



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

INTERACCIÓN ENTRE CARGA BACTERIANA Y PARÁMETROS
AMBIENTALES ASOCIADOS AL CULTIVO DE *Magallana gigas* (OSTRA
DEL PACÍFICO) EN MONTEVERDE, SANTA ELENA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR

ISAÍAS EDUARDO OBANDO MACÍAS

TUTOR

Ac. SONNYA MENDOZA LOMBONA, Ph.D

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

INTERACCIÓN ENTRE CARGA BACTERIANA Y PARÁMETROS
AMBIENTALES ASOCIADOS AL CULTIVO DE *Magallana gigas* (OSTRA
DEL PACÍFICO) EN MONTEVERDE, SANTA ELENA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR

ISAÍAS EDUARDO OBANDO MACÍAS

TUTOR

Ac. SONNYA MENDOZA LOMBONA, Ph.D

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **"INTERACCIÓN ENTRE CARGA BACTERIANA Y PARÁMETROS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CULTIVO DE *Magallana gigas* (OSTRA DEL PACÍFICO) EN MONTEVERDE, SANTA ELENA"** elaborado por **OBANDO MACIAS ISAIAS EDUARDO**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente:



Ac. Sonny Mendoza Lombana. PhD.

Docente tutor

C.I.0912802816

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular, "INTERACCIÓN ENTRE CARGA BACTERIANA Y PARÁMETROS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CULTIVO DE *Magallana gigas* (OSTRA DEL PACÍFICO) EN MONTEVERDE, SANTA ELENA" elaborado por OBANDO MACIAS ISAIAS EDUARDO, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente:



Acu. José Melena Cevallos Ph.D.

Docente de Área

C.I. 0913432613

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Mario Eduardo Obando Macías y Sandra Mercedes Macías Calero, quienes, con su amor, esfuerzo y apoyo incondicional, hicieron posible que alcanzara esta importante meta. Gracias por enseñarme el valor de la perseverancia y por acompañarme durante toda mi formación académica.

A mis hermanos, Génesis Mayerly Obando Macías y Ezequiel Sofonías Obando Macías, por su cariño, compañía y motivación. A mis abuelos, Julio Obando Rosales y Rosa Chasing Ortiz, por sus enseñanzas, consejos y el amor que siempre me han brindado.

A mis tíos y tías, Leura Marlene Obando Chasing, Sheyla Obando Chasing, Roy Obando Chasing, Raúl Obando Chasing, Richard Obando Chasing, José Obando Chasing, José Cusme Chasing, Bella Obando Chasing y Miguel Obando Chasing, por confiar en mí, alentarme y estar presentes a lo largo de este camino.

Finalmente, dedico este logro a mis amigos, especialmente al Blgo. Lucas González y a la Blga. Nohemy Del Pezo, por su amistad, apoyo y palabras de ánimo durante este proceso. A todos ustedes, con profundo cariño y gratitud, les dedico este importante logro.

Isaias Eduardo Obando Macias

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena y a la Facultad de Ciencias del Mar, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente en la carrera de Biología y adquirir los conocimientos necesarios para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Agradezco especialmente a los docentes de la carrera de Biología, quienes mediante sus conocimientos, experiencias y enseñanzas contribuyeron significativamente a mi formación académica y profesional.

De manera especial, extiendo mi profundo agradecimiento a mi tutora, Ac. Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D., por su orientación, paciencia, compromiso y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos y recomendaciones fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

Asimismo, expreso mi gratitud a la Blga. Alba Lisbeth Mera García y al personal del laboratorio, por su colaboración, disposición y apoyo durante el desarrollo de las actividades prácticas y la recopilación de información necesaria para esta investigación.

De igual manera, expreso un especial agradecimiento a DULODER S.A., empresa que mantiene un convenio con la Universidad Estatal Península de Santa Elena para el desarrollo de actividades de investigación, por el apoyo, colaboración y las facilidades brindadas para la realización del presente estudio.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con su apoyo y colaboración a la realización y culminación de este trabajo de investigación

Isaias Eduardo Obando Macias

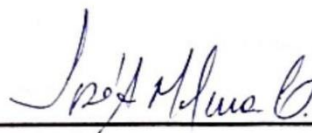
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **OBANDO MACIAS ISAIAS EDUARDO**,
como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología,
Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 12/08/2026



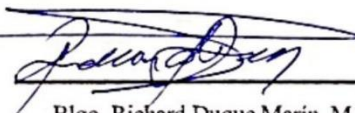
Ing. Jimmy Villon Moreno, M.Sc.
DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



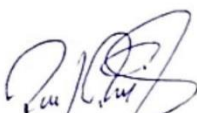
Acu. José Melena Cevallos Ph.D.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ac. Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

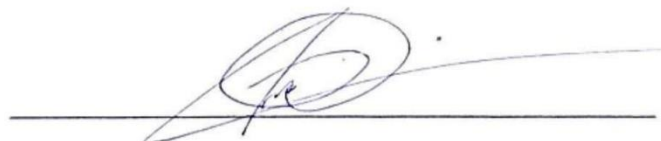


Lcdo. Pascual Roca-Silvestre, Mgtr.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, Obando Macias Isaias Eduardo, declaro que el presente trabajo de titulación "INTERACCIÓN ENTRE CARGA BACTERIANA Y PARÁMETROS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CULTIVO DE *Magallana gigas* (OSTRA DEL PACÍFICO) EN MONTEVERDE, SANTA ELENA", es de mi exclusiva autoría. Asumo plena responsabilidad por el contenido, las ideas, los procedimientos metodológicos y los resultados aquí expuestos.

Además, reconozco que los derechos patrimoniales e intelectuales de este trabajo pertenecen a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), conforme a las disposiciones institucionales vigentes

A handwritten signature in dark ink, consisting of a large, stylized 'O' followed by a horizontal line and a small flourish.

OBANDO MACIAS ISAIAS EDUARDO

CI: 2350908519

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	19
2. PROBLEMÁTICA.....	21
3. JUSTIFICACION.....	23
4. OBJETIVO	25
4. 1. Objetivo general.....	25
4. 2. Objetivos específicos.....	25
5. HIPÓTESIS.....	26
5. 1. Hipótesis alternativa (H1).....	26
6. MARCO TEÓRICO.....	27
6. 1. <i>Magallana gigas</i> : Biología y Ecología	27
6. 2. Importancia ecológica y acuícola <i>M. gigas</i>	28
6. 3. Carga bacteriana ambiental en acuicultura	29
6. 4. Indicadores biológicos del cultivo	30
6. 5. Calidad de agua como factor de riesgo	31
6. 5. 1. Factores ambientales y calidad del agua	31
6. 5. 2. Contaminación antropogénica	32
6. 5. 3. Índice de Calidad del Agua (ICA)	32
6. 6. Vinculación del ICA con la mortalidad en molusco	33
6. 7. Técnicas microbiológicas aplicadas en acuicultura	35
6. 7. 1. Microbiología aplicada en acuicultura	36
6. 7. 2. Métodos de siembra y conteo de UFC	37
6. 7. 3 Tinción de	
Gram.....	37

6. 8. Relevancia para la seguridad alimentaria y la economía local	38
6. 9. Bioseguridad en el consumo de ostras	39
6. 10. Marco legal.....	39
7. METODOLOGIA	41
7. 1. Área de Estudio.....	41
7. 2. Diseño experimental.....	43
7. 3. Procedimientos.....	44
7. 3. 1. Recolección de Muestras de Ostras y Agua.....	44
7. 3. 2. Análisis del Crecimiento en IC de <i>Magallana gigas</i>	45
7. 3. 3. Preparación de medios de cultivo	46
7. 3. 4. Preparación de las muestras de ostras para cultivo por estría.....	47
7. 3. 5. Tinción de Gram para caracterización bacteriana	49
7. 3. 6. Toma De Parámetros	50
7. 3. 7. Índice de Calidad del Agua.....	54
7. 3. 8. Análisis de Estadístico.....	57
8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	59
8. 1. Determinación de la carga bacteriana presente en tejido blando de <i>Magallana gigas</i> y agua de cultivo.....	59
8. 1. 1. Variación de la carga bacteriana en tejido de <i>Magallana gigas</i>	59
8. 1. 2. Variación temporal de la carga bacteriana durante el monitoreo	61
8. 1. 3. Variación de coliformes totales en el agua de cultivo.....	62
8. 2. Relación entre las condiciones ambientales del cultivo y la carga bacteriana en <i>Magallana gigas</i>	65

8. 2. 1. Correlación entre los parámetros ambientales y la carga bacteriana en tejido de <i>Magallana gigas</i>	65
8. 2. 2. Relación de la temperatura y salinidad con la carga bacteriana en.....	68
8. 2. 3. Integración de las relaciones ambientales y microbiológicas.....	70
8. 3. Relación del crecimiento y la supervivencia de <i>Magallana gigas</i> con la carga bacteriana y los parámetros ambientales	73
8. 3. 1. Variación del índice de condición y la supervivencia entre fases	73
8. 3. 2. Relación del desempeño biológico con la carga bacteriana y las variables ambientales.....	74
8. 3. 3. Asociación entre el índice de condición y la carga bacteriana	76
8. 3. 4. Integración de los factores ambientales, microbiológicos y biológicos....	77
8. 3. 5. Integración de las relaciones ambientales, microbiológicas y biológicas.	80
9. DISCUSIONES.....	82
9. 1. Dinámica de la carga bacteriana en tejido tisular y calidad microbiológica del agua.....	82
9.2. Fluctuación de los parámetros ambientales y evaluación mediante el ICA.....	84
9.3. Desempeño biológico: Crecimiento mediante el Índice de Condición (IC), supervivencia y sus motores ambientales.....	87
10. CONCLUSIONES	92
11. RECOMENDACIONES	94
12. BIBLIOGRAFÍA.....	96
13. ANEXOS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Magallana gigas</i> (Ostra del Pacifico).....	27
Figura 2. Mapa técnico del sitio de estudio: sistema suspendido tipo Long-line en Monte Verde.....	41
Figura 3. Esquema del sistema suspendido tipo Long-line utilizado para el cultivo de <i>Magallana gigas</i> en Monte Verde, Santa Elena.....	42
Figura 4. Reactivos utilizados en la tinción de Gram (Labster, 2025).....	50
Figura 5. Multiparámetros (7-1) YY-1070.....	51
Figura 6. LUTRON Medidor de turbidez, modelo: TB400	52
Figura 7. Cargar bacteriana en tejido (TSA) por fase.	60
Figura 8. Evolución temporal del TSA (media +/- DE de 7 ostras.	61
Figura 9. Coliformes totales en agua por fase.....	63
Figura 10. Correlación (Spearman) entre parámetros ambientales y carga bacteriana (TSA).	67
Figura 11. Relación entre temperatura/salinidad y carga bacteriana.	68
Figura 12. Matriz de correlación de Spearman (parámetros + carga).....	71
Figura 13. Índice de condición y supervivencia por fase.....	73
Figura 14. Correlación (Spearman) del desempeño biológico con carga y ambiente.	75
Figura 15. Índice de condición vs carga bacteriana (TSA).....	76
Figura 16. Tendencia de los parámetros fisicoquímicos por fase.	79
Figura 17. PCA biplot: relación entre vectores ambientales y biológicos.	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de evaluación ambiental	34
Tabla 2. Frecuencia y número total de análisis realizados durante el monitoreo semanal.....	45
Tabla 3. Parámetros para el cálculo del ICA. Fuente: (Corrales y McLeod, 2017).	55
Tabla 4. Pesos relativos para cada parámetro del ICA. Fuente: (SNET, 2022) ..	56
Tabla 5. Clasificación de la calidad de agua según el valor del ICA. Fuente: (Brown et al., 1972).	56
Tabla 6. Estadística descriptiva de la carga bacteriana por fase.....	124
Tabla 7. Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) por variable y fase.....	124
Tabla 8. Comparación de la carga bacteriana entre fases (Mann-Whitney y Kruskal-Wallis).....	124
Tabla 9. Parámetros ambientales del área de cultivo por fase (media $\pm$ DE; n = 12/fase).....	125
Tabla 10. Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y comparación entre fases (Mann-Whitney).....	125
Tabla 11. Correlación entre parámetros ambientales / ICA y la carga bacteriana en tejido (TSA Log ₁₀ ; Spearman, n = 24).	126
Tabla 12. Correlación intra-fase (control de fase/estación).....	126
Tabla 13. Estadística descriptiva del índice de condición y la supervivencia por fase (n = 12/fase).....	126

Tabla 14. Normalidad (Shapiro-Wilk) y comparación entre fases (Mann-Whitney).	127
Tabla 15. Correlación del desempeño biológico con la carga bacteriana y los parámetros ambientales (Spearman, n = 24).	127
Tabla 16. Correlación intra-fase del índice de condición.	127

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cilindro de cultivo para ostras juveniles	114
Anexo 2. Verificación y preparación de linternas.....	114
Anexo 3. Preparación de linterna para la ubicación de M. gigas.	114
Anexo 4. limpieza de la M. gigas.	114
Anexo 5. M. gigas superando el tamaño comercial.	114
Anexo 6. Medición y clasificación de M. gigas.....	114
Anexo 7. Ubicación de las ostras en los pisos de la linterna.....	115
Anexo 8. Clasificación de la M. gigas.	115
Anexo 9. Condón roto de linterna por depredadores	115
Anexo 10. Matricula de embarcación.....	115
Anexo 11. línea de cultivo Long line.	115
Anexo 12. Estación de la M. gigas de las linternas para mantenimiento.	115
Anexo 13. Preparación de Agar TSA.	116
Anexo 14. Preparación de medio de cultivo.....	116
Anexo 15. Resultado de cultivo del tejido de la M. gigas.....	116
Anexo 16. colonias de las M. gigas en Agar TSA.	116
Anexo 17. M. gigas parte externa.....	117
Anexo 18. M. gigas parte interna.	117
Anexo 19. Visita técnica del tutor a la zona de estudio.	117
Anexo 20. Equipo académico y técnico en Monteverde.	117

ABREVIATURAS

ICA: Índice de Calidad del Agua

IC: Índice de Condición

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

TSA: Tryptic Soy Agar (Agar Tripticasa de Soya)

OD: Oxígeno Disuelto

DBO5: Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días

SDT: Sólidos Disueltos Totales

NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez

PCA: Análisis de Componentes Principales

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la
Agricultura

EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria

FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU.

ABSTRACT

The cultivation of the Pacific oyster (*Magallana gigas*) in suspended systems is strictly dependent on water quality, and its physiology and production yield are highly vulnerable to environmental fluctuations that alter marine bacterial dynamics. As filter-feeding and bioaccumulating organisms, these microbial dynamics directly influence physiological stress, tissue growth rates, and the overall health of the bivalve. The objective of this study was to analyze the interaction between bacterial load and environmental parameters in the Long-line aquaculture system in Monteverde, Santa Elena, evaluating its association with the condition index and survival of the mollusk. For 12 consecutive weeks, biological indicators, physicochemical variables (integrated using the Water Quality Index—WQI), and microbiological load were monitored in both soft tissue (TSA agar count) and water (coliforms). The results showed that heterotrophic bacterial dynamics in the tissues are strictly regulated on a macro-seasonal scale. A highly significant 52.2% reduction in tissue bacterial load was recorded during the transition from a temperate-saline phase to a warm-humid phase, showing a strong negative correlation with rising temperature and a positive correlation with salinity. Regarding the influence of these dynamics on the bivalves, the Condition Index decreased from 12.09 to 10.81 in the second phase. This demonstrates that the oceanographic conditions of the first phase simultaneously stimulated greater mollusk growth and a much more intense rate of passive bacterial filtration. Despite these physiological fluctuations, survival remained exceptionally high and constant (>98%), proving to be independent of bacterial pressure. Furthermore, the culture water confirmed its complete sanitary safety by showing no presence of fecal coliforms. It is concluded that the biological performance of *M. gigas* is driven by seasonal transitions, and that Monteverde Bay provides a biosecure and favorable zootechnical environment for its aquaculture production.

Keywords: *Magallana gigas*, bacterial dynamics, Condition Index, water quality, long-line system.

RESUMEN

El cultivo de la ostra del Pacífico (*Magallana gigas*) en sistemas suspendidos depende estrictamente de la calidad del agua, siendo su fisiología y rendimiento productivo altamente vulnerables a las fluctuaciones ambientales que alteran la dinámica bacteriana marina. Al ser organismos filtradores y bioacumuladores, esta dinámica microbiana influye directamente en el estrés fisiológico, las tasas de engorde tisular y la salud general del bivalvo. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la interacción entre la carga bacteriana y los parámetros ambientales en el sistema de cultivo tipo Long-line de Monteverde, Santa Elena, evaluando su asociación con el índice de condición y la supervivencia del molusco. Durante 12 semanas consecutivas, se monitorearon indicadores biológicos, variables físico-químicas (integradas mediante el Índice de Calidad del Agua - ICA), y la carga microbiológica tanto en tejido blando (recuento en agar TSA) como en agua (coliformes). Los resultados evidenciaron que la dinámica bacteriana heterótrofa en los tejidos presenta una estricta regulación macro-estacional. Se registró una reducción altamente significativa del 52.2% de la carga bacteriana tisular al transicionar de una fase templado-salina a una fase cálido-húmeda, mostrando una fuerte correlación negativa con el aumento de temperatura y positiva con la salinidad. En cuanto a la influencia de esta dinámica en los bivalvos, el Índice de Condición disminuyó de 12.09 a 10.81 en la segunda fase. Esto demuestra que las condiciones oceanográficas de la primera fase estimularon de forma simultánea un mayor engorde del molusco y una tasa de filtración bacteriana pasiva mucho más intensa. A pesar de estas fluctuaciones fisiológicas, la supervivencia se mantuvo excepcionalmente alta y constante (>98%), demostrando ser independiente de la presión bacteriana. Además, el agua de cultivo ratificó su total inocuidad sanitaria al registrar nula presencia de coliformes fecales. Se concluye que el rendimiento biológico de *M. gigas* está dirigido por las transiciones estacionales, y que la bahía de Monteverde provee un entorno zootécnico bioseguro y favorable para su producción acuícola.

Palabras clave: *Magallana gigas*, dinámica bacteriana, Índice de Condición, calidad del agua, sistema Long-line.

1. INTRODUCCIÓN

La *Magallana gigas* es un bivalvo de gran importancia para la acuicultura debido a su alto valor nutritivo y comercial. En Ecuador la producción en sistemas suspendidos tipo *Long-line* se ha establecido como una opción ecológica para ampliar la diversidad en la producción marina. Al ser organismos bentónicos filtradores, las ostras dependen estrictamente de la calidad del agua que las rodea; procesan grandes volúmenes de líquido para alimentarse, lo que da posible influencia que se concentren en sus tejidos blandos los microorganismos presentes en el medio marino, transformándose en bioacumuladores tanto de nutrientes como de patógenos potenciales (FAO, 2024).

