UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO PARA ANIMALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, 2024

Tesis

Para obtener el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

RAUL ORLANDO HUAMANLAZO GUERRERO

Tingo María – Perú

Marzo 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María- Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°122-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 04 de julio de 2025, a horas 04:30 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

"CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO PARA ANIMALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, 2024"

Presentado por el Bachiller: **HUAMANLAZO GUERRERO, RAUL ORLANDO** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **"MUY BUENA".**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 10 de noviembre de 2025

Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ
PRESIDENTE

Mcblgo. MSc. LUIS ALBERTO SANCHEZ ROMERO
MIEMBRO

Ing. MSc. PATRICIA PILAR ROMERO USHUÑAHUA
MIEMBRO

Blgo. MSc. CESAR AUGUSTO GOZME SULCA
ASESOR

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 416 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO PARA ANIMALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, 2024	RAUL ORLANDO HUAMANLAZO GUERRERO	09 % Nueve	0 % Cero

Tingo María, 16 de diciembre de 2025.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO
ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO PARA ANIMALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, 2024

Autor	:	Raul Orlando Huamanlazo Guerrero
Asesor	:	Blgo. M.Sc. Cesar Augusto Gozme Sulca
Programa de investigación	:	Gestión Ambiental
Línea de investigación	:	Gestión de la contaminación.
Eje temático	:	Gestión de la contaminación.
Lugar	:	Granja de la Universidad Nacional Agraria de la Selva
Duración	:	6 meses
Financiamiento	:	S/.12,518.00

Tingo Maria – Perú

Marzo 2025

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, acompañado a lo largo de mi trayectoria en mi carrera universitaria, por ser mi guía en mi camino y por brindarme sabiduría y fortaleza para alcanzar mis objetivos.

A mis queridos padres Raúl Huamanlazo y Pilar Guerrero, por su amor inquebrantable, sus sabios consejos, comprensión y la confianza depositada en mí, para lograr mi formación profesional.

A mi novia Yilssa Tamani, cuyo apoyo incondicional ha sido mi fortaleza en los momentos más desafiantes, por creer en mí y empujarme a alcanzar este logro, por estar siempre a mi lado animándome con palabras de aliento ante cualquier adversidad.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la valentía de seguir de pie a pesar de los obstáculos que se presentaron.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la facultad de Recursos Naturales Renovables a todo el plantel de docentes de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental que ha contribuido en mi formación profesional.

A mi asesor Blgo. MSc. César Augusto Gozme Sulca, por su colaboración en el asesoramiento para poder realizar la presente investigación.

A mis hermanos Lhorely y Antony Huamanlazo por las risas compartidas y por enseñarme, sin querer, el verdadero significado de la familia. Esta meta también es suya.

A mi querida tía América Guerrero, que partió antes de ver este sueño cumplido, pero cuya voz sigue viva en mi memoria. Esta tesis es un homenaje a tu amor y tiempo brindado cuando era pequeño.

A mi amiga Barbara López, por apoyarme en este proceso.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Objetivo general 1
1.2. Objetivos específicos 1
II. REVISIÓN DE LITERATURA 2
2.1. Antecedentes 2
2.2. Agua Superficial 5
2.2.1. Calidad de agua superficial 5
2.3. Agua para animales 5
2.4. Contaminación del agua 6
2.4.1. Fuentes de contaminantes del agua 6
2.5. Parámetros fisicoquímicos del agua 6
2.5.1. Conductividad 6
2.5.2. Demanda Bioquímica de Oxigeno 7
2.5.3. Demanda Química de Oxigeno 7
2.5.4. Oxígeno Disuelto 7
2.5.5. pH 7
2.5.6. Nitrato y nitritos 7
2.5.7. Sulfatos 8
2.5.8. Fosfatos 8
2.5.9. Turbidez 8
2.6. Microorganismos en el agua 8
2.6.1. Coliformes termotolerantes 9
2.7. Estándares de Calidad Ambiental 9
2.8. Índice de Calidad del Agua 10
2.8.1. Índice ICA-NSF 10
III. MATERIALES Y METODOS 11
3.1. Lugar de ejecución 11
3.1.1. Ubicación política y geográfica 11
3.2. Materiales y Métodos 12
3.2.1. Materiales y Equipos 12
3.2.2. Métodos 12
3.3. Planteamiento de las variables 13
3.3.1. Variables en estudio 13

3.3.2. Diseño de investigación 13
3.3.3. Análisis estadístico 13
3.4. Metodología 14
3.4.1. Determinación de las condiciones fisicoquímicas en grifos y bebederos 14
3.4.2. Determinación de microorganismos presentes en el agua 14
3.4.3. Ponderación con el ECA e ICA 15
IV. RESULTADOS Y DISCUSION 17
4.1. Determinación de las Condiciones fisicoquímicas en grifos y bebederos de abastecimiento de agua. 17
V. CONCLUSIONES 30
VI. PROPUESTAS A FUTURO 31
VII. REFERENCIAS 32
VIII. ANEXOS 36

ÍNDICE DE TABLAS

Página

1. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo.89 12
2. Parámetros fisicoquímicos evaluados 14
3. Parámetros microbiológicos 14
4. Parámetros que se evaluaron para el comparativo con el ECA - Agua 15
5. Parámetros para la determinación de la calidad de agua con el software ICATest v1.0 16
6. Valores promedio de las condiciones fisicoquímicas de los puntos de muestreo. 17
7. ANOVA para DQO por puntos monitoreados. 18
8. Comparación múltiple de Duncan para DQO en los puntos monitoreados. 19
9. Valores Promedio de conteo de microorganismos en los cinco puntos de muestreo. 19
10. Valores promedio del índice NSF para la granja de la UNAS. 29
11. -Valores obtenidos en el punto 1- Captación, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación 37
12. -Valores obtenidos en el punto 2- Cuyes, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación 37
13. -Valores obtenidos en el punto 3- Pollos, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación 37
14. -Valores obtenidos en el punto 4- Vacas, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación 38
15. -Valores obtenidos en el punto 5- Cerdos, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación 38
16. ANOVA para Nitrato +Nitrito por puntos monitoreados. 39
17. ANOVA para pH por puntos monitoreados. 39
18. ANOVA para Conductividad por puntos monitoreados. 39
19. ANOVA para DBO5 por puntos monitoreados. 39
20. ANOVA para Oxígeno Disuelto por puntos monitoreados. 39
21. ANOVA para Sulfatos por puntos monitoreados. 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Página

1. Mapa de ubicación del laboratorio de Calidad de Agua 11
2. Mapa de ubicación del laboratorio de Calidad de Agua 13
3. Escala de valoración del índice NSF. 16
4. Estimación de la conductividad en los 5 puntos evaluado en época de estiaje. 20
5. Estimación de la DBO5 en los 5 puntos evaluado en época de estiaje. 20
6. Estimación de la DQO en los 5 puntos evaluado en época de estiaje. 21
7. Estimación de nitratos más nitritos en los 5 puntos evaluados. 22
8. Estimación de nitritos en los 5 puntos evaluado en época de estiaje. 22
9. Estimación de OD en los 5 puntos evaluado en época de estiaje. 23
10. Estimación del pH en los 5 puntos evaluado en época de estiaje. 24
11. Estimación de Sulfatos en los cinco puntos evaluados. 25
12. Cálculo del índice NSF en el Punto 1 Captación 26
13. Cálculo del índice NSF en el Punto 2 Cuyes 26
14. Cálculo del índice NSF en el Punto 3 Pollos 27
15. Cálculo del índice NSF en el Punto 4 Vacas 27
16. Cálculo del índice NSF en el Punto 5 Cerdos 28
17.Toma de punto, toma de muestras y análisis in situ de parámetros en el punto1 Captación 40
18. Toma de punto, toma de muestras para análisis de parámetros del estudio, en el punto 2, corral de cuyes. 40
19. Toma de muestras para análisis de parámetros del estudio, en el punto 3, corral de pollos. 41
20. Toma de punto y toma de muestras para análisis de parámetros del estudio, en el punto 4, corral de vacas. 41
21. Toma de punto y toma de muestras para análisis de parámetros del estudio, en el punto 5, corral de cerdos. 42
22. Determinación de nitratos y nitritos en las muestras de agua. 42
23. Determinación de nitratos y nitritos en las muestras de agua. 43
24. Determinación del Demanda Química de Oxígeno en las muestras de agua con el HACH DR900. 43

25. Preparación y siembra para análisis microbiológico de coliformes termotolerantes en las muestras de agua. 44
26. Incubación de las muestras para determinación de crecimiento microbiológico de las muestras de agua. 44
27. Resultados negativos de presencia de coliformes termotolerantes en todos los puntos evaluados. 45
28. Determinación de sulfatos en las muestras de agua. 45
29. Determinación de fosfatos en las muestras de agua. 46
30. Determinación de turbidez en el agua con el equipo HACH TL 2300. 46
31. Preparación de muestras de agua para análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno. 47
32. Configuración e incubación con el equipo de Oxitop por 5 días para la determinación de DBO de las muestras de agua. 47

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua para consumo animal en la UNAS. Se tomaron 5 puntos de muestreo (captura, cuyes, pollos, vacas y cerdos), se realizó en los meses de setiembre, octubre y noviembre del año 2024. Se evaluaron los parámetros conductividad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, pH, sulfatos, nitritos, nitratos, temperatura, fosfatos y turbidez. Para el criterio de coliformes termotolerantes los valores fueron de 0 NMP/100ml durante el periodo monitoreado. Los valores obtenidos de los parámetros se compararon con la normativa peruana ECA para agua (D: S. N° 004-2017-MINAM), la mayoría cumplió con los límites máximos de la categoría 3: D2 agua de bebida animal; Excepto en el sitio de conejillos de indias, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) promedió 55,85 mg/L, superando el límite máximo de 40 mg/L, lo que podría indicar contaminación por compuestos químicos u orgánicos, o una limpieza inadecuada del bebedero en este sitio. Se obtuvo un Índice de Calidad del Agua (ICA) Bueno, con un valor promedio de 82,32, según el índice estadounidense NSF.

Palabras clave: Calidad del agua; consumo animal; índice de calidad; granja; bebederos

ABSTRACT

The present investigation aimed to determine the quality of water for animal consumption at UNAS. 5 sampling points were taken (capture, guinea pigs, chickens, cows and pigs), carried out in the months of September, October and November of the year 2024. The parameters conductivity, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, pH, sulfates, nitrites, nitrates, temperature, phosphates and turbidity were evaluated. For the thermotolerant coliform criterion, the values were 0 NMP / 100 ml during the monitored period. The values obtained from the parameters were compared with the Peruvian ECA regulations for water (D: S. No. 004-2017-MINAM), most complied with the maximum limits of category 3: D2 animal drinking water; Except at the guinea pig site, the Chemical Oxygen Demand (COD) averaged 55.85 mg/L, exceeding the maximum limit of 40 mg/L, which could indicate contamination by chemical or organic compounds, or inadequate cleaning of the drinking fountain at this site. A Good Water Quality Index (WQI) was obtained, with an average value of 82.32, according to the American NSF index.

Keywords: Water quality; animal consumption; quality index; farm; water troughs

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un componente fundamental para el funcionamiento del ambiente y de los seres vivos. Es esencial en procesos vitales como la digestión, absorción de nutrientes, eliminación de desechos y también ayuda a mantener la temperatura corporal y es utilizada para actividades humanas como: la agricultura, la industria y uso doméstico; lo cual genera contaminación. Una calidad buena del agua no sólo es indispensable para el consumo humano, sino también para los animales lo que influye en indicadores productivos (crecimiento, engorde o lactancia), reproductivos e incluso la muerte.

El requerimiento de agua varía según la categoría de los animales, tipo de alimentación, clima y otros factores. En Perú existe una normativa en la cual establece los estándares de Calidad Ambiental para agua (D.S Nº 004-2017-MINAM), en la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales se establecen parámetros mínimos que debe tener el agua para este fin.

Dentro de la Universidad Nacional Agraria de la Selva existen sistemas de crianza animal (vacunos, aves de corral, porcinos, cuyidos, entre otros), a la fecha, no se han realizo estudios que conecten la calidad del agua con la productividad, ni que analicen de qué nmmanera repercute en la calidad de vida de las personas. Esta investigación busca generar datos sobre la calidad de agua destinada al consumo animal, el cual puede ser usado para mejorar su calidad y minimizar riesgos a la salud pública y animal.

Por lo anteriormente mencionado surge la interrogante; ¿Cuál será la calidad del agua que consumen los animales de la UNAS?, teniendo como hipótesis de que: La calidad del agua de consumo para animales en la UNAS es buena.

