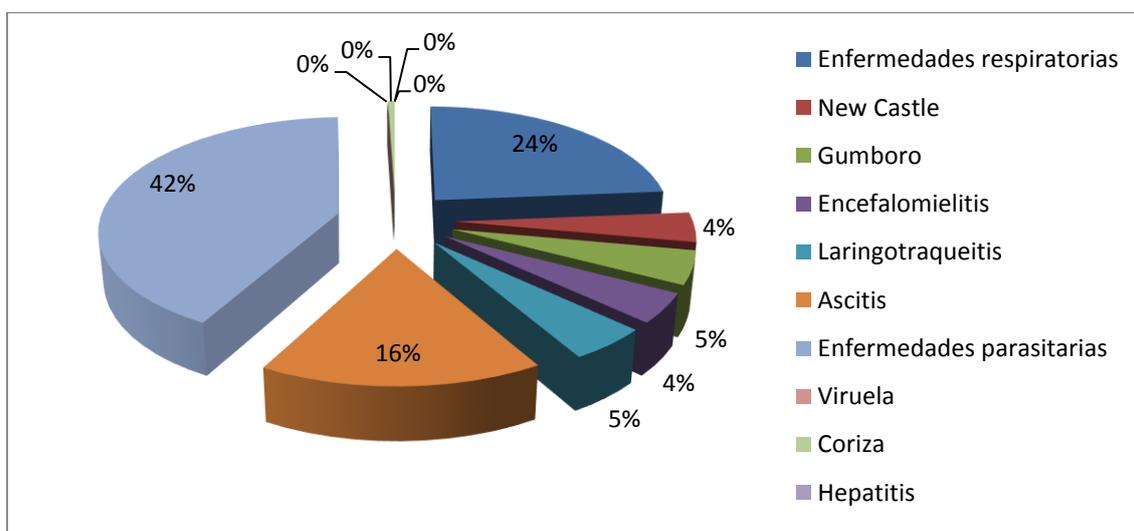


Gráfico 4.1. Enfermedades comunes en el ganado aviar por consumo de agua.

Según el criterio basado en la experiencia de los encuestados, las enfermedades que se derivan por el consumo de agua en el ganado aviar son: parasitarias 42%, respiratorias 24%, ascitis 16%, laringotraqueitis 5%, gumboro 5%, new castle 4% y encefalomiелitis 4%.

New Castle

Houriet (2007) indica que new castle es la enfermedad respiratoria más infecciosa de todas las enfermedades avícola, extremadamente contagiosa.

En los pollos, la mortalidad puede ser de 5 a 60 %; en las aves maduras, de 0 a 2 %, el virus puede transmitirse debido al consumo de agua de mala calidad que se encuentran contaminadas de las descargas nasales y excremento de las aves infectadas, por equipos contaminados, calzado, ropa y pájaros que vuelan libremente. La infección se transmite principalmente por vía oral, la transmisión aérea y el contacto directo son menos frecuentes menciona Dived (2014). Moreno (1994) señala que la forma más importante de la transmisión del virus Newcastle de ave a ave en una parvada, es mediante aerosoles expirados por animales infectados, que a un día de mostrar los signos clínicos empiezan a eliminar el virus durante varios días, en ese periodo, como las depresiones nasales contiene alta concentraciones del virus, el agua de bebederos comunales es un medio muy eficaz de transmitir de virus dentro de la parvada.

Ascitis

Rodríguez (2013) menciona que la ascitis es un síndrome que consiste en la acumulación de fluido corporal a nivel de cavidad abdominal y es asociada al aumento de presión de las arterias pulmonares, y su causa se debe a factores como el agua que consumen las aves, factores genéticos, alimenticios, y sanitarios. López (1991) indica que su transmisión es a través de causas genéticas y ambientales como el agua y la comida

Laringotraqueitis

Houriet (2007) señala que la laringotraqueitis produce mortandad elevada de un 5 a un 50 %, si no es tratada las aves que se recuperan quedan como portadoras, produce congestión ocular, nasal y grandes dificultades para respirar, se transmite de ave a ave por medio del aire, agua y el contacto,

transmisión mecánica por equipo e instalaciones. Según la OIE (2008) indica que la transmisión tiene lugar por contacto directo por el alimento y agua, la transmisión es más lenta en las baterías de cría que cuando las aves están enjauladas

Gumboro

Houriet (2007) indica que es extremadamente contagiosa y se transmite por contacto directo (ave a ave), por el consumo de agua contaminada, heces, por los trabajadores, aire, equipos y alimentos, personal de servicio y, posiblemente, insectos y aves silvestres. En galpones contaminados el gumboro puede permanecer por meses en el agua, alimento y en las heces por semanas (Dinev, 2014).

Encefalomielitis

Según Houriet (2007) la Encefalomielitis es un virus que causa la mortalidad de 5 al 15 %, se transmite principalmente por medio de los huevos de aves infectadas; aunque no se descarta la posibilidad de propagarse en forma directa o por medio de las heces y agua contaminada. Estas enfermedades son comunes, por esta razón los avicultores son conscientes que es imposible controlar al 100% este tipo de enfermedades, como indica Ruano, 2009, que existe la contaminación cruzada de otros alimentos con productos avícolas pero éstas las controlan con la vacunación, ya que de esta forma pueden prevenir no solamente las pérdidas directas en producción sino también a prevenir el contagio de infecciones que tienen repercusión es salud pública.

En lo que respecta a la fuente de consumo de agua que principalmente usan las granjas de la zona, se indica lo siguiente:

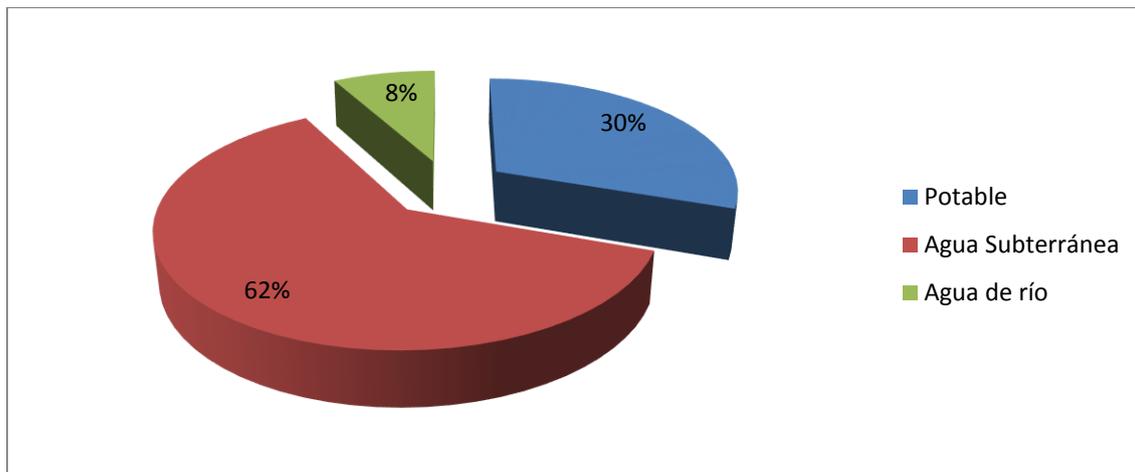


Gráfico 4.2. Fuentes de abastecimiento de agua que usualmente consume el ganado aviar

Del 100% de los encuestados, el 62% abastece a su ganado con agua subterránea, el 30% con agua potable y el 8% con agua de río, de acuerdo a los tres resultados, la mayoría de los administradores de las granjas, utilizan el agua subterránea, siendo ésta apta para la nutrición y el crecimiento del ganado aviar. La razón por la que pocos avicultores optan por no abastecer de agua de río a su ganado, es porque la ingesta de esta agua puede determinar pérdida de estado en los animales, falta de apetito, trastornos digestivos, porque según Fernández (2012), el agua de río al ser consumida por los animales que están en proceso de producción, crea potenciales problemas como son: procesos fisiológicos anormales, disminución de la capacidad de reproducción, desarrollo de cepas bacterianas con extremada resistencia a los antibióticos, potencial incremento de la toxicidad de los compuestos presentes en el medio ambiente por efectos sinérgicos.

CONSUMO DIARIO DE AGUA PER CÁPITA (LITROS/DÍA*POLLO)

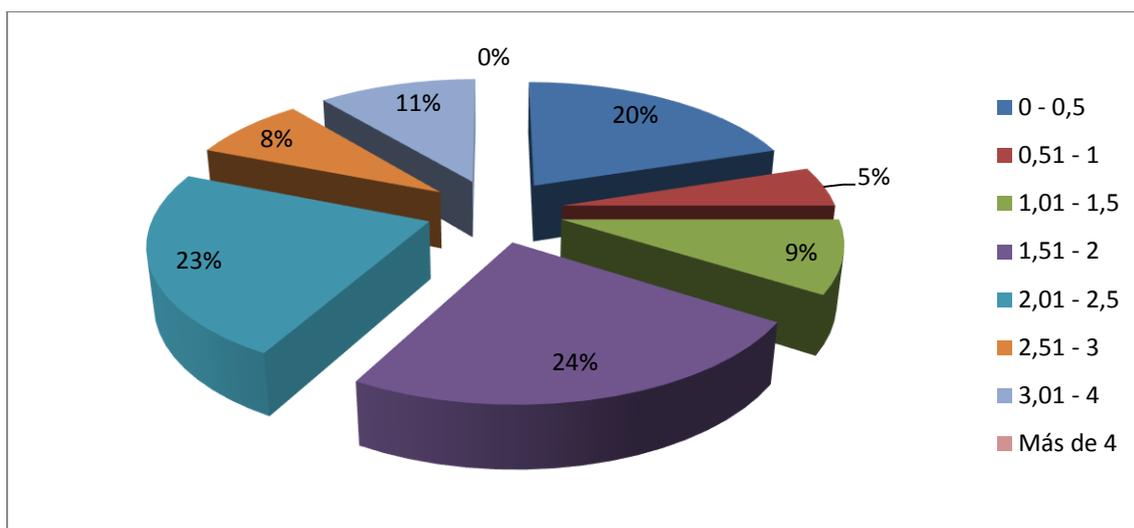


Gráfico 4.3. Consumo diario de agua per cápita (litros/pollo*día)

Del 100% de los encuestados, el 24% asegura que el consumo diario de agua per cápita de su ganado oscila entre 1,51 a 2 litros, el consumo diario de agua per cápita del ganado del 23% oscila entre 2,01 a 2,5 litros, el consumo del 20% oscila entre 0 a 0,5 litros, el consumo del 11% oscila entre 2,01 a 2,5 litros, el consumo del 9% oscila entre 1,01 a 1,5 litros, el consumo del 8% oscila entre 2,51 a 3 litros el consumo del 5% oscila entre 0,51 a 1 litro y el 0% es decir ninguno de los encuestados aseguró que su ganado consumiera más de 4 litros de agua per cápita. El éxito de la actividad avícola en lo que respecta a la calidad y en esquema rentable, depende de la eficiencia con la que se manejan los factores que son parte del proceso de producción, en este caso el agua, que representa el 60% del peso corporal en aves y 65% del peso en huevo y ésta es considerada como el factor más importante y vital de todos los nutrientes ya que interviene en todos los factores de los proceso fisiológicos del ave y darle el porcentaje de agua suficiente al ganado aviar, permitirá que rindan más y cuesten menos para producir (Amir, 2008).

CALIDAD DE AGUA QUE CONSUME EL GANADO AVIAR

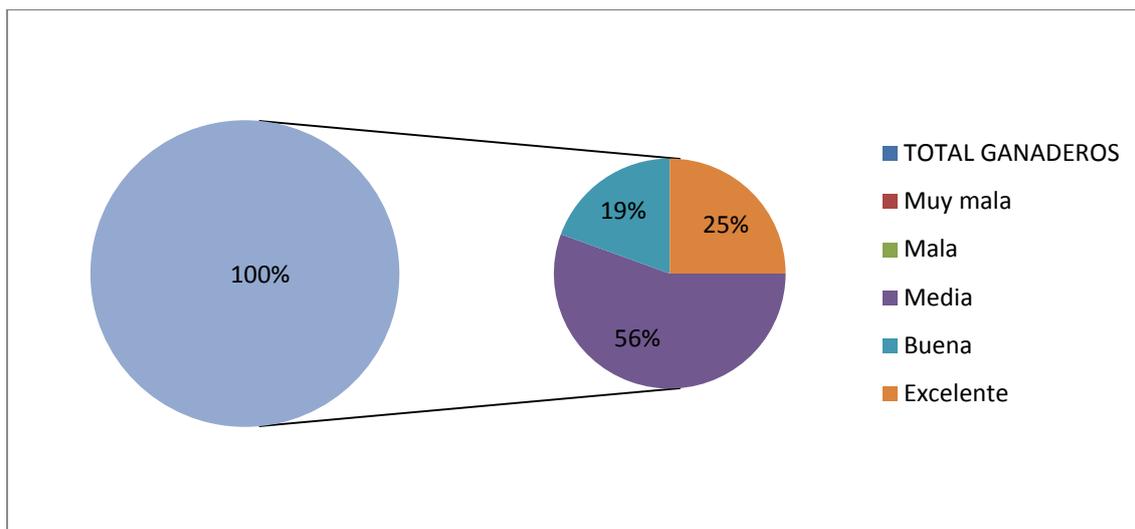


Gráfico 4.4. Calidad de agua que consume el ganado aviar.