Por lo tanto, la productividad de estos sistemas está directamente ligada a la dinámica bacteriana ambiental, la cual fluctúa drásticamente según las condiciones físico-químicas del entorno. Variaciones en parámetros clave como la temperatura, el oxígeno disuelto, la turbidez y la salinidad alteran las tasas de reproducción y la composición de las comunidades bacterianas en el agua (Tomalá, 2022). Un incremento en la carga bacteriana (especialmente de coliformes o bacterias oportunistas), sumado al estrés fisiológico que sufren las ostras por los cambios ambientales, influye negativamente en sus indicadores biológicos, tendencia asociada a una disminución en la tasa de crecimiento en peso, un debilitamiento inmunológico y, en casos críticos, mortalidades masivas en el cultivo.

Pese a que este impacto perjudique drásticamente el rendimiento de cultivo en el país, no existe estrategias de monitoreos sistemático que ayuden a integrar las variables ambientales y microbiológicas en la producción de bivalvos. Esta falta de datos limita a los productores del sector de Monteverde, Santa Elenas, a implementar medidas de prevención (Aguilar , 2024). En este sentido la presente investigación tiene como objetivo analizar la interacción entre la carga bacteriana y los parámetros ambientales en el sistema del cultivo de la *Magallana gigas*. Mediante este enfoque el presente estudio aportara información significativa para comprender como la relación entre la carga bacteriana y los parámetros ambientales afecta la salud de *Magallana gigas*, aportado información para fortalecer la gestión sanitaria local, la inocuidad del producto y la sostenibilidad del sistema marinos de la región (Muthini Ochenje, 2021)

2. PROBLEMÁTICA

A pesar del potencial acuícola del sistema *Long-line* en la provincia de Santa Elena, la producción de *Magallana gigas* enfrenta una vulnerabilidad crítica debido a la falta de control sobre los factores ambientales y microbiológicos del entorno marino. Al ser organismos filtradores, las ostras se encuentran expuestas de manera permanente a las fluctuaciones físico-químicas del agua y a la carga bacteriana presente en el medio (FAO, 2024).

El problema radica en que variaciones abruptas en parámetros como la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto actúan como estresores fisiológicos que debilitan el sistema inmunológico del bivalvo, incrementando su susceptibilidad a infecciones oportunistas y alterando radicalmente la dinámica bacteriana, lo que acelera la proliferación de patógenos en sus tejidos (García et al., 2026).

En la comuna Monteverde, esta situación se agrava debido a la inexistencia de un monitoreo sistemático e integral. Actualmente, los productores locales operan bajo un esquema empírico, desconociendo los niveles reales de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en los tejidos de las ostras, así como la concentración de coliformes totales y fecales en las aguas de cultivo. Al no contar con un Índice de Calidad del Agua (ICA) que evalúe de forma matemática y unificada el estado del recurso hídrico, es imposible predecir cómo estas variables ambientales interactúan con la presión microbiológica ni en qué medida están

afectando directamente la tasa de crecimiento en peso y los picos de mortalidad del molusco (Torres, 2019).

Esta carencia de evidencia científica genera una problemática multidimensional. En el ámbito productivo y económico, la falta de alertas tempranas impide la toma de decisiones preventivas, traduciéndose en una pérdida silenciosa de biomasa y una baja rentabilidad del cultivo. En el aspecto sanitario, la incertidumbre sobre la carga de coliformes pone en riesgo la inocuidad del producto, amenazando la bioseguridad alimentaria de los consumidores locales (Bonilla et al., 2021). De no abordarse esta brecha de información mediante herramientas de diagnóstico precisas (como el método Petrifilm y análisis de correlación biológica), el sector acuícola de Monteverde seguirá expuesto a colapsos productivos, limitando el desarrollo sostenible de la matriz pesquera en la región.

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica de manera práctica y económica debido a la necesidad urgente de dotar a los acuicultores de la comuna Monteverde de herramientas científicas para optimizar la toma de decisiones. En Santa Elena el cultivo de *M. gigas* con sistemas *Long-line* es el sustento de muchas familias costeras, sin embargo, el problema que atraviesan este cultivo es debido a las mortalidades inexplicables que existen, o porque las ostras simplemente no alcanzan el crecimiento adecuado para su consumo o venta, frenando a la economía y perjudicando la inversión de los productores locales (CORDIS, 2024). Este estudio busca entender como se relacionan las condiciones ambientales con las bacterias presente de la propia ostra para que los productores puedan tener medidas preventivas cuando hay riesgos de perder el cultivo.

En Ecuador hay información sobre las condiciones oceanográficas del perfil costero, sin embargo, es casi inexistente la información que se tiene sobre lo que pasa dentro del tejido de la ostra y como eso se refleja en su crecimiento y salud. Con este trabajo se busca dejar una base de información sobre como las bacterias se acumulan en los bivalvos por estrés ambiental. Dando información a los productores acerca de como influye la calidad del agua y las bacterias presente en los medios de cultivos, de esta forma se evitaría el problema sanitario y bajaríamos las pérdidas de ejemplares.

El uso del Índice de Calidad del Agua (ICA) transforma múltiples variables físico-químicas complejas en un único indicador matemático comprensible, facilitando la interpretación ambiental (Esposito, 2024). Asimismo, la validación del método Petrifilm para el conteo de coliformes en el agua de cultivo proporciona una alternativa metodológica rápida y eficiente que puede ser replicada de forma sistemática por laboratorios locales y organismos de control sanitario para garantizar la inocuidad alimentaria (Bonilla et al., 2021).

Finalmente, el trabajo posee una fuerte relevancia social y ambiental. Al proveer información que garantice un producto libre de altas cargas de coliformes fecales, se resguarda directamente la salud pública de los consumidores. En el ámbito ecológico, promover la sostenibilidad de estos cultivos suspendidos asegura la permanencia de *M. gigas* como un organismo mitigar, cuya capacidad de filtración natural contribuye a la regulación de nutrientes y al equilibrio ecológico de la bahía de Santa Elena.

4. OBJETIVO

Objetivo general

Analizar la relación entre la carga bacteriana y los parámetros ambientales en el sistema Long-line de *Magallana gigas* en Monteverde, Santa Elena, y su asociación con indicadores biológicos del cultivo.

Objetivos específicos

Determinar la carga bacteriana presente en el tejido blando de *Magallana gigas* mediante recuento de UFC en Agar TSA, y coliformes totales y fecales en el agua del área de cultivo mediante método de Petrifilm.

Estimar las condiciones ambientales del cultivo mediante el Índice de Calidad del Agua (ICA), analizando su relación con la carga bacteriana detectada.

Relacionar el crecimiento en peso y supervivencia de *Magallana gigas* con la variación de la carga bacteriana y de los parámetros ambientales durante el período de estudio.

5. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (H1)

Existe una asociación significativa entre la carga bacteriana presente en el tejido de *Magallana gigas* y la temperatura del agua en el sistema de cultivo Long-line de Monteverde, Santa Elena.

6. MARCO TEÓRICO

Magallana gigas: Biología y Ecología

Magallana gigas, es un molusco bivalvo de la familia *Ostreidae*. Presenta dos valvas asimétricas: la izquierda, que es más convexa y se adhiere al sustrato; mientras que la derecha es más plana y con función de tapa. Su concha, de textura rugosa y un color que va del blanco al grisáceo, puede llegar a medir hasta 35 cm de longitud en condiciones óptimas (Aquaportail, 2025).

Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Clase: Bivalvia

Orden: Ostreoida

Familia: Ostreidae

Género: *Magallana*

Especie: *gigas*

Nombre científico: *Magallana gigas*

Figura 1.
Magallana gigas (Ostra del Pacífico)



Nota: La Figura 3 muestra ejemplares de *Magallana gigas* (Ostra del Pacífico) obtenidos de fuente digital con fines ilustrativos.

El ciclo de vida de *M. gigas* tiene una fase larval planctónica de 15 a 20 días, tras la cual se fija en sustratos duros y comienza su fase bentónica. En sistemas suspendidos, como el método Long-line, la densidad de siembra influye directamente en el crecimiento y la supervivencia. En cultivos de Pedernales, Ecuador, se registró un incremento promedio de $4,44 \pm 0.19$ cm en ostras cultivadas a 3 m de profundidad, con una tasa de supervivencia del 89 % (De Marco, et al., 2023).

Importancia ecológica y acuícola *M. gigas*

La especie cumple una función esencial en el ecosistema marino al actuar como organismo filtrador. Es capaz de procesar entre 4 y 5 litros de agua por hora, eliminando fitoplancton, partículas en suspensión, bacterias y otros contaminantes orgánicos. Esta capacidad contribuye a mejorar la calidad del agua en ecosistemas estuarinos y costeros, disminuyendo la eutrofización y favoreciendo la biodiversidad (AquaPortail, 2024).

A nivel mundial, *M. gigas* representa más del 80 % de la producción total de ostras, con más del cinco millones de toneladas anuales, principalmente en China, Francia, Japón y Estados Unidos (FAO, 2024). En Ecuador, su cultivo se ha consolidado en Esmeraldas, Manabí y Santa Elena, donde estudios en Chanduy han reportado tasas de supervivencia superiores al 85 % en sistemas suspendidos (Campaña Luna, 2024).

No obstante, el cultivo de ostra enfrenta desafíos como la variabilidad climática, la contaminación de cuerpos de agua, la falta de infraestructura y la limitada normativa sanitaria. En Ecuador, la falta de monitoreos permanentes de parámetros físico-químicos y microbiológicos dificulta la respuesta ante brotes patológicos (EUMOFA, 2022).

Carga bacteriana ambiental en acuicultura

La presencia de bacterias en los sistemas acuícolas es algo natural: forman parte del entorno y cumplen funciones importantes en el reciclaje de nutrientes y en la dinámica ecológica del agua. Sin embargo, cuando la carga bacteriana aumenta demasiado, puede afectar la fisiología de los moluscos bivalvos, reduciendo su capacidad de filtración y crecimiento (Morán Silvestre, 2026).

En este contexto, los coliformes totales y fecales son los indicadores que más se usa para saber si hay contaminación por actividad antropogénicas. Aunque no siempre están asociadas a enfermedades directas su presencia representa un riesgo sanitario y puede alterar la supervivencia de las ostras al momento de cambiar las condiciones del agua del cultivo (Bermúdez et al., 2022).

La relación entre bacterias y parámetros físico-químicos es estrecha, su crecimiento depende mucho de lo que pase con la temperatura, oxígeno disuelto,

turbidez, salinidad, nitratos y fosfatos. Por ejemplo, temperaturas pasa de 25 °C y el oxígeno baja las bacterias heterótrofas se multiplican generando estrés en los organismos cultivados (Watakabe et al., 2025).

Indicadores biológicos del cultivo

El crecimiento en peso refleja la disponibilidad de nutrientes y la calidad del agua. Una disminución en la biomasa puede estar asociada a variaciones en oxígeno disuelto, turbidez o salinidad, factores que afectan directamente la fisiología de las ostras (Valverde et al., 2025).

La supervivencia asimismo resulta esencial de ser un indicador de la capacidad que tiene un organismo de resistir cambios en el medio y en la presión bacteriana. Si bien la mortalidad no corresponde necesariamente a infecciones concretas la interacción bacteriana y los parámetros físico-químicos puede producir estrés y disminuir la tasa de supervivencia (Morrillo et al., 2026).

Integrando los biomarcadores con la medición de la carga bacteriana y del ICA se obtiene un conocimiento exhaustivo del sistema de cultivo. Esto permite identificar patrones de asociación entre factores ambientales y microbiológicos, y su impacto en la productividad y sostenibilidad de *Magallana gigas* en Monteverde, Santa Elena (Aguilar, 2024).

Calidad de agua como factor de riesgo

6. 1. 1 Factores ambientales y calidad del agua

La calidad del agua es un factor determinante en la salud y productividad de los cultivos de *Magallana gigas*. La inmunidad, el metabolismo y la susceptibilidad a enfermedades de las ostras dependen directamente de parámetros como oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad, el pH, la turbidez y el contenido de nutrientes (Leon Vizcaino, 2024).

Temperaturas superiores a 25 °C, pueden generar estrés térmico y favorecer el crecimiento de bacterias patógenas como *Vibrio spp.* La salinidad óptima para *M. gigas* se encuentra entre 20 y 35 ppt; por lo que, cifras que se encuentren por fuera de este intervalo pueden modificar la osmorregulación y afectar la respuesta inmunológica del organismo (FAO, 2024). El oxígeno disuelto es vital para la respiración celular; por debajo de 5 mg/L se genera hipoxia y se eleva la mortalidad en cultivos intensivos.

La alta turbidez puede obstaculizar la entrada de luz y tener un impacto en la disponibilidad del fitoplancton que es el alimento primordial para las ostras. Igualmente, cuando hay una cantidad excesiva de nutrientes como fosfatos y nitratos, pueden ocurrir procesos de eutrofización que propician condiciones

anóxicas que son beneficiosas para el desarrollo de bacterias anaerobias (López Ramírez, 2019).

6. 1. 2 Contaminación antropogénica

La contaminación en cuerpos de agua destinados a la acuicultura ha aumentado debido a las acciones humanas en áreas costeras. La descarga de aguas residuales, la escorrentía agrícola enriquecida con fertilizantes, los metales pesados (cadmio, plomo, mercurio) son peligros para la salud de los organismos acuáticos. Estos contaminantes tienen la capacidad de concentrarse en los tejidos de las ostras, lo que pone en peligro su desarrollo y hace que sean más vulnerables a infecciones bacterianas (Weiner , 2019).

En estudios en Bahía de Altata, México, se encontró una relación entre coliformes fecales y metales pesados con enfermedades en ostras cultivadas. Esto muestra la importancia de hacer un monitoreo y control ambiental (González, 2019).

6. 1. 3 Índice de Calidad del Agua (ICA)

El Índice de Calidad del Agua (ICA) es una herramienta que ayuda a evaluar la condición de aguas mediante la combinación de varios parámetros físico-químicos y microbiológicos, su uso en acuicultura ayuda a identificar zonas de

riesgo, hacer decisiones de salud y prevenir brotes de enfermedades (Campaña Luna, 2024).

En Ecuador, todavía es escaso el empleo del ICA en la producción de ostras, pero su aplicación podría optimizar considerablemente la gestión medioambiental y disminuir los fallecimientos debido a posible influencia bacterianas. La presencia de *Vibrio spp.*, y el ICA están correlacionados, como lo han documentado investigaciones internacionales, lo que apoya su eficacia como indicador predictivo (Labreuche et al., 2007).

Vinculación del ICA con la mortalidad en molusco

En Ecuador, estudios en el puerto de Chanduy han empezado a analizar esta correlación sobre el Índice de Calidad del Agua (ICA), descubriendo que la presencia de bacterias patógenas en el agua aumenta en épocas de mayor temperatura y turbidez, lo que se podría asociar a la calidad del agua y al manejo del sistema de cultivo (Tomala, 2022). Especialmente en zonas de alta densidad de coliformes fecales y baja proporción de oxígeno disuelto.

Tabla 1.
Parámetros de evaluación ambiental

Parámetro	Unidad	Importancia en el Ecosistema Acuático y Cultivo de <i>M. gigas</i>
Potencial de Hidrógeno (pH)	Escala 0-14	Indica acidez o alcalinidad. El rango favorable para la biota acuática es de 6.5 a 8.5; valores fuera de este intervalo provocan estrés fisiológico.
Temperatura	°C	Regula la energía térmica del medio. Influye directamente en la solubilidad del oxígeno disuelto, la sedimentación y la tasa metabólica de los organismos.
Turbidez	NTU	Mide la interferencia del paso de la luz por partículas suspendidas. Reduce la productividad primaria e indica presencia de sedimentos o contaminantes.
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	Gas vital para la respiración de los organismos acuáticos. Concentraciones mayores a 6 mg/L son idóneas para mantener los procesos vitales en zonas costeras.
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	mg/L	Cuantifica el oxígeno consumido por microorganismos (<i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Bacillus</i> , etc.) al descomponer la materia orgánica.
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L / ppm	Partículas diminutas en forma de iones (sales y minerales). Afectan la claridad del agua y la estabilidad del ecosistema en zonas intermareales.
Nitratos	mg/L	Compuestos nitrogenados altamente solubles derivados de la nitrificación. Su exceso en el sistema acuático puede gatillar procesos de eutrofización.
Fosfatos	mg/L	Nutrientes esenciales que en altas concentraciones causan desbalances ecológicos, agotamiento del oxígeno y proliferación descontrolada de algas.
Coliformes Fecales	UFC / 100 mL	Bacterias anaerobias utilizadas como bioindicadores de contaminación orgánica y fecal proveniente de descargas urbanas, agrícolas o industriales.

Nota. Para la construcción del Índice de Calidad del Agua (ICA), se seleccionaron y estandarizaron los parámetros más representativos del entorno acuático

Técnicas microbiológicas aplicadas en acuicultura

El análisis microbiológico en acuicultura constituye una herramienta esencial para comprender la interacción entre la carga bacteriana y los parámetros ambientales en sistemas de cultivo. En el caso de *Magallana gigas*, se emplean métodos de siembra y conteo en medios de cultivo como el Tripticasa Soya Agar (TSA) y las Placas Petrifilm®, que permiten cuantificar la abundancia de bacterias heterótrofas y coliformes presentes en agua y tejido blando (Gutiérrez, 2019).

Estos recuentos ofrecen información sobre la presión bacteriana ambiental y su relación con la supervivencia y el crecimiento de los organismos. En particular, los coliformes totales y fecales son indicadores de contaminación antropogénica y calidad sanitaria del agua, parámetros críticos para evaluar la sostenibilidad de los cultivos (Morán Silvestre, 2026).

Como técnica complementaria, se aplicó la tinción de Gram a las colonias bacterianas obtenidas en TSA. Este procedimiento sirvió para diferenciar las bacterias Gram positivas y Gram negativas según como tiene formada su pared celular. Con eso se obtuvo información básica sobre que tipo de bacterias están presente en el ambiente (Guinda Trallero et al., 2024).

Al combinar esta técnica microbiológica con el cálculo del ICA y los indicadores biológicos de crecimiento y supervivencia, se logró obtener una visión completa del estado del cultivo de *M. gigas* en Monteverde, Santa Elena

6. 1. 4 Microbiología aplicada en acuicultura

Los medios de cultivo son mezclas nutritivas que permiten el crecimiento de microorganismos en condiciones controladas. En acuicultura se aplica para detectar y cuantificar bacterias en agua y tejidos de organismos cultivados, como *Magallana gigas*. La elección del mismo estará en función del microorganismo que se desee aislar y las condiciones ambientales del sistema de cultivo (Benavides, 2020).