1.1. Objetivo general

- Determinar la calidad del agua utilizada que consumen los animales en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2024.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar las condiciones fisicoquímicas en grifos y bebederos de abastecimiento de agua para consumo de animales en la UNAS.
- Determinar los microorganismos presentes en el agua para consumo de animales en la UNAS.
- Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo animal
- en la UNAS con la ponderación de las ECAS e ICA para agua.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Boglione et al. (2025), en su investigación determino la calidad del agua para ganado obtuvo los siguientes resultados: pH promedio de 7.7 dentro de los límites, pero un 8% del valor del pH sobrepasa el valor máximo (ocasiona indigestión, diarrea y afectan productividad). Para solidos disueltos totales valor promedio de 2108 mg/L, pero un 13.3% de las muestras supera el valor máximo (influye alimentación, crecimiento y producción). Para sulfatos el promedio es 482.6 mg/L, un 22.7% de los pozos presenta valores mayores a 1000 mg/L (efecto laxante y disminuye la producción láctea). El nitrato promedio es 110.6 mg/L, pero un 53.3% supera el valor máximo (disminuye la producción láctea y provoca abortos). El arsénico promedio es 0.07 mg/L, pero un 54.7% presenta concentraciones superiores a 0.05 mg/L. Concluyo que el Índice de la Calidad del Agua en un 27% es de muy buena calidad, un 52 % es de buena calidad y el 21 % tienen una calidad pobre (elevado contenido de sulfatos), la calidad de agua para ganados impacta en su salud, reproducción y productividad.

Asimismo, Pedraza, L, et al, (2022), evaluaron la calidad y seguridad destinada al consumo de animales de abasto, con el fin de identificar las condiciones sanitarias de los predios en dos municipios. En Granada, el pH del agua utilizada en los sistemas de producción oscilo entre 6,0-7,2 en Granada, mientras que en el Dorado se ubicó entre7,2-7,6 en El Dorado. En cuanto a los niveles de nitratos y nitritos, todos los resultados están dentro de los rangos normales. La presencia de bacterias coliformes totales y fecales fue detectada en el 100 % de las muestras analizadas. En El Dorado, el 58 % de los predios registraron concentraciones de microorganismos mesófilos aerobios iguales o superiores a 48.000 ufc/100 mL, en tanto que en Granada los valores más altos se situaron entre 100 y 1.000 ufc/100 mL. Todos los sistemas de producción animal presentaron contaminación por coliformes fecales en el agua destinada al consumo, representando un riesgo sanitario tanto para los animales como para los seres humanos debido a la posible transmisión de enfermedades hídricas.

En la evaluación del efecto de la desinfección del agua potable (cloración: NaClO 15%) y el acondicionamiento (acidificación: H 3 PO 4 diluido 1:5 en agua) sobre la calidad del agua, el consumo de agua y alimento, la digestibilidad total aparente del tracto y sus posibles efectos peligrosos en toros Holstein (24) alimentados con dietas altas en concentrados. El estudio completo duró 210 días. Se midieron condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua, así como el consumo hídrico y alimenticio, los parámetros sanguíneos hematológicos y bioquímicos y la digestibilidad total aparente del tracto; los datos se analizaron mediante un

modelo de efectos mixtos. Después de las evaluaciones y resultados del estudio, se concluyó que, la desinfección y el acondicionamiento del agua de bebida mejora su calidad sin efectos perjudiciales sobre el consumo de agua y alimento, la digestibilidad ruminal y la salud del ganado lechero. Además, el tratamiento del agua de bebida con cloración y acidificación mejora el rendimiento y la calidad de la canal de los toros de engorde (Llonch, et al, 2022).

Del mismo modo Wagner & Engle (2021), llegan a la conclusión que suministrar agua segura para beber al ganado, es imperativo para optimizar la salud animal y la eficiencia de la producción. El análisis rutinario del agua junto con el análisis del alimento es fundamental para asegurar una gestión eficaz de su calidad. Cuando los contaminantes del agua exceden las concentraciones máximas tolerables, puede ser beneficioso mezclar agua de varias fuentes para reducir el efecto de los contaminantes o reducir la concentración dietética del contaminante.

Tapia, et al. (2017), llevaron a cabo una evaluación del estado de las fuentes de agua destinadas al consumo humano y a actividades productivas en Argentina. Para ello, se realizaron análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en cinco fuentes: cuatro subterráneas (tres perforaciones y un pozo balde) y una superficial. Los resultados indicaron que, mediante un manejo adecuado, el pozo balde puede ser utilizado para el consumo animal. Asimismo, el agua del río San Juan es apta para riego y abrevar ganado, aunque su uso para consumo humano requiere un análisis bacteriológico más profundo. Por su parte, el agua distribuida por el municipio cumple con los requisitos para riego, consumo humano y animal; sin embargo, su disponibilidad es limitada. Los valores obtenidos de las muestras se compararon con el Código Alimentario Argentino (CAA).

En un estudio de evaluación de carga microbiana de agua potable Kamphues y Ratert (2014), concluyen que ésta depende de diferentes factores. Los tipos de bebederos, así como la gestión del sistema tienen una influencia principal en la calidad del agua. Si se evalúa la calidad del agua, el procedimiento de muestreo debe ser adecuado para evitar resultados erróneos. A menudo se producen cargas microbianas más elevadas debido a la contaminación en el establo (productos animales, piensos, material de cama). La calidad del agua es de especial interés para los veterinarios, por ejemplo, debido a los posibles efectos sobre las vacunas o medicamentos aplicados, pero también por su posible papel en la propagación de infecciones.

En la determinación de la calidad del agua para consumo de ovinos y alpacas, Espinoza, 2023 obtuvo como resultados, comparados con la normativa del MINAM, los índices de calidad

para la Temperatura, turbidez, pH son buenos en las tres fuentes identificadas. Para la conductividad el índice de calidad es pobre, el índice para los sólidos totales disueltos y la salinidad es regular. En cuanto al parámetro microbiológico, el agua tiene condiciones para el desarrollo de bacterias tipo coliformes.

Paredes (2023), evaluó parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del rio para riego y bebida de animales en Yunguyo, obteniendo los siguientes resultados promedios: Conductividad 144.8 uS/cm, pH 7.3, cloruro 34.22 mg/L, sulfatos 94.74 mg/L, bicarbonatos 19.88 mg/L, nitratos 56.82 mg/L, DBO5 12.60 mg/L, DQO 40 mg/L, aceites y grasas 4 mg/L, los cuales cumplen con el ECA vigente. Los valores que exceden los límites establecidos por el ECA son: Oxígeno Disuelto 3.86 mg/L está por debajo del límite que es mayor a 5 mg/L y los coliformes termotolerantes 12700.6 NMP/100 ml sobrepasando el límite de 1000 NMP/100 ml. Concluyó que la calidad del agua del río Choquechaca no es adecuada para el riego de cultivos ni para el consumo animal, debido al elevado nivel de contaminación presente en sus aguas por tener el OD muy bajo y un valor alto de coliformes termotolerantes.

En su estudio evaluó la eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes en la planta de tratamiento de agua potable Santa Rosa, ubicada en Chota, reveló que en las 10 muestras analizadas se detectó la presencia de coliformes termotolerantes en el agua sin tratar, después de administración del desinfectante (hipoclorito de calcio); se logró eliminar totalmente los coliformes termolorentes (0 UFC/100ml), lo cual demuestra la eficiencia del 100% del proceso de cloración (Gonzales 2021).

En el departamento de Lima, Santa Cruz (2021) realizó una evaluación de la calidad fisicoquímica del agua destinada al consumo de bovinos en establos lecheros. Los resultados mostraron valores promedio de pH de 7,22; sólidos disueltos totales de 814,44 mg/L; fluoruros de 0,86 mg/L; sulfatos de 399,15 mg/L; nitratos de 43,27 mg/L; nitritos de 3,07 mg/L y una dureza total de 537,11 mg $CaCO_3$/L. Concluyendo que el agua de los 3 establos evaluados cumple con la normativa peruana para calidad de agua de bebida animal.

Rowlands (2019), es su estudio: Se realizó la identificación de microorganismos totales, mesófilos, mohos y levaduras presentes en el agua de los bebederos de establos lecheros en el distrito de Lurín, encontrándose niveles de coliformes totales en las muestras analizadas. eran mayores a lo establecido a la normativa vigente, esto refleja un insuficiente conocimiento de la norma y de buenas prácticas de manejo por los productores y encargados. Se concluyó que el

agua contenida en los bebederos no cumplía con las condiciones necesarias para el consumo animal.

2.2. Agua Superficial

En nuestro planeta, la fuente primordial de agua dulce que empleamos proviene de dos fuentes principales. En primer lugar, tenemos las fuentes superficiales, las cuales no se infiltran en el suelo ni vuelven a la atmósfera mediante la evaporación. En lugar de ello, estas aguas se almacenan en diversas formaciones geográficas, tales como cuerpos de agua superficiales: ríos, lagos, lagunas y otros similares Por otro lado, también contamos con fuentes subterráneas que se encuentran en el nivel freático. Ambas fuentes de agua poseen un valor incalculable para la humanidad, ya que las utilizamos de manera cotidiana para diversas actividades esenciales y para asegurar nuestra supervivencia (Sánchez, 2006).

2.2.1. Calidad de agua superficial

Según el Diccionario de la Real Academia Española, la calidad se entiende como "la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo que permiten evaluar su valor". Esta definición presenta la calidad como un atributo distintivo que permite diferenciar a personas, productos o servicios (Miyahira, 2013).

La calidad del agua es un concepto complejo. Desde una perspectiva funcional, se refiere a la capacidad inherente del agua para satisfacer los distintos usos a los que se destina. En cambio, desde un enfoque ambiental, implica las condiciones necesarias que debe presentar para conservar el equilibrio de los ecosistemas o como el cumplimiento de un conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas un indicador de excelencia y un reflejo de cómo algo cumple con las expectativas y necesidades dentro de su categoría o frente a estándares establecidos (Ministerio de Medio Ambiente, 2000).

2.3. Agua para animales

El agua al igual que para el ser humano es importante para los animales Su disponibilidad y su calidad son esenciales para el crecimiento y desarrollo de los animales, lo cual se influye directamente en el éxito productivo. Para comprender plenamente su importancia, es suficiente considerar que el agua constituye el componente principal del organismo animal, representando entre el 50% y el 70% del peso corporal en adultos, y hasta un 90% en los ejemplares jóvenes, especialmente en el caso de los bovinos (Elika, 2017).

El agua es el nutriente esencial para el ganado, ya que participa en todos los procesos vitales, tales como el transporte de nutrientes y otras sustancias hacia y desde las células, la

digestión y el metabolismo de los alimentos, la eliminación de desechos (mediante orina, heces y respiración) y el exceso de calor corporal (a través del sudor), así como en el mantenimiento del equilibrio adecuado de fluidos e iones en el organismo (NRC, 2001). Además, puede actuar como vehículo de transmisión de microorganismos patógenos, lo que hace que su adecuado manejo y control en las explotaciones bovinas sea crucial para garantizar la salud animal (Elika, 2017).

2.4. Contaminación del agua

Ocurre cuando hay cambios físicos, químicos o biológicos en su calidad cuando se introduce alguna materia de procedencia dañina o contaminante (Cely, et al. 2023).

2.4.1. Fuentes de contaminantes del agua

2.4.1.1. Fuentes puntuales

Son fáciles de identificar por donde se encuentra la fuente (minas, refinerías o fabricas), descargan principalmente agentes químicos que alteran la composición del agua. La minería en el procesamiento de los minerales o la lixiviación descargan químicos al cuerpo de agua, las refinerías de petróleo, cuando hay derrames generan contaminación del agua y la fabricas descargan aguas residuales de diferentes procedencia y magnitudes (Cely, et al. 2023).

2.4.1.2. Fuentes difusas

La contaminación por fuentes difusas, son difícil de ser localizadas y de gran variedad, aquí están las descargan químicas de la ganadería y la agricultura (por el uso de fertilizantes, herbicidas, fungicidas, entre otros). Llegan a través de arroyos, canales o escorrentías a los cuerpos de agua y por filtración a las aguas subterráneas. En esta categoría también está incluida las descargas del sistema de alcantarillado (Cely, et al. 2023).

2.5. Parámetros fisicoquímicos del agua

Ciertos factores determinan las características físicas y químicas del agua. Entre ellos, los tres más significativos son el ambiente climático, el ambiente geológico y la influencia del ser humano, incluyendo la contaminación.

2.5.1. Conductividad

La conductividad eléctrica del agua es una propiedad que indica su capacidad para conducir la electricidad, y está directamente relacionada con la cantidad de ventas disueltas en ella. Su medición se expresa en microsiemens por centímetro (µS/cm) a una temperatura estándar de 25 °C (Solís, et al. 2018).

Valores elevados de conductividad en el agua indican la presencia de sales, la cual puede ser superior a los requerimientos para el consumo animal (Espinoza 2023).

2.5.2. Demanda Bioquímica de Oxigeno

Se define como la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para descomponer la materia orgánica presente en el agua, los niveles altos de DBO indican contaminación por materia orgánica en los cuerpos de agua, el cual ocasionaría la disminución del oxígeno disponible para organismos acuáticos, ocasionando muerte por asfixia (Instituto del agua, 2024).

2.5.3. Demanda Química de Oxigeno

Es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que es necesario para oxidar los compuestos orgánicos en el agua e indica la posible presencia de contaminantes químicos y orgánicos (Instituto del agua, 2024).

2.5.4. Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto disponible en el agua es el equilibrio continuo de procesos fisicoquímicos y biológicos. La disponibilidad adecuada de este parámetro hace posible la vida acuática, valores bajos de este parámetro indican contaminación del agua, lo que ocasionaría muerte peces y problemas en los sistemas de producción (Paredes, 2023).