De los encuestados que están al tanto de la calidad de agua que consume su ganado el 56% asegura que la calidad del agua consumida es media, el 25% asegura que es excelente y el 19% asegura que es buena. En relación a los resultados, se puede observar que la mayoría de los avicultores considera un agua de calidad media, porque se conoce el deterioro del agua a nivel mundial, como lo indica Salgor *et al.*, (1999), que los principales problemas de la contaminación del agua se debe a los vertidos incontrolados de las aguas residuales urbanas e industriales, muchas veces sin tratamiento, así como las prácticas agrícolas deficientes y eso ocasiona la transmisión hídrica de enfermedades.

PRESENCIA DE ENFERMEDADES

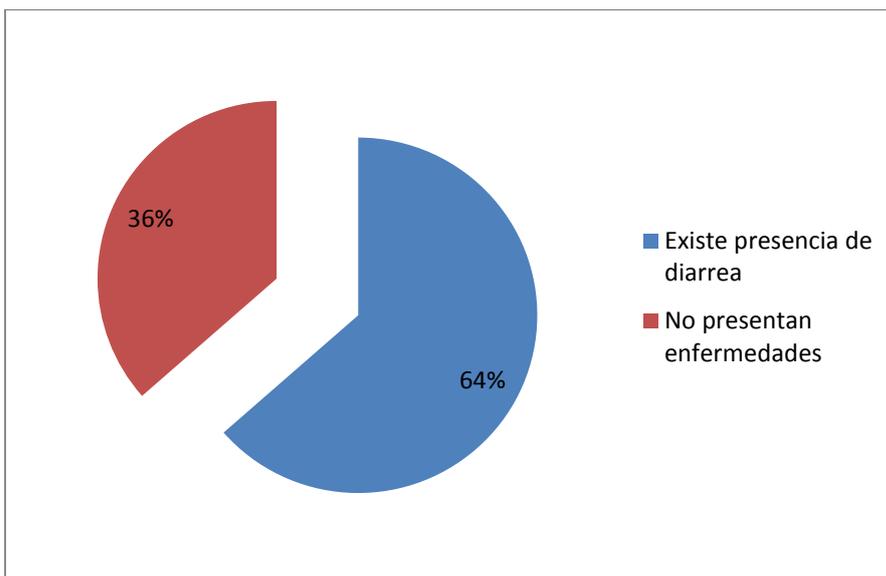


Gráfico 4.5. Presencia de enfermedades

Del 100% (85 granjas) de los encuestados, el 36% (31 granjas) no presentan algún tipo de enfermedad siendo estas abastecidas por agua potable. En el 64% (54 granjas) existe presencia de diarrea entre las aves, el porcentaje de esta enfermedad varía según la fuente de agua que consumen, como se muestra en el siguiente gráfico:

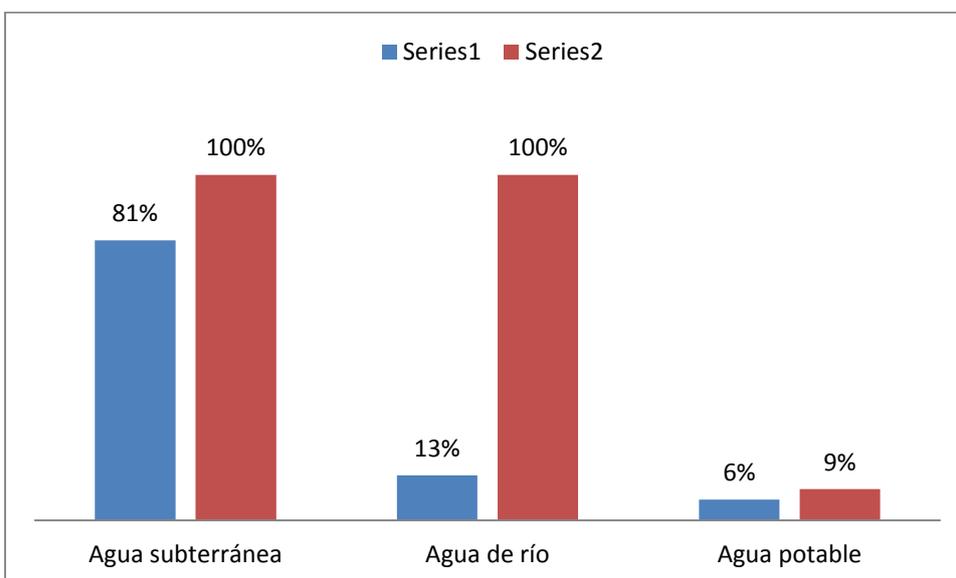


Gráfico 4.6. Presencia de enfermedades según las fuentes de agua

Del 100% de las granjas que presentan diarrea 81% consumen agua subterránea, 13% agua de río y 6% agua potable.

Del 100% de las granjas que abastecen a las aves con agua subterránea, 100% presentan diarrea entre sus aves, del mismo modo del 100% de granjas que abastecen a las aves con agua de río, 100% presentan diarrea entre sus aves, del 100% de granjas que abastecen a las aves con agua potable tan solo el 9% presentan diarrea entre sus aves.

4.3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA ANOVA DE LOS TRES ÍNDICE DE CALIDAD APLICADOS A LAS MUESTRAS DE AGUA.

Como punto final de la investigación se planteó determinar la variabilidad entre los índices de calidad de agua estudiados, para ello se realizó un análisis de varianza entre los diferentes resultados obtenidos planteando como hipótesis que existe diferencia significativa entre los ICA estudiados, el cual muestra lo siguiente:

Cuadro 4.6 Análisis de resultados de los tres índices de calidad (NSF, Salvador y Torres)

DATOS			
Tipos de agua	Subterránea	Potable	Río
ICA-NSF	50,6	61,19	47,56
ICA-SALVADOR	49,71	59,56	39,44
ICA-TORRES	13,88	19,59	21,48

Cuadro 4.7. Resultados del análisis de la varianza anova

Fuente de tratamiento	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher
Tratamiento	192,3873556	2	96,194	0,041
Error	2344,139867	6	2338,140	
Total	2536,527222	8		

Según la tabla de FISHER (Anexo 49) con un error de primera especie del 5% se espera obtener el valor de 5,14; sin embargo el valor que resulta del análisis de la varianza anova a los índices de calidad es de 0,041, como ese resultado es mucho menor al esperado se acepta la hipótesis nula de que no existe diferencia significativa entre las muestras de agua.

DISCUSIÓN DE LA HIPÓTESIS

Con todos los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis de la investigación debido a que los tres índices de calidad de agua estudiados tienen validez al momento de determinar la aptitud de este bien para que sea consumido por el ganado aviar.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al determinar el ICA-NSF reflejó una calidad media para el agua subterránea y potable de 50,6% y de 61,19% respectivamente y mala para el agua de río de 47,56%. Al determinar el ICA-SALVADOR arrojó una calidad mala para el agua subterránea y de río de 49,71% y 39,44% respectivamente y regular para el agua potable de 59,46%. Al determinar el ICA-TORRES presentó una calidad pobre para el agua subterránea de 13,88% y alerta para el agua potable y de río de 19,59% y 21,48% respectivamente.
- Las enfermedades comunes por consumo de agua de mala calidad son parasitarias 42%, respiratorias 24%, ascitis 16%, laringotraqueitis 5%, gumboro 5%, new castle 4%, y encefalomiелitis 4%.
- Del 100% (85 granjas) de los encuestados, el 36% (31 granjas) no presenta algún tipo de enfermedad siendo estas abastecidas por agua potable. En el 64% (54 granjas) existe presencia de diarrea entre las aves, del cual el 81% consume agua subterránea, 13% agua de río y 6% agua potable.
- Los tres índices de calidad de agua estudiados tienen validez al momento de determinar la aptitud de este recurso natural para que sea consumido por el ganado aviar.

5.2. RECOMENDACIONES

- Dar tratamiento a las fuentes de agua usadas para el abastecimiento de granjas avícolas hasta llegar a una calidad similar a la de consumo humano.
- Por medio de los proyectos de vinculación con la comunidad dar a conocer los resultados de esta investigación a los involucrados en el tema con el fin de mejorar el rendimiento en la producción de ganado aviar, así como la calidad de los piensos.

BIBLIOGRAFÍA

- (ASTMA) American Society for testing and Materials 1994 Determinación de Turbidez EU. Consultado el 12 dic 2016. Disponible en <http://arturobola.tripod.com>
- ALPHA. 1995. Standard methods for the examination of water and waste water. (En línea). Mex. Consultado el 12 dic 2016. Disponible en <http://arturobola.tripod.com>
- Amir, H. 2008. Los Factores de éxito para una Producción Avícola de Alta Calidad. Pan. Consultado 10 de may 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.engormix.com>
- Barzola, S. 2013. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la nación, Estudio de cadenas pecuarias de Ecuador. EC. Consultado el 17 de jun del 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.agroindustria.gob.ar>
- Bellostas, A. 1997. Calidad del agua y su higienización: efectos sobre la sanidad y productividad de las aves. (En línea). Esp. Consultado 5 nov 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.wpsa aeca.es>
- Bernal, C. 2010. Metodología de la Investigación. CO. Consultado el 24 de feb del 2017. Formato PDF. Disponible en <http://eva.sepyc.gob>.
- Bonilla de Torres, B.L., Carranza Estrada, F.A., Flores Tensos, J.M., Gonzáles C.dIA., Arias de Linare, A.Y. & J.M. Chávez Sifontes. 2010. Metodología analítica para la determinación del índice de calidad del agua (ICA), El Salvador Consultado el 24 de feb del 2017. Formato PDF. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv>
- Calderón. 1997. Métodos de análisis. (En línea). NY. Consultado el 24 mar 2017. Disponible en <http://www.drcalderonlabs.com>
- Camacho, A. 2009. Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP). Mex. Consultado el 12 dic 2016. Formato PDF. Disponible en <http://depa.fquim.unam.mx>
- Ciencias Ambientales. 2003. Determinación de fosfatos en aguas por espectrofotometría. Consultado el 12 dic 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.oocities.org>

- Díaz, L. 2010. Hepatitis Vibriónica Aviar. Per. Consultado el 2 de may 2017. (En línea). Disponible en <http://galponldiaz.es>
- Dinev, I. 2014. Enfermedad infecciosa de la Bursa (Gumboro). Eng. Consultado el 2 de may 2017. (En línea). Disponible en <http://www.elsitioavicola.com>
- Dinev, I. 2014. Enfermedades de las aves. Eng. Consultado el 2 de may 2017. (En línea). Disponible en <http://www.elsitioavicola.com>
- Fedegan, 2015. Situación actual de la ganadería ecuatoriana y la propuesta de FEDEGAN para su sostenibilidad. (En línea). EC. Consultado el 11 feb 2016. Disponible en: <http://fedegan.ec>
- Gaitán, M. 2004. Determinación de oxígeno disuelto por el método yodométrico modificación de azida. CO. Consultado el 12 dic 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.ideam.gov.co>
- García, F. 1992. Resumen del Capítulo 'La encuesta' del libro "El análisis de la realidad social. Métodos y Técnicas de investigación". (En línea). España. Consultado 10 ene 2016. Disponible en <http://www.metodosytecnicas.com>
- García, M; Suárez, M. 2013. El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. (En línea). Cuba. Consultado 10 ene 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org>
- Gelvéz, L. 2014. Coriza infecciosa. Ven. Consultado el 2 de may 2017. (En línea)PDF Disponible en <http://mundo-pecuario.com>
- González, J; Olavarría, J. Producción Pecuaria. (En línea).EU. Consultado 10 ene 2016. Formato PDF. Disponible en <http://biblio.juridicas.unam.mx>
- Hach. 2016. What is the difference between the turbidity units NTU, FNU, FTU, and FAU? (En línea). LATAM. Consultado el 12 de dic del 2016. Disponible en <http://hachcompany.custhelp.com>
- Hernández, M. 2007. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA SECADOS A 103 – 105 °C. CO. Consultado el 24 mar 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.ideam.gov.co>