Agar TSA (*Tryptic Soy Agar*) es un medio general para bacterias heterótrofas no exigentes. Al contener extracto de soya, peptonas y cloruro de sodio, es apropiado para el aislamiento de las bacterias ambientales que se encuentran en los sistemas acuáticos (Benavides, 2020). Su principal beneficio es que puede recuperar un extenso espectro de especies bacterianas, como *Aeromonas*, *Pseudomonas* y algunas *Enterobacteriaceae*. El TSA ha mostrado ser efectivo para medir la carga bacteriana en cultivos de ostras, según investigaciones hechas en Ecuador

6. 1. 5 Métodos de siembra y conteo de UFC

El análisis microbiológico en acuicultura generalmente involucra métodos de siembra por estría o por superficie y el conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Este método da una estimación de la cantidad de bacterias viables en una muestra, en UFC/mL. Dependiendo del tipo de bacteria que se busca, las placas se incubaron a temperaturas comprendidas entre los 25 °C y los 37 °C durante un período de 24 a 48 horas. Según los estándares microbiológicos establecidos para ambientes acuáticos (Benavides, 2020). Se interpreta el conteo que se lleva a cabo en placas con entre 30 y 300 colonias.

6. 1. 6 Tinción de Gram

La tinción de Gram es una técnica básica de microbiología que permite diferenciar bacterias en función de su pared celular. En acuicultura permite reconocer morfotipos bacterianos localizados en tejidos de moluscos y en el agua de cultivo (Ocronos, 2023).

La técnica se basa en la habilidad de las bacterias Gram positivas para conservar el colorante cristal violeta después de aplicar Lugol y decolorar con alcohol-acetona; a diferencia de las bacterias Gram negativas, que se tiñen de rosa con safranina, esta distinción se origina en la conformación de la pared celular: las

Gram positivas tienen una capa densa de peptidoglicano. Sin embargo, las Gram negativas presentan una membrana lipídica externa que evita que el colorante primario se quede (UNAM, 2023).

La tinción de Gram sirve para establecer una correlación entre la forma bacteriana y la virulencia, así como la respuesta inmunitaria de *M. gigas*. En investigaciones recientes sobre microbiología acuática, esto es particularmente cierto en situaciones de estrés medioambiental, como son la salinidad baja y la hipoxia (UMH, 2024).

Relevancia para la seguridad alimentaria y la economía local

Dado que la ostra del Pacífico es una fuente importante de minerales, proteínas y ácidos grasos esenciales, constituye un alimento esencial para la seguridad alimentaria. Su producción en Ecuador es una oportunidad para diversificar la matriz productiva, disminuir la presión sobre los recursos pesqueros tradicionales y crear puestos de trabajo en las comunidades costeras (Campaña, 2024).

La productividad mejora y se garantiza la calidad del producto final al optimizar el manejo ambiental de los cultivos y su salud, lo que ayuda a venderlos en mercados tanto internacionales como nacionales. Este estudio es importante no

solo desde un punto de vista científico, sino también desde perspectivas sociales y económicas.

Bioseguridad en el consumo de ostras

La bioseguridad alimentaria en moluscos bivalvos como *Magallana gigas* se basa en normas de alcance global que controlan la inocuidad para el consumo humano. La Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (FDA) y el Codex Alimentarius de la FAO/OMS son quienes definen estos criterios (EFSA, 2022).

Según estándares de calidad e inocuidad en el consumo de ostras, los niveles de *E. coli* siguen el régimen de reglas CE 1831/2003, 853/2004 y además del 854/2004, donde nos hablan que los productos bivalvos tienen que provenir de zonas certificadas con su documentación que avale sus estándares establecidos, con la realización regulan con las medidas microbiológicas para garantizar la seguridad alimentaria (FAO, 2020).

Marco legal

A su vez, el Artículo 64 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014) establece que “La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte

esencial para todas las formas de vida” (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014). Esta disposición subraya la protección de los entornos acuáticos como fundamento legal para la investigación actual.

El Anexo 1 especifica que: "Se emplearán parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos para evaluar la calidad del agua; estos posibilitan establecer el estado de conservación y el efecto de las actividades humanas en los ecosistemas acuáticos" (MAATE, 2015). Por lo tanto, esta normativa expresa la importancia de tener en cuenta diferentes elementos para demostrar el estado de conservación de los cuerpos acuáticos, un objetivo que se realizó dentro de esta investigación.

Finalmente, en el ámbito penal, la ley 25 del Código Orgánico Integral Penal (COIP) estipula que "una persona que contamine el aire, el agua o la tierra en niveles que pongan en riesgo la salud de las personas o la estabilidad del medio ambiente será condenada a prisión" (Ministerio de Defensa Nacional, 2021). Esta base legal no solamente hace que las pruebas de capacidad científica sean legítimas, sino que también exige que tanto el Estado como la comunidad actúen cuando se detectan indicios de efectos sobre el medioambiente, como los que el estudio pretende analizar a través del Índice de Calidad de Agua.

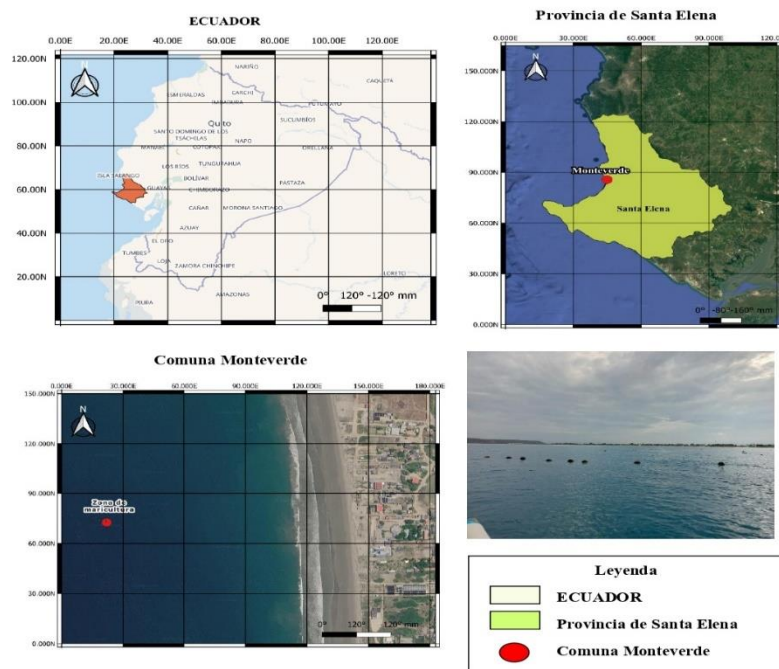
7. METODOLOGIA

Área de Estudio

La investigación se desarrolló en una zona de acuicultura destinada al cultivo de *Magallana gigas*, localizada en una región costera que presenta condiciones ambientales favorables para el desarrollo de esta especie, tales como niveles moderados de salinidad y temperatura. El sitio de estudio fue seleccionado en función de su representatividad ecológica y relevancia económica para la región, así como por la accesibilidad que ofrece para la ejecución de actividades de monitoreo en sistemas de cultivo comercial de ostra del Pacífico (Villón Villón, 2023). El muestreo se llevó a cabo en la parroquia Monteverde, cuyas coordenadas geográficas corresponden a 2°02'53"S – 80°44'25"W.

Figura 2.

Mapa técnico del sitio de estudio: sistema suspendido tipo Long-line en Monte Verde.

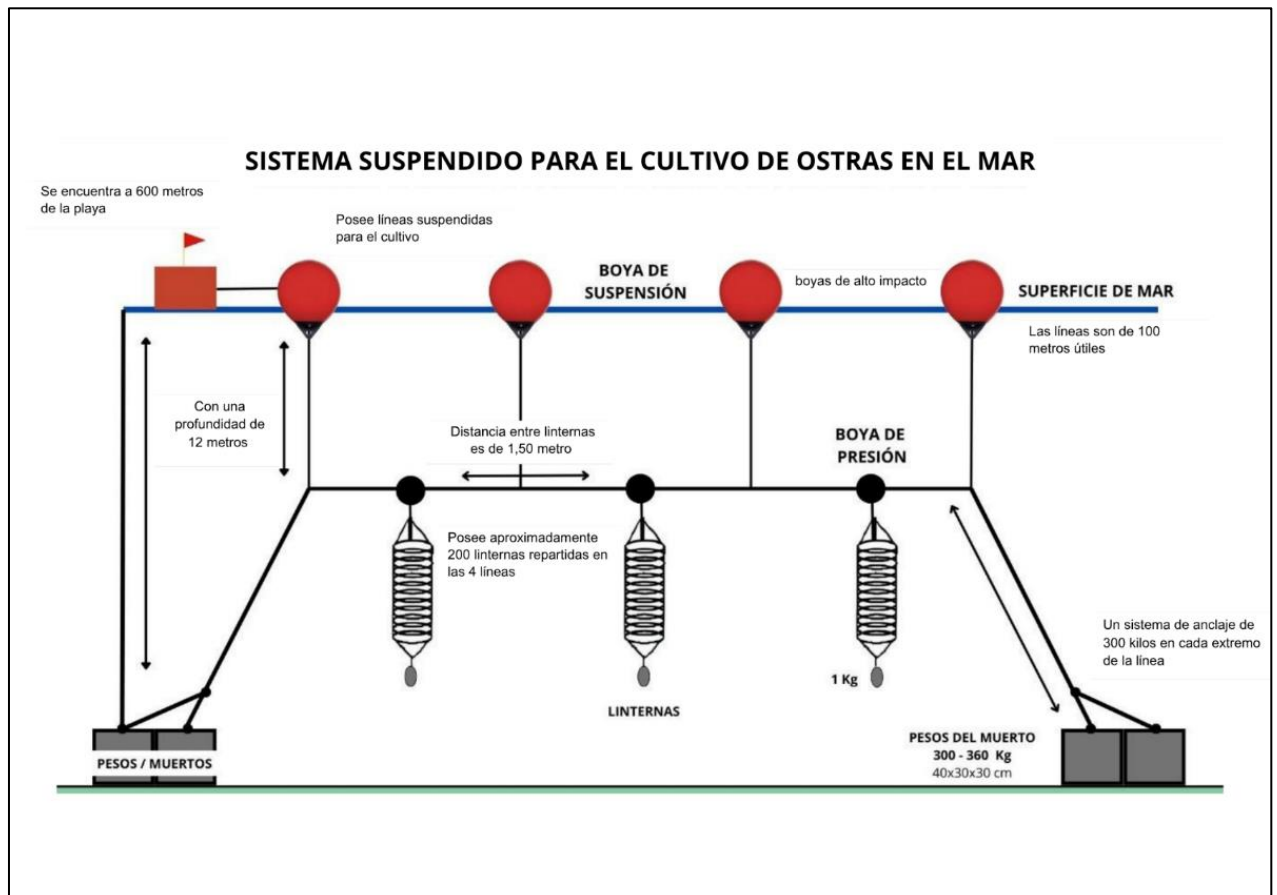


Nota. Mapa del área de estudio en el cultivo Long line. Realizado por el autor.

La delimitación del área de estudio se realizó mediante la toma de coordenadas geográficas precisas con un receptor GPS de la marca GARMIN, las cuales fueron registradas cartográficamente con el propósito de definir el punto específico de muestreo.

Figura 3

Esquema del sistema suspendido tipo Long-line utilizado para el cultivo de Magallana gigas en Monte Verde, Santa Elena



Nota. Sistema suspendido tipo Long line, con líneas y linternas cada una, ubicado a 600 m de la costa y anclado a 12 m de profundidad.

Diseño experimental

La primera fase del estudio comprendió un período de 12 semanas consecutivas, durante el cual se realizó el monitoreo sistemático de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y biológicos del sistema de cultivo tipo Long-line de *Magallana gigas* en Monteverde, provincia de Santa Elena. Ubicado a 600 m de la línea de costa y anclado a 12 m de profundidad. Este diseño es coherente con estudios similares de cultivo suspendido de ostra del Pacífico, en los que se ha reportado que la profundidad de cultivo incide significativamente en el desempeño productivo de los organismos (Nita et al., 2026).

Con base en los resultados obtenidos en la primera fase, se plantea una segunda fase confirmatoria que replicará el esquema de muestreo previamente aplicado, con el objetivo de validar la consistencia de los resultados, evaluar la variabilidad temporal y fortalecer el análisis estadístico de las asociaciones entre carga bacteriana, parámetros ambientales e indicadores biológicos del cultivo.

Procedimientos

7. 1. 1 Recolección de Muestras de Ostras y Agua

Para evaluar los parámetros biológicos de *Magallana gigas*, se seleccionaron semanalmente siete organismos representativos en términos de talla y edad, con el fin de reducir la variabilidad intraespecífica y posibilitar una comparación más precisa de los cambios en peso y estado sanitario. Los organismos fueron recolectados mediante redes de captura y transportados en contenedores con agua marina a temperatura ambiente, garantizando la integridad fisiológica de las muestras hasta su procesamiento en laboratorio (Bermúdez, 2021).

De manera simultánea, se recolectó un litro de agua en cada punto de muestreo por semana, utilizando frascos estériles para prevenir la contaminación cruzada y preservar la integridad microbiológica de las muestras. Estas fueron almacenadas bajo condiciones de temperatura controlada y analizadas de forma inmediata al arribo al laboratorio, con el propósito de minimizar la degradación de microorganismos patógenos potenciales (Vega, Cuéllar, & Borda, 2022; Asus, 2024).

En la segunda fase, se replicará el procedimiento de muestreo biológico y ambiental descrito, manteniendo el número de organismos, el volumen de agua recolectado y la frecuencia semanal, con el fin de preservar la consistencia

metodológica entre ambas etapas del estudio y permitir la evaluación de la variabilidad temporal de los resultados.

Tabla 2
Frecuencia y número total de análisis realizados durante el monitoreo semanal

Tipo de análisis	Frecuencia	Total de semanas	Muestras por semana	Número total de muestras
Fisicoquímicos del agua	1 vez por semana	12 semanas	1 muestra	12 muestras
Microbiológicos (TSA)	1 vez por semana	12 semanas	7 ostras	84 muestras
ICA (Índice de Calidad del Agua)	1 vez por semana	12 semanas	Parámetros integrados	12 registros

Nota: Se realizaron muestreos durante 12 semanas, recolectando 7 ostras por semana para análisis microbiológicos y una muestra de agua por semana para parámetros fisicoquímicos.

7. 1. 2 Análisis del Crecimiento en IC de *Magallana gigas*

Para el estudio del crecimiento de las ostras, se empleó una balanza de precisión con sensibilidad de 0,01 g para la determinación tanto del peso total como del peso del tejido blando. Este método permite obtener información exacta acerca de las condiciones nutricionales de los organismos, dado que el peso del tejido constituye un indicador directo de su condición fisiológica y de la calidad del ambiente de cultivo (Campaña Luna, 2024; Vélez-Falcones, Treviño, Vélez-Chica, & Lodeiros, 2025; Reynaga-Franco, et al., 2026)

El Índice de Condición (IC) se calculó mediante la siguiente expresión, ampliamente validada en estudios de moluscos bivalvos cultivados:

$$IC = \frac{\text{Peso del tejido blando (g)}}{\text{Peso de concha (g)}}$$

Este índice fue calculado semanalmente con el objeto de registrar los cambios en la condición física de los organismos en respuesta a los factores ambientales y a la presencia de agentes bacterianos. El IC constituye una medida ampliamente aceptada en acuicultura para evaluar la respuesta fisiológica de moluscos ante variaciones ambientales (De Marco, et al., 2023; Saavedra, et al., 2024; Reynaga-Franco, et al., 2026)

7. 1. 3 Preparación de medios de cultivo

Las muestras de tejido blando de *Magallana gigas* fueron procesadas mediante técnicas microbiológicas convencionales para la detección de bacterias patógenas. Se preparo un medio de cultivo: Agar Tripticasa Soya (TSA). El agar TSA fue preparado disolviendo 40 g del medio en un litro de agua destilada, y posteriormente esterilizado en autoclave a 121 °C durante 15 minutos; este medio favorece el desarrollo de bacterias heterótrofas no exigentes, incluyendo enterobacterias (Faury, et al., 2004; Shin, Kim, & Yi, 2018; Qin, et al., 2025).

Para el análisis, el tejido blando de cada ostra fue extraído en condiciones estériles y homogenizado en solución salina al 0,85 %. Se realizaron diluciones seriadas decimales (10^{-1} y 10^{-2}), y se sembraron 0,1 mL de cada dilución en placas de Petri mediante siembra por estría, lo que facilitó el aislamiento y la cuantificación de unidades formadoras de colonias (UFC). Las placas fueron incubadas a 28 °C durante 24 a 48 horas (Faury, et al., 2004).

7. 1. 4 Preparación de las muestras de ostras para cultivo por estría

Extracción y homogenización del tejido

Previo al cultivo microbiológico, las ostras seleccionadas fueron sometidas a un proceso de preparación para asegurar la calidad y representatividad de las muestras. Bajo condiciones estériles, se extrajo el tejido blando de cada organismo y se homogenizó en mortero previamente esterilizado. Esta homogenización permitió liberar las bacterias presentes en el tejido y obtener una suspensión uniforme (Benavides Claros, 2020).

Diluciones seriadas decimales

Se realizaron diluciones seriadas decimales para reducir la concentración bacteriana y facilitar el aislamiento de colonias individuales. El procedimiento consistió en transferir 1 mL del homogenizado a un tubo de ensayo con 9 mL de agua destilada estéril, obteniéndose una dilución de 10^{-1} ; posteriormente, 1 mL de

esta dilución fue transferido a un segundo tubo con 9 mL de agua destilada estéril, obteniéndose la dilución final de 10^{-2} (González R. , 2019).

Esta concentración fue seleccionada por ser adecuada para el conteo de colonias en placas de Petri, evitando el sobrecrecimiento bacteriano que dificulta la identificación. A partir de esta dilución, se sembraron por estría en medios selectivos (TSA), utilizando asas de siembra estériles (Gallice, 2020).

Siembra por estría e incubación

Cada muestra fue sembrada en placas de Petri estériles mediante la técnica de siembra por estrías, con asas de siembra estériles. Esta técnica permite el aislamiento de colonias individuales y facilita la cuantificación de unidades formadoras de colonias. Las placas fueron incubadas a 25–30 °C durante 24–48 horas, tras lo cual se realizaron el recuento y la identificación preliminar de las colonias bacterianas observadas (Lombieda Terranova, 2024).

La carga bacteriana (UFC/mL) se calculó mediante:

$$\frac{UFC}{mL} = \frac{\text{número de colonias contadas} \cdot \text{factor de dilución tontal}}{\text{Volumen filtrado o inoculado (mL)}}$$

7. 1. 5 Tinción de Gram para caracterización bacteriana

La tinción de Gram fue aplicada a las colonias bacterianas aisladas en medios TSA, con el propósito de apoyar el análisis microbiológico y establecer una clasificación morfológica preliminar de los aislamientos, basándose en las diferencias estructurales de la pared celular bacteriana que permiten diferenciar entre bacterias Grampositivas y Gramnegativas (López-Jácome, et al., 2014). Esta información resulta de utilidad para correlacionar la presencia de determinados grupos bacterianos con las condiciones ambientales registradas y con los eventos de mortalidad observados en el cultivo (Fuertes et al., 2025).