2.5.5. pH

A fin de determinar las características cualitativas de un cuerpo de agua, se analiza un amplio conjunto de parámetros que permiten determinar su estado. Entre estos parámetros se encuentra el pH, que indica si una sustancia es ácida o básica. El rango de pH va de 0 a 14, donde 7 se considera neutral. Un valor por debajo de 7 indica acidez, mientras que un valor por encima de 7 indica basicidad. Se recomienda que el pH del agua esté entre 6.5 y 8.5 para un óptimo equilibrio (EPA, 2007).

2.5.6. Nitrato y nitritos

El nitrato y nitrito son parte del ciclo del nitrógeno, la descomposición de productos animales y vegetales, la presencia de algas en el agua, el uso de fertilizantes y abonos en los cultivos, influyen en la detección de compuestos nitrogenados (nitratos y nitritos) en el agua, aire y suelo. La contaminación del agua por nitratos suele originarse por escorrentía agrícolas o descargas de aguas residuales. En la naturaleza se encuentra nitrato y nitrito en rocas volcánicas e ígneas, también en pequeñas cantidades en las plantas (ATSDR, 2017).

Según la FAO (1985) y el D.S Nº004-2017-MIMAN, establecen directrices del nivel seguro de elementos inorgánicos tóxicos en el agua para consumo animal, ambos coinciden con el límite máximo para Nitrato + Nitrito (NO_3 -N + No_2 -N): 100.0 mg/L y de Nitrito (NO2 - N): 10.0 mg/L.

2.5.7. Sulfatos

El sulfato (SO4) está presente en prácticamente todas las aguas naturales y constituye uno de los principales solutos en el agua de lluvia. Cuando su concentración es alta en el agua potable, especialmente en combinación con calcio y magnesio, los elementos principales que determinan la dureza pueden generar ciertos efectos laxante. Las bacterias que intervienen en la transformación reductiva de compuestos sulfatados pueden producir gas de sulfuro de hidrógeno (H2S).

Las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecen un máximo de 500 mg/L de sulfato presente en el agua potable, mientras que las normativas de la Unión Europea, más actualizadas, detalladas y rigurosas, establecen un límite máximo de 250 mg/L para el agua destinada al consumo humano. Los sulfatos son más comunes en aguas subterráneas en zonas con geología rica en minerales sulfatados.

2.5.8. Fosfatos

El fosfato en el agua se forma del fosforo orgánico que existe como mineral, en solución como partículas, en fragmentos sueltos, el agua de lluvia puede contener fosfatos en distintas cantidades provenientes de la filtración de suelos agrícolas a cuerpos de agua aledaños (Bolaños Et al., 2017).

2.5.9. Turbidez

Es una medida que indica la cantidad de partículas suspendidas en el agua, como algas, sedimentos y materia orgánica, las cuales pueden hacer que el agua pierda claridad o transparencia. La turbidez es un indicativo de una probable contaminación microbiológica, Una elevada turbidez favorece la proliferación de bacterias, ya que los rayos UV no pueden actuar eficazmente (Conejeros, Etal. 2021).

2.6. Microorganismos en el agua

El agua, recurso vital para todos los animales, incluidos los seres humanos, suele ser un medio de transmisión de microorganismos entéricos. La contaminación fecal puede llegar de manera accidental a las fuentes de agua, siendo una de las vías más comunes la infiltración desde pozos ciegos hacia las napas subterráneas profundas.

2.6.1. Coliformes termotolerantes

El grupo de los coliformes está compuesto por ciertas especies que pueden encontrarse no solo en el intestino, sino también en otros ambientes como el suelo, el agua y el grano. La calidad del agua para el consumo humano es crucial en términos de salud pública, ya que puede servir como vehículo para la transmisión de microorganismos patógenos, responsables de enfermedades denominadas "de transmisión hídrica. Algunos ejemplos de estas enfermedades son salmonelosis (tifoidea y paratifoidea), shigelosis, cólera, hepatitis, entre otras, y todos estos microorganismos tienen un origen entérico (Refai, 1981).

Rowlands, E. (2019), en su revisión de literatura indica que, Para evaluar la calidad sanitaria del agua en bebederos, es fundamental realizar análisis microbiológicos que permitan detectar la presencia de microorganismos coliformes y otras bacterias indicadoras de contaminación., también indica que la limpieza adecuada, la infraestructura y el manejo integral de los establos, es indispensable, para la propagación o limitar el crecimiento de microorganismos.

2.7. Estándares de Calidad Ambiental

La determinación de la cantidad o concentración o de elementos, componentes o características físicas, químicas y biológicas en un efluente o una emisión se define como un estándar que, cuando se supera, puede ocasionar daños a la salud humana, al bienestar y al medio ambiente. El cumplimiento de este estándar es legalmente exigible por parte de la autoridad competente correspondiente. Dependiendo del parámetro específico en cuestión, la concentración o nivel puede expresarse en términos de valores máximos, mínimos o intervalos permitidos (Ley General del Ambiente - Ley N°28611).

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), definidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM), establecen los límites máximos permitidos de contaminantes en los diferentes componentes del entorno. Su objetivo es asegurar la preservación de la calidad ambiental a través de herramientas avanzadas de gestión y procesos de evaluación exhaustivos.

En el Perú está vigente el DECRETO SUPREMO N°004-2017-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, en la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales se encuentran los parámetros fisicoquímicos, orgánicos, inorgánico y microbiológicos y parasitológico.

2.8. Índice de Calidad del Agua

Es una expresión simple de una combinación de diferentes parámetros, Con el propósito de evaluar la calidad de un cuerpo de agua y comunicar los resultados obtenidos, puede ser representado por un número, color, rango o color de fácil interpretación. Las características de los índices son: resumen y simplifican datos complejos, se incluye para la toma de decisiones, son entendibles al publico en general, representa una parto o aspecto particular de un problema, deben ser interpretados con precaución y ser actualizados periódicamente.

2.8.1. Índice ICA-NSF

La metodología del índice estadounidense ICA-NSF se utiliza Con el propósito de evaluar la aptitud del agua de ríos para el consumo humano, usando la ponderación de los parámetros de coliformes fecales, solidos totales disueltos, pH, DBO, nitratos, Oxigeno Disuelto, fosfato, temperatura y turbidez (Robledo, 2023).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación fue desarrollada en 2 etapas, primero recolección de muestras (grifos y bebederos que abastecen de agua a los animales) en las instalaciones de la granja de zootecnia de la UNAS y una segunda etapa de laboratorio, donde las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Microbiología de la Facultad Natural de Recursos Naturales Renovables.

3.1.1. Ubicación política y geográfica

El laboratorio de microbiología y la granja zootécnica se encuentran ubicados en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, cual se encuentra localizada a 9º 17´ 08” de latitud Sur y 75º 59´ 52” de longitud Oeste a una altitud de 660 m.s.n.m y políticamente en la Región de Huánuco, provincia Leoncio Prado, distrito Rupa Rupa en el periodo de Setiembre - diciembre del 2024.

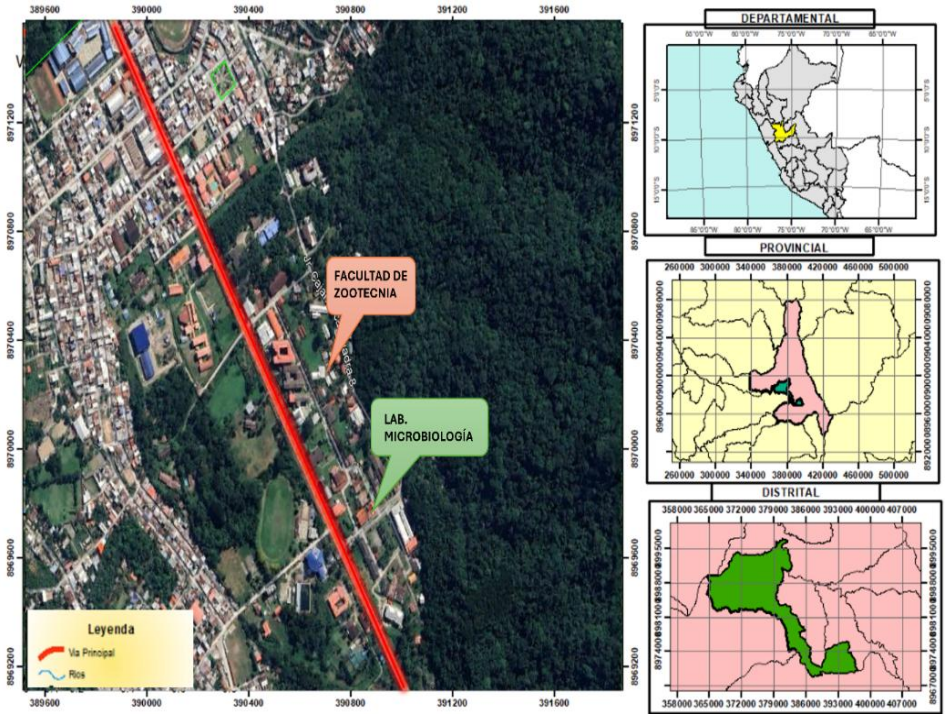


Figura 1. Mapa de ubicación del laboratorio de Calidad de Agua

La granja cuenta con diversos corrales de animales de pollos, vacuno, cerdos, cuyes, pavos y caprinos. Se tomaron 5 puntos de muestreo; que se indican en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Ubicación geográfica en coordenadas UTM de los sitios de muestreo".

Puntos	Descripción	WGS 1984 UTM Zona 18S		
		X	Y	Altitud
P1	Captación Naranjal	0390878	8970711	751
P2	Corral Cuyes	0390432	8970687	681
P3	Corral Pollos	0390519	8970627	678
P4	Corral Vacas	0390507	8970510	677
P5	Corral Cerdos	0390543	8970448	672

3.2. Materiales y Métodos

3.2.1. Materiales y Equipos

3.2.1.1. Materiales

Se utilizó guantes, mascarilla, botas de jebe, frascos de vidrio para las muestras de 500 ml, cuaderno de notas. Los materiales que se utilizó en el laboratorio vaso precipitado, matraces, tubo de ensayo, pipetas graduadas, gradillas y micropipetas.

3.2.1.2. Equipos

Se utilizo Turbidímetro 2100Q, Fotómetro de nitrato, Fotómetro de sulfato, fotómetro de fosfatos, multiparámetro, Colorímetro, autoclave, estufa, GPS, incubadora, oxitop y cámara fotográfica.

3.2.2. Métodos

3.2.2.1. Toma de muestra

Para la recolección de muestras se siguió el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales establecido por la ANA (2016). Los parámetros de campo, como oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura, se midieron directamente en el sitio. Por otro lado, para el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, las muestras fueron recogidas en frascos de vidrio. Las muestras fueron conservadas en cooler con refrigerantes a una temperatura de 5ºC para ser llevado al laboratorio donde se realizaron los parámetros restantes.

Con el GPS, se marcaron los seleccionados para la evaluación. El primer muestreo fue tomo el 12 de setiembre de 2024, el segundo el 16 de octubre del 2024 y el tercer muestreo el 16 de noviembre de 2024.

3.3. Planteamiento de las variables

3.3.1. Variables en estudio

El trabajo de investigación es descriptivo, la variable independiente es la red de distribución y la variable dependiente es la calidad de agua para consumo animal.

3.3.2. Diseño de investigación

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental o investigación descriptiva transeccional o transversal. Los tratamientos se presentan en el siguiente diagrama.

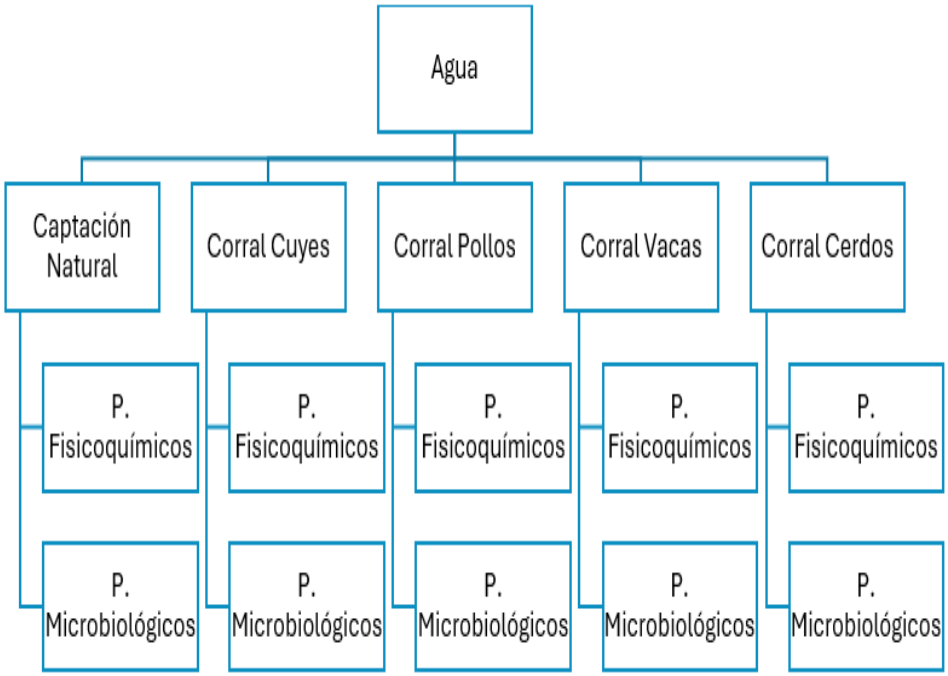


Figura 2. Esquema de diseño experimental

3.3.3. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron promediados y analizados estadísticamente, se evaluó el coeficiente de Variación (CV) para evaluar la variabilidad de los datos obtenidos. Un CV > 30%, indica que las mediciones son más consistentes y precisos.