- Hidalgo, H. 1998. Hepatitis con cuerpos de inclusión y su impacto en la avicultura industrial. Chi. Consultado el 2 de may 2017. (En línea). Disponible en <http://www.tecnovet.uchile.cl>
- Houriet, L.2007. Guía práctica de enfermedades más comunes en aves de corral (ponedoras y pollos). Arg. Consultado el 2 de may 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
- Jiménez, G. 2009. Métodos Analíticos. Esp. Consultado el 12 dic 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.xtec.cat>
- López, C. 1991. Investigación sobre pollos ascítico en pollos de engorda. Mex. Consultado el 2 de may 2017. Formato PDF Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx>
- Llopis, J. 2013. La estadística: una orquesta hecha instrumento. Esp. (En línea). Consultado 15 may 2017. Disponible en <http://www.quimica.urv.es>
- Maya C, 2009, La calidad del agua en la producción de aves, (En línea). México. Consultado 15 jun 2009. Disponible en <http://www.engormix.com>
- Maroto, L. 2004. El análisis de la varianza (anova). Esp. Consultado 15 may 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.quimica.urv.es>
- Moreno, R. 1994. La enfermedad de Newcastle y algunos avances recientes de diagnóstico. Mex. Consultado el 2 de may 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx>
- NSF International.2015. Organización Para La Salud y Seguridad Pública. (En línea).E.U. Consultado 24 dic. 2015. Disponible en <http://www.nsf.org>
- Organización Mundial de Sanidad Animal, 2008. Manual de la OIE sobre animales terrestres, Laringotraqueitis infecciosa aviar. Esp. Consultado el 2 de may 2017. Formato PDF Disponible en <http://web.oie.int/esp>
- Organización Mundial de Sanidad Animal, 2004. Manual de la OIE sobre animales terrestres, Viruela aviar. Esp. Consultado el 2 de may 2017. Formato PDF Disponible en <http://web.oie.int/esp>
- Rodríguez, I. 2013. Generalidades de la ascitis aviar. CO. Consultado el 2 de may 2017. (En línea). Disponible en <http://ascitisaviar.blogspot.com>

- Rubio J. 2005. Suministro de agua de calidad en las Granjas de Broilers. Esp. Consultado 9 may 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.wpsa-aeca.es>
- Samboni N; Carvajal Y; Escobar J, 2007. Revisión de parámetros físico químicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Consultado 30 nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org>
- Torres P, Cruz C, Patiño P. 2009. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. (En línea) CO. Consultado 30 nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org>
- Torres, C, 2016. Procedimiento para la Medición del Potencial de Hidrógeno (pH). (En línea). Pan. Consultado el 12 dic 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.utp.ac.pa>
- Torres, F. 2009. Desarrollo y aplicación de un Índice de Calidad de Agua para ríos en Puerto Rico. (En línea). PR. Consultado el 2 de feb 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://prwveri.uprm.edu>
- Torres, P; Hernán, C; Patiño, P. 2009. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. (En línea).CO. Consultado 8 ene 2016. Formato
- Trigos, C; Duran. 2014. Escherichia coli (colibacilosis aviar). CO. Consultado el 2 de may 2017. (En línea). Disponible en <http://produccionavicolaufpso.blogspot.com>
- USAID. 2010. Producción avícola. Parag. Consultado el 09 de may del 2017. Formato PDF. Disponible en <https://www.usaid.gov>
- Utilizadas en la producción de agua para Consumo humano. CO. Consultado el 24 de feb del 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.scielo.org.co>
- Viedaurreta, I. 2008. Calidad y disponibilidad de agua para los bovinos en producción. Arg. Consultado 2 feb 2016. Formato PDF Disponible en: <http://www.vetifarma.com.ar>

ANEXOS

Anexo 1. NTE INEN 1105 (1984) (SPANISH): Aguas. Muestreo para examen microbiológico

Consideraciones generales:

Recipientes. Las muestras para exámenes bacteriológicos deben recogerse con sumo cuidado; el enjuague final debe ser con agua destilada y luego esterilizada.

Declaración. Los frascos que se destinan para la recolección de muestras de agua con cloro residual deben llevar un agente decolorador, a no ser que contenga caldo para la siembra directa. El tiosulfato de sodio es un agente de decoloración satisfactorio. Su presencia en el momento de la recolección de la muestra de agua clorada neutraliza el cloro durante el tiempo que la muestra se encuentra en tránsito al laboratorio.

Procedimiento

Procurar que las muestras sean, en realidad, representativas del agua en estudio, que no se contaminen en forma alguna después del muestreo antes del examen.

No destapar el frasco de muestra sino hasta el momento del muestreo. Quitar el tapón con todo cuidado para evitar que se ensucie; durante el muestreo no tocar el interior, el tapón ni la boca del frasco; debiéndose protegerlos de la contaminación. Tomar el frasco cerca de su base y la muestra sin enjuagar, volviendo a taparlo inmediatamente.

Cuando se toma la muestra, dejar un espacio de aire en el frasco, para facilitar el mezclado de la muestra por agitación, como paso previo al examen.

Muestra de una red de distribución. Si se trata de tomar una muestra de un grifo del sistema de distribución, comprobar primero que el grifo escogido suministra agua directamente de una tubería de la red, a través de una línea de servicio, que no abastece, por ejemplo, de una cisterna o de un tanque de almacenamiento. Abrir completamente el grifo y dejar que el agua fluya al drenaje por 2 o 3 minutos, o por el tiempo suficiente para permitir la purga de la

línea de servicio. En el momento del muestreo, restringir el flujo de la llave, para que pueda llenarse el frasco sin salpicaduras. Evitar como puntos de muestreo grifos con fugas.

Anexo 2. Recolección de muestra de agua



Anexo 3. Recolección de muestra de agua



Anexo 4. Procedimiento de medición potencial de hidrógeno (pH).

Método: Potenciométrico

Se procedió a encender y calibrar el potenciómetro, utilizando un tampón de un rango de pH, el cual puede ser 4, 7 y 10, a una temperatura de 25°C aproximadamente; se introdujo el sensor hasta la mitad y se registró en la pantalla del mismo, la medida requerida para su calibración. Una vez calibrado, se introdujo el sensor en el agua o en el vaso químico, donde se encontraba la muestra, y se generó automáticamente la lectura por el instrumento potenciómetro (Torres, 2016).

Anexo 5. Procedimiento para calcular color.

Método: Espectrofotométrico

Se centrifugó el agua y posteriormente se observó el color de la muestra, llenando una fiola hasta la marca de 50 ml y se procedió a comparar con la serie de estándares contenidos en fiolas del mismo tamaño. Se iluminó la parte inferior de los tubos, reflejando la luz por medio de una superficie blanca o especular, al final multiplicar por el factor de dilución correspondiente (ALPHA, 1995).

Anexo 6. Procedimiento para calcular oxígeno disuelto.

Método: Oxímetro

Se llenó con la muestra una botella winkler hasta que rebose y se tapó.

Se Destapó la botella y se agregó 1 ml ó 20 gotas de solución de $MnSO_4$ la muestra en la botella de DBO, seguido de 1 ml ó 20 gotas del reactivo de álcali-yoduro-acida; se tapó cuidadosamente para evitar burbujas de aire y se mezcló varias veces por inversión de la botella.

Cuando el precipitado se decantó hasta aproximadamente la mitad del volumen de la botella, para dejar un sobrenadante claro sobre el floc de hidróxido de manganeso, se agregó 1,0 ml ó 20 gotas de H_2SO_4 concentrado, se tapó y mezcló varias veces por inversión de la botella.

Se Midió con una probeta 100 ml de la solución y se trasvasó a un Erlenmeyer de 250 ml.

Se Purgó la bureta de 10 ml con una porción de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.025N; se llenó la bureta con tiosulfato de sodio hasta cero.

Se Tituló con solución 0,025 M de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ agregándolo gota a gota y agitando el Erlenmeyer hasta que se obtuvo un color amarillo pajizo pálido; en ese punto se agregó de 5 gotas de solución de almidón en donde vira a color azul y se continuó la titulación hasta la desaparición del color azul (Gaitan, 2004).

Anexo 7. Procedimiento para calcular coliformes fecales y totales

Método: Fermentación en tubos múltiples

Prueba presuntiva

Se agitó la muestra y se transfirió a volúmenes a cada uno de los tubos con caldo lauril sulfato de sodio que se hayan seleccionado. Se agitó los tubos para homogeneizar la muestra.

Se Incubó los tubos a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Se examinó los tubos a las 24 h, se observó si hay formación de gas (desplazamiento del medio en la campana de Durham).

Prueba confirmativa de microorganismos coliformes totales

Se transfirió de 3 asadas de cada tubo positivo obtenido durante la prueba presuntiva, a tubos que contuvieron caldo de bilis verde brillante (brila), con campana de Durham.

Se agitar suavemente los tubos para su homogeneización.

Se incubo a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 48 h

Se registró como positivos aquellos tubos en donde se observó turbidez (crecimiento) y producción de gas después de un período de incubación de 48h

Prueba confirmativa de microorganismos coliformes fecales.

Se transfirió de 3 asadas de cada tubo positivo obtenido durante la prueba presuntiva a tubos con caldo EC.

Se agitó suavemente los tubos para su homogeneización.

Se incubó a $44.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$ en incubadora o un baño de agua con circulación durante 48 h.

Se registró como positivos todos los tubos en donde se observó crecimiento y producción de gas después de un período de incubación de 48 h.

Se consultó la tabla de NMP para conocer el número más probable de organismos coliformes fecales/ 100 ml (Camacho).

Anexo 8. Procedimiento para calcular nitratos

Método: Espectrofotométrico

Tratamiento de la muestra:

Sobre 50 ml de muestra transparente, filtrada si fuera preciso, se añadió 1 mL de solución de HCl y se homogenizó.

Preparación de la curva de patrones:

Se prepararon estándares de calibrado de nitrato en el rango de 0 a 7 ml NO_3^- -N/l por dilución a 50 ml de los siguientes volúmenes de solución intermedia de nitrato. Se trataron los patrones de NO_3^- del mismo modo que las muestras.

Medida espectrofotométrica:

La absorbancia o transmitancia frente al agua destilada, con la que previamente se ha ajustado a absorbancia 0. Para esta determinación se utilizó la longitud de onda de 220 nm para obtener la lectura de NO_3^- y 275nm para determinar la interferencia.

Expresión de resultados:

Para muestras y se restó 2 veces la absorbancia leída a 275nm de la lectura a 220nm para obtener la absorbancia debida a los NO₃⁻ y construir la curva de calibrado de la cual se obtuvo de la concentración de la muestra (Jiménez, 2009).

Anexo 9. Procedimiento para calcular fosfatos.

Método: Espectrofotométrico

Se tomaron 50 ml de la muestra del agua, así como de un blanco y de las soluciones estándares preparados y con cada una de éstas se hizo lo siguiente:

Se agregaron dos gotas de fenolftaleína.

Se agregó a los 50 ml de solución, 8 ml de reactivo combinado y a los 10 minutos (aproximadamente) se efectuaron las lecturas de absorbancia en: blanco, estándares y soluciones problema a 880 nm de longitud de onda (Ciencias Ambientales, 2003).

Anexo 10. Procedimiento para calcular turbidez

Método: Nefelométrico

Para determinar turbidez se utilizó un Turbidímetro

Se conectó el aparato a la corriente eléctrica

Se agitó la muestra problema y se llenó el tubo hasta 120 ml.

Se prendió el foco, se movió la escala y observar por el visor hasta que desapareció el punto central negro.

Con la lectura de la escala y con la carta de turbidez, se calculó las unidades de turbidez reales (ASTM, 1994).

Anexo 11. Procedimiento para sólidos totales

Método: Gravímetro

Se calentó un crisol limpio a 105°C, durante una hora.

Se conservó el crisol en un desecador.

Se eligió un volumen de muestra que proporcionó un residuo entre 2.5 y 200 mg.

Se transfirió un volumen medido de muestra, bien mezclado al crisol que previamente se ha pesado y se esperó hasta que se evaporó hasta que se seque en un baño de vapor o en un horno de secado.

Se seca la muestra evaporada durante una hora en un horno a 105°C.

Se enfrió el crisol en un desecador para equilibrar la temperatura y pesó en una balanza analítica (Torres, 2006).

Anexo 12. Procedimiento para calcular DBO₅

Los datos de la prueba de la DBO se utilizan en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

La prueba de la DBO es un procedimiento experimental, tipo bioensayo, *que* mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en las aguas residuales o naturales. Las condiciones estándar del ensayo incluyen incubación en la oscuridad a 20°C por un tiempo determinado, generalmente cinco días. Las condiciones naturales de temperatura, población biológica, movimiento del agua, luz solar y la concentración de oxígeno no pueden ser reproducidas en el laboratorio. Los resultados obtenidos deben tomar en cuenta los factores anteriores para lograr una adecuada interpretación.