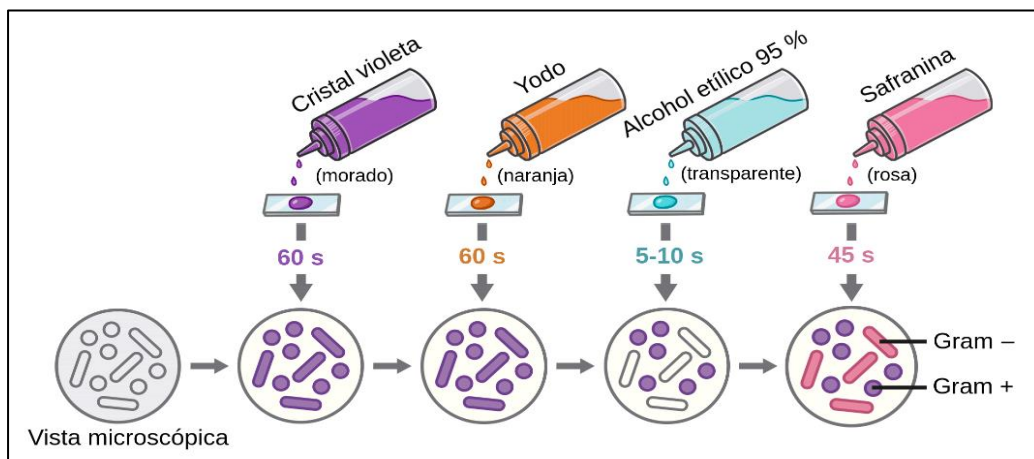
El procedimiento técnico se describe a continuación:

1. Con un asa de inoculación estéril, se tomó una pequeña cantidad de material bacteriano y se distribuyó en forma de frotis sobre un portaobjetos limpio y desengrasado.
2. La muestra fue fijada mediante calor directo, pasando el portaobjetos brevemente sobre la llama de un mechero Bunsen.
3. Se aplicó cristal violeta (colorante primario) durante un minuto.
4. Se añadió solución de Lugol como mordiente durante un minuto.
5. Se procedió a la decoloración con alcohol-acetona durante 20–30 segundos.
6. Se aplicó safranina como colorante de contraste durante un minuto.
7. Finalmente, el portaobjetos fue enjuagado con agua destilada y observado al microscopio óptico con objetivo de inmersión (100×).

Las bacterias Gram positivas se observaron de coloración púrpura, mientras que las Gram negativas presentaron coloración rosada. Se registró la morfología celular (cocos, bacilos, vibriones) La prevalencia de bacterias Gram negativas en tejido de bivalvos de cultivo ha sido reportada en múltiples estudios, destacando géneros como *Vibrio*, *Pseudoalteromonas* y *Aeromonas* como los principales microorganismos oportunistas presentes en sistemas de moluscos marinos (Olafsen et al., 2019).

Figura 4

Reactivos utilizados en la tinción de Gram (Labster, 2025).



Nota. El proceso incluye la aplicación secuencial de cristal violeta, yodo, alcohol y safranina.

7. 1. 6 Toma De Parámetros

Durante la primera fase se midieron semanalmente los parámetros fisicoquímicos necesarios para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA): pH, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, turbidez,

nitratos, fosfatos, DBO₅ y coliformes fecales (Mignani, 2025). Adicionalmente, se consideraron coliformes totales, y se estimaron la amplitud y la altitud media de la marea.

La toma de datos se efectuó bajo condiciones estables de marea, asegurando que la profundidad y la dinámica hidrológica del área permitieran obtener registros confiables de los parámetros evaluados . (Mignani, Barbieri, Marques, & Oliveira, 2013) Las mediciones in situ se realizaron con equipos portátiles previamente calibrados: un multiparámetro YY-1070 para pH, salinidad, oxígeno y sólidos disueltos totales, y un turbidímetro óptico modelo TB400 para la turbidez, siguiendo las especificaciones técnicas de cada fabricante.

Figura 5
Multiparámetros (7-1) YY-1070



Nota: Se realizó muestreo de agua por semana para análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Figura 6.
LUTRON Medidor de turbidez, modelo: TB400



Nota. La turbidez fue medida in situ con un turbidímetro portátil que fue calibrado previamente según especificaciones del fabricante.

Las muestras de agua destinadas al análisis microbiológico de coliformes totales y fecales fueron recolectadas y transportadas bajo condiciones adecuadas al laboratorio de microbiología de NUEVAGESTIÓN, ubicado en Mar Bravo, Santa Elena, siguiendo los protocolos establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2023).

Las muestras para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO_5) fueron recolectadas en recipientes de vidrio ámbar de 500 mL totalmente esterilizados, mantenidas en oscuridad dentro de una caja térmica y remitidas al laboratorio del CENAIM, donde fueron procesadas mediante el método estándar de incubación a 20 °C durante cinco días (HACH, 2024).

Con el propósito de evaluar la influencia de la dinámica mareal sobre los organismos y la calidad del agua en el sistema de cultivo, se calcularon la amplitud

de marea y la altitud media de marea a partir de los registros mareológicos proporcionados por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR, 2025). La amplitud de marea fue estimada como la diferencia entre los niveles de pleamar y bajamar (Treanhaile, 2016):

$$Apm = (M_{max} - M_{min})$$

La altitud media de la marea fue calculada mediante la siguiente expresión (Dipper, 2022):

$$Alm = \left(\frac{M_{max} + M_{min}}{2} \right)$$

La trazabilidad y representatividad de las muestras fueron aseguradas mediante el cumplimiento de los protocolos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater durante todos los procesos de recolección, conservación y transporte (HACH, 2024).

7. 1. 7 Índice de Calidad del Agua

La determinación de los parámetros que integran el ICA se realizó mediante mediciones in situ y recolección semanal de muestras en el área del sistema de cultivo Long-line. Las mediciones fueron efectuadas durante la pleamar, con el objeto de captar las eventuales variaciones en las características del agua derivadas de la mezcla de masas de agua generada por el oleaje y los procesos hidrodinámicos costeros (Nastiti, Sayekti, & Yuliani, 2023).

Para la determinación del ICA, se consideraron nueve variables ampliamente reconocidas en la literatura científica especializada (Brown et al., 1972). Esta selección se fundamentó en la metodología desarrollada por la National Sanitation Foundation de los Estados Unidos (NSF), la cual estableció el Water Quality Index (WQI) como estándar para la evaluación comparativa de la calidad del agua en distintos cuerpos acuáticos (SNET, 2022; Brown et al., 1972). La metodología NSF-WQI ha demostrado ser una herramienta eficaz para resumir múltiples parámetros en un valor único que comunica de forma clara el estado de calidad del cuerpo de agua evaluado (Wills & Irvine, 1996; Nastiti, Sayekti, & Yuliani, 2023).

Tabla 3.*Parámetros para el cálculo del ICA.*

i	Parámetro	Valores	Unidad	Sub _i	w _i	Sub _i × w _i	Sub _i ^{w_i}
1	C. F.		NMP/100 mL				
2	pH		pH				
3	DBO ₅		mg/L				
4	Nitratos		mg/L				
5	Fosfatos		mg/L				
6	Temperatura		°C				
7	Turbidez		FAU - NTU				
8	S. D. T.		ppt - mg/L				
9	O. D.		% saturación				

Nota. Elaboración propia con base en la metodología de Corrales y McLeod (2017).

El cálculo del ICA se efectuó mediante dos enfoques complementarios: el índice ponderado estándar (ICA_a), obtenido mediante una suma lineal ponderada de los subíndices, y el índice geométrico (ICA_m), determinado mediante una función multiplicativa ponderada. La aplicación conjunta de ambas metodologías responde a la necesidad de garantizar una evaluación más precisa y sensible a las fluctuaciones en los parámetros que integran la calidad del agua (Landwehr, 1976; Li, 2014).

El índice de calidad del agua ponderado (ICA_a) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * W_i)$$

Donde W_i corresponde al peso relativo asignado a cada variable, ajustado en el rango de 0 a 1 de modo que su sumatoria sea igual a la unidad, y Sub_i es el subíndice del parámetro i, interpolado gráficamente en una escala de 0 a 100 a partir de las curvas de calidad estándar (SNET, 2022).

Tabla 4.

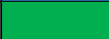
Pesos relativos para cada parámetro del ICA. Fuente: (SNET, 2022)

i	Parámetro	W_i (peso)
1	Coliformes fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO ₅	0.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Diferencia de temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
8	Sólidos disueltos totales	0.08
9	Oxígeno disuelto	0.17

Nota. El parámetro "diferencia de temperatura" se interpreta como la desviación respecto al rango favorable definido para el sitio de cultivo; el subíndice correspondiente decrece conforme aumenta dicha desviación.

La interpretación del ICA se realizó conforme a la clasificación de Brown (1972), que establece cinco rangos de calidad del agua: pésima (0–25), mala (26–50), regular (51–70), buena (71–90) y excelente (91–100) (Corrales y McLeod, 2017). Esta escala permite evaluar la aptitud biológica de los cuerpos de agua al reflejar su capacidad de sostener diversidad acuática (Asus, 2024).

Tabla 5. *Clasificación de la calidad de agua según el valor del ICA. Fuente: (Brown et al., 1972).*

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

Nota. Los rangos definidos permiten interpretar de forma cualitativa el valor numérico del índice

7. 1. 8 Análisis Estadístico

La información obtenida de campo fue dispuesta en hojas de cálculo usando Microsoft Excel y se examinó con el software PAST 4.17. La representación gráfica de los parámetros del ICA fue parte del protocolo estadístico. a través de gráficos de líneas y barras para visualizar las tendencias semanales. De forma adicional, se Con los datos de transecto, calcularon la rugosidad por cada uno y también los valores mensuales de amplitud y altitud de la marea. el objetivo de describir la dinámica medioambiental del área en estudio.

Se llevó a cabo un análisis de varianza con el fin de averiguar si hay diferencias notables entre las semanas de monitoreo de una única vía (ANOVA), considerando el tiempo como un factor de variación. Previamente se verificaron los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk y la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. En los casos en que se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba post hoc de Tukey HSD para la identificación de las semanas con variaciones estadísticamente distintas en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua (Arias, 2023; Morales Guadarrama, Paniagua Chávez, & Galindo Sánchez, 2024).

La estadística descriptiva fue empleada para identificar tendencias y variaciones en los datos, mientras que los análisis de correlación y regresión lineal se aplicaron para establecer relaciones entre la calidad del agua y el crecimiento en

peso de los organismos. Estos análisis se realizaron mediante el software estadístico R, que permite pruebas de significancia y modelado predictivo en estudios de acuicultura (Montufar Romero, 2018).

La asociación entre el crecimiento de las ostras y la carga bacteriana fue evaluada mediante el coeficiente de correlación de Spearman, con el fin de determinar la fuerza y dirección de la relación entre ambas variables. Este coeficiente resulta apropiado dado que no requiere supuestos de normalidad y es robusto ante la presencia de valores atípicos (Montúfar Romero, 2018).

$$r_{xy} = \frac{n \sum X * Y - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum x)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Adicionalmente, se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP) para reducir la dimensionalidad del conjunto de datos ambientales y microbiológicos, y para identificar patrones y agrupamientos en el sistema. Al transformar las variables originales en componentes ortogonales no correlacionados, el ACP facilita la visualización de cuáles parámetros explican la mayor proporción de la variabilidad total del conjunto de datos. En el presente estudio, el ACP permitirá distinguir la influencia conjunta de la turbidez, los nutrientes y la carga bacteriana sobre la condición fisiológica y la mortalidad de los organismos, revelando los factores dominantes que estructuran la dinámica del sistema de cultivo (Lefebvre, Harma, & Blin, 2009).

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Determinación de la carga bacteriana presente en tejido blando de *Magallana gigas* y agua de cultivo

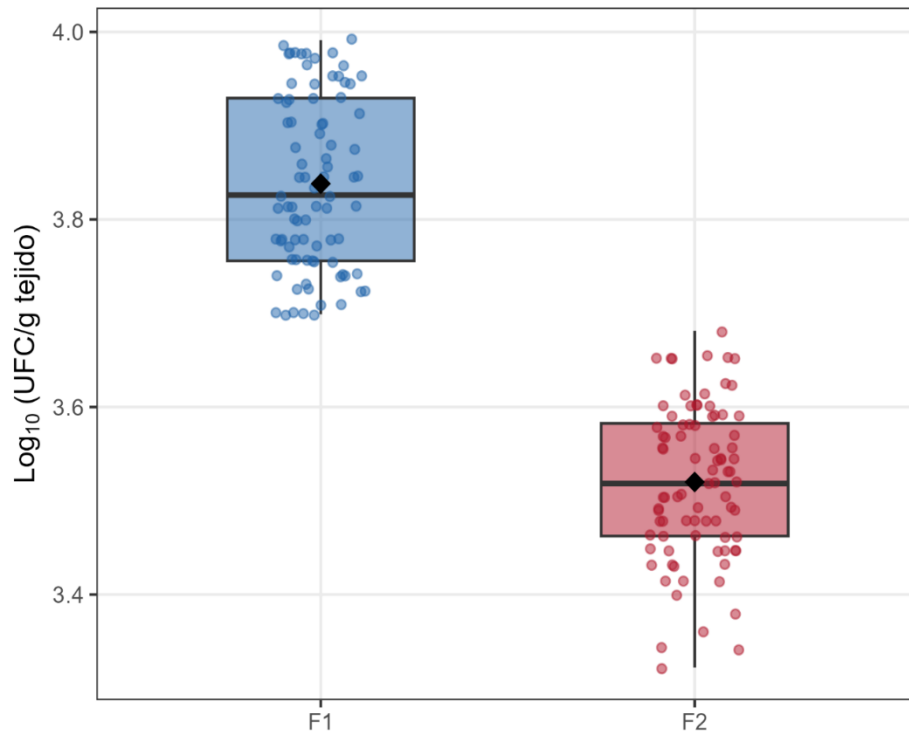
8. 1. 1 Variación de la carga bacteriana en tejido de *Magallana gigas*

La carga bacteriana heterótrofa determinada mediante cultivo en agar TSA mostró diferencias evidentes entre las fases de monitoreo. Los resultados descriptivos mostraron que el promedio de UFC/g fue de 7.042,9 en la fase 1 (F1) y de 3.369 en la fase 2 (F2), lo que significa una disminución cercana al 52,2 % de la carga bacteriana en los tejidos de las ostras. Al convertir logarítmicamente los datos, se obtuvieron medias de 3,838 Log₁₀ UFC/g para F1 y de 3,520 Log₁₀ UFC/g para F2. Evidenciando una menor variabilidad y una distribución más homogénea dentro de cada fase.

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que los datos de TSA no cumplieron completamente el supuesto de normalidad, razón por la cual la comparación entre fases se realizó mediante pruebas no paramétricas. Tanto la prueba de Mann-Whitney como la de Kruskal-Wallis detectaron diferencias altamente significativas entre F1 y F2 ($p < 0,001$), confirmando estadísticamente que la carga bacteriana presente en el tejido de *Magallana gigas* fue superior durante la primera fase del estudio.

Figura 7.

Cargar bacteriana en tejido (TSA) por fase.



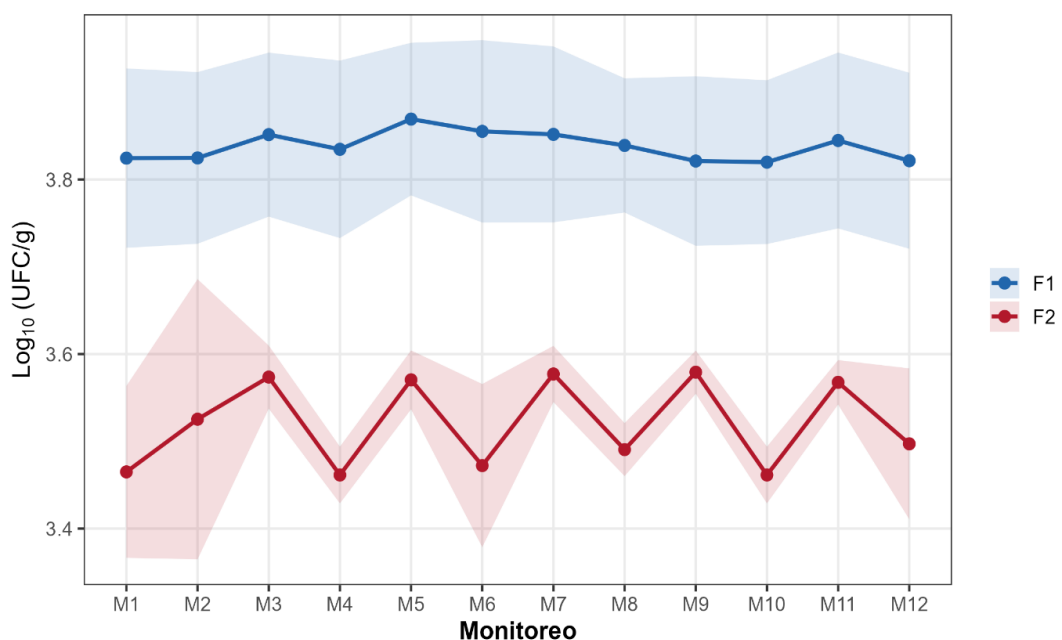
Nota. El diagrama de cajas muestra la distribución de la carga bacteriana heterótrofa aerobia en tejido de Magallana gigas cultivada en sistema Long-line durante la Fase 1 (F1) y la Fase 2 (F2).

La Figura 7 muestra una diferencia clara entre F1 y F2. Tanto en la media como la mediana de bacterias fueron más alta en F1, añadiéndole que casi no hubo superposición entre los datos lo que indica que la baja en F2 le paso a la mayoría de las ostras. En otras palabras en F1 el ambiente favoreció que las bacterias heterótrofas crecieron en el tejido de las ostras, mientras que en F2 las condiciones cambiaron y la abundancia bacteriana disminuyó.

8. 1. 2 Variación temporal de la carga bacteriana durante el tiempo de monitoreo

La Figura 8 muestra que los recuentos bacterias se mantuvieron estable durante todo el monitoreo. En la F1 los valores estuvieron entre 3,82–3,87 Log₁₀ UFC/g. Y en la F2 entre 3,46 y 3,58 Log₁₀ UFC/g. No hubo picos ni caídas en ningunas de las semanas que se realizó durante los monitoreos indicando que la diferencia entre las ambas fases estuvo constante en los 12 monitores, loque confirmas que el cambio fue real y sostenible. Además, la poca variación semanal indica que la comunidad bacterias en el tejido de *M. gigas* fue bastante homogénea en ambas fases.

Figura 8.
Evolución temporal del TSA (media +/- DE de 7 ostras).



Nota. Los datos se presentan como media ± desviación estándar (DE) de siete ostras por monitoreo.