Para determinar si existe diferencia significativa en los datos se realizó la prueba ANOVA y a los valores significativos se realizó la prueba multigrados de Duncan al 95% de confianza para un análisis comparativo entre los puntos evaluados.

3.4. Metodología

3.4.1. Determinación de las condiciones fisicoquímicas en grifos y bebederos

Se aplicaron los métodos descritos por la American Public Health Association; American Water Works Assotiation; Water Environment Federation (APHA-AWWA-WEF, 1989).

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos evaluados

Análisis	Parámetros	Método
Fisicoquímicos	Turbidez	2130 B Método nefelométrico
	Conductividad Eléctrica	2510 Conductividad
	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO)	5210 Requerimiento de Oxigeno Bioquímico
	Nitrato	4500- - NO Nitrógeno (Nitrato)
	Potencial de Hidrógeno (pH)	
	Oxígeno Disuelto (OD)	4500-O Oxigeno (Disuelto)
	Demanda Química de Oxigeno (DQO)	5220 Requerimiento De Oxígeno Químico
	Fosfato	4500- 2- SO4 Sulfato
	Temperatura	2550 Temperatura

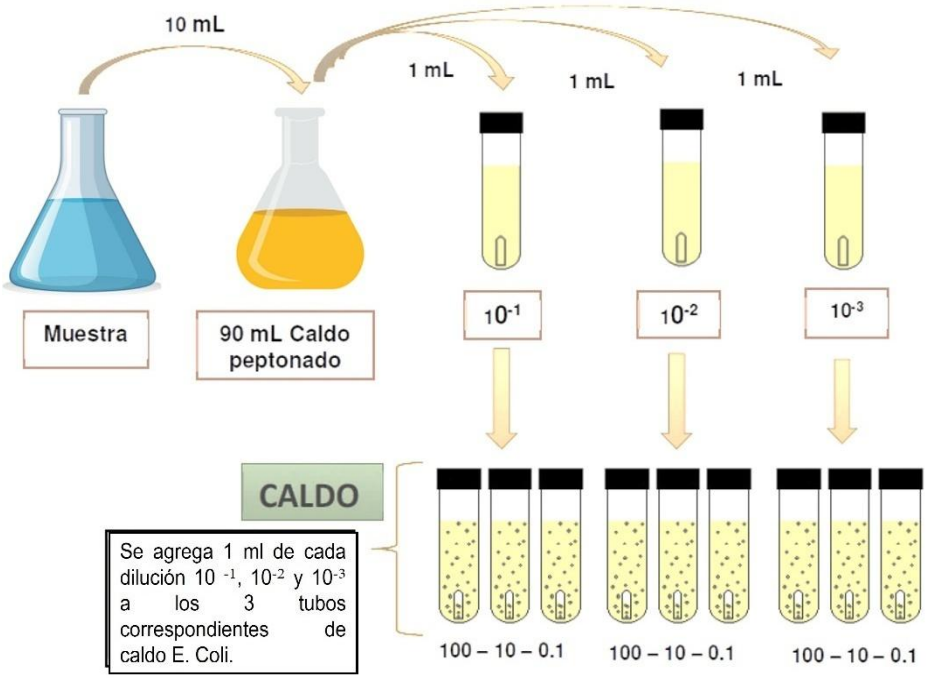
3.4.2. Determinación de microorganismos presentes en el agua

Se efectuó un análisis microbiológico con el objetivo de identificar la presencia de coliformes termotolerantes en el agua muestreada, se siguió el protocolo para determinación de coliformes termotolerantes del Laboratorio de microbiología (López, 2012).

Tabla 3. Criterios de análisis microbiológicos

Parámetros	Unidad de Medida	Método
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	Protocolo de practica NMP coliformes fecales, microbiología ambiental

A. Determinación de coliformes termotolerantes



B. Calculo

En muestras positivas se realizó el cálculo NMP/100mL:

$$\frac{NMP}{100\ mL}x = \frac{\text{indice NMP(tabla)} * \text{dilucion intermedia}}{100}$$

3.4.3. Ponderación con el ECA e ICA

Para el ECA: Se comparo los valores registrados para los parámetros con el Decreto Supremo N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, y se generó las tablas y gráficos de los valores resultantes (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros que se evaluaron para el comparativo con el ECA - Agua

Análisis	Parámetro	Unidad de medida	Limite
Físicos – Químicos	Conductividad	uS/cm	5 000
	DBO	mg/L	15
	DQO	mg/L	40
	Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2-N)	mg/L	100
	Nitritos (NO_2-N)	mg/L	100
	Oxígeno Disuelto	% Sat	≥ 5
	pH	unid	6.5 – 8.4
	Sulfatos	mg/L	1 000
	Cambio de Temperatura	ºC	Δ3
Microbiológico y parasitólogo	Coliformes fecales	Col/100mL	1 000

Para el ICA: para la valoración de la calidad de agua se utilizó el índice de La fundación Nacional de Saneamiento (NSF) de Estados Unidos, mediante el software ICATest v1.0 (Tabla 5).

Tabla 5. Parámetros para el análisis de la calidad del agua a través del software ICATest v1.0

Análisis	Parámetro	Unidad de medida
Físicos – Químicos	DBO	mg/L
	Oxígeno Disuelto	% Sat
	Nitratos	mg/L
	pH	unid
	Cambio de Temperatura	ºC
	Fosfato	mg/L
	Turbidez	NTU
	Solidos Totales	mg/L
Microbiológico y parasitólogo	Coliformes fecales	Col/100mL

Con los promedios A partir de la información recolectada, se estimó el Índice NSF, que utiliza un factor de ponderación y determina a través de una escala de color la calidad del agua (Figura 3).

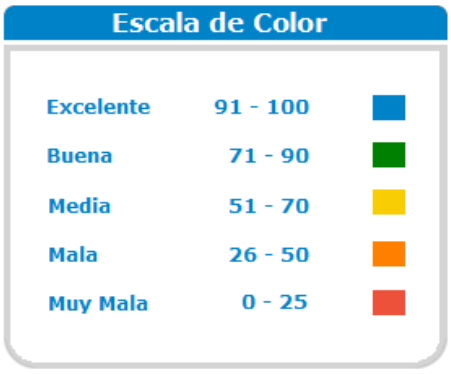


Figura 3. Escala de valoración del índice NSF.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Determinación de las Condiciones fisicoquímicas en grifos y bebederos de abastecimiento de agua.

La quebrada Naranjal abastece al sistema de agua que llega a los grifos y bebederos de los animales de la granja de la Unas. En la **Tabla 6** se muestran los valores promedios (datos generales ver Anexo 1) de los cinco puntos evaluado (M1: Captación, M2: Cuyes, M3: Pollos, M4: Vacas y M5: Cerdos), en época de estiaje. Para medir la dispersión relativa de los datos se usó el coeficiente de variación.

Tabla 6. Valores promedio de los factores fisicoquímicas de los puntos de muestreo.

Parámetro	Unidad de medida	M1	M2	M3	M4	M5	X	CV
Conductividad	µS/cm	85.67	85.20	79.83	79.97	104.73	87.08	10.53
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	4.70	3.73	5.23	4.89	5.68	4.85	13.41
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10.67	45.67	16.00	17.33	20.00	21.93	55.85
Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	9.50	11.27	10.60	10.90	7.67	9.99	13.02
Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	-	*
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	7.33	7.73	6.83	7.70	6.42	7.20	7.06
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7.67	7.82	7.70	7.93	7.54	7.73	1.72
Sulfatos	mg/L	1.67	1.00	1.00	1.67	2.33	-	*
Temperatura	°C	22.53	24.73	25.83	24.53	24.30	24.39	4.37

* No se realizó el CV en estos valores ya que los valores son muy pequeños ó 0 y esto ocasionaría un CV alto.

Los valores fisicoquímicos obtenidos en los puntos de muestreo presentan variaciones importantes que permiten identificar características y posibles problemas en la calidad de agua para el abastecimiento de los animales de la granja de la UNAS. De acuerdo con Vargas (2007), en valores ≤ 30%, significa que los datos son consistentes y poco disperso; en valores entre 30% < CV ≤ 70% los datos son variables o heterogéneos y en valores > 70% datos muy variables o heterogéneos.

En la **Tabla 6,** se observa que la demanda química de oxígeno (DQO), presenta un CV de 55,85%, evidenciando una gran variabilidad entre los puntos de muestreo. Esto sugiere la presencia irregular de materia orgánica disuelta y sedimentos en el agua, posiblemente asociados a descargas puntuales o arrastre de contaminante por escorrentía superficial. En

particular, el punto M2 presenta el valor más elevado de DQO, lo que podría indicar una fuente local de contaminación orgánica.

La conductividad mostro un CV de 10.85%, indicando baja variabilidad y homogeneidad en la concentración de sales disueltas en el agua, lo que sugiere que la mineralización es relativamente estable en la red de distribución. De manera similar, el pH y la temperatura registra un CV de 1.72% y 4.37% respectivamente, confirmando que estos parámetros se mantienen constantes en los distintos puntos evaluados.

En el caso de los nitratos (NO_3^- -N) y nitritos (NO_2^- -N), no se registraron valores de perceptible en la mayoría de los puntos, lo cual es positivo, ya que valores elevados de estos compuestos pueden ser tóxicos para los animales y representar riesgos de contaminación de origen agrícola o ganadero (ATSDR, 2017).

Estos resultados reflejan que, aunque la mayoría de los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los rangos aceptables y presentan una baja variabilidad, existen puntos específicos de alteración de la calidad del agua, específicamente relacionados con la presencia de compuestos orgánicos disueltos o un exceso de sedimentos en la muestra.

Se realizo el Análisis estadístico a los parámetros analizados (Ver **Anexo 1**), encontrándose solo dos parámetros con significancia estadística para la demanda química de oxígeno (DQO) y el sulfato.

En la prueba -F de ANOVA para DQO es de 8.40 y el valor-P es 0.0031 lo cual es menor que 0.05, por lo tanto, hay diferencia significativa entre los puntos evaluados, según se aprecia en la **Tabla 7**.

Tabla 7. ANOVA para DQO por puntos monitoreados.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2250.93	4	562.733	8.40	0.0031
Intra grupos	670.0	10	67.0		
Total (Corr.)	2920.93	14			

Al realizar la prueba multigrados de Duncan (**Tabla Nº 8**), para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's entre los puntos muestreados y no existe diferencia significativa entre los puntos captación, pollos, vacas y cerdos ya que están en el mismo nivel. El punto de cuyes si presenta diferencia estadísticamente significativa entre los puntos monitoreados.

Tabla 8. Comparación múltiple de Duncan para DQO en los puntos monitoreados.

Puntos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Captación	3	10.6667	X
Pollos	3	16.0	X
Vacas	3	17.3333	X
Cerdos	3	20.0	X
Cuyes	3	45.6667	X

4.2. Determinación de microorganismo presentes en el agua para consumo animal en la UNAS.

Tabla 9. Valores Promedio de conteo de microorganismos en los cinco puntos de muestreo.

Parámetro	Unidad de medida	M1	M2	M3	M4	M5
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	0	0	0	0	0

M1: Captación, M2: Corral Cuyes, M3: Corral Pollos, M4: Corral Vacas y M5: Corral Cerdos

Como se observa en el cuadro no se encontró presencia de coliformes termotolerantes en el periodo de muestreo del estudio, ni en el punto de captación, ni en los grifos o bebederos de los animales. Lo que encontró Rowlands (2019), es que la presencia de microrganismos esta relaciona con la frecuencia de limpieza, una adecuada infraestructura y el manejo integral de cada corral. También Kamphues y Ratert (2014) que los tipos de bebederos y la gestión del sistema influyen en la calidad de agua.

Según Gonzales, W. (2021). Un adecuado proceso de cloración dentro de un sistema de agua puede tener una efectividad total en la remoción de coliformes termotolerantes.

Los valores nulos obtenidos en los puntos de estudio indican, que hay una correcta desinfección en el sistema de suministro hídrico, un buen manejo y limpieza de los bebederos de la granja de la UNAS.

4.3. Comparación de Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes en el agua para consumo de animales en la UNAS con la ponderación de las ECAS e ICA para agua

En la **Figura 4**, se evidencia la comparación de los valores promedios de conductividad en los cinco puntos evaluados con el ECA para la categoría 3: D2 bebida para animales, los cuales son inferiores al límite máximo establecido de 5 000 uS/cm (D.S Nº004-2017-MIMAN).

Según Espinoza (2023) niveles bajos de conductividad indican que el agua tiene alta pureza, lo cual significa la ausencia de sales y minerales.