Las muestras de agua residual o una dilución conveniente de las mismas, se incuban por cinco días a 20°C en la oscuridad. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD), medida por el método Winkler o una

modificación del mismo, durante el periodo de incubación, produce una medida de la DBO. (Calderón, 1997)

Anexo 13. Procedimiento para calcular conductividad

Se debe verter la disolución a medir (mesurando) en un recipiente plástico de no menos de 10cm de altura. El recipiente debe estar limpio. Luego se deberá colocar la sonda dentro del recipiente, asegurándose que la misma esté sumergida en la disolución por lo menos 5cm. Esperar 5 segundos hasta que se estabilice la medición, antes de tomar nota de la medición en pantalla. Si se desean realizar mediciones con distintas disoluciones, es decir de distintas conductividades, deben medirse desde la de menor conductividad hacia la de mayor conductividad. (ALPHA, 1995)

Anexo 14. Procedimiento para calcular cloruros

- Se valora una solución de AgNO_3 , aproximadamente 0.1 N.
- Se vierte 10 ml de la solución de NaCl 0.0100N en un erlenmeyer de 250mL; agregando 15 ml de agua y 1 ml de solución de cromato de potasio, luego se titula la solución de AgNO_3 , hasta coloración rojo ladrillo.
- Se determina el volumen de AgNO_3 , como el promedio de dos valoraciones que no difieran en más de 0.2 ml; se calcula la normalidad de solución de nitrato de plata.
- Determinación de cloruros en una muestra: pese 1,0000 mg de la muestra. Pesar 1g de muestra, se trasfiere erlenmeyer de 100ml de agua destilada caliente agite por un par de minutos y filtre.
- Se toma una solución 25 ml del filtrado, se agregue 3 a 5 gotas de indicador K_2CrO_4 , se titula con solución patrón de nitrato de plata hasta que aparezca color rojo ladrillo que permanezca por lo menos 30 segundos.
- Se Anota el gasto de AgNO_3 como el promedio de dos valoraciones que no difieran en más de 0.2mL, y por último se calcula la concentración de cloruros de la muestra. (ALPHA, 1995)

Anexo 15. Procedimiento para calcular solidos suspendidos

- Se prepara el del filtro o disco de fibra de vidrio: Siempre debe manejarse el disco mediante pinzas metálicas y/o micro espátula metálica. No se debe manipular el filtro con la mano.
- Se marca cada cápsula de aluminio con un número, de forma consecutiva.
- Se coloca el disco sobre el soporte, con el lado rugoso hacia arriba, se aplica vacío.
- Lavar el disco con tres porciones sucesivas de 20 ml de agua destilada, medidos con probeta.
- Dejarlo vacío durante 1 minuto adicional para secar el disco.
- Cuidadosamente y con la ayuda de una micro espátula o de unas pinzas se retira el disco y se coloca dentro de la cápsula de aluminio correspondiente.
- Secar el conjunto (cápsula de aluminio + disco) en el Horno precalentado a 105°C por 1 h.
- Llevar el conjunto a un desecador y deje enfriar aproximadamente por 15 minutos, hasta temperatura ambiente.
- Repetir el ciclo de secado, enfriado y pesado.
- Sacar del desecador el conjunto correspondiente a la muestra que va a procesar. Instalar el disco en el equipo de filtración. Haga un vacío en el sistema y fije el disco con una pequeña cantidad de agua destilada.
- Agitar invirtiendo el recipiente de la muestra varias veces.
- De la muestra recién agitada, tomar rápidamente una alícuota medida con probeta
- Deje el vacío por un minuto más para retirar el exceso de humedad del filtro.
- Retire cuidadosamente el disco con ayuda de una micro espátula y colóquelo en la cápsula de aluminio correspondiente.
- Seque el conjunto en el Horno a 103-105°C, durante 1 hora.
- Lleve el conjunto a un desecador y deje enfriar aproximadamente por 15 minutos, hasta temperatura ambiente.
- Pese y registre el peso del conjunto en el formato TF0067, en la columna Peso

- Repita el ciclo de secado, enfriado y pesado. Registre en el formato el nuevo peso, en la columna peso 2.
- Tape firmemente los frascos que contienen el residual de cada muestra. Entréguelos a la persona designada para el manejo del cuarto frío con el fin de que sean almacenados nuevamente. (Hernández, 2007)

Continuación del anexo 15. Cálculo de resultados

Se Efectúan los cálculos por medio de la siguiente ecuación:

$$SST = \frac{(A - B)100}{V}$$

Donde:

SST: Sólidos Suspendidos Totales, en mg/L

A: Peso final del conjunto (disco + cápsula de aluminio) con el residuo seco, en mg.

B: Peso inicial del conjunto (disco + cápsula de aluminio), en mg.

V: Volumen de muestra filtrada, en ml.

Anexo 16. Resultados de análisis físicos-químico

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL"	No.
		CODIGO: F-G-SGC-007
		REVISION: 0
		FECHA: 06/04/2005
		CLAUSULA: 4.6
INFORME DE RESULTADOS		PAGINA 1 DE 1
NOMBRE:	PROANO MAGNO	
SOLICITADO POR:	PROANO MAGNO	
DIRECCION:	CANUTO	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	AGUA	
ENSAYOS REQUERIDOS:	pH, TEMPERATURA, OXIGENO DISUELTO, COLOR, TURBIDEZ, CONDUCTIVIDAD, NITRATOS, NITRITOS, FOSFATOS, CLORUROS, DUREZA TOTAL, ALCALINIDAD, SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS, DBO5	
FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS:	05/09/2016	
FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS:	06/09/2016	
LABORATORIO RESPONSABLE:	QUIMICA AMBIENTAL	
TECNICO QUE REALIZE EL ANALISIS:	ING. FABIAN PENARRIETA MACIAS LCDO MANUEL CHAVEZ	

ITEM	PARAMETROS	METODO	UNIDAD	RESULTADOS		
				MUESTRA SUBTERRÁNEA	MUESTRA POTABLE	MUESTRA RÍO
1	pH	POTENCIOMETRICO		8,22	6,76	8,19
2	TEMPERATURE		°C	26,0	25,9	25,9
3	COLOR	ESPECTROFOTOMETRICO		81	<25	45
4	OXIGENO DISUELTO	OXIMETRO	mg/dm ³	7,2	7,8	1
5	TURBIDEZ	NEFELOMETRICO	FAU	3	<1	2
6	CONDUCTIVIDAD	ESPECTROFOTOMETRICO	Ms	0,59	1,29	0,53
7	NITRATOS	ESPECTROFOTOMETRICO	mg/dm ³	0,11	0,34	0,25
8	NITRATOS	ESPECTROFOTOMETRICO	mg/dm ³	0,138	0,315	0,244
9	FOSFATOS	ESPECTROFOTOMETRICO	mg/dm ³	1,6	3,3	1,6
10	CLORUROS	VOLUMETRICO	mg/dm ³	8,69	17,38	17,38
11	DUREZA TOTAL	VOLUMETRICO	cco3	30	90	280
12	ALCALINIDAD	VOLUMETRICO	caco3	375,37	375,37	375,37
13	SOLIDOS TOTALES	GRAVIMETRICO	ppm	510	530	110
14	SOLIDOS SUSPENDIDOS	GRAVIMETRICO	ppm	51	22	58
	DBO5	RESPIROMETRICO				
OBSERVACIONES:						

Anexo 17. Resultados de análisis microbiológicos

REPÚBLICA DEL ECUADOR



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 Ley 2006 – 49 Suplemento R.O. 298 – 23 – 06 – 2006
 CALCETA – ECUADOR



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 1 de 1	
CLIENTE:	Nicola Resabala Bryan David Proaño Álvarez Magno Roosevelt.	Nº de análisis:	6
DIRECCIÓN:	Campus Politécnico "EL Limón"		
TELEFONO:	0986040585		
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"AGUAS DE ALJIBE, POZO Y RIO"	Fecha de recibido:	19/09/2016
CANTIDAD RECIBIDA:	3	Fecha de análisis:	19/09/2016
TIPO DE ENVASE:	Recipiente de vidrio con 500 ml de capacidad	Fecha de reporte:	23/09/2016
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras	Fecha de muestreo:	19/09/2016
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
		Responsable del muestreo:	NTE INEN 1529-2

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
Agua de Aljibe	Determinación de Coliformes totales	NMP/100mL	5000	Método estándar de fermentación en tubos múltiple "9221 B" y "9221 C"
	Determinación de Coliformes fecales	NMP/100mL	330	
Agua de Pozo	Determinación de Coliformes totales	NMP/100mL	330	
	Determinación de Coliformes fecales	NMP/100mL	* < 2	
Agua de Rio	Determinación de Coliformes totales	NMP/100mL	8000	
	Determinación de Coliformes fecales	NMP/100mL	1300	

* < 2: En una serie de veinte (20) tubos examinados no contienen células de coliformes fecales.

Nota:

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia. Prohibida la reproducción total o parcial de este Informe.

Ing. Mario López Vera.

COORDINADOR (E) LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

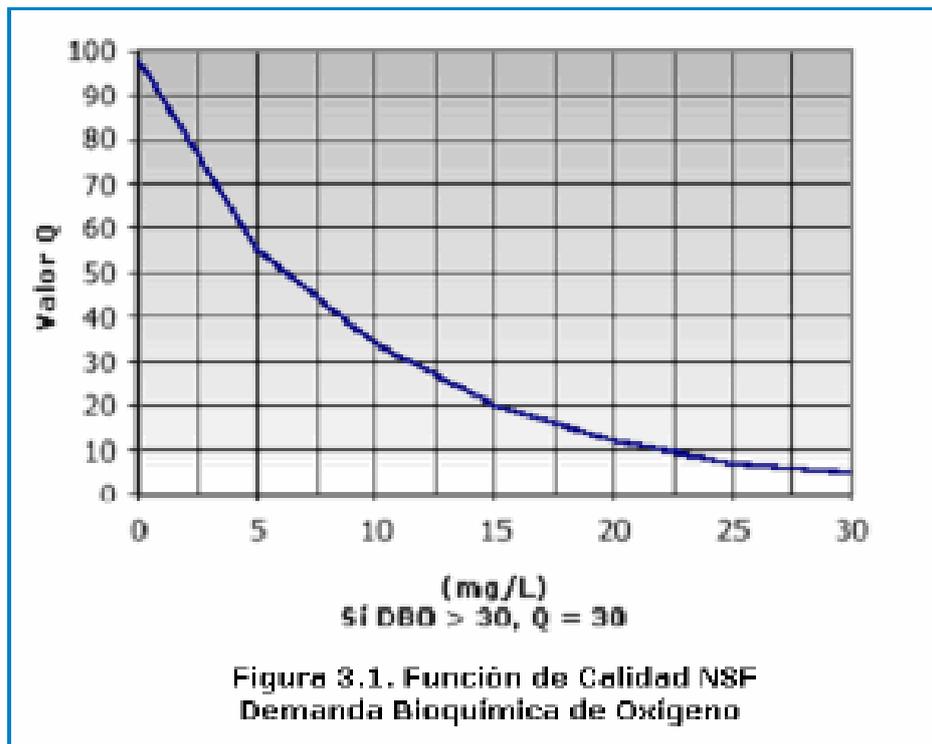


OFICINAS CENTRALES:
 10 de agosto No. 82 y Granda Centeno
 Telef: 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

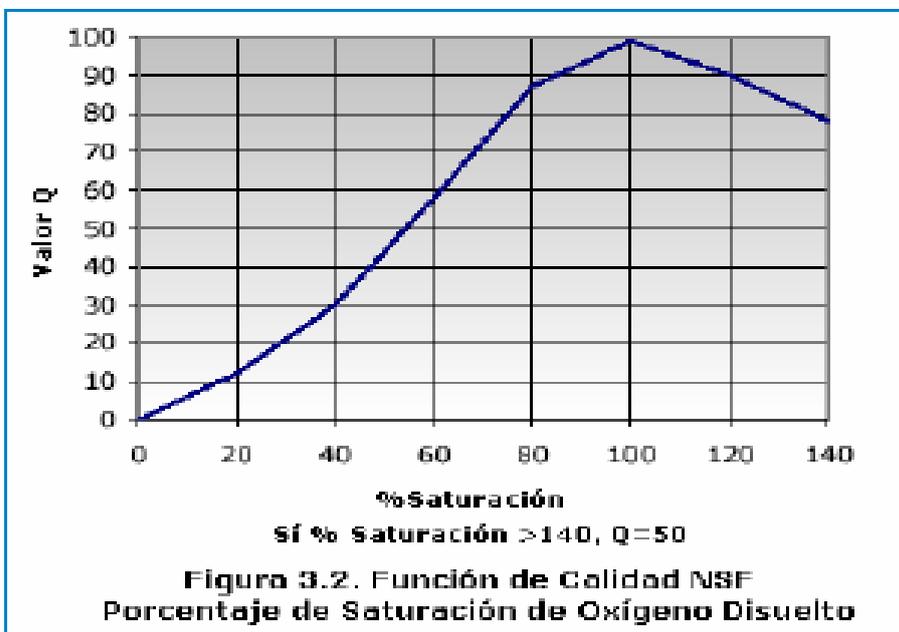
www.espam.edu.ec
rectorado@espam.edu.ec

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA
 Sitio El Limón
 Telef: 593 05 686103