Esto permite interpretar que la reducción observada en F2 no respondió a un monitoreo específico, sino a un cambio sostenido en las condiciones microbiológicas del sistema de cultivo. Desde el punto de vista ecológico, esta tendencia podría reflejar cambios ambientales que limitaron el crecimiento bacteriano o una mejora en la condición sanitaria del cultivo durante la segunda fase de evaluación.

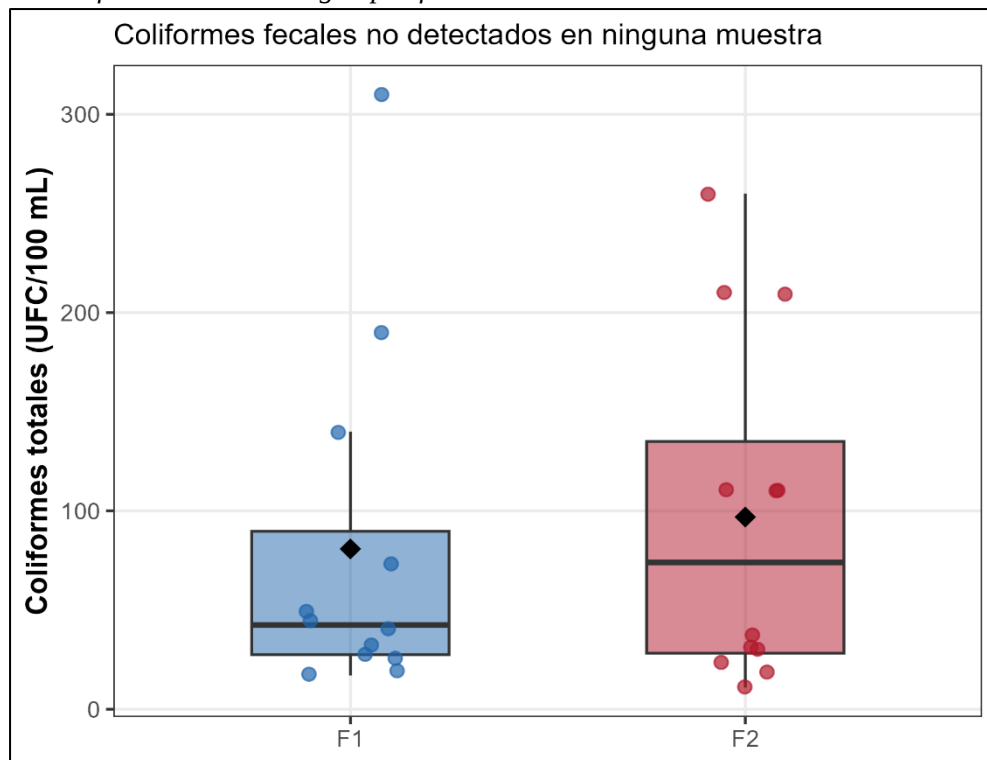
8. 1. 3 Variación de coliformes totales en el agua de cultivo

Los coliformes totales cuantificados en el agua del área de cultivo presentaron una dinámica diferente a la observada para la carga bacteriana del tejido. A nivel descriptivo, la media registrada en F1 fue de 80,8 UFC/100 mL, mientras que en F2 alcanzó 96,9 UFC/100 mL. Sin embargo, los elevados coeficientes de variación obtenidos para ambas fases reflejaron una marcada heterogeneidad entre monitoreos, característica común en variables microbiológicas ambientales sometidas a la influencia de factores físicos y oceanográficos.

A pesar de que el promedio de coliformes fue ligeramente superior en F2, las pruebas de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis no detectaron diferencias significativas entre fases ($p > 0,05$). Esto indica que las variaciones observadas respondieron principalmente a fluctuaciones naturales del sistema y no a cambios permanentes en la calidad microbiológica del agua.

Figura 9.

Coliformes totales en agua por fase.



Nota. Coliformes fecales no detectados en las muestras analizadas.

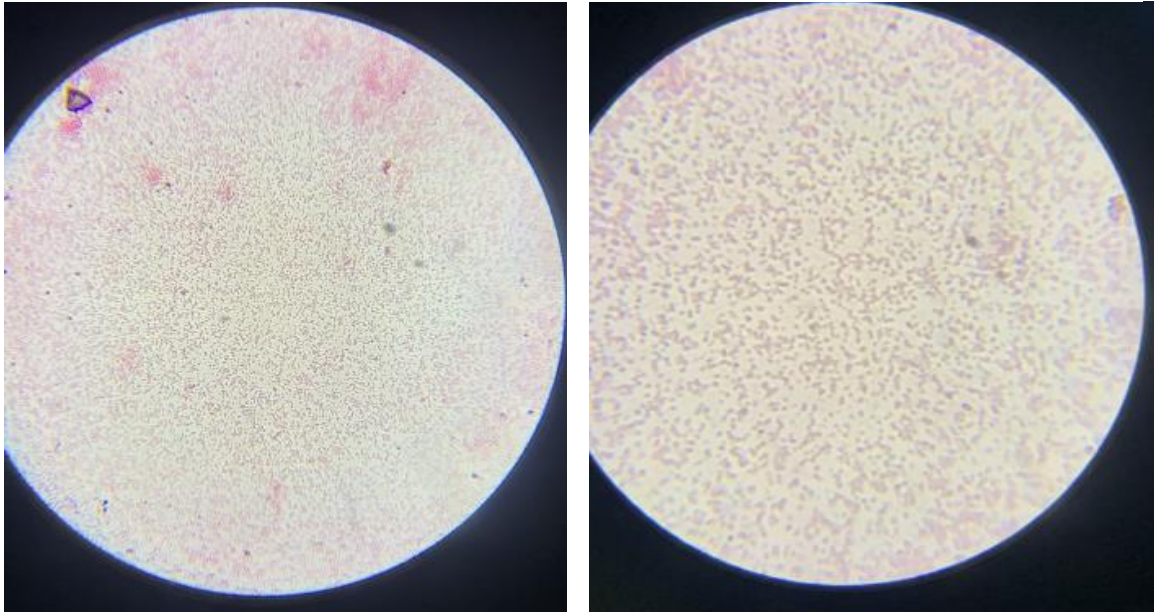
La Figura 9 respalda esta interpretación al mostrar una amplia superposición entre las distribuciones de ambos grupos. Se observa además la presencia de algunos valores elevados tanto en F1 como en F2, los cuales incrementan la dispersión de los datos pero no modifican la tendencia general de la variable. Por

tanto, los coliformes totales permanecieron relativamente estables entre fases y no siguieron el mismo patrón de reducción observado para la carga bacteriana en tejido.

Adicionalmente, los análisis microbiológicos indicaron ausencia total de coliformes fecales en las 24 muestras evaluadas. Este resultado demuestra que durante el periodo de estudio no existieron evidencias de contaminación fecal detectable en el área de cultivo. En consecuencia, la disminución observada en la carga bacteriana del tejido de *Magallana gigas* no puede atribuirse a cambios en la contaminación fecal del agua, sino a variaciones propias de la microbiota heterótrofa asociada al organismo o a otros factores ambientales presentes en el sistema.

Figura 10.

Observación microscópica de colonias bacterianas en TSA



Nota. Se evidencian colonias heterótrofas cultivadas en agar TSA, observadas a 40X y 100X. Las imágenes muestran morfotipos diversos, confirmados posteriormente mediante tinción de Gram.

Relación entre las condiciones ambientales del cultivo y la carga bacteriana

8. 1. 4 Correlación entre los parámetros ambientales y la carga bacteriana en tejido de *Magallana gigas*

El análisis de Spearman mostro que variables ambientales se relacionaron más con las caga bacteriana de *Magallana gigas*, la temperatura fue la que más influyo con una correlación negativa fuerte y alta mente significativa ($\rho = -0,767$). Es decir, a mayor temperatura menor carga bacteriana. Esto indica que, durante el

periodo de estudio, los incrementos de temperatura coincidieron con una disminución de la abundancia de bacterias heterótrofas presentes en el tejido de las ostras.

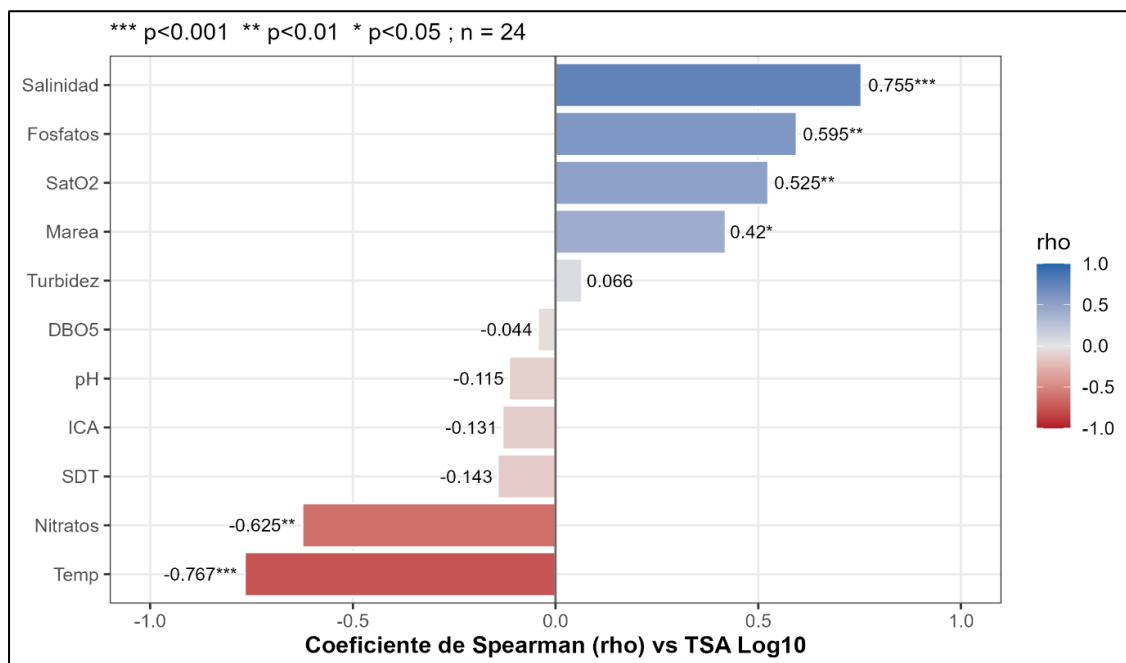
Desde una perspectiva biológica, este patrón podría estar relacionado con cambios fisiológicos del organismo hospedador o con modificaciones en la composición de la comunidad bacteriana asociada al tejido. Las elevadas temperaturas pueden generar alteraciones en la disponibilidad de nutrientes, competitividad microbiana y dinámica metabólica de los microorganismos presentes en el sistema. En este estudio, los menores recuentos bacterianos fueron observados precisamente durante la fase caracterizada por temperaturas más altas.

Por el contrario, la salinidad presentó una correlación positiva fuerte ($\rho = 0,755$), indicando que los mayores niveles de carga bacteriana se registraron bajo condiciones de salinidad elevada. Este comportamiento resulta coherente con la naturaleza marina de muchas bacterias heterótrofas asociadas a moluscos bivalvos, las cuales encuentran condiciones favorables para su desarrollo en ambientes con concentraciones salinas relativamente altas. Los fosfatos y la saturación de oxígenos también mostraron correlación positiva significativa. Esto surge que cuando hay más nutriente y mejor oxigenación las bacterias en tejido de *M. gigas* tiende a mantenerse más abundante. Por otro lado, los nitratos presentaron una correlación negativa significativa ($\rho = -0,625$), es decir, a mayor concentración de nitratos menor fue la carga bacteriana. Aunque no se evaluó el mecanismo exacto,

este patrón podría deberse a los cambios ambientales que marcaron diferencia entre F1 y F2.

Figura 11.

Correlación (Spearman) entre parámetros ambientales y carga bacteriana (TSA).



Nota. Valores expresados como coeficientes de correlación de Spearman (ρ); $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$; $n = 24$.

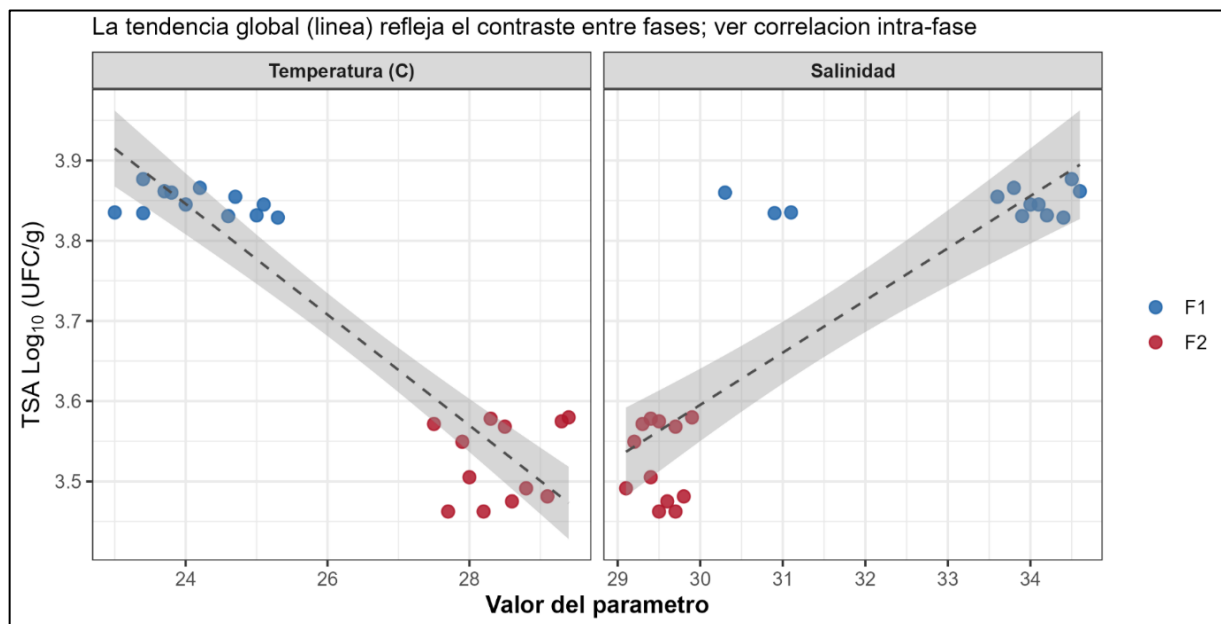
En contraste, variables como el ICA, el pH, la turbidez, la DBO₅ y los sólidos disueltos totales no mostraron asociaciones significativas con la carga bacteriana. Estos surgieron que los cambios bacteriana en *M. gigas* respondieron a los factores ambientales puntuales, y no a un cambio general a calidad del agua.

8. 1. 5 Relación de la temperatura y salinidad con la carga bacteriana

La matriz de correlación permitió visualizar de manera conjunta las interacciones existentes entre la carga bacteriana en tejido de *Magallana gigas*, el Índice de Calidad del Agua (ICA) y los parámetros ambientales evaluados. Los resultados evidenciaron que las asociaciones más fuertes con la carga bacteriana estuvieron relacionadas con la temperatura, la salinidad, los nitratos, los fosfatos y la saturación de oxígeno disuelto. Estas variables mostraron coeficientes de correlación moderados a fuertes, indicando que formaron parte del conjunto de factores ambientales que caracterizaron las diferencias observadas entre las fases del estudio.

Figura 12.

Relación entre temperatura/salinidad y carga bacteriana.



Nota. Los puntos corresponden a las observaciones de las fases F1 y F2; la línea discontinua indica la tendencia global y el área sombreada el intervalo de confianza del 95 %.

La temperatura presentó la correlación negativa más alta con la carga bacteriana ($\rho = -0,77$), mientras que la salinidad mostró la asociación positiva más fuerte ($\rho = 0,75$). Este comportamiento coincide con las diferencias registradas entre fases, donde F1 presentó una temperatura promedio de $24,18 \pm 0,75$ °C y una salinidad de $33,28 \pm 1,55$ ‰, acompañadas por una mayor carga bacteriana en tejido ($3,838 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/g}$). Por el contrario, F2 registró temperaturas más elevadas ($28,44 \pm 0,62$ °C), menor salinidad ($29,51 \pm 0,24$ ‰) y menores recuentos bacterianos ($3,520 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/g}$). Estos resultados sugieren que las variaciones microbiológicas observadas ocurrieron simultáneamente con cambios importantes en las condiciones físico-químicas del medio.

Asimismo, los nitratos mostraron una correlación negativa con la carga bacteriana ($\rho = -0,62$), mientras que los fosfatos presentaron una relación positiva ($\rho = 0,60$). Durante el estudio, los nitratos subieron de $0,23 \pm 0,09$ mg/L en F1 a $0,45 \pm 0,23$ mg/L en F2, mientras que los fosfatos bajaron de $0,57 \pm 0,29$ mg/L a $0,30 \pm 0,10$ mg/L. esto indica que la mayor carga bacteriana coincidió con menos nitratos y más fosfatos, probablemente por cambio en la disponibilidad de nutrientes entre fases.