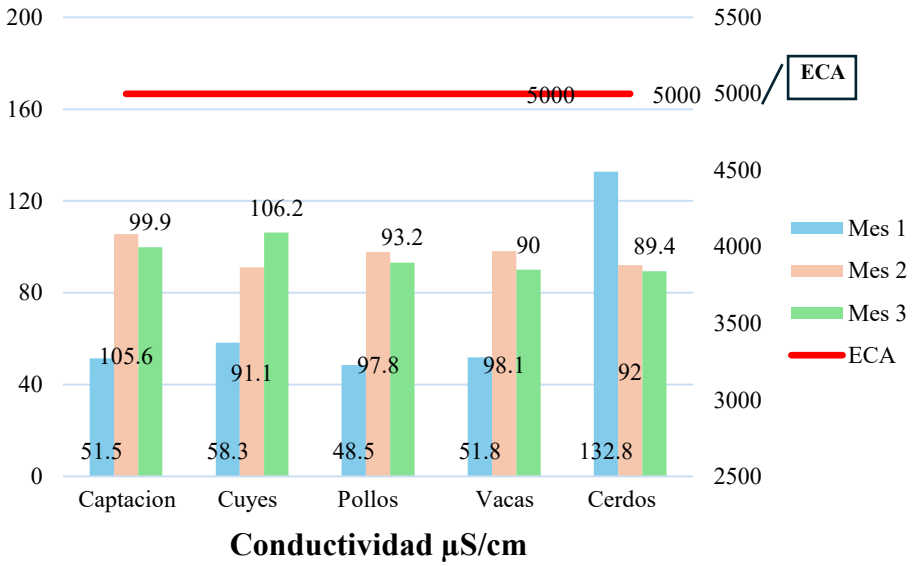


Figura 4. Estimación de la conductividad en los 5 puntos evaluado en época de estiaje.

En la **Figura 5,** analizo los promedios de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en los cinco puntos evaluados con el ECA para la categoría 3: D2 bebida para animales los cuales son inferiores a los límites de la normativa (D.S Nº004-2017-MIMAN).

Paredes (2023), al analizar el rio Choquechaca también obtuvo valores que no sobrepasaban los límites máximos establecidos por el ECA para este parámetro, lo que indicaría que no hay contaminación por materia orgánica.

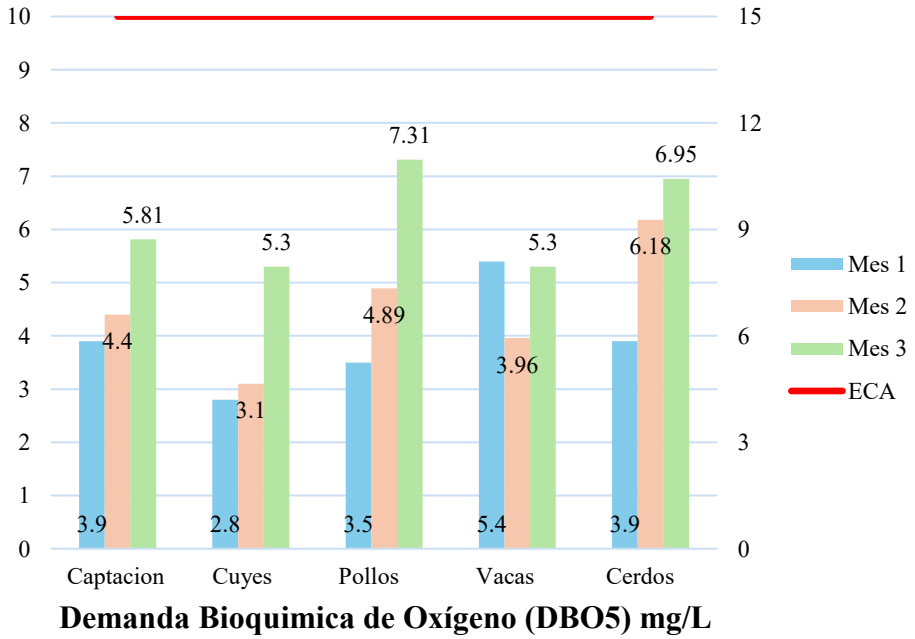


Figura 5. Estimación de la DBO5 en los 5 puntos evaluado en época de estiaje.

En la **Figura 6,** se aprecia que los valores de DQO en época de estiaje, para cuatro puntos evaluados (Captación, pollos, vacas y cerdos) están por debajo de ECA para la categoría 3: D2 bebida para animales (D.S Nº004-2017-MIMAN), pero en el bebedero de los Cuyes sobrepasa el valor del ECA en los dos primeros meses de evaluación con valores de 44 y 56 mg/L, esto podría indicar una contaminación de compuestos químicos, orgánicos o debido a una limpieza inadecuada del bebedero del corral de cuyes (Rowlands, 2019), ya que en los demás grifos y bebederos los valores del DQO son bajos y cumplen con la normativa establecida.

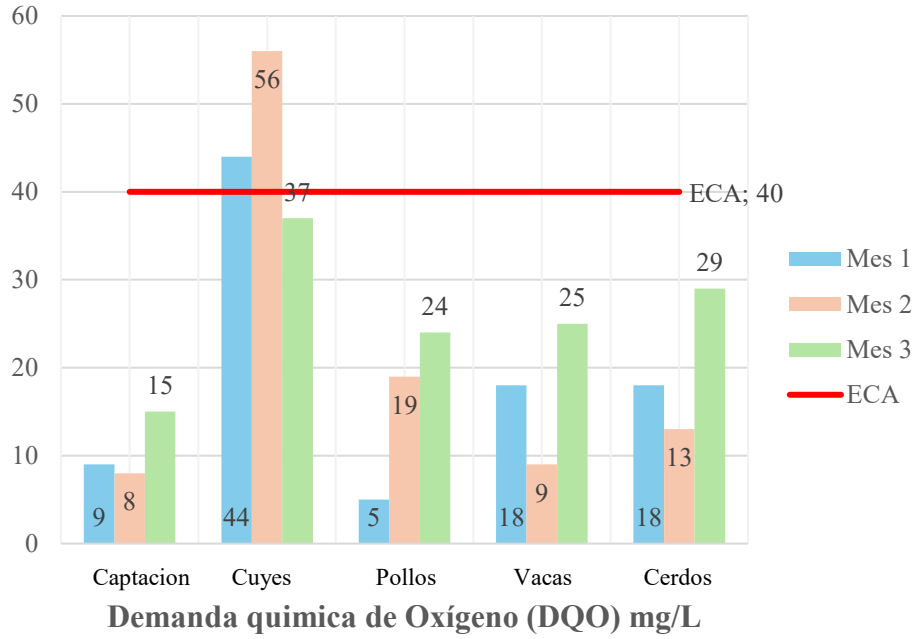


Figura 6. Estimación de la DQO en los 5 puntos evaluado en época de estiaje.

Los resultados obtenidos de Nitratos + Nitrito en los cinco puntos evaluados muestran que ninguno de los valores supera las directrices establecidas en la normativa peruana (ECA, D.S Nº004-2017-MIMAN, categoría 3: D2 bebida para animales), como se observa en la **Figura 7**. Este hallazgo es relevante, debido que concentraciones elevadas de nitratos pueden provocar intoxicaciones agudas hasta disminución de la producción en el ganado (Boglione et al., 2025).

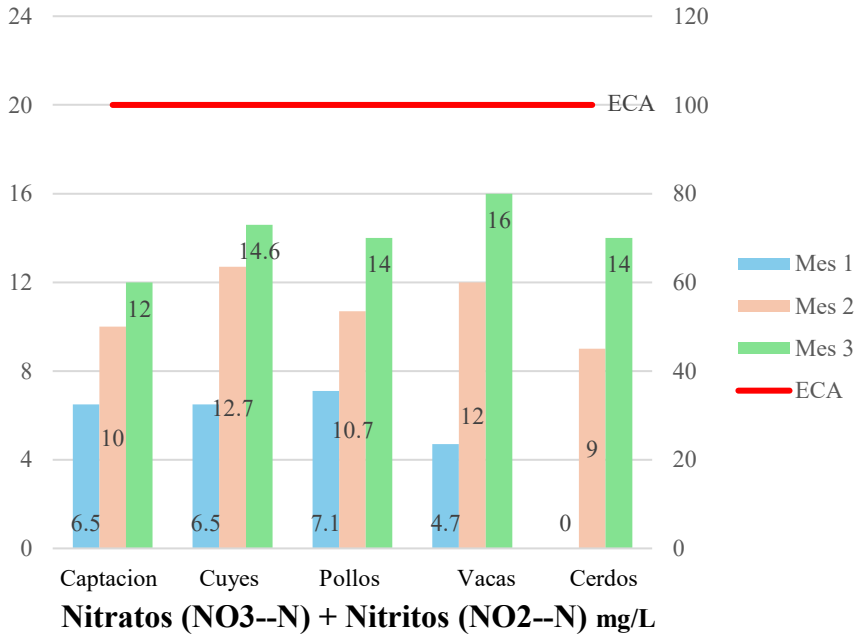


Figura 7. Estimación de nitratos más nitritos en los 5 puntos evaluados.

La **Figura 8,** se observa la comparación entre los valores de Nitritos obtenidos en los puntos evaluados, con el ECA para la categoría 3: D2 bebida para animales, los cuales están por debajo de los límites máximos (D.S Nº004-2017-MIMAN).

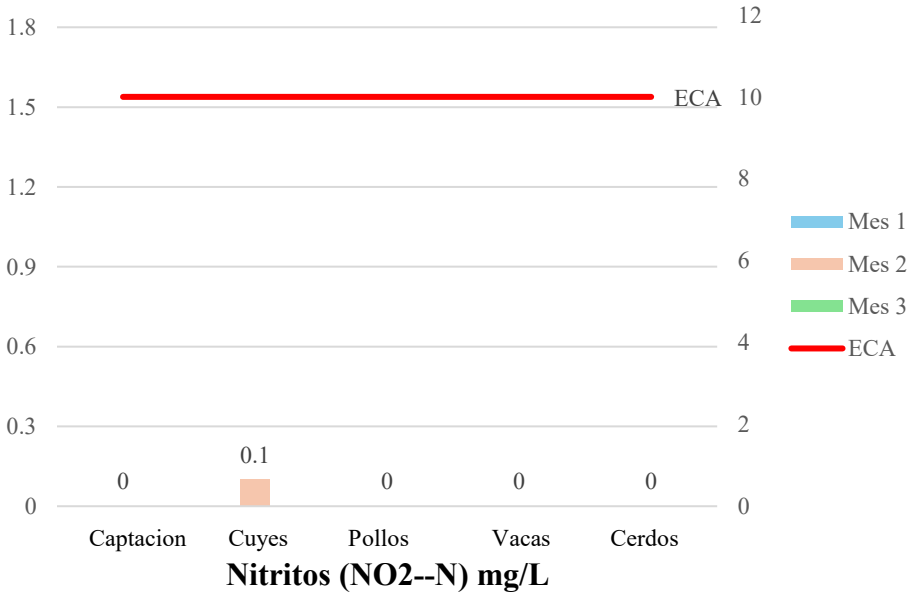


Figura 8. Estimación nitritos en los 5 puntos evaluado en época de estiaje.

Los valores bajos de los nitratos y nitritos obtenidos demuestran que la calidad del agua para estos parámetros es buena, no exceden los límites permitidos en la FAO y el D.S Nº004-2017-MIMAN. Lo que indica que no hay presencia de contaminación por materia orgánica o uso de fertilizantes dentro de sistema de abastecimiento de agua en la granja en la UNAS.

Estos valores obtenidos no concuerdan con la investigación de Boglione et al. (2025), quien obtuvo un 53.3% de valores que sobrepasan los valores máximos, esto indicaría contaminación por materia orgánica o fertilizantes agrícolas, el cual puede afectar el proceso productivo y reproductivo.

Los valores del Oxígeno Disuelto en los cinco puntos evaluados se presentan en la **Figura 9**, está por encima del valor mínimo de ≥ 5 del ECA para la categoría 3: D2 bebida para animales (D.S Nº004-2017-MIMAN).

Contario a lo que obtuvo Paredes (2023), en su investigación, valor promedio de OD 3.86 mg/L los cuales están por debajo de límite máximo permitido por la normativa, esto indicaría contaminación por presencia de aguas residuales domiciliarias.

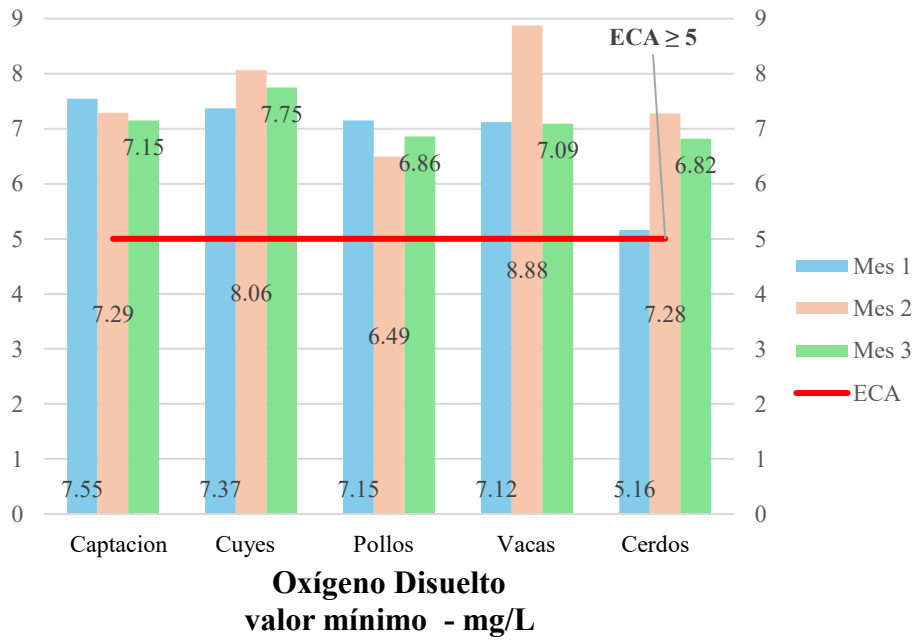


Figura 9. Estimación OD en los 5 puntos evaluado en época de estiaje.