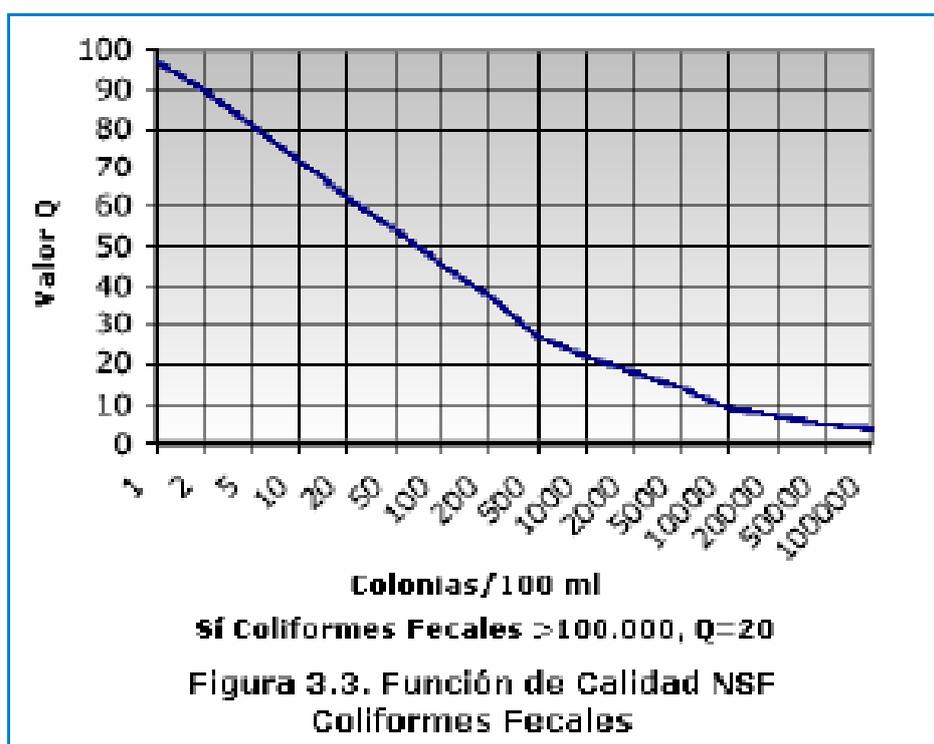
Anexo 18. Curva funcional DBO₅ ICA-NSF



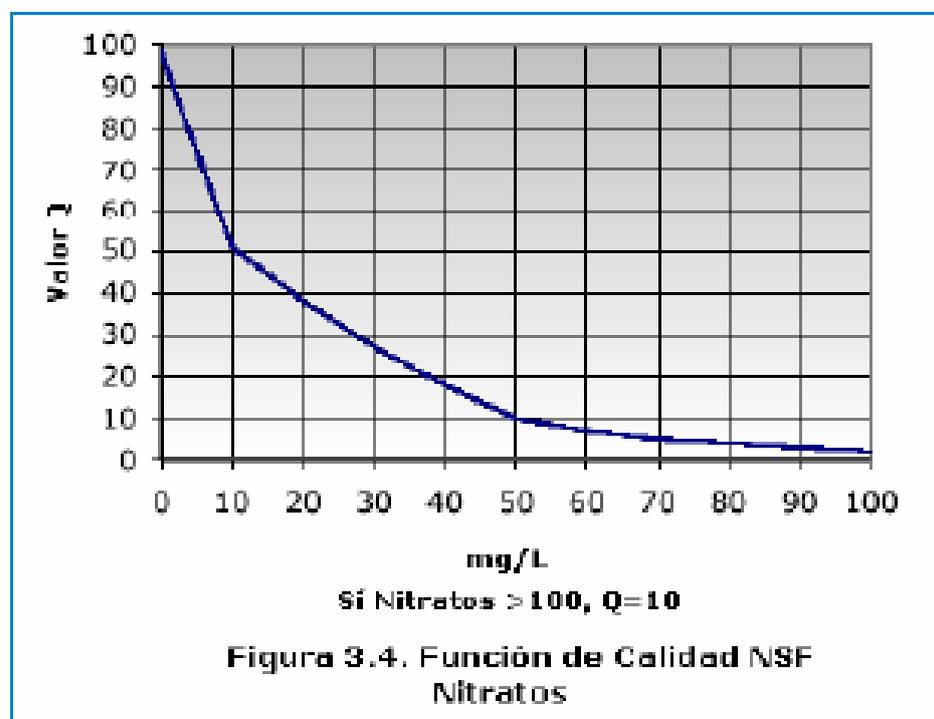
Anexo 19. Curva funcional % Saturación ICA-NSF



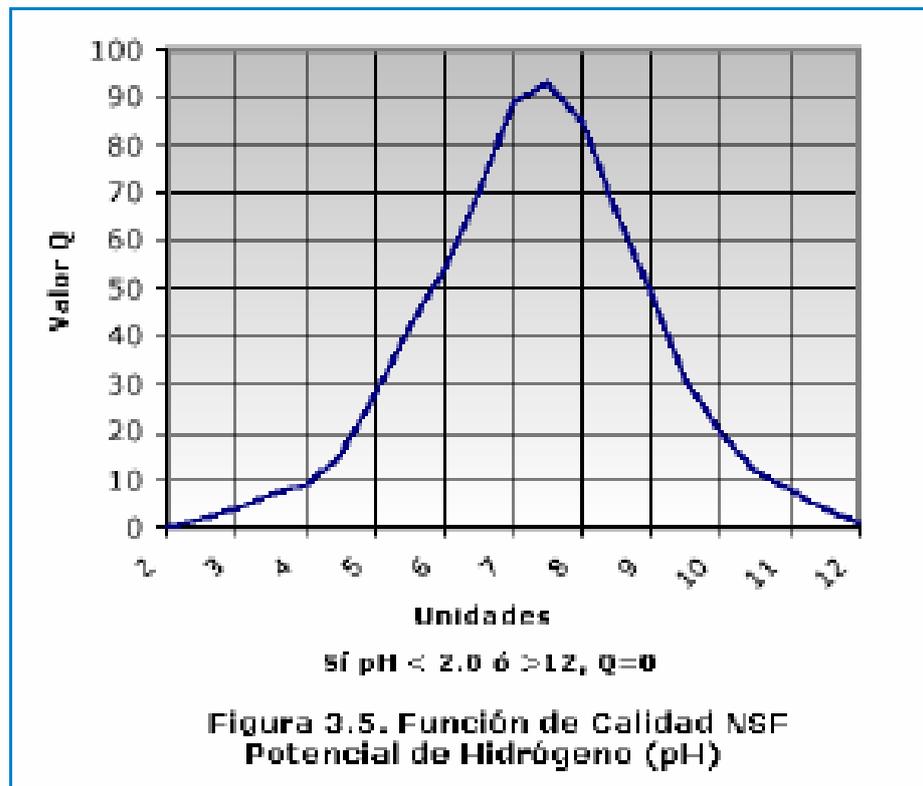
Anexo 20. Curva funcional Coliformes Fecales ICA-NSF



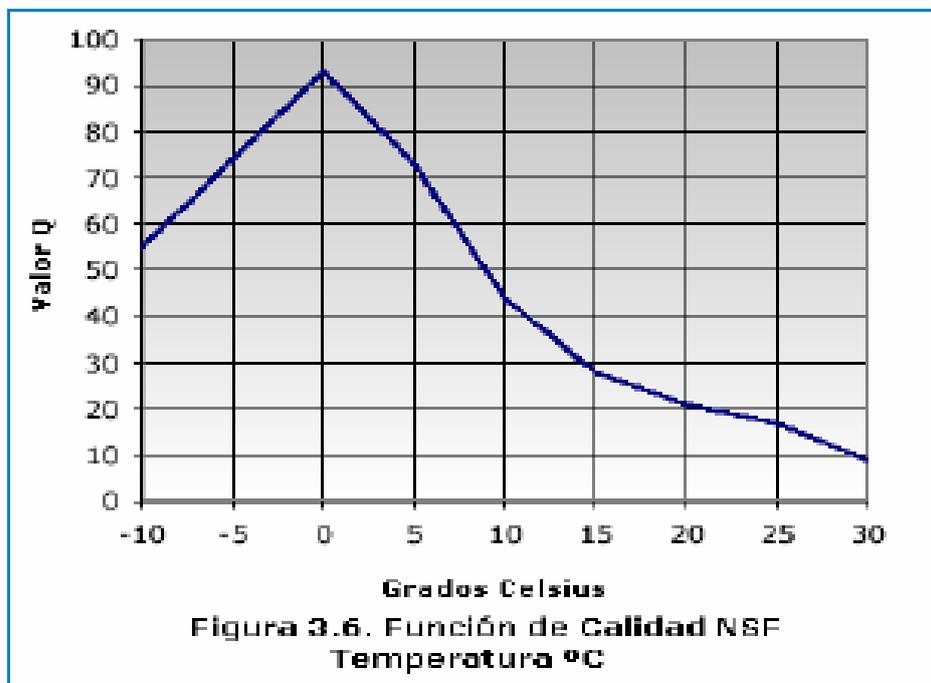
Anexo 21. Curva funcional de Nitratos ICA-NSF



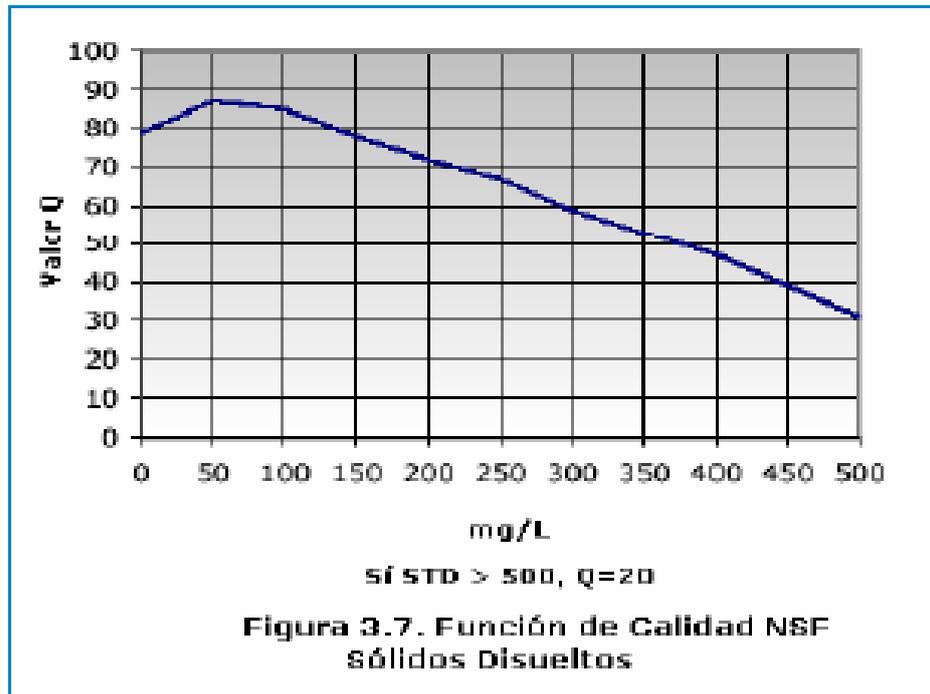
Anexo 22. Curva funcional de pH ICA-NSF



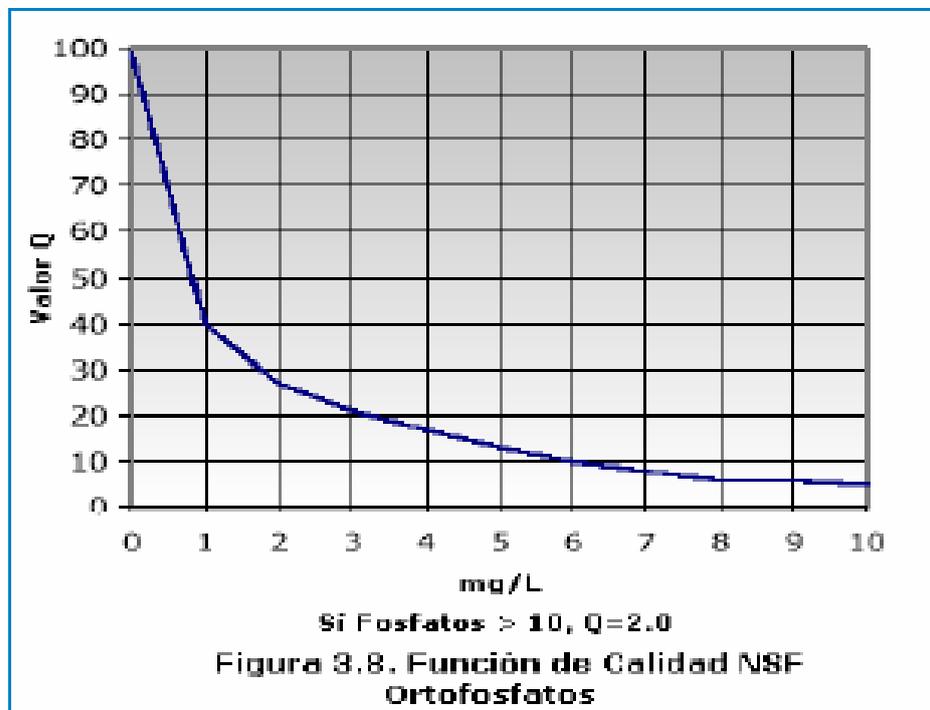
Anexo 23. Curva funcional de Temperatura ICA-NSF