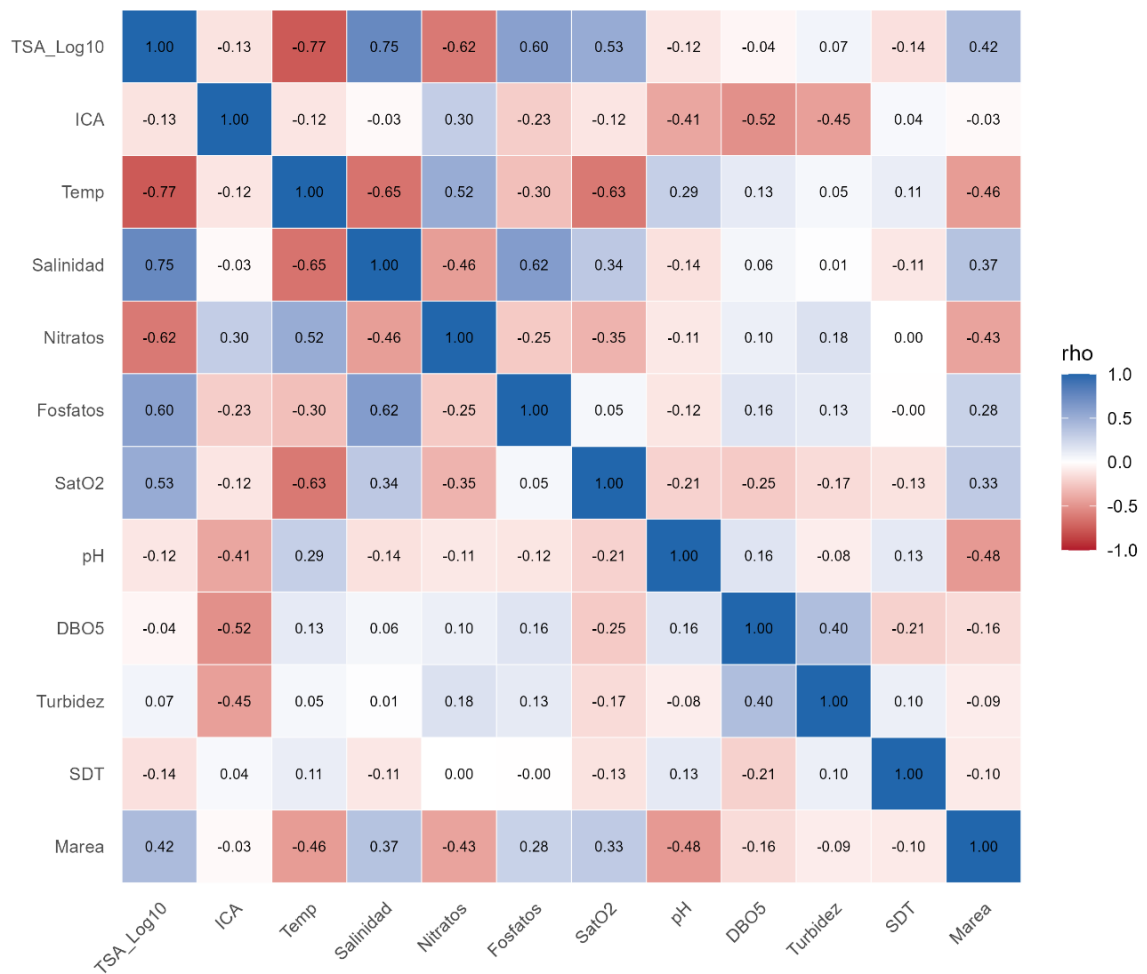
También se observó que la temperatura y la salinidad variaron de forma opuesta ($\rho = -0,65$), lo que sugiere un cambio ambiental estacional: a mayor temperatura menor salinidad. La saturación de oxígeno se relacionó positivamente con la carga bacteriana ($\rho = 0,53$), es decir hubo más bacterias cuando el agua

estuvo mejor oxigenada. En contraste, el ICA tuvo una correlación muy débil y no significativa con las baterías ($\rho = -0,13$; $p = 0,541$). Lo mismo paso con el pH, la turbidez, la DBO₅ y los sólidos disueltos totales. Aunque el ICA marco el agua como de buena calidad todo el tiempo no reflejo cambio microbiológico acerca de las ostras.

8. 1. 6 Integración de las relaciones ambientales y microbiológicas

La relación entre la temperatura, la salinidad y la carga bacteriana en tejido permitió visualizar el patrón identificado previamente mediante los análisis de correlación. Durante la fase 1 (F1), el sistema de cultivo presentó una temperatura promedio de $24,18 \pm 0,75$ °C y una salinidad de $33,28 \pm 1,55$ ‰, condiciones bajo las cuales se registró la mayor carga bacteriana en tejido, con una media de 3,838 Log₁₀ UFC/g. En F2 las condiciones cambiaron la temperatura subió a ($28,44 \pm 0,62$ °C) y la salinidad bajo a ($29,51 \pm 0,24$ ‰), justo en esa fase la carga bacteria disminuyo hasta 3,520 Log₁₀ UFC/g. la Figura 12 muestra que el panel de temperatura se ve una tendencia clara, en donde a mayor temperatura menor cantidad de bacterias, esto coincide con la correlación de Spearman ($\rho = -0,767$; $p < 0,001$). Esto indica que aproximadamente los monitoreos realizados bajo temperaturas más altas estuvieron asociados con una menor abundancia de bacterias heterótrofas en el tejido de las ostras.

Figura 13.
Matriz de correlación de Spearman (parámetros + carga).



Nota. La carga bacteriana tisular mostró correlación negativa con la temperatura ($\rho = -0.77$) y positiva con la salinidad ($\rho = +0.75$), evidenciando regulación macro-estacional en *Magallana gigas*.

Por el contrario, la salinidad presentó una relación positiva con la carga bacteriana ($\rho = 0,755$; $p < 0,001$), evidenciando que los mayores recuentos bacterianos se registraron cuando las condiciones del cultivo fueron más salinas. En F1, donde la salinidad promedio superó los 33 ‰, los valores de TSA

permanecieron por encima de 3,8 Log₁₀ UFC/g, mientras que en F2, con salinidades cercanas a 29,5 ‰, la carga bacteriana disminuyó de forma consistente.

Desde el punto de vista ecológico, la comunidad bacteriana de la *M. gigas* respondió a los cambios ambientales entre F1 y F2, con mayor temperatura y menor salinidad la abundancia bacteria disminuyó en general. Que esas condiciones fueron menos favorables para que as bacterias heterótrofas se mantuvieran en el tejido.

No obstante, el análisis intra-fase reveló que ninguna de estas correlaciones se mantuvo significativa cuando cada fase fue evaluada por separado. Esto sugiere que las asociaciones observadas a escala global estuvieron determinadas principalmente por el contraste ambiental existente entre F1 y F2, más que por una respuesta directa de la carga bacteriana frente a pequeñas variaciones semanales dentro de un mismo periodo de monitoreo.

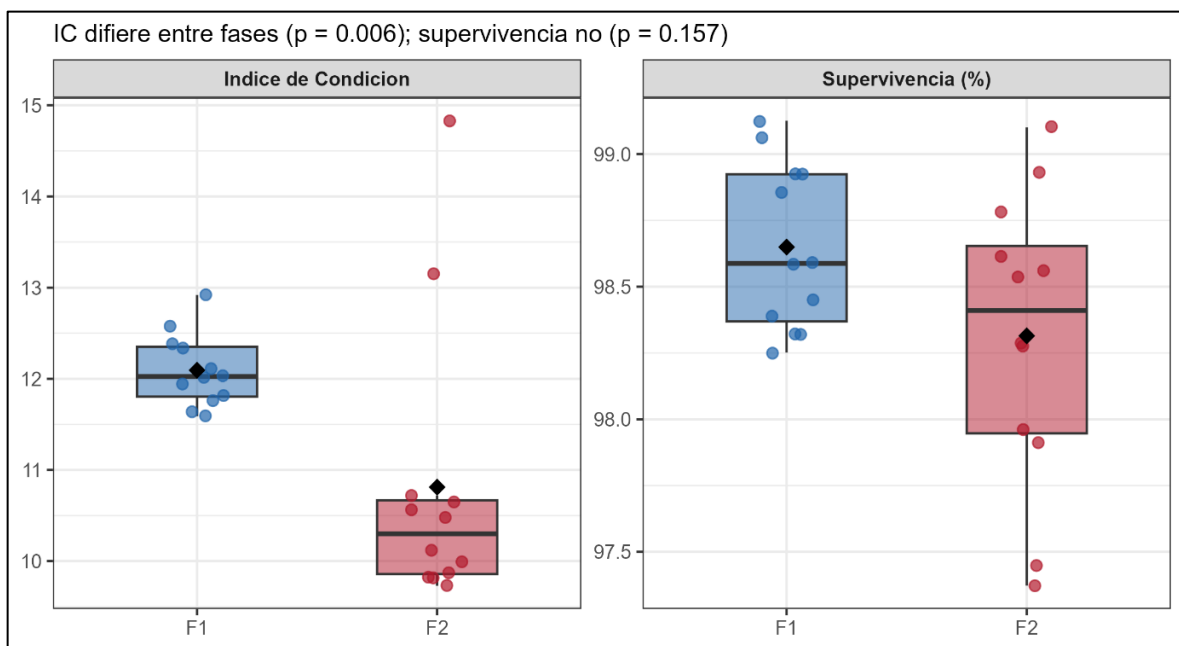
En conjunto, los resultados evidencian que la disminución de la carga bacteriana registrada en *Magallana gigas* estuvo estrechamente ligada a los cambios ambientales ocurridos entre fases, particularmente al incremento de la temperatura y a la disminución de la salinidad, variables que constituyeron los principales factores asociados a la dinámica bacteriana observada durante el estudio.

Relación del crecimiento y la supervivencia de *Magallana gigas* con la carga bacteriana y los parámetros ambientales

8. 1. 7 Variación del índice de condición y la supervivencia entre fases

Los indicadores biológicos evaluados mostraron respuestas diferenciadas entre las fases de monitoreo. El índice de condición (IC) presentó valores significativamente mayores durante la fase 1 ($12,09 \pm 0,40$) en comparación con la fase 2 ($10,81 \pm 1,57$), observándose una disminución aproximada del 10,6 % entre periodos. La prueba de Mann-Whitney confirmó que la diferencia fue significativa ($p = 0,006$): la condición corporal de las ostras bajo en F2.

Figura 14.
Índice de condición y supervivencia por fase.



Nota. El Índice de Condición difirió entre fases ($p = 0.006$), mientras que la supervivencia se mantuvo estable ($p = 0.157$).

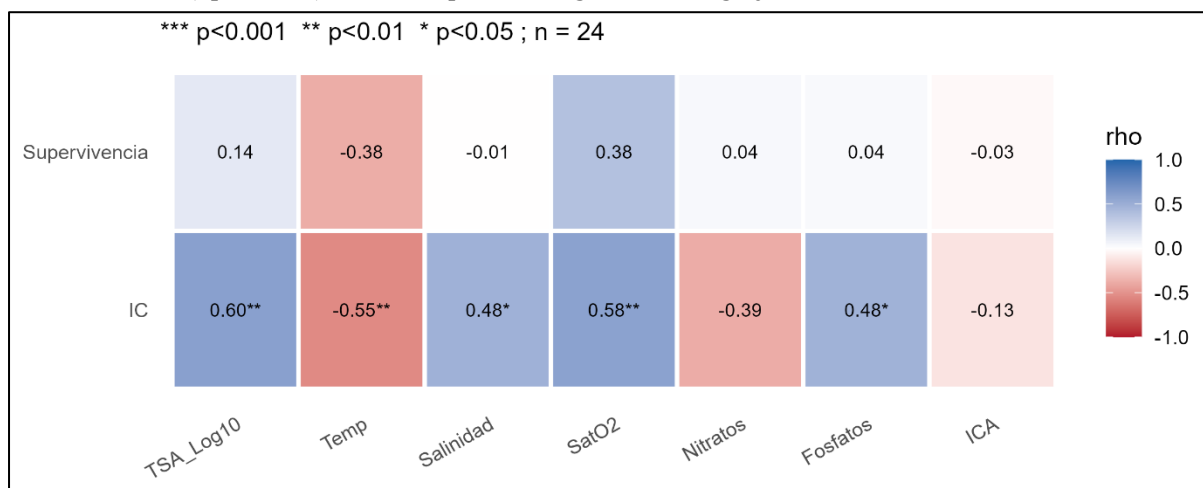
La Figura 14 muestra que en F1 los valores de IC se encontraron por encima de 12 unidades, mientras que en F2 hubo más dispersión y valores más bajos. La alta variabilidad en F2 se debió a dos monitores atípicos con 13,15 y 14,83, que elevaron la desviación estándar. En cuanto a la supervivencia, esta se mantuvo alta en todo el estudio: 98,65 % en F1 y 98,31 % en F2, sin diferencia significativa ($p = 0,157$). Es decir, aunque la condición corporal disminuyó en F2 no afectó la supervivencia del cultivo. Sin embargo, la reducción del índice de condición indica una posible disminución de las reservas energéticas o de la proporción de tejido blando respecto a la concha, reflejando una respuesta fisiológica más sensible a las condiciones del medio que el parámetro de supervivencia.

8. 1. 8 Relación del desempeño biológico con la carga bacteriana y las variables ambientales

El análisis de correlación de Spearman permitió identificar los factores más estrechamente relacionados con el desempeño biológico de *Magallana gigas*. El índice de condición mostró una correlación positiva significativa con la carga bacteriana en tejido ($\rho = 0,597$; $p = 0,002$), indicando que los mayores valores de condición coincidieron con mayores niveles de TSA. Asimismo, presentó correlaciones positivas con la saturación de oxígeno disuelto ($\rho = 0,584$; $p = 0,003$), la salinidad ($\rho = 0,485$; $p = 0,016$) y los fosfatos ($\rho = 0,482$; $p = 0,017$).

Figura 15.

Correlación (Spearman) del desempeño biológico con carga y ambiente.



Nota. El Índice de Condición mostró correlaciones significativas con la carga bacteriana ($\rho = 0.60$), la salinidad ($\rho = 0.48$), el oxígeno disuelto ($\rho = 0.58$) y la temperatura ($\rho = -0.55$), mientras que la supervivencia no presentó asociaciones relevantes.

Por el contrario, la temperatura mostró una correlación negativa significativa con el índice de condición ($\rho = -0.547$; $p = 0.006$). Esto significa que los mayores valores térmicos registrados durante la fase 2 coincidieron con una disminución de la condición fisiológica de las ostras. Este patrón es consistente con la reducción observada entre fases, donde el aumento de aproximadamente $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ estuvo acompañado por una disminución del IC.

La supervivencia presentó un comportamiento diferente. Ninguna de las variables evaluadas mostró correlaciones significativas con este parámetro ($p > 0.05$). Aunque la temperatura y la saturación de oxígeno presentaron tendencias cercanas al nivel de significancia estadística ($p \approx 0.06$), sus efectos no fueron suficientemente fuertes para explicar variaciones en la supervivencia. Por tanto, la

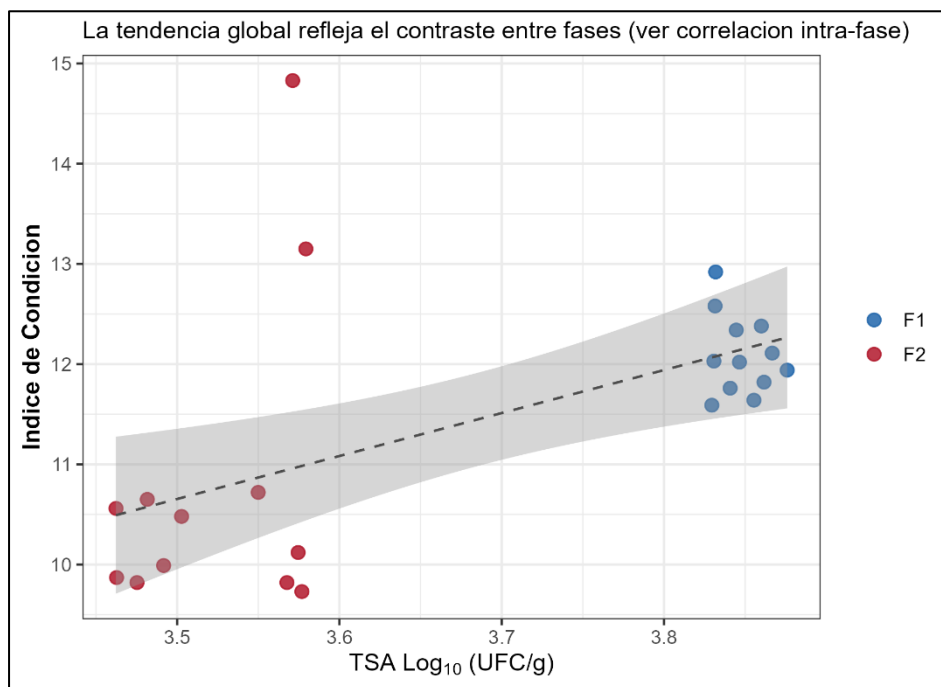
supervivencia permaneció estable independientemente de los cambios ambientales y microbiológicos registrados durante el estudio.

8. 1. 9 Asociación entre el índice de condición y la carga bacteriana

La Figura 16 evidencia una relación positiva entre el índice de condición y la carga bacteriana cuando se analizan conjuntamente ambas fases. Los mayores valores de TSA se concentraron en los organismos de F1, que simultáneamente presentaron los valores más altos de condición corporal. En contraste, F2 agrupó los menores valores de TSA y los menores índices de condición.

Figura 16.

Índice de condición vs carga bacteriana (TSA).



Nota. El Índice de Condición mostró una tendencia positiva con la carga bacteriana (TSA), reflejando el contraste macro-estacional entre fases, aunque sin significancia causal intra-fase.

Sin embargo, el análisis intra-fase mostró que esta relación desaparece cuando cada fase es evaluada por separado. Ninguna de las correlaciones entre el índice de condición y TSA fue significativa dentro de F1 o F2 ($p > 0,40$). Esto indica que la asociación positiva observada a escala global no debe interpretarse como una evidencia de que una mayor carga bacteriana mejore la condición de las ostras.

Por el contrario, ambas variables estuvieron influenciadas simultáneamente por los cambios ambientales ocurridos entre fases. En otras palabras, la mayor carga bacteriana y los mayores valores de índice de condición fueron características propias de F1, mientras que la disminución de ambos parámetros ocurrió durante F2. Este patrón refleja una covariación inducida por la fase ambiental y no una relación fisiológica directa entre la microbiota y la condición corporal del organismo.