En la **figura 10**, analizando los resultados con el ECA, se observa que los valores del pH para los cinco puntos evaluados están dentro de los valores de 6.5- 8.4 del ECA para la categoría 3: D2 bebida para animales (D.S Nº004-2017-MIMAN).

Estos valores coinciden con los obtenidos por Boglione et al (2025) y Santa Cruz (2021) en sus investigaciones, obtuvieron valores promedio del pH de 7.7 y 7.22, lo cual indica que hay un equilibrio entre la acidez y la alcalinidad en el agua. En el punto 4 (Corral de Vacas), en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 8.56 superando el ECA, esto podría ocasionar problemas de indigestión, diarrea e influir en la su producción.

Espinoza (2023), obtuvo también valores aceptables en dos puntos de su evaluación, pero en la tercera fuente en la laguna Llacuapuquio, se obtuvieron valores alto, considerando a estas aguas ligeramente alcalinas.

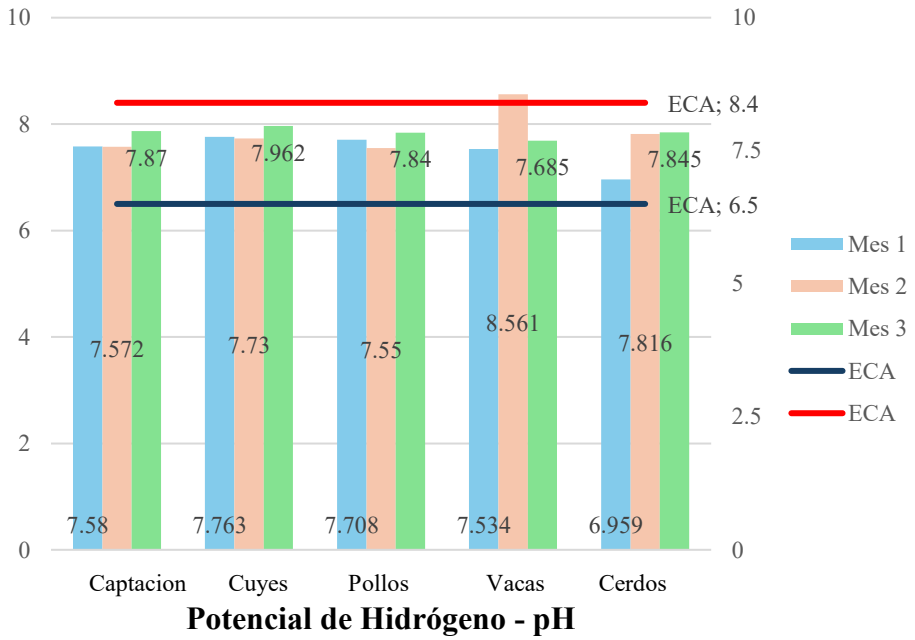


Figura 10. Estimación pH en los 5 puntos evaluado en época de estiaje.

La **Figura 11,** detalla los valores correspondientes al sulfato medido en cada uno de los cinco puntos los cuales están por debajo del límite máximo (1000 mg/L) categoría 3: D2 bebida para animales (D.S Nº004-2017-MIMAN). Esta situación coincide con lo señalado por Santa Cruz (2021), quien reporto valores promedios de 399.15 mg/L dentro de lo permitido, y concuerda con lo encontrado por Boglione et al. (2025), excepto un 22.7% de los valores de los pozos evaluados son mayores a 1000 mg/L (límite máximo), podría deberse a minerales presentes en el agua, lo cual produce un efecto laxante y disminuye la producción láctea, considerándose una mala calidad para consumo bovino.

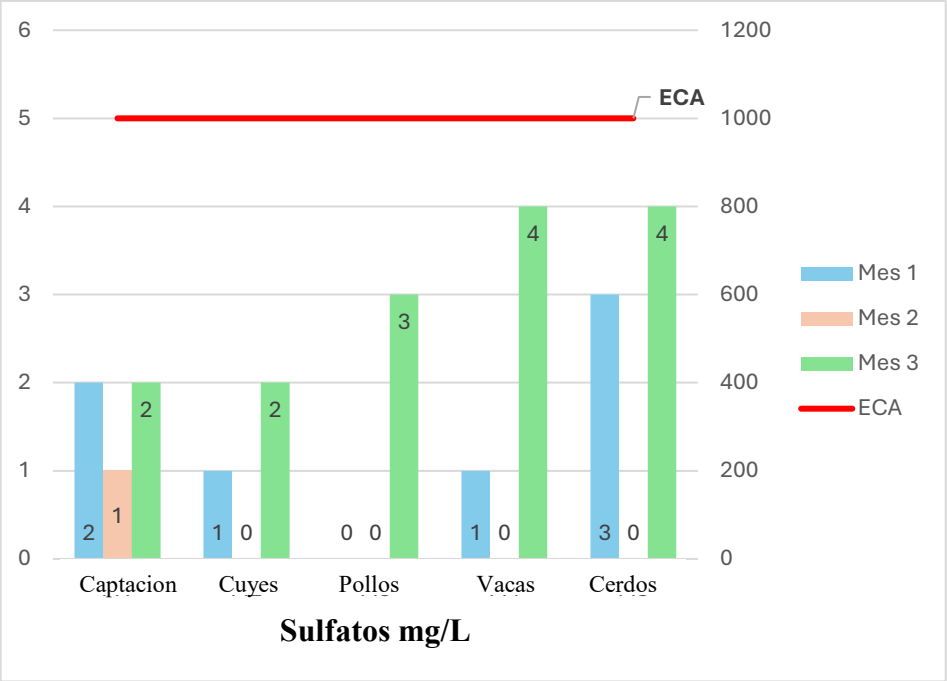


Figura 11. Estimación Sulfatos en cinco puntos evaluados.

La calidad del agua de los grifos y bebederos de la granja de la UNAS, según la normativa peruana ECA es apta para bebidas de animales, ya que los parámetros fisicoquímicos no superan los estándares establecidos, esto puede deberse a que hay un buen manejo en el tratamiento de agua por la Universidad.

Análisis de parámetros para calcular nivel de calidad del agua mediante el ICA según el índice NSF con el software ICA Test

Se evaluó los promedios de los 3 meses de evaluación en los cinco puntos de estudio, el análisis evidencio que la calidad de agua que abastece a la granja de la UNAS es **buena**. A continuación, se presenta los resultados gráficos, obtenidos en el programa.

En la **Figura 12,** muestra que la calidad de agua de la Captación es **buena,** con un valor de 82.27, de los parámetros 9 parámetros evaluados, 2 de ellos el DBO y los nitratos tienen un valor medio.

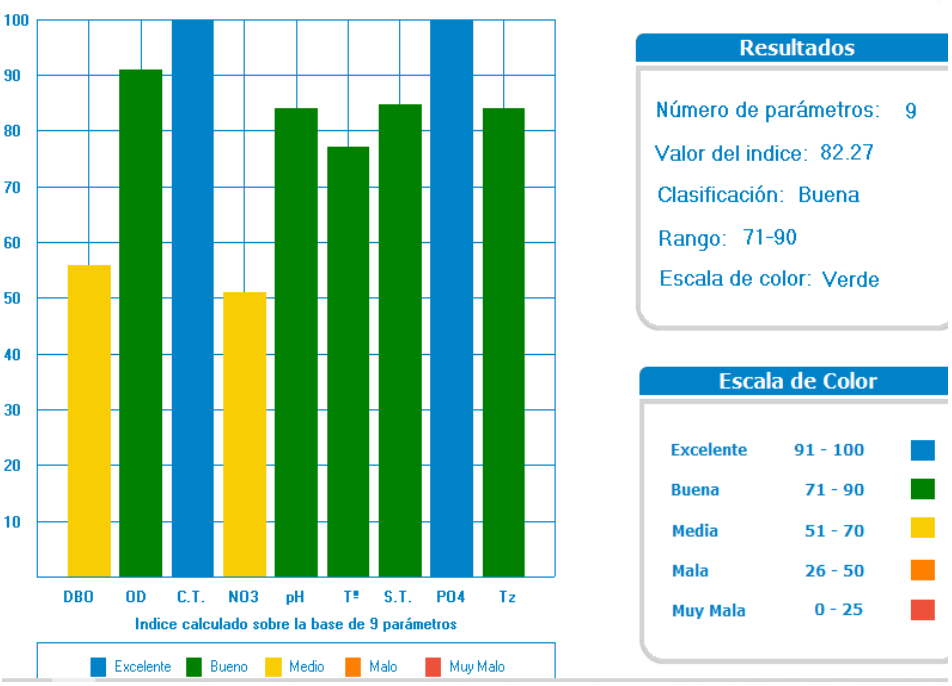


Figura 12. Cálculo índice NSF en el Punto 1 Captación Naranjal

En el punto 2 **Cuyes,** la calidad de agua es buena, con un valor del índice de 82.2, de los 9 parámetros evaluados, 2 de ellos presentan calidad media el DBO y los nitratos (**Figura 13)**

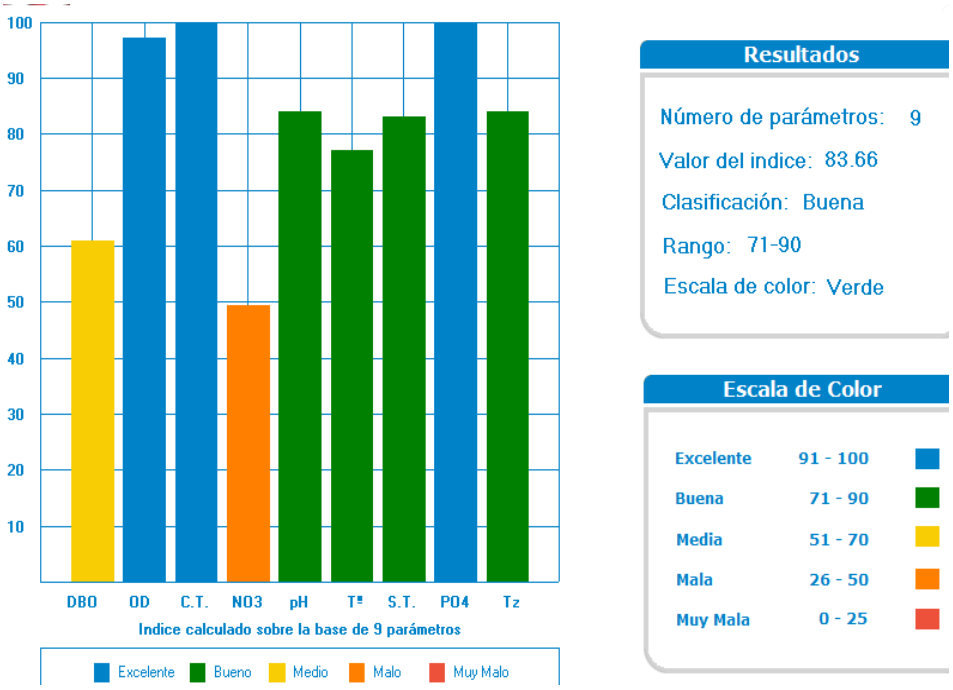


Figura 13. Cálculo índice NSF en el Punto 2 Corral Cuyes

Para el punto 3 en el corral de los pollos, la calidad del agua obtenida fue buena, con un valor del índice de 81.52, de los 9 parámetros evaluados, el DBO presenta un valor medio y el nitrato presenta un valor malo, como se muestra en la **Figura 14.**

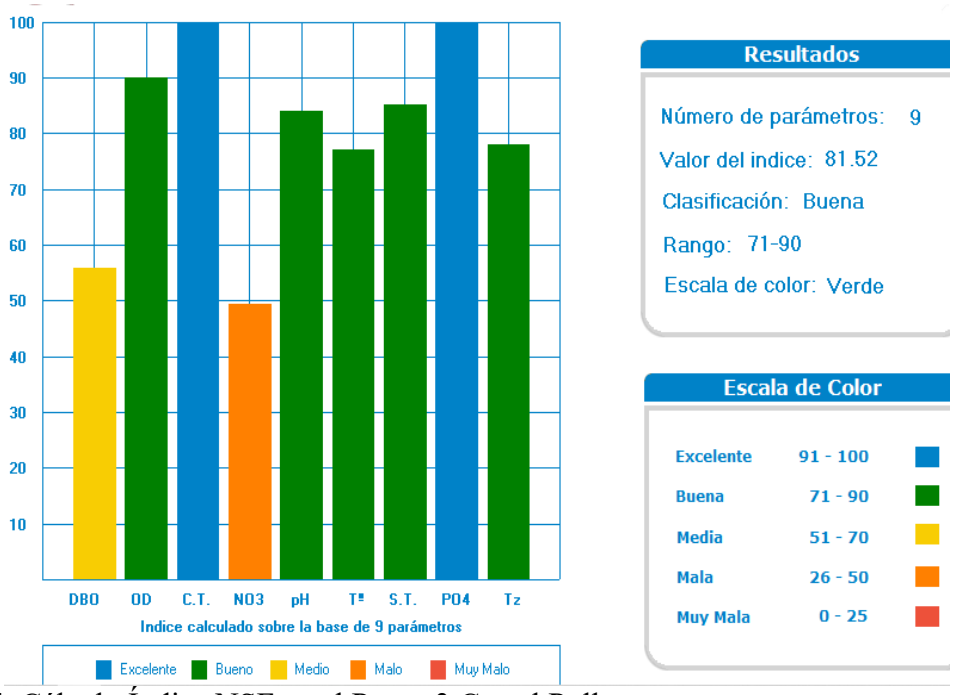


Figura 14. Cálculo Índice NSF en el Punto 3 Corral Pollos

La calidad del agua tiene una clasificación buena, para el punto 4 corral Vacas, el ICA tiene un valor de 83.39, de los 9 parámetros evaluados, el DBO presenta un valor medio y el nitrato un valor malo, según la **Figura 15.**