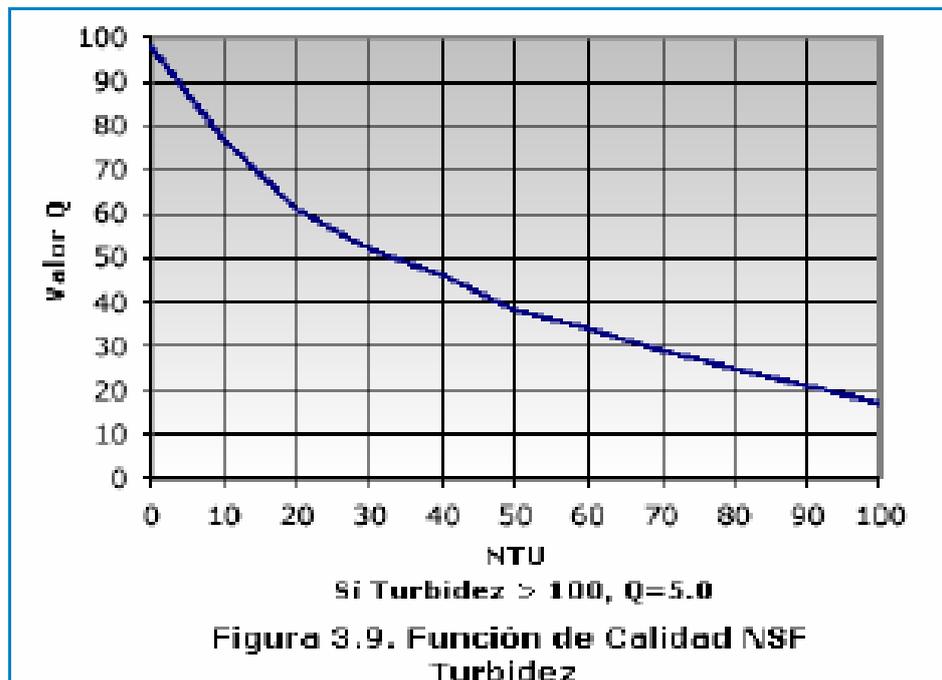
Anexo 24. Curva funcional de Sólidos Disueltos ICA-NSF



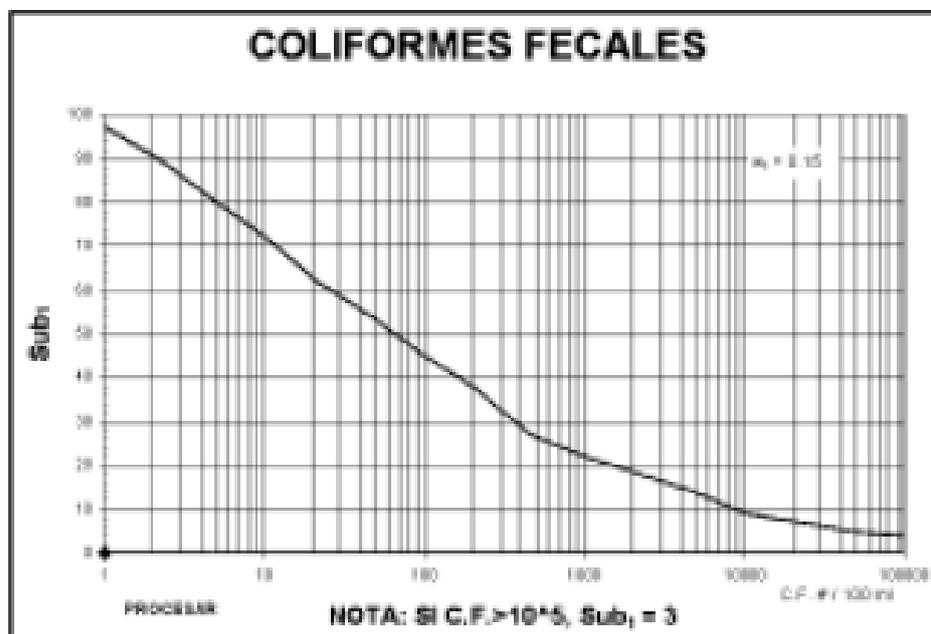
Anexo 25. Curva funcional de Fosfatos ICA-NSF



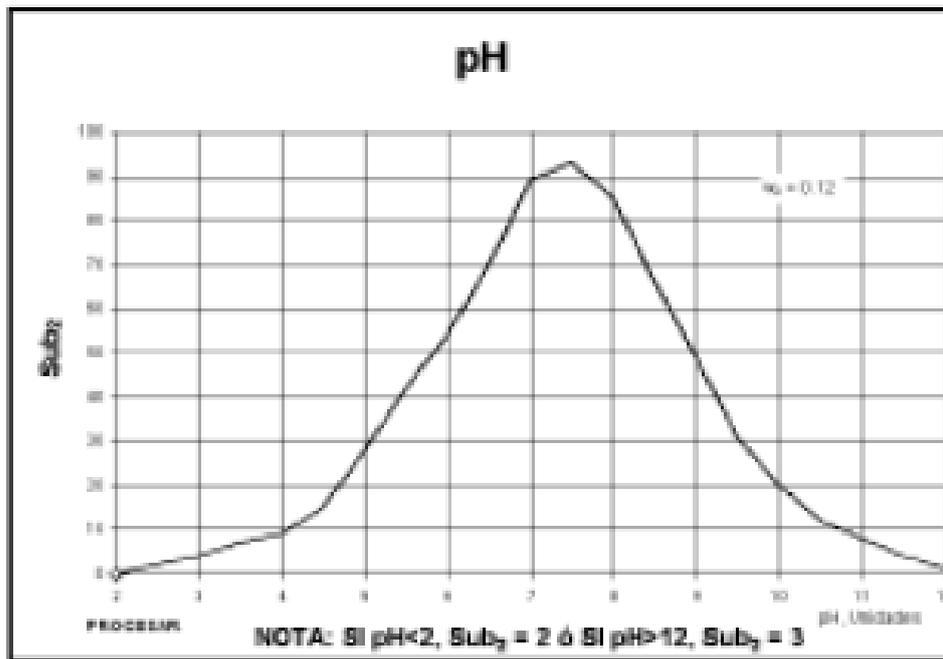
Anexo 26. Curva funcional de Turbidez ICA-NSF



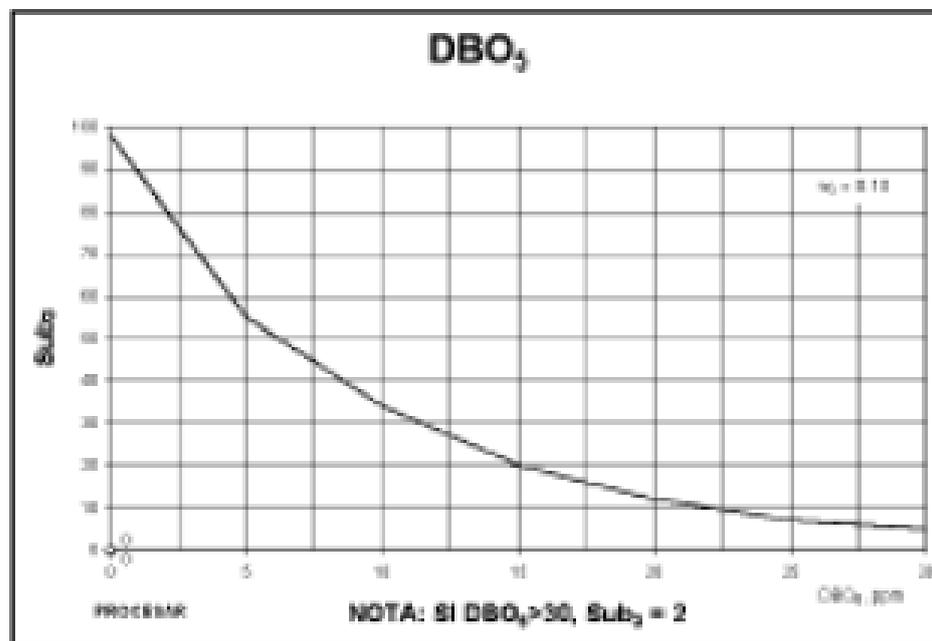
Anexo 27. Curva de valoración para Coliformes Fecales ICA-SALVADOR



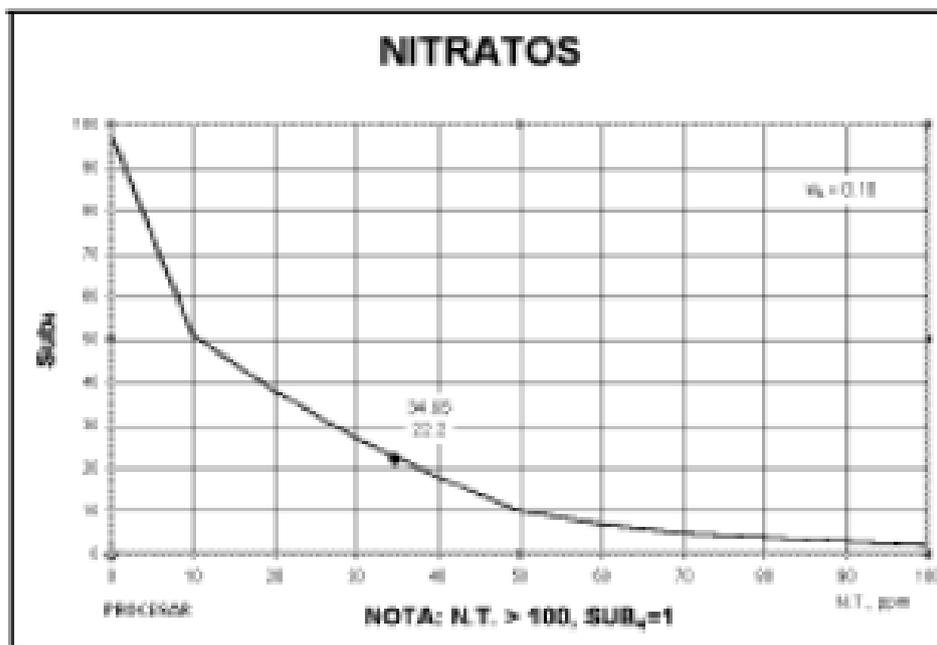
Anexo 28. Curva de valoración para pH ICA-SALVADOR



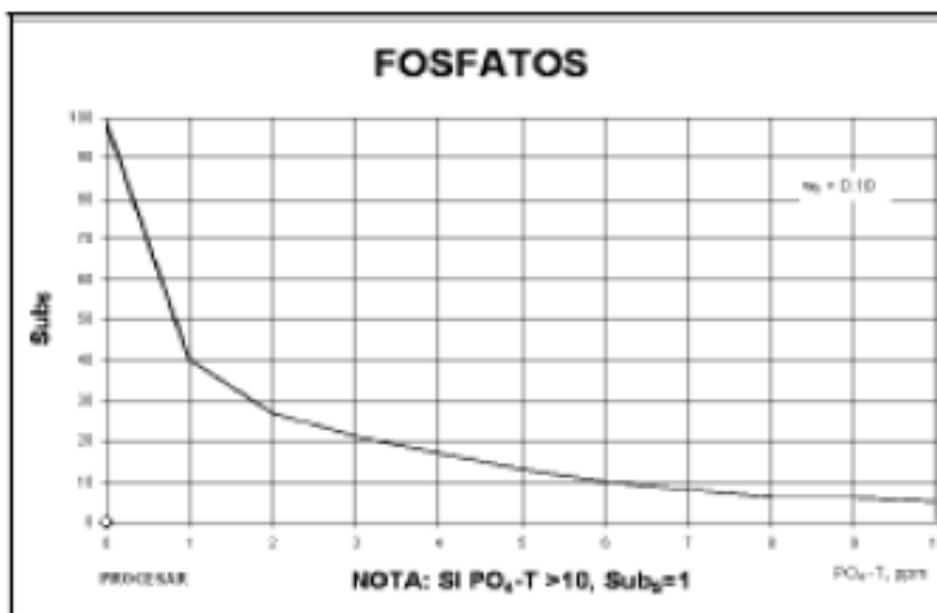
Anexo 29. Curva de valoración para DOB_5 ICA-SALVADOR