8. 1. 10 Integración de los factores ambientales, microbiológicos y biológicos

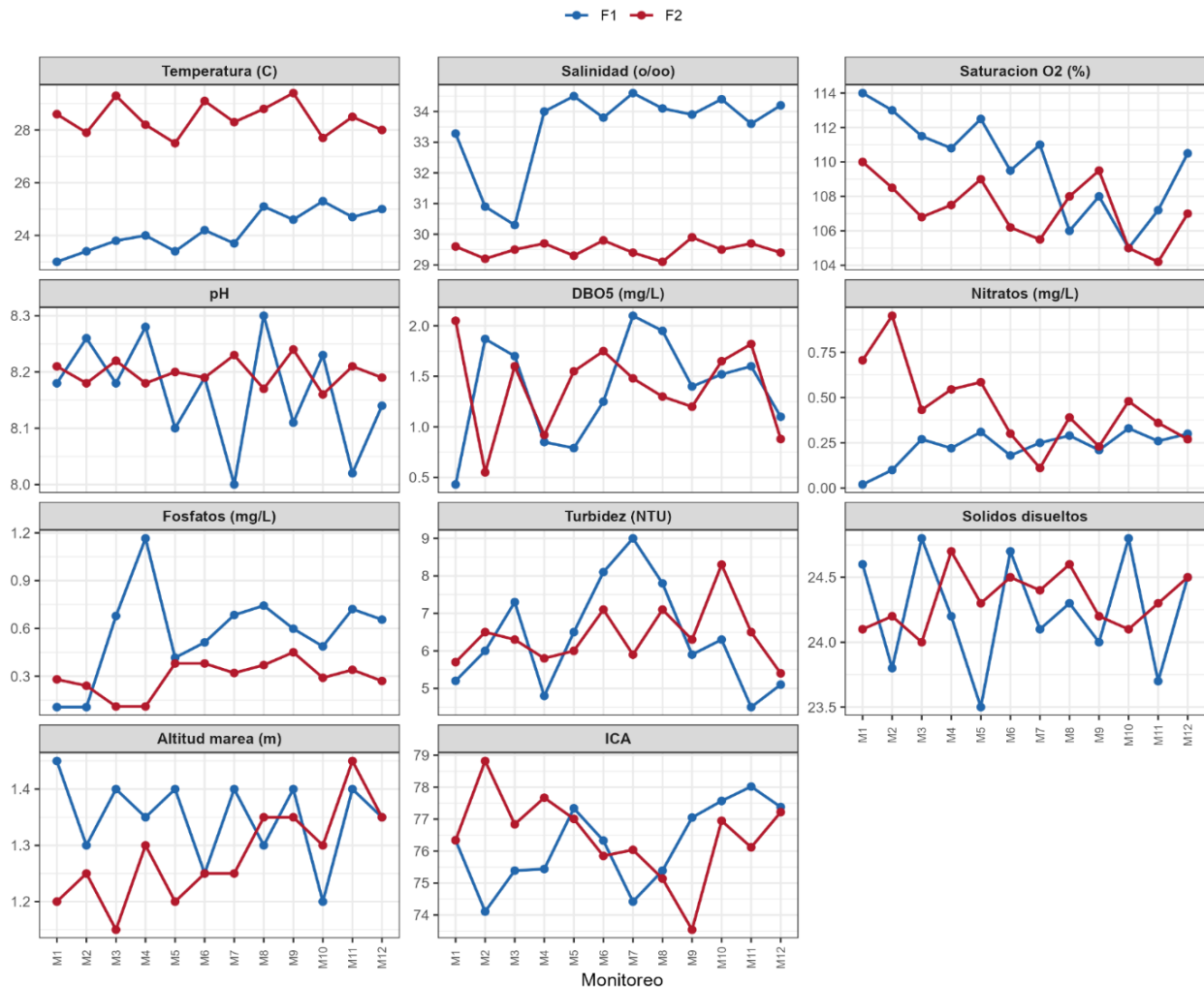
El análisis de componentes principales permitió integrar la información ambiental, microbiológica y biológica obtenida durante el estudio. Los resultados mostraron una separación clara entre las fases de monitoreo a lo largo del eje principal (PC1 = 31,4 % de la variación total), indicando que cada fase presentó un conjunto característico de condiciones ambientales.

Los vectores correspondientes al índice de condición, la supervivencia y la carga bacteriana se orientaron hacia el mismo sector ocupado principalmente por los monitoreos de F1, junto con variables como salinidad, fosfatos, saturación de oxígeno y altitud de marea. En contraste, los monitoreos de F2 se asociaron principalmente con mayores temperaturas y concentraciones de nitratos.

La figura 17 de tendencias ambientales confirma este patrón, mostrando que F2 mantuvo temperaturas consistentemente superiores y salinidades inferiores durante prácticamente todo el periodo de monitoreo.

Figura 17.
Tendencia de los parámetros fisicoquímicos por fase.

Cada panel: F1 vs F2 a lo largo de los 12 monitoreos



Nota. Los parámetros mostraron contrastes macro-estacionales entre F1 y F2, con incrementos térmicos y de nitratos en la segunda fase y descensos en salinidad, oxígeno disuelto y fosfatos, reflejando la transición ambiental costera en Monteverde.

En términos ecológicos, estos resultados sugieren que el mejor desempeño fisiológico de *Magallana gigas* ocurrió bajo condiciones caracterizadas por mayor salinidad, mayor oxigenación y mayores concentraciones de fosfatos, mientras que el incremento de la temperatura se asoció con una reducción del índice de

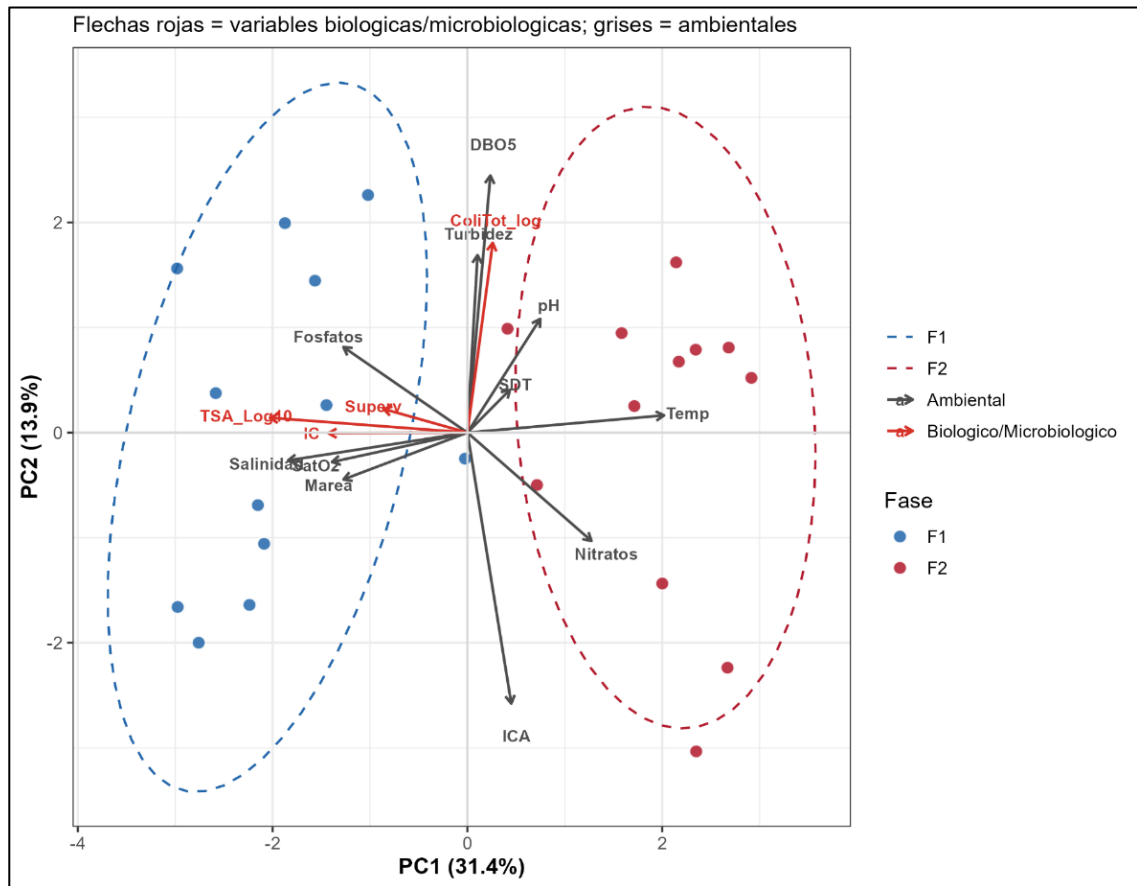
condición. No obstante, estas variaciones no comprometieron la supervivencia del cultivo, la cual se mantuvo superior al 98 % durante todo el estudio.

8. 1. 11 Integración de las relaciones ambientales, microbiológicas y biológicas

El análisis de componentes principales explicó el 45,3 % de la variación total mediante los dos primeros componentes (PC1 = 31,4 %; PC2 = 13,9 %). La separación observada entre F1 y F2 confirma la existencia de condiciones ambientales diferenciadas entre fases. Los monitoreos de F1 se con valores más alto de índice de condición, supervivencia, carga bacteriana en TSA, salinidad, fosfatos y saturación de oxígeno en cambio, F2 asocio con valores de temperatura y concentración de nitratos. Esto indica que *M. gigas* tuvo mejor desempeño biológico con mayor salinidad, oxigenación y fosfato, mientras que el aumento de temperatura se relacionó con una menor condición fisiológica.

Figura 18.

PCA biplot: relación entre vectores ambientales y biológicos.



Nota. El análisis de componentes principales separó claramente las fases F1 y F2, mostrando que la variabilidad ambiental (temperatura, salinidad, nutrientes).

9. DISCUSIONES

Dinámica de la carga bacteriana en tejido tisular y calidad microbiológica del agua

El análisis microbiológico de *Magallana gigas* cultivada en el sistema Long-line de la comuna Monteverde reveló un contraste estacional marcadamente definido en la carga bacteriana heterótrofa aerobia (TSA). Se registró una reducción estadísticamente altamente significativa del 52.2% en la densidad bacteriana tisular al pasar de la Fase 1 ($3.838 \pm 0.080 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/g}$, equivalente a 7,042.9 UFC/g) a la Fase 2 ($3.520 \pm 0.088 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/g}$, equivalente a 3,369.0 UFC/g), respaldada por las pruebas de Mann-Whitney ($U = 144$; $p = 3.6 \times 10^{-5}$) y Kruskal-Wallis ($\chi^2 = 17.288$; $p = 3.2 \times 10^{-5}$). Esta fluctuación demuestra que el microbiota comensal o transitoria asociada al tejido blando del bivalvo experimenta una fuerte regulación determinada por los bloques estacionales de la costa ecuatoriana.

Como describe Benavides (2020), el empleo de medios generales como el Agar TSA es altamente efectivo para recuperar el extenso espectro de especies bacterianas ambientales y heterótrofas no exigentes presentes en sistemas acuáticos, permitiendo cuantificar con precisión la presión microbiológica natural que experimentan los moluscos bivalvos en su entorno de cultivo.

La reducción observada evidencia que la microbiota asociada a los tejidos blandos de *Magallana gigas* no opera bajo un esquema de proliferación autónoma, sino que está supeditada a los cambios funcionales del filtrador y a la disponibilidad de nutrientes en el medio. El empleo combinado de medios generales (TSA) y la técnica complementaria de tinción de Gram permitió establecer que la comunidad bacteriana predominante en el sistema está compuesta por morfotipos estables frente a las variaciones halinas y térmicas. No obstante, al no haberse realizado una identificación molecular o metagenómica de especie, una de las limitaciones de este enfoque radica en la imposibilidad de discriminar con exactitud qué proporción de esas bacterias heterótrofas totales corresponde a taxones comensales benéficos o a patógenos oportunistas facultativos. Aunque la ausencia absoluta de coliformes fecales garantizó la inocuidad sanitaria del recurso hídrico, la profundización en los perfiles microbianos mediante técnicas de alta resolución es indispensable para descartar riesgos sanitarios ocultos durante los incrementos térmicos estacionales superiores a los 25 °C.

Paralelamente, la evaluación microbiológica del agua circundante descartó que la fluctuación observada en los tejidos obedezca a vectores de contaminación fecal o descargas antropogénicas puntuales. Los coliformes totales en la columna de agua se mantuvieron bajos y estadísticamente homogéneos entre periodos (80.8 UFC/100 mL) en F1 frente a 96.9 UFC/100 mL en F2; $U = 67$, $p = 0.795$), mientras que los coliformes fecales fueron completamente indetectables (0 UFC/100 mL) en el 100% de los muestreos ejecutados.

La ausencia total de indicadores fecales confirma que el área de cultivo es sanitaria mente segura y apoya a la hipótesis de que la acumulación de bacterias heterótrofas es parte del proceso natural de filtración de la ostra. Como menciona Bermúdez et al. (2022), los coliformes funcionan como bioindicadores claves: su presencia refleja aportes de aguas residuales o escorrentía que modifican las condiciones del ambiente.

. Dado que estos indicadores se mantuvieron controlados y los coliformes fecales fueron nulos, se corrobora la inocuidad alimentaria de la zona según los estándares internacionales de bioseguridad descritos por la FAO (2020).

Fluctuación de los parámetros ambientales y evaluación mediante el ICA

La caracterización oceanográfica evidenció que el ecosistema costero de Monteverde experimenta una transición físico-química nítida entre las dos fases de estudio. De acuerdo con la prueba de U de Mann-Whitney, seis de las diez variables analizadas registraron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$). La Fase 1 se comportó como un periodo templado y de alta salinidad, con una temperatura media de $24.18 \pm 0.75^{\circ}\text{C}$ y una salinidad de $33.28 \pm 1.55\text{‰}$, condiciones asociadas a la influencia de la corriente de Humboldt en la península de Santa Elena.

Por el contrario, la Fase 2 marcó el inicio de un periodo cálido-húmedo, registrando un incremento térmico altamente significativo de aproximadamente 4°C ($28.44 \pm 0.62^{\circ}\text{C}$; $p = 3.6 \times 10^{-5}$) y un descenso en la salinidad a $29.51 \pm 0.24\text{‰}$ ($p = 3.6 \times 10^{-5}$), producto de las precipitaciones y escorrentías estacionales continentales. Asimismo, los nitratos se duplicaron en la Fase 2 (0.45 mg/L) respecto a la Fase 1 (0.23 mg/L; $p = 0.006$), mientras que los fosfatos y la saturación de oxígeno disuelto ($109.92 \pm 2.84\%$) declinaron significativamente en el segundo periodo ($p = 0.007$ y $p = 0.021$) respectivamente.

Estos cambios térmicos y de salinidad concuerdan con lo expuesto por Leon Vizcaino (2024), quien señala que el metabolismo y la respuesta fisiológica de las ostras dependen directamente del equilibrio físico-químico del medio acuático. Además, el incremento de nitratos en la Fase 2 advierte sobre el riesgo de procesos de eutrofización que propician condiciones desfavorables, coincidiendo con las observaciones de López Ramírez (2019) sobre la dinámica de nutrientes y el desbalance ecológico costero.

A pesar de estas fluctuaciones termohalinas, el Índice de Calidad del Agua (ICA) general mostró una estabilidad matemática absoluta, promediando 76.34 ± 1.35 en la Fase 1 y 76.46 ± 1.32 en la Fase 2, sin diferencias estadísticas entre fases ($U = 74.0$; $p = 0.931$). En ambos bloques estacionales, el ICA clasificó de manera homóloga al recurso hídrico bajo la categoría de "Buena calidad". Este hallazgo

expone una limitación metodológica del uso de índices agregados en la gestión acuícola, puesto que la rigidez matemática del ICA oculta el dinamismo de variables ecológicas cruciales.

Como indica Campaña Luna (2024), el ICA es una herramienta valiosa para sintetizar la condición del agua y prevenir riesgos sanitarios; sin embargo, en este estudio se evidenció que mientras el índice dictaminó una condición idéntica, el entorno real sufrió variaciones térmicas y salinas lo suficientemente intensas como para reconfigurar la respuesta microbiológica y fisiológica de los organismos cultivados.

Al evaluar la correlación global de Spearman ($n = 24$), se observó que la carga bacteriana tisular (TSA) se encuentra fuertemente vinculada al gradiente ambiental estacional, mostrando una correlación negativa muy alta con la temperatura ($\rho = -0.767$; $p = 1.3 \times 10^{-5}$) y correlaciones positivas altas con la salinidad ($\rho = +0.755$; $p = 2.0 \times 10^{-5}$). Esta estrecha dependencia entre las bacterias y los parámetros físico-químicos respalda la postura de Watakabe et al. (2025), quienes documentaron que las variaciones de temperatura y salinidad influyen directamente en la proliferación y dinámica de la microbiota heterótrofa ambiental.

No obstante, el análisis de control intra-fase (Tabla 12 del bloque ambiental) arrojó un resultado analítico fundamental: todas las correlaciones perdieron significancia estadística al ser evaluadas de forma independiente dentro de cada

fase ($p > 0.05$). Este comportamiento demuestra de manera contundente la ausencia de una relación causal lineal de corto plazo a escala semanal. La microbiota en el tejido de *M. gigas* no reacciona ante oscilaciones meteorológicas diarias o puntuales; por el contrario, responde con una inercia biológica a largo plazo, determinada por la aclimatación crónica al bloque macro-estacional en su conjunto.

Dicha estabilidad biológica frente a variaciones puntuales es consistente con lo sugerido por Tomala (2022) en estudios realizados en el puerto de Chanduy, donde se constató que la presencia de microorganismos en sistemas de cultivo abierto responde a patrones estacionales cíclicos y de manejo general de la calidad del agua, más que a fluctuaciones diarias aisladas. Adicionalmente, la caracterización morfológica mediante la tinción de Gram realizada a las colonias aisladas en TSA permitió reconocer y diferenciar los morfotipos bacterianos dominantes en el sistema, una técnica clásica que, según Guinda Trallero et al. (2024) y Ocronos (2023), aporta información básica esencial sobre la composición de la microbiota ambiental y su estabilidad estructural frente a situaciones de transición ambiental o estrés halino.

Desempeño biológico: Crecimiento mediante el Índice de Condición (IC), supervivencia y sus motores ambientales

El análisis de los descriptivos zootécnicos de *Magallana gigas* demostró que el sistema de cultivo suspendido tipo Long-line en Monteverde provee un

entorno altamente favorable para el desarrollo acuícola. Al evaluar la viabilidad del cultivo mediante la prueba de Mann-Whitney, se determinó que la supervivencia de los individuos no difirió estadísticamente entre etapas ($U = 97$; $p = 0.157$; ns), manteniendo promedios notablemente elevados ($98.65 \pm 0.31\%$ en la Fase 1 y $98.31 \pm 0.55\%$ en la Fase 2) con una dispersión mínima entre monitoreos. De igual forma, el análisis de Spearman confirmó que la supervivencia no se asoció de manera significativa con ningún parámetro ambiental ni con la carga bacteriana tisular ($p > 0.05$).

Estos excelentes rendimientos biológicos superan significativamente a los reportados por De Marco et al. (2023) en cultivos de Pedernales (Manabí), donde registraron una supervivencia del 89% utilizando sistemas suspendidos a 3 metros de profundidad. Asimismo, los resultados de Monteverde se alinean y superan las tasas de supervivencia superiores al 85% reportadas por Campaña Luna (2024) en sistemas de cultivo suspendidos en Chanduy. Este sobresaliente desempeño zootécnico demuestra que el entorno hidrológico de la bahía abierta no indujo estresores letales sobre los ejemplares, operando dentro de una zona de seguridad fisiológica e inocuidad zootécnica estable.

Si bien las tasas de supervivencia observadas en el sistema Long-line de Monteverde fueron excepcionalmente altas y homogéneas (98.65% en la Fase 1 y 98.31% en la Fase 2), es necesario reconocer ciertas limitaciones metodológicas respecto al alcance de este indicador. La supervivencia evaluada refleja la

estabilidad macro-estacional y la ausencia de estresores letales agudos en la columna de agua; sin embargo, no contempla de manera directa variables zootécnicas críticas como la densidad de siembra por línea, la profundidad exacta de operación a lo largo del ciclo o la micro-distribución espacial de los organismos. La supervivencia no se relaciona con los factores ambientales ni con la carga bacteriana, por lo que tiene baja sensibilidad para detectar estrés. Futuros trabajos deberían usar análisis histológico y de biomasa para cuantificar mejor el efecto de la variabilidad ambiental del cultivo

Inversamente, el Índice de Condición (IC) evidenció variaciones críticas reguladas por el entorno. La prueba de Mann-Whitney reconfirmó que el IC fue significativamente mayor en la Fase 1 que en la Fase 2 ($U = 120$; $p = 0.006$; $p < 0.01$), alcanzando una media superior y altamente homogénea en el primer periodo (12.09 ± 0.40) frente al segundo (10.81 ± 1.57). Al evaluar la matriz global de Spearman (Tabla 13), el IC mostró un estrecho acoplamiento macro-ambiental, evidenciando una correlación negativa altamente significativa con la temperatura ($\rho = -0.547$; $p = 0.006$) y correlaciones positivas significativas con la carga bacteriana ($\rho = +0.597$; $p = 0.002$), la saturación de O_2 ($\rho = +0.584$; $p = 0.003$) y la salinidad ($\rho = +0.485$; $p = 0.016$). Como explican Valverde Moya et al. (2025), las fluctuaciones en oxígeno disuelto y salinidad afectan de forma directa la fisiología y la biomasa de las ostras, puesto que determinan la eficiencia en la absorción de nutrientes y la acumulación de reservas corporales.