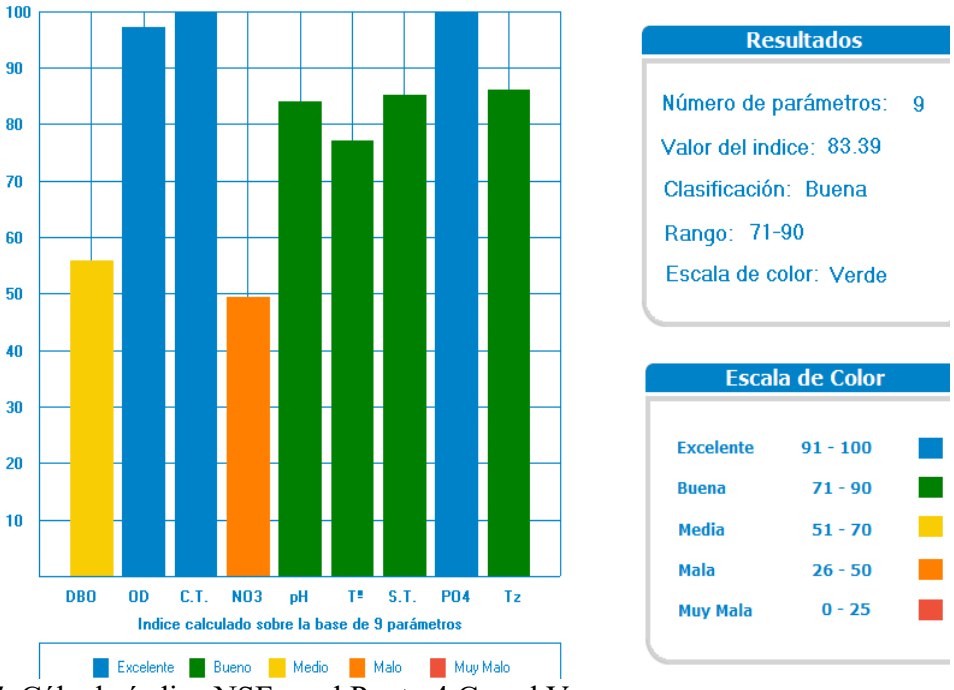


Figura 15. Cálculo índice NSF en el Punto 4 Corral Vacas

Para el último punto evaluado corral de cerdos, el índice de la calidad del agua es buena, con un valor del índice de 80.75, de los 9 parámetros evaluados, el DBO tiene un valor malo y el nitrito tiene un valor medio (**Figura 16)**.

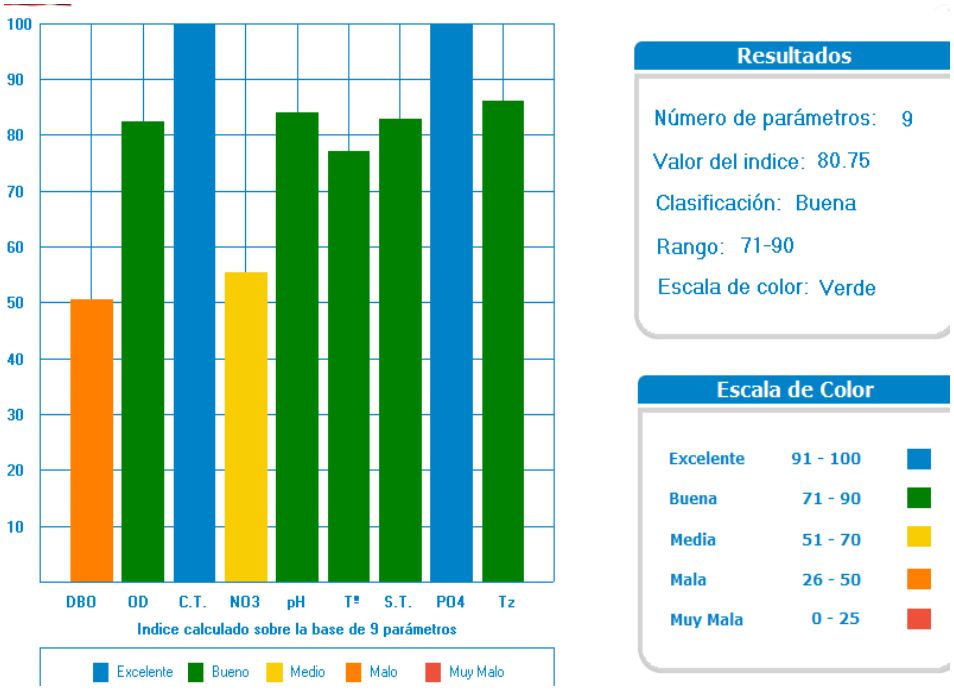


Figura 16. Cálculo índice NSF en el Punto 5 Corral Cerdos

Como se observa en las gráficas anteriores la calidad de agua es buena para los 5 puntos evaluados, pero 2 parámetros presentan valores que pueden necesitar vigilancia y medidas para mejorar, el DBO se presenta un valor media a mala; lo cual indica presencia de materia orgánica biodegradable, que puede estar asociado a desechos agrícolas o aguas residuales; los Nitratos presentan un valor medio a malo, lo que podría indicar que existe contaminación agrícola, debido al uso de fertilizantes, pesticidas o el drenaje de aguas agrícolas al cuerpo de agua (Instituto del Agua, 2024).

El agua que abastece a la granja de la unas es captada de la quebrada Naranjal, la cual se encuentra dentro del Bosque reservado de la Unas, por lo que los valores DBO, indicaría una presencia de residuos de vegetales, animales o la escorrentía de materia orgánica, afectando negativamente la calidad del agua, esto también estaría relacionado a tener valores medios y valores malos para el parámetro del nitrato.

Tabla 10. Valores promedio del índice NSF para la granja de la UNAS.

Punto	Valor Índice NSF	Clasificación
Captación Natación	82.27	Buena
Corral Cuyes	83.66	Buena
Corral Pollos	81.52	Buena
Corral Vacas	83.39	Buena
Corral Cerdos	80.75	Buena
Promedio	**82.32**	**Buena**

En promedio el Índice de Calidad del agua (ICA) es buena en la granja de la UNAS (**Tabla 12**), según el índice estadounidense NSF (fundación nacional de saneamiento). Si bien el ICA tiene clasificación Buena, es necesario vigilar estos parámetros y considerar otros tratamientos aparte de la cloración para disminuir y controlar niveles altos, ya que esta agua no solo se usa para la granja, sino también es usado para abastecimiento para consumo humano dentro del campus universitario.

V. CONCLUSIONES

1. Los grifos y bebederos de la UNAS, respecto a sus parámetros fisicoquímicos, solamente los nitritos en el mes 2, presentó un valor de 0.1 mg/L.
2. No se detectó en el agua microrganismos coliformes termotolerantes que abastece la granja de la UNAS, en los tres meses evaluados.
3. Se comparó los resultados obtenidos de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicos. Para la normativa peruana en agua vigente (ECAS) en la categoría de bebida de animales, los parámetros evaluados no superan el límite máximo establecido, indicando que la calidad de agua que abastece la granja de la UNAS es apta para la bebida de animales, excepto en el corral de Cuyes para el criterio de Demanda química de oxígeno (DQO), tiene un valor promedio de 45.67 mg/L. Y para el índice de Calidad del Agua (ICA) se tiene un promedio 82.32 una clasificación buena, según el índice NSF durante el tiempo monitoreado en los cinco puntos.
4. Se comprobó que la Calidad del agua para consumo de animales en la UNAS no supera el límite máximo permitido del ECA.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Se sugiere ampliar la evaluación de la calidad del agua durante los periodos de lluvia y estiaje para identificar variaciones estacionales en la calidad del agua y así determinar si requiere de otros tipos de tratamientos.

2. Incorporar parámetros microbiológicos como analizar la presencia de coliformes totales, carga microbiana general ya que son importantes para la salud animal y la inocuidad de los productos de origen pecuario.

3. Ampliar los criterios de la investigación y realizar también los indicadores inorgánicos, orgánicos y plaguicidas para asegurar que se cumpla con la normativa vigente.

4. Realizar determinación de metales pesados (arsénico, plomo, cadmio, cobre) que puedan ingresar al agua por actividades agrícolas cercanas.

5. Promover medidas preventivas de manejo como: mejorar la protección de las fuentes de agua, capacitar al personal en buenas prácticas de limpieza, mantenimiento de bebederos y el uso de filtros filtros naturales para reducir la contaminación en los puntos de uso.

6. Relacionar la calidad del agua con la productividad animal para determinar si existe un impacto directo entre estos dos parámetros.

VII. REFERENCIAS

American Public Health Association; American Water Works Assotiation; Water Environment Federation (APHA-AWWA-WEF), 1989 Standard Methods for examination of water and wastewer 17 ava Ed.

Asociación para Sustancias Toxicas y el Registro de enfermedades – ATSDR. (2017) Resumen de Salud Pública Nitrato y Nitrito. https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts204.pdf

Boglione, R. Griffa, C. Schierano, M. Asforno, M. Gutiérrez, G. & Farías, M. (2025). Evaluación de la calidad del agua para consumo bovino en Santa Fe, Argentina. Revista de Ciencias Ambientales, 59(2), 21002. Epub March 04, 2025.https://dx.doi.org/10.15359/rca.59-2.3

Bolaños, J., Cordero, G. y Segura, G. 2017. Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). Tecnología en Marcha [en linea] http://dx.doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408.

Carrillo, M y Urgilés, P. 2016. Determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig. https://goo.su/rzInj

Cely, N., Beerra, D y Cardenas, J. 2023. Causas y consecuencias de la contaminación de aguas superficiales. https://goo.su/q200A

Congreso de Perú. (7 de junio de 2017). Decreto Supremo Nº004-2017-MIMAN, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y disposiciones complementarias. Diario el Peruano. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf

Contreras, L., Benítez P. (2013). Contaminación de Aguas Superficiales por Residuos de Plaguicida en Venezuela y oros países de Latinoamérica, Venezuela. Internacional de contaminación ambiental. 29(1) 7 – 23.

Elika, Fundación Vasca para la seguridad agroalimentaria. (2017). El agua en las explotaciones ganaderas. Disponible en: https://ganaderia.elika.eus/wpcontent/uploads/sites/9/2017/12/ART%C3%8DCULOAGUA-MAQUETADO-cast.pdf

EPA (Environmental protection agency). 2007. Acid rain: what is pH Consultado el 15 de octubre de 2009. [En línea]: (http://www.epa.gov/acidrain /measure/ph.html)

Espinoza, K. 2023. Calidad de agua en época de estiaje para consumo pecuario en la cooperativa comunal San Pedro de Cajas-Junín (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro). Repositorio Institucional UNCP. https://goo.su/8wjeA

Fernandez, A. 2017. Calidad del agua para consumo vacuno. Consultado el 20 de Febrero de 2024.. [En línea]: (https://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/279-Calidad_del_agua.pdf)

Gonzales, W. 2021. Eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de Coliformes termotolerantes de la planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa” Chota. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota). Repositorio Institucional UNACH. https://goo.su/xDAXO9L

Instituto del agua. 2024. ¿Qué es DBO en Aguas Residuales? Descubre su Importancia y Función en el Tratamiento de Aguas. España. https://institutodelagua.es/aguas-residuales/que-es-dbo-en-aguas-residualesaguas-residuales/#google_vignette

Kamphues, J., & Ratert, C. (2014). Drinking water quality in food producing animals. IN MEMORY OF DR. MAXIMILIAN WITTE, 3.

Ley 28611. Ley general del ambiente. [En línea]: Minam, (https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf, 17 de septiembre. 2023).

Llonch, M. Verdú, S. Martí, C. Medinyà, J. Riera, J. Cucurull, M. Devant, 2022. Drinking water chlorination in dairy beef fattening bulls: water quality, potential hazards, apparent total tract digestibility, and growth performance,animal. Volume 17, Issue 1, 2023, 100685, ISSN 1751-7311, https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100685.

López, C. 2012. Protocolos de prácticas de Microbiología Ambiental. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 8 p.