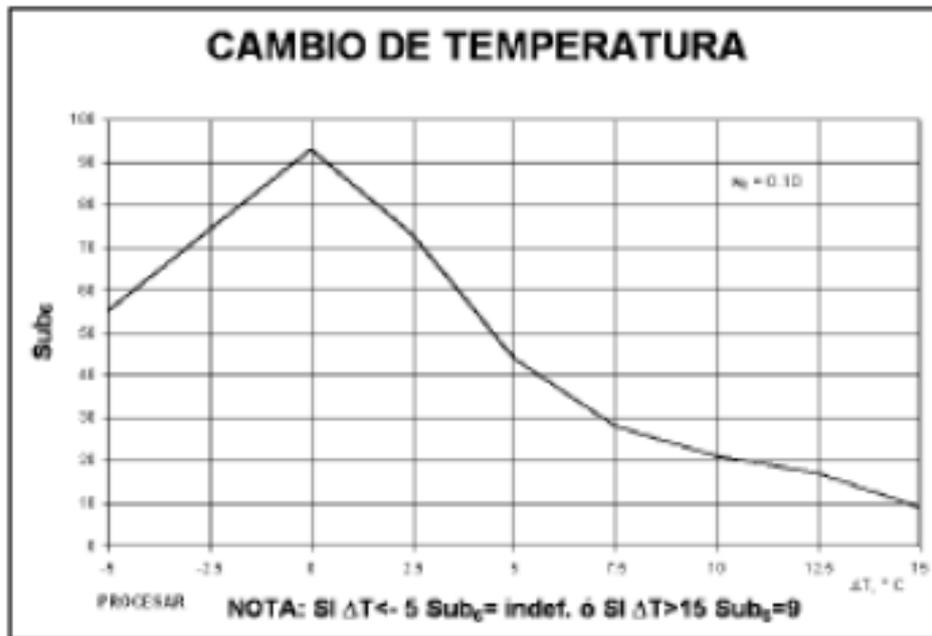
Anexo 30. Curva de valoración para Nitratos ICA-SALVADOR



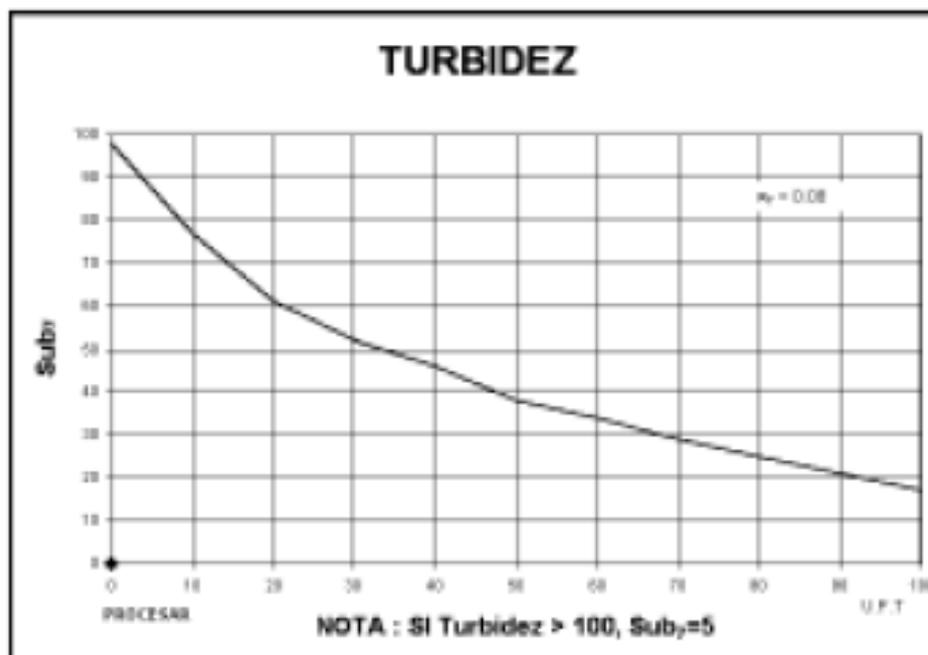
Anexo 31. Curva de valoración para Fosfatos ICA-SALVADOR



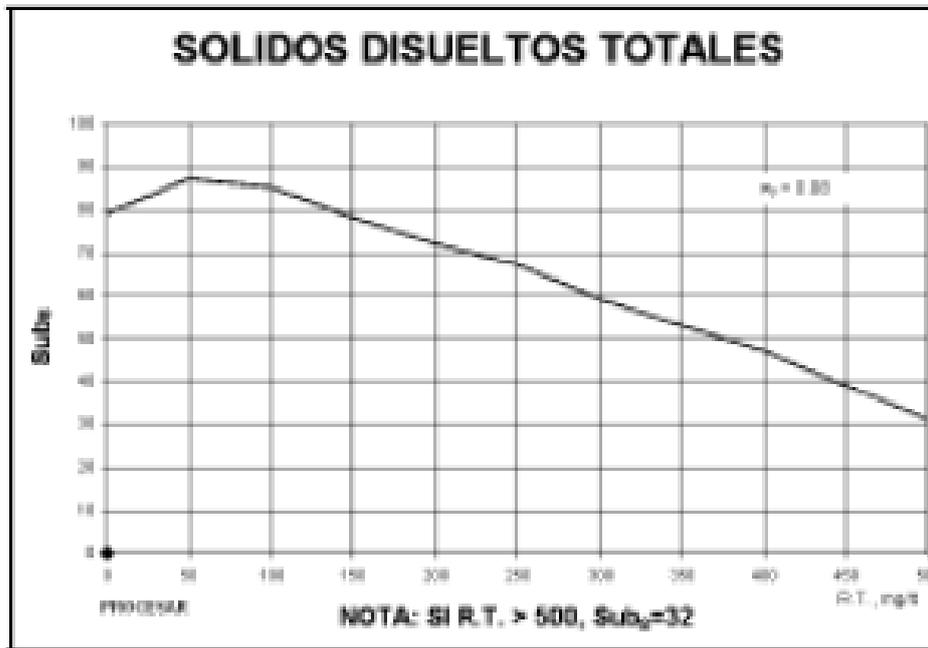
Anexo 32. Curva de valoración para cambio de Temperatura ICA-SALVADOR



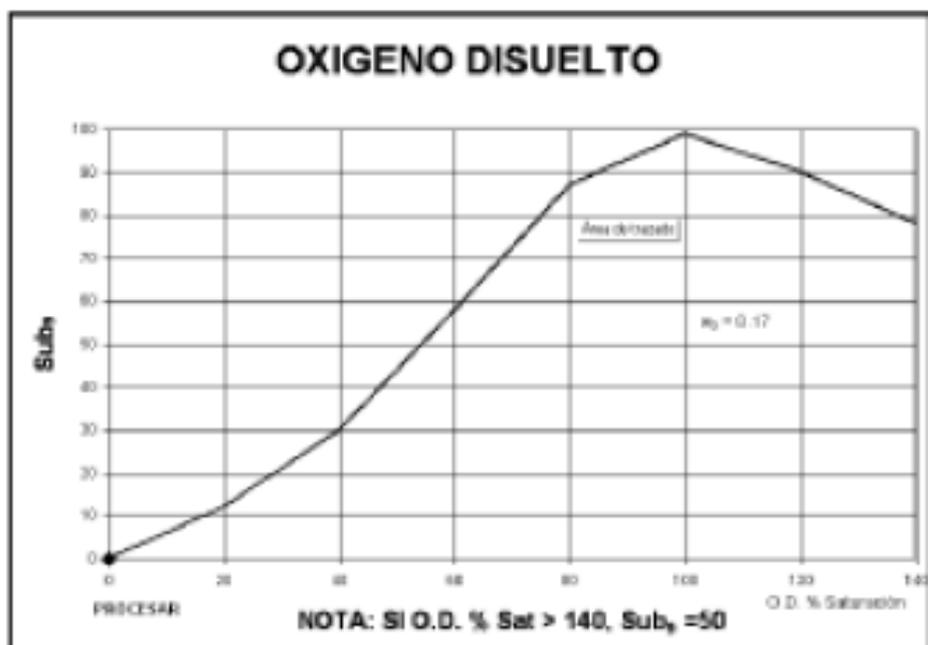
Anexo 33. Curva de valoración para turbidez ICA-SALVADOR

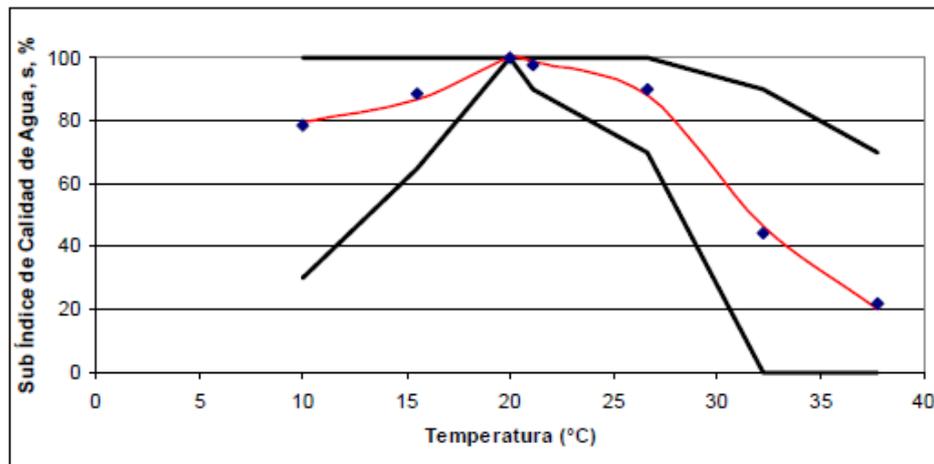
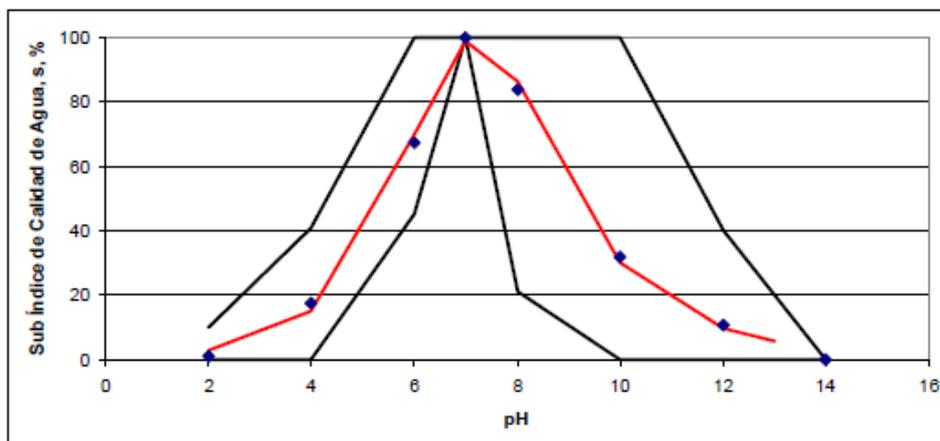


Anexo 34. Curva de valoración para Sólidos Disueltos Totales ICA-SALVADOR

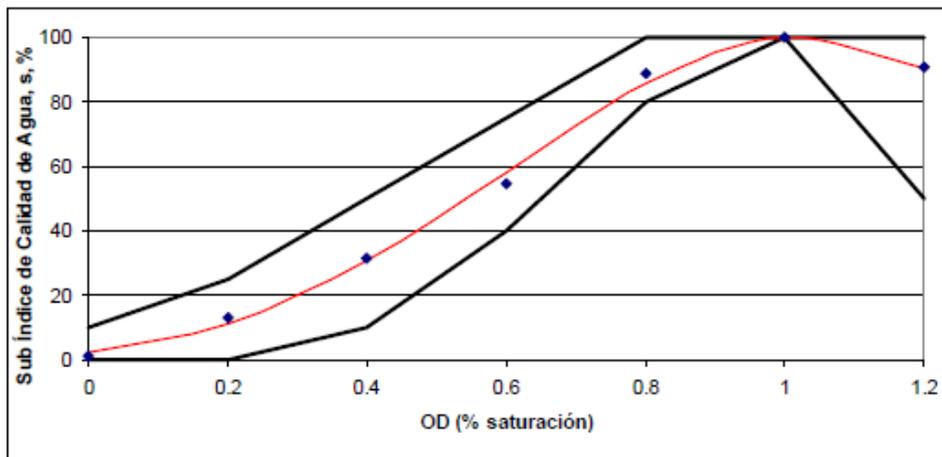


Anexo 35. Curva de valoración para Oxígeno Disuelto ICA-SALVADOR

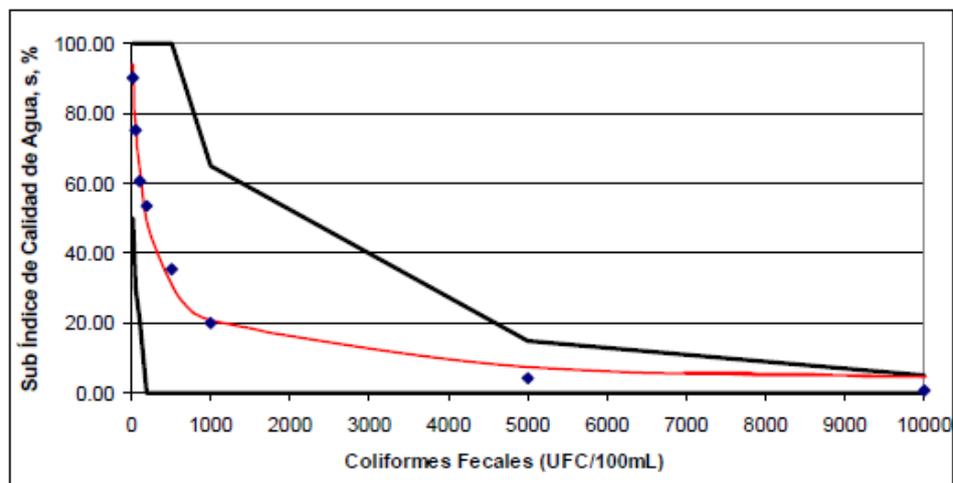


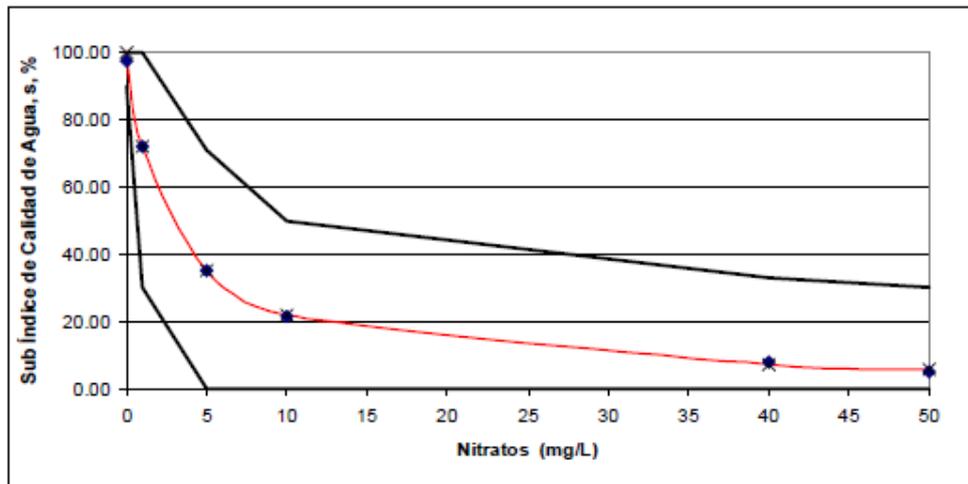
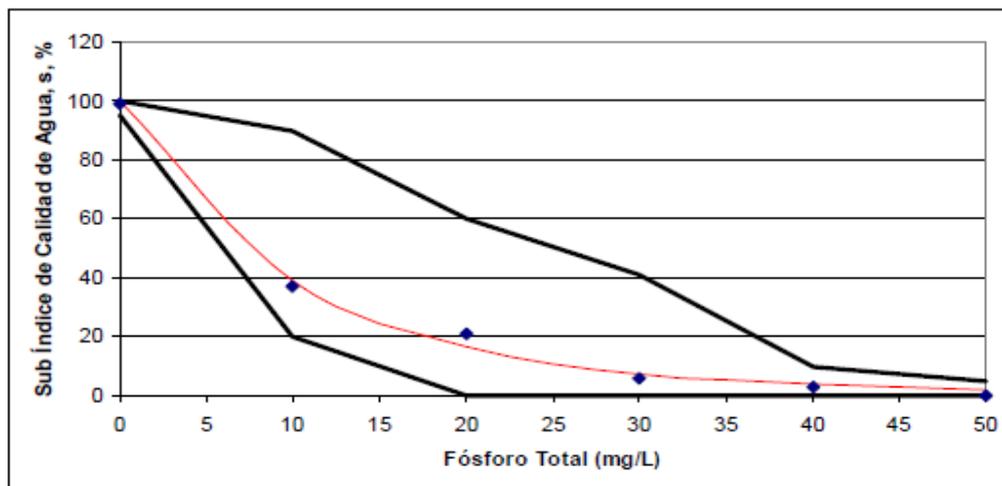
Anexo 36. Curva de valoración para Temperatura ICA-TORRES**Anexo 37. Curva de valoración para pH ICA-TORRES**

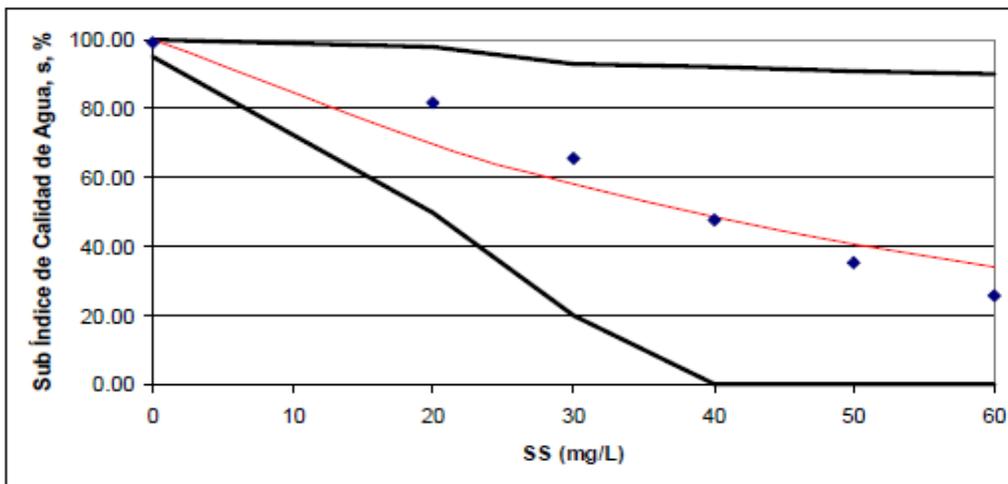
Anexo 38. Curva de valoración para Oxígeno Disuelto ICA-TORRES



Anexo 39. Curva de valoración para Coliformes Fecales ICA-TORRES



Anexo 40. Curva de valoración para Nitratos ICA-TORRES**Anexo 41. Curva de valoración para Fosfato Total ICA-TORRES**

Anexo 42. Curva de valoración para Sólidos Suspendidos ICA-TORRES

Anexo 43. Determinación del ICA-NSF a la muestra de agua subterránea

Con los resultados obtenidos del laboratorio, se procedió a buscar y reemplazar los datos de la ecuación; se buscó los subíndices (sub_i) en las curvas de valoración (Anexos 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26), luego esos valores se multiplicó por el factor de ponderación (w_i) correspondiente a cada parámetro, por último se sumó todos los valores.

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (sub_i * w_i)$$

Parámetros	Resultados de laboratorio	Unidades	Valores de las curvas (sub_i)	w_i	$(sub_i * w_i)$
Oxígeno disuelto	8	% sat	53	* 0,17	= 9,01
Coliformes fecales	1300	NMP/100ml	20	* 0,16	= 3,2
pH	8,22	unidades	80	* 0,11	= 8,8
DBO ₅	5	mg/dm ³	55	* 0,11	= 6,05
Nitratos	0,11	mg/dm ³	98	* 0,1	= 9,8
Fosfatos	1,6	mg/dm ³	32	* 0,1	= 3,2
Temperatura	26	°C	17	* 0,1	= 1,7
Turbidez	3	NTU	93	* 0,08	= 7,44
Sólidos totales	510	Ppm	20	* 0,07	= 1,4

$$\sum (sub_i * w_i) = 50,6\%$$

El mismo proceso se realizó para determinar el ICA-NSF a la muestra de agua de río y potable.

Anexo 44. Determinación del ICA-SALVADOR a la muestra de agua potable

Con los resultados obtenidos del laboratorio se procedió a buscar y reemplazar los datos de la ecuación; se buscó los subíndices (sub_i) en las curvas de valoración (Anexos 27, 28, 29, 30, 32, 32, 33, 34 y 35), estos valores se los elevó al factor de ponderación (w_i) correspondiente a cada parámetro, por último se multiplicó todos los valores.

$$ICA_m = \prod_{i=1}^n (sub_i^{w_i})$$

Parámetros	Resultados de laboratorio	Unidades	Valores de las curvas (sub_i)	w_i	$(sub_i^{w_i})$
COLIFORMES FECALES	0	NMP/100ml	98	^ 0,15	= 1,99
pH	6,76	Unidades	75	^ 0,12	= 1,68
DBO ₅	8	mg/dm ³	40	^ 0,1	= 1,45
Nitratos	0,34	mg/dm ³	85	^ 0,1	= 1,56
Fosfatos	3,3	mg/dm ³	21	^ 0,1	= 1,36
Temperatura	25,9	°C	67,9	^ 0,1	= 1,52
Turbidez	0	FAU	98	^ 0,08	= 1,44
Sólidos disueltos totales	530	Ppm	32	^ 0,08	= 1,32
Oxígeno disuelto	8	% sat	60	^ 0,17	= 2,01

$$\prod (sub_i^{w_i}) = 59,46\%$$

El mismo proceso se realizó para determinar el ICA-SALVADOR a la muestra de agua de río y subterránea.

Anexo 45. Determinación del ICA-TORRES a la muestra de agua de río

Con los resultados obtenidos del laboratorio se procedió a buscar y reemplazar los datos de la ecuación; se buscó los subíndices de calidad (S_i) en las curvas de valoración (Anexos 36, 37, 38, 39, 40 y 41), este se lo elevó a -2,5 sumando después todos los valores; el resultado una vez que se reemplazó los datos de la fórmula se lo eleva a -0,4, finalmente se lo multiplica por 100.

$$ICA = \left(1 - N + \sum_{i=1}^N S_i^{-2.5} \right)^{-0.4}$$

Parámetros (N)	Resultados de laboratorio	Unidades	Valores de las curvas (S_i)				
Temperatura	25,9	°C	0,91	^	-2,5	=	1,27
pH	8,19	unidades	0,83	^	-2,5	=	1,59
Oxígeno disuelto	8	% sat	0,9	^	-2,5	=	1,30
Coliformes fecales	460	UFC/100ml	0,39	^	-2,5	=	10,53
Nitratos	0,25	mg/dm ³	0,55	^	-2,5	=	4,46
Fósforo	1,6	Mg/dm ³	0,9	^	-2,5	=	1,30
DBO ₅	6	mg/dm ³	0,3	^	-2,5	=	20,29
Sólidos suspendidos	58	Ppm	0,37	^	-2,5	=	12,01

$$\sum S_i^{-2.5} = 52,74$$

$$ICA = \left(1 - N + \sum_{i=1}^N S_i^{-2.5} \right)^{-0.4}$$

$$ICA = 1 - 8 + 52,74 = 45,74$$

$$45,74^{-0.4} = 0,22$$

$$0,22 * 100 = 22\%$$

El mismo proceso se realizó para determinar el ICA-TORRES a la muestra de agua subterránea y potable.

Anexo 46. Encuesta aplicada a profesiones y granjeros

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ.
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**



Validación de índices de calidad del agua para el uso en ganado aviar en la provincia de Manabí

Objetivo: La información será utilizada para un trabajo de tesis de grado, a cada pregunta responder correctamente.

1.- APELLIDOS Y NOMBRES	
2.- PROFESIÓN	
3. - ¿DESDE HACE CUÁNTO TIEMPO TRABAJA CON GANADOS AVIAR?	
¿CUALES SON LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA QUE CONSUME SU GANADO?	
¿CUAL ES LA CANTIDAD DE AGUA QUE LE DA DE CONSUMIR A SU GANADO A DIARIO?	
¿CONOCE UD LA CALIDAD DE AGUA QUE LE DA DE CONSUMIR A SU GANADO?	
¿CUALES SON LAS ENFERMEDADES QUE PRESENTA GENERALMENTE SU GANADO DEBIDO AL CONSUMO DE AGUA?	
¿CUÁL DE ESTAS ENFERMEDADES SON COMUNES EN SU GRANJA?	

Seleccione las enfermedades más comunes que según su criterio son causadas por el consumo de agua

COMPLEJO RESPIRATORIO AVIAR	
(ENFERMEDADES RESPIRATORIAS)	
NEW CASTLE	

BRONQUITIS AVIAR	
ENFERMEDAD DE GUMBORO	
INFLUENZA AVIAR	
ENCEFALOMIELITIS AVIAR	
LARINGOTRAQUEITIS	
ASCITIS	
PESTE	
PARASITARIAS (ASCARIDIA, HETERAKIS, CAPILARIA, RALLETINA,)	

Anexo 47. Encuestando a un profesional



Anexo 48. Encuestando a un galponero



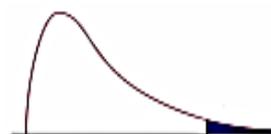
Anexo 49. Tabla Fisher

Distribución F 0.05

En las columnas se encuentran los valores F que corresponden al área 0.05 a la derecha

En las columnas se encuentran los grados de libertad del numerador

En los renglones se encuentran los grados de libertad del denominador.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35

Para calcular el valor F en excel, se utiliza la función de la distribución F inversa

=distr.f.inv(0.05; gl num; gl den)

© Ing. Jesús Alberto Mellado Bosque