Ministerio de Medio Ambiente. 2000. Libro blanco del agua en España (pp.196-205). https://faolex.fao.org/docs/pdf/spa192539.pdf

Miyahira J. 2013 Calidad en la atención médica: ¿Paciente o cliente? Rev Med Hered. 2001; 12(3):75-77

NRC (National Research Council). (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. Natl. Acad. Press, Washington DC, USA. Available end: http://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NR C%202001.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. (1985). Calidad del agua para la agricultura, 6. Calidad del agua para el ganado y las aves de corral. https://www.fao.org/4/t0234e/T0234E07.htm#ch6.

Paredes, K. 2023. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del rio Choquechaca para el riego de vegetales y bebida de animales Distrito de Yunguyo, 2023. (Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos). Repositorio Institucional UPSC. https://goo.su/p0e1K

Pedraza, L., Guerrero, K., Mateus, F., García, G., Gómez, L., Gómez, D., Vargas, N., & Jaramillo, D. (2022). Calidad e inocuidad del agua de bebida de sistemas de producción animal: experiencia en municipios del departamento del Meta, Colombia. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23(3), e2259. DOI https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2259

Refai, K. 1981. Manuales para la calidad de control de los alimentos 4. Análisis Microbiológico, FAO. Roma.

Robledo, J. 2023. Evaluación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF en las microcuencas del Parque Nacional Río Dulce como herramienta en la gestión integral del manejo sustentable, Livingston, Izabal, Guatemala, Centroamérica. https://goo.su/kszaLO

Rowlands,E. (2019). Determinación de microorganismos coliformes totales, mesófilos, mohos y levaduras en agua de bebederos de establos vacunos lecheros en el distrito de Lurín (Tesis de pregrado en Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Cientifica del Sur. https://goo.su/jH6Ymv

Sánchez Bravo, Á. (2006). Agua: un recurso escaso. Editorial, Arcibel Editores. Madrid España

Santa Cruz, R. (2021). Evaluación de la Calidad Físico-Química del agua de bebida para Bovinos en los Establos Lecheros ubicados en el Norte de Lima Metropolitana- 2021. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán). Repositorio Institucional UNHEVAL. https://goo.su/ziKsuA

Solís, Y., Zúñiga, L. A., & Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha, 31(1), 35. https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495

Tapia, R., Scaglia, J., Andrieu, J., & Martinelli, M. (2017). Acceso y calidad del agua para su uso en múltiples actividades por parte de pequeños productores caprinos situados en el sureste del secano de San Juan (Argentina). Multequina, 26(1), 21-32. Recuperado en 11 de febrero de 2024, de https://acortar.link/TPkbBn.

Vargas, V. (2007). Estadística descriptiva para ingeniería ambiental con SPSS.Universidad Nacional de Colombia, Cali, Colombia.

Wagner, J & Engle, T. 2021. Invited Review: Water consumption, and drinking behavior of beef cattle, and effects of water quality, Applied Animal Science, Volume 37, Issue 4, 2021, Pages 418-45, ISSN 2590-2865, https://doi.org/10.15232/aas.2021-02136. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590286521001075)

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

Tabulación de Datos

Tabla 11. -Valores obtenidos en el **punto 1- Captación**, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación

Parámetro	Unidad de medida	M1	M2	M3	Promedio
Conductividad	µS/cm	51.5	105.6	99.9	85.67
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	3.9	4.4	5.81	4.70
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	9	8	15	10.67
Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	6.5	10	12	9.50
Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	0	0	0	0.00
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	7.55	7.29	7.15	7.33
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7.58	7.57	7.87	7.67
Sulfatos	mg/L	2	1	2	1.67
Temperatura	°C	23	22.3	22.3	22.53
Fosfatos	mg/L	0.2	0.23	0.23	0.22
Turbidez	NTU	6.3	6.17	6.22	6.23

Tabla 12. -Valores obtenidos en el **punto 2- Cuyes**, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación

Parámetro	Unidad de medida	M1	M2	M3	Promedio
Conductividad	µS/cm	58.3	91.1	106.2	85.20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	2.8	3.1	5.3	3.73
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	44	56	37	45.67
Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	6.5	12.7	14.6	11.27
Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	0	0.1	0	0.03
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	7.37	8.06	7.75	7.73
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7.76	7.73	7.96	7.82
Sulfatos	mg/L	1	0	2	1.00
Temperatura	°C	24.8	24.3	25.1	24.73
Fosfatos	mg/L	0.08	0.10	0.10	0.09
Turbidez	NTU	6.12	6.03	6.08	6.08

Tabla 13. -Valores obtenidos en el **punto 3- Pollos**, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación

Parámetro	Unidad de medida	M1	M2	M3	Promedio
Conductividad	µS/cm	48.5	97.8	93.2	79.83
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	3.5	4.89	7.31	5.23
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	5	19	24	16.00
Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	7.1	10.7	14	10.60
Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	0	0	0	0.00
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	7.15	6.49	6.86	6.83
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7.71	7.55	7.84	7.70
Sulfatos	mg/L	0	0	3	1.00
Temperatura	°C	26.7	25.5	25.3	25.83
Fosfatos	mg/L	0.11	0.14	0.15	0.13
Turbidez	NTU	8.70	8.60	8.30	8.53

Tabla 14. -Valores obtenidos en el **punto 4- Vacas**, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación

Parámetro	Unidad de medida	M1	M2	M3	Promedio
Conductividad	µS/cm	51.8	98.1	90	79.97
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	5.4	3.96	5.3	4.89
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	18	9	25	17.33
Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	4.7	12	16	10.90
Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	0	0	0	0.00
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	7.12	8.88	7.09	7.70
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7.53	8.56	7.69	7.93
Sulfatos	mg/L	1	0	4	1.67
Temperatura	°C	24.5	24.5	24.6	24.53
Fosfatos	mg/L	0.09	0.08	0.10	0.09
Turbidez	NTU	5.17	5.09	5.10	5.12

Tabla 15. -Valores obtenidos en el **punto 5- Cerdos**, durante los meses de muestreo, promedio y coeficiente de variación

Parámetro	Unidad de medida	M1	M2	M3	Promedio
Conductividad	µS/cm	132.8	92	89.4	104.73
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	3.9	6.18	6.95	5.68
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	18	13	29	20.00
Nitratos (NO_3^--N) + Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	0	9	14	7.67
Nitritos (NO_2^--N)	mg/L	0	0	0	0.00
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	5.16	7.28	6.82	6.42
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.96	7.82	7.85	7.54
Sulfatos	mg/L	3	0	4	2.33
Temperatura	°C	25.1	24.1	23.7	24.30
Fosfatos	mg/L	0.12	0.15	0.17	0.15
Turbidez	NTU	5.25	5.18	5.24	5.22

ANEXO 2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 16. ANOVA para Nitrato +Nitrito por puntos monitoreados.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	25.404	4	6.351	0.26	0.8951
Intra grupos	241.533	10	24.1533		
Total (Corr.)	266.937	14			

Tabla 17. ANOVA para pH por puntos monitoreados.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.255373	4	0.0638433	0.51	0.7315
Intra grupos	1.25687	10	0.125687		
Total (Corr.)	1.51224	14			

Tabla 18. ANOVA para Conductividad por puntos monitoreados.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1260.86	4	315.214	0.46	0.7640
Intra grupos	6857.79	10	685.779		
Total (Corr.)	8118.64	14			

Tabla 19. ANOVA para DBO5 por puntos monitoreados.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6.3002	4	1.57505	0.81	0.5466
Intra grupos	19.4479	10	1.94479		
Total (Corr.)	25.7481	14			

Tabla 20. ANOVA para Oxígeno Disuelto por puntos monitoreados.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3.85137	4	0.962843	1.88	0.1910
Intra grupos	5.1282	10	0.51282		
Total (Corr.)	8.97957	14			

Tabla 21. ANOVA para Sulfatos por puntos monitoreados.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3.73333	4	0.933333	0.36	0.8322
Intra grupos	26.0	10	2.6		
Total (Corr.)	29.7333	14			

ANEXO 3

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 17. Toma de punto, toma de muestras y análisis in situ de parámetros en el punto 1 Captación

Figura 18. Toma de punto, toma de muestras para análisis de parámetros del estudio, en el punto 2, corral de cuyes.

Figura 19. Toma de muestras para análisis de parámetros del estudio, en el punto 3, corral de pollos.

Figura 20. Toma de punto y toma de muestras para análisis de parámetros del estudio, en el punto 4, corral de vacas.

Figura 21. Toma de punto y toma de muestras para análisis de parámetros del estudio, en el punto 5, corral de cerdos.

Figura 22. Determinación de nitratos y nitritos en las muestras de agua.

Figura 23. Determinación de nitratos y nitritos en las muestras de agua.

Figura 24. Determinación del Demanda Química de Oxígeno en las muestras de agua con el HACH DR900.

Figura 25. Preparación y siembra para análisis microbiológico de coliformes termotolerantes en las muestras de agua.

Figura 26. Incubación de las muestras para determinación de crecimiento microbiológico de las muestras de agua.

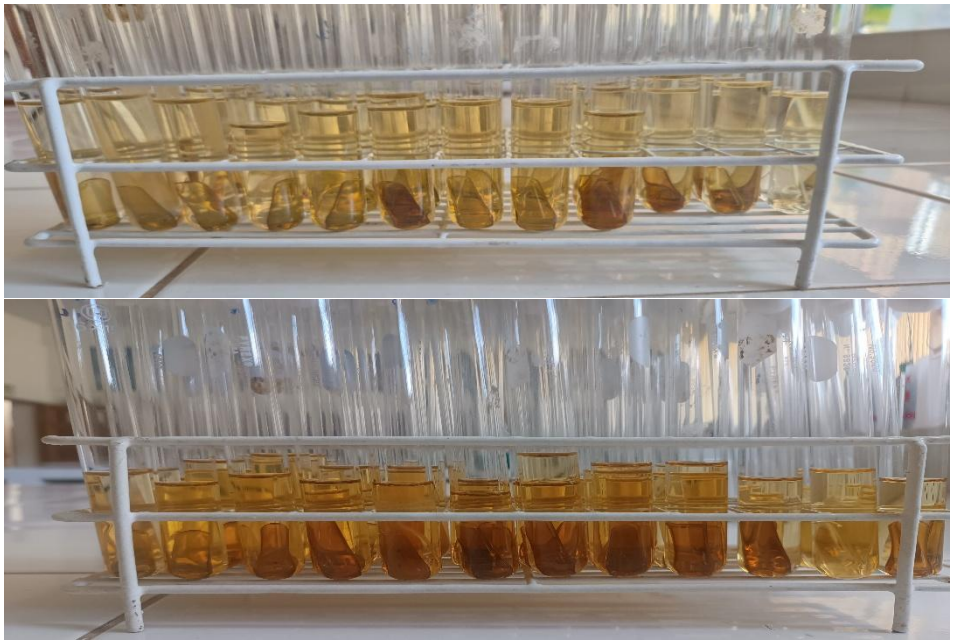


Figura 27. Resultados negativos de presencia de coliformes termotolerantes en todos los puntos evaluados.

Figura 28. Determinación de sulfatos en las muestras de agua.

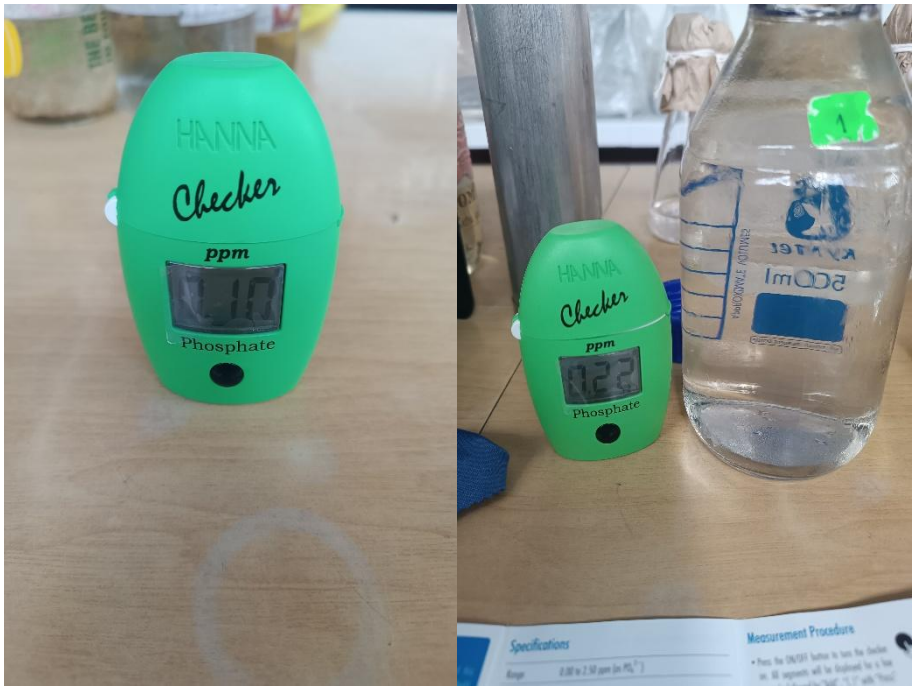


Figura 29. Determinación de fosfatos en las muestras de agua.

Figura 30. Determinación de turbidez en el agua con el equipo HACH TL 2300.

Figura 31. Preparación de muestras de agua para análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Figura 32. Configuración e incubación con el equipo de Oxitop por 5 días para la determinación de DBO de las muestras de agua.