Las condiciones de la Fase 1 (baja temperatura, alta salinidad y saturación de oxígeno) representan el escenario ecológico favorable en Santa Elena. Ante este escenario energético, las ostras incrementan su tasa de alimentación y acumulación de reservas tisulares, elevando su Índice de Condición. De manera sinérgica, esta intensa actividad de filtración acarrea, de forma estrictamente pasiva, una mayor retención de la microbiota marina natural (TSA) dentro del tejido blando del molusco, explicando la fuerte correlación global positiva detectada entre el IC y las UFC/g. Este comportamiento se fundamenta en lo planteado por Morán Silvestre (2026), quien destaca que la abundancia y dinámica de bacterias en los bivalvos forman parte natural de su interacción biológica con el entorno acuícola, regulando o reflejando su capacidad fisiológica de aclaramiento y asimilación alimenticia.

Sin embargo, el análisis de control intrafase (Cuadro 14) mostró un control analítico importante: ninguna de las correlaciones del IC con la carga bacteriana la temperatura o la salinidad fue significativa individualmente por fase (valores de $p > 0,40$ en todos los casos). La desaparición del efecto causal aparente de la activación total positiva entre el IC y las UFC/g implica que la activación total positiva entre ello no se debe a un mecanismo causal directo (la presencia de bacterias no estimula el engorde del molusco), sino a un fenómeno de covariación sincrónica controlado por la estacionalidad. Ambas variables se mueven en paralelo en razón del contraste de los ambientes: en la Fase 1 se optimizaron las condiciones de engorde y altas tasas de filtración, en la Fase 2 (aumento térmico de $\sim 4^{\circ}\text{C}$ y baja salinidad) se incrementó el gasto metabólico respiratorio del organismo a expensas

de sus reservas tisulares y actuó de disparador ambiental del desove, disminuyendo el consumo de oxígeno general y al mismo tiempo aumentó la tasa de retención bacteriana.

La marcada variabilidad registrada en esta última etapa ($DE \pm 1.57$) estuvo estrictamente direccionada por dos picos aislados de incremento localizados en los monitoreos 5 y 9, confirmando que la transición estacional no es lineal, sino que presenta pulsos de productividad o asincronías biológicas temporales. En concordancia con Aguilar (2024), la integración de estos indicadores biológicos con el análisis de carga bacteriana y el ICA ofrece una visión holística del ecosistema de cultivo, permitiendo validar la aptitud zootécnica de Monteverde como un emplazamiento sostenible y técnicamente viable para la producción comercial de *Magallana gigas* bajo un estricto control macro-estacional regulador.

10. CONCLUSIONES

La carga bacteriana heterótrofa aerobia (TSA) en los tejidos blandos de *Magallana gigas* presenta una marcada dinámica estacional asociada al entorno marino, registrando una reducción altamente significativa del 52.2% desde la Fase 1 hacia la Fase 2. Paralelamente, los resultados demuestran la total inocuidad y calidad sanitaria del agua en la zona de cultivo suspendido de Monteverde, dado que los coliformes totales se mantuvieron en niveles bajos y homogéneos entre periodos, mientras que los coliformes fecales fueron completamente nulos (0 UFC/100 mL) en el 100% de los muestreos ejecutados, cumpliendo rigurosamente con los estándares internacionales de bioseguridad alimentaria para bivalvos.

El sistema marino de Monteverde presenta una clara transición oceanográfica entre periodos, siendo la Fase 1 de carácter templado - salino sometido a la influencia de afloramientos costeros y la Fase 2 como un periodo cálido - húmedo con un aumento conjunto de nitratos por corrientes continentales. No obstante a esas oscilaciones El Índice de Calidad del Agua (ICA) global marcó un equilibrio matemático entre fases en donde el recurso hídrico fue situado en la categoría de "Buena Calidad".

El sistema de cultivo suspendido tipo Long-line provee un entorno favorable de confort zootécnico seguro, logrando tasas de supervivencia excepcionalmente elevadas y homogéneas entre etapas (98.65 % en Fase 1 y 98.31 % en Fase 2), las

cuales resultaron independientes de las variaciones ambientales y de la presión bacteriana tisular. Por el contrario, el Índice de Condición (IC) mostró una estricta regulación macro-estacional, siendo significativamente superior en la Fase 1 (12.09) a diferencia de la Fase 2 (10.81), la correlación global positiva entre el IC y las UFC/g constituyo un fenómeno estacional donde las condiciones de la Fase 1 estimularon simultáneamente el peso tisular y una filtración pasiva bacteriana más intensa.

Se acepta la hipótesis alternativa (H1), debido a que se evidenció una asociación significativa entre la temperatura del agua y la carga bacteriana heterótrofa presente en el tejido de *Magallana gigas*. La disminución de la carga bacteriana entre la Fase 1 y la Fase 2 estuvo acompañada por un incremento de la temperatura, evidenciándose una relación negativa entre ambas variables. Estos resultados permiten establecer que la temperatura fue uno de los principales factores ambientales asociados con la variación de la carga bacteriana durante el periodo de estudio.

11. RECOMENDACIONES

Se aconseja programar calendarios de cosecha planificada tomando en cuenta la macroestacionalidad climática local, procurando que la recolección y venta de los ejemplares se realice en la conclusión de la Fase 1 (periodo templado). Este es el momento exacto en que las ostras maximizan su Índice de Condición, lo que permite optimizar el rendimiento comercial de la biomasa de carne antes de que el estrés térmico estacional de la Fase 2 gatille procesos de desove masivo.

Es fundamental implementar un programa de monitoreo ecofisiológico e histológico continuo enfocado en evaluar la madurez gonadal de *Magallana gigas* durante las ventanas de transición estacional. Esto con el fin de correlacionar matemáticamente los picos atípicos aislados de engorde o contracción tisular, como los detectados en los monitoreos 5 y 9, con pulsos puntuales de productividad primaria o desoves asincrónicos.

Recomienda integrar el Índice de Calidad del Agua ICA con subíndices o variables centinela en constante cambio en particular la Temperatura y la Salinidad en los planos de gestión acuícola regional. De este modo se reduce la tendencia a los sesgos de estancamiento presentes en los índices agregados y se mejora la predicción de las respuestas metabólicas del cultivo a los cambios del medio ambiente.

Se sugiere realizar estudios metagenómicos adicionales en las colonias crecidas en medios generales (TSA) así como en las que han sido identificadas por tinción de Gram. Esto permitirá caracterizar con resolución de especie la microbiota bacteriana comensal de la ostra y descartar de manera definitiva la presencia latente de patógenos oportunistas facultativos, como *Vibrio spp.*, especialmente durante los picos de incremento térmico superiores a los 25 °C.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Afriansyah, M., Dewi, S., & Akbar, G. (2025). *Exploración e identificación molecular de bacterias proteolíticas de la ostra del Pacífico rusip (Crassostrea gigas) como candidatas a agentes anticoagulantes. Indonesian Journal of Medical Laboratory Science and Technology* , 7 (1), 70-79. Retrieved from <https://journal2.unusa.ac.id/index.php/IJMLST/article/view/6083>
- Aguilar , D. (2024). Obtenido de ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS PUERTOS PESQUERO DE SANTA ROSA Y CHANDUY: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/11675/1/UPSE-TBI-2024-0019.pdf>
- AquaPortail. (2024). *Ficha técnica: Magallana gigas*. Obtenido de <https://www.aquaportail.com/especies/ficha/invertebrado/19/magallana-gigas>
- Aquaportail. (17 de febrero de 2025). *Magallana gigas*. Obtenido de <https://www.aquaportail.com/especies/ficha/invertebrado/19/magallana-gigas>
- Arias, S. (2023). *Evaluación del crecimiento y la sobrevivencia del ostión Magallana gigas (sinónimo Crassostrea gigas)(Thunberg 1793) cultivado en Isla de Chira y Costa de Pájaros, Golfo de Nicoya-Costa Rica*.
- Asus. (2024). *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA – ICA*. Retrieved from https://corponor.gov.co/calidad_del_aire/2024/AGUA/RIO_TEJO/2.INDICE_DE_CALIDAD_DEL_AGUA%E2%80%93ICA_GENERALIDADES_RIO_TEJO_2024.pdf

Baptiste , L. (2024). *Mantener alta la tasa de supervivencia de las ostras del Pacífico.*

Obtenido de <https://cordis.europa.eu/article/id/429970-keeping-the-pacific-oysters-survival-rates-up/es>

Baqueiro, E. (2020). *Los moluscos y la contaminación.* Obtenido de Centro de

Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico

Nacional: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000300001)

[34532007000300001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000300001)

Barnier, M. (noviembre de 2024). Obtenido de desarrollo de upograma de deteccion y

tratamiento de enfermedades en molsucos cultivads en chile:

https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89538_informe_final.pdf

Benavides Claros, M. (2020). *Métodos de acción de los microorganismos en acuicultura.*

Retrieved from AGEARTH Ecuador:

<https://www.agearthecuador.org/wp2020/2021/07/15/metodos-de-accion-de-los-microorganismos-en-acuicultura/>

Benavides, C. (2020). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua*

de un sistema. Obtenido de Fundación Universitaria de Popayán:

https://www.upct.es/~minaees/analisis_microbiologico_aguas.pdf

Bermúdez, A. (noviembre de 2021). Obtenido de ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

BACTERIANA EN LA OSTRA *Crassostrea* cf. *corteziensis*:

[file:///D:/Downloads/54239-Texto%20del%20art%C3%ADculo-170101-2-10-20230116%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/54239-Texto%20del%20art%C3%ADculo-170101-2-10-20230116%20(1).pdf)

Betancourt, S., Pérez, M., Limonta, M., & Fuertes, W. (2025). *Caracterización de la*

*microbiota bacteriana asociada al ostión (*Crassostrea* sp) procedente de tres*

zonas de cultivo de Cuba. Revista de Salud Animal , 47 , cu-id. Retrieved from <https://censa.edicionescervantes.com/index.php/RSA/article/view/1442>

Boanham, V. (2025). *Magallana gigas (ostra del Pacífico)*. Obtenido de CABI - Digital Library:

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/abs/10.1079/cabicompendium.87296>

Bonilla , C., Cruz, R., & Reyes, J. (2021). *Evaluación microbiológica de coliformes totales y fecales en moluscos bivalvos comerciales de la costa ecuatoriana*. Obtenido de *Revista Científica Ciencias Marinas y Limnología*, 15(2), 45-56.

Campaña. (2024). *Evaluación del crecimiento de ostras del Pacífico (Magallana gigas) en cultivo experimental en Pedernales*. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/6722>

Campaña Luna, A. D. (2024). *Evaluación del crecimiento de ostras del Pacífico (Magallana gigas) en cultivo experimental en Pedernales*. Obtenido de Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí: <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/6722>

Casasola-Bado, M. J. (2022). *La importancia de realizar una correcta tinción de Gram en la identificación bacteriana*. Retrieved from <https://revista.microbiologos.cr/wp-content/uploads/2023/11/Volumen-27-No2-Articulo-3-89-98.pdf>

Chi, Y., Li, Q., Xu, C., Liu, W., & Liu, H. (2024). *Heredabilidad de la tolerancia térmica crónica y correlaciones genéticas con rasgos de crecimiento en la ostra del Pacífico (Crassostrea gigas)*. *Journal of Applied Genetics* , 65 (1), 155-165. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s13353-023-00806-3>

CORDIS. (abril de 2024). Obtenido de Mantener alta la tasa de supervivencia de las ostras del Pacífico: <https://cordis.europa.eu/article/id/429970-keeping-the-pacific-oyster-s-survival-rates-up/es>

Corponor. (2024). Obtenido de https://corponor.gov.co/calidad_agua/2021/PAMPLONITA/fisicoquimico/4.DEFINICIONES_ACRONIMOS.pdf

De Marco, A., Baldassarro, V., Calzà, L., Giardino, L., Dondi, F., Ferrari, M., & ... Bonaldo, A. (2023). *Las olas de calor prolongadas reducen el índice de condición y alteran los parámetros moleculares en la ostra del Pacífico Crassostrea gigas. Fish & Shellfish Immunology* , 133 , 108518. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050464823000049>

Delgado Moreira, G. J. (2025). *EVALUACION DE SOBREVIVENCIA DE OSTRAS DEL PACIFICO (Magallana gigas) ALIMENTADAS CON ALGAS TETRASELMIS Y THALASSIOSIRA EN CULTIVO CERRADO EN EL CANTON PEDERNALES-MANABI*. Obtenido de ULEAM: file:///D:/Downloads/ULEAM-BLGO-0141.pdf

Dipper, F. (2022). *Elementos de la ecología marina*. Retrieved from ScienceDirect: https://caish--djv-com.translate.goog/zclkvisitor/ffaf64e0-d093-11f0-8c6c-1203b1e89329/72092e88-2c53-401c-b988-51ef43ce1034?campaignid=ffbc3622-d093-11f0-8c6c-1203b1e89329&_x_tr_sch=http&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc

DOF. (2023). *Demanda bioquímica de oxígeno en aguas superficiales*. Obtenido de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/clave16/archivos/pdf/clave_12_met.pdf

- Dutan Navas, T., & Sierra Sanchez, N. (2022). Obtenido de Beneficios de la depuración de moluscos bivalvos: Evaluación y Socialización: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/53130/1/T-111259%20DUT%C3%81N%20-%20SIERRA.pdf>
- EFSA. (2022). *European Food Safety Authority*. Obtenido de Food safety criteria for live bivalve molluscs. EFSA Journal: <https://www.efsa.europa.eu>
- EUMOFA. (2022). *ESTRUCTURA DE LOS PRECIOS EN LA CADENA DE SUMINISTRO*. Obtenido de European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products: https://eumofa.eu/documents/20124/58126/PTAT+Oyster_ES.pdf/78be0796-d64c-8f49-5259-126aa5f532ef?t=1668076668089
- FAO. (2020). *Codex Alimentarius: Code of Practice for Fish and Fishery Products*. CAC/RCP 52-2003. Obtenido de <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- FAO. (2022). Obtenido de <https://www.fao.org/3/cc5771en/cc5771en.pdf>
- FAO. (2024). Obtenido de Programa de información de especies acuáticas: https://www.fao.org/fishery/es/culturedspecies/ostrea_edulis_es/es
- FAO. (2024). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: La sostenibilidad en acción*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.: <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0683en>
- Faury, N., Saulnier, D., Thompson, F., Gay, M., Swings, J., & Roux, F. (2004). *Vibrio crassostreae* sp. nov., aislado de la hemolinfa de ostras (*Crassostrea gigas*).

International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology , 54 (6), 2137-2140. Retrieved from

<https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.63232-0>

FDA. (2023). *Food and Drug Administration*. Obtenido de ational Shellfish Sanitation Program (NSSP) Guide for the Control of Molluscan Shellfish. U.S. Department of Health and Human Services.: <https://www.fda.gov/media/98310/download>

Floess, E. (2025). *Biological Effects of pH Variations in Aquatic Systems*. Obtenido de <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP15059>

Fuhrmann, M. (2021). *Patógenos acuáticos e incrustaciones biológicas: estudio piloto de la translocación del herpesvirus ostreido 1 por bivalvos*. Obtenido de Sample our Physical Science Journals: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08927014.2021.1985474>

Gallice. (2020). *La patología en moluscos bivalvos: principales problemas y desafíos*. Retrieved from FAO: <https://www.fao.org/4/i0444s/i0444s28.pdf>

Gallice, M. (2020). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE Crassostrea gigas IMPLANTADAS EN EL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA, ARGENTINA*. Obtenido de <https://doi.org/10.20937/rica.2020.36.53427>

Gallicet, M. (diciembre de 2020). Obtenido de EVALUATION OF THE BACTERIOLOGICAL QUALITY OF Crassostrea gigas IMPLANTED IN THE ESTUARY OF BAHÍA BLANCA, ARGENTINA: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992020000100063

Gallicet, M., & Streintenberger, M. (diciembre de 2020). Obtenido de EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE *Crassostrea gigas* IMPLANTADAS EN EL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA, ARGENTINA: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992020000100063

Gallicet, M., & Streintenberger, M. (dicembre de 2020). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE Crassostrea gigas IMPLANTADAS EN EL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA, ARGENTINA.* Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992020000100063

Ganier, M., Labreuche, Y., Garcia, C., Robert, M., & Nicolas, J. (2007). *Evidence for the involvement of pathogenic bacteria in summer mortalities of Pacific oysters, Crassostrea gigas, in France.* Obtenido de Diseases of Aquatic Organisms, 76(2), 145–152.: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00248-006-9061-9>

García, A., Prado, P., & Fernández, H. (2026). *Efecto de las variables físico-químicas estacionales sobre el crecimiento y supervivencia de la ostra del Pacífico (Magallana gigas) en sistemas suspendidos.* Obtenido de Aquaculture Research & Development, 9(4), 102-115.

Garnier, M. (2022). *videncia de la participación de bacterias patógenas en la mortalidad estival de la ostra del Pacífico Crassostrea gigas.* Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00248-006-9061-9>

Gonzalez, M. (diciembre de 2019). Obtenido de Microbiological quality of the oyster crassostrea rhizophorae and extraction waters, Sucre State, Venezuela:

https://homolog-ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-2259200900060001

González, M. (2019). *CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA OSTRAS Crassostrea rhizophorae*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/959/95911621014.pdf>

González, R. (2019). *Muestreo microbiológico de agua: técnicas y consideraciones para análisis fiables*. Retrieved from ACONSA: <https://aconsa-lab.com/muestreo-microbiologico-de-agua-tecnicas-y-consideraciones-para-analisis-fiables/>

Google Maps. (2024). Obtenido de [://www.google.com/maps/@-2.330365,-80.8804097,40966m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTExOS4yIKXMDSoJLDEwMjExMjM0SAFQAw%3D](https://www.google.com/maps/@-2.330365,-80.8804097,40966m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTExOS4yIKXMDSoJLDEwMjExMjM0SAFQAw%3D)

Goulletquer, P. (2025). *Current Status of Aquaculture in the Pacific Islands*. Obtenido de https://coastfish.spc.int/Reports/Misc/SPC_aqua_rev.pdf

Grieshop, A. (2022). *Guía técnica para la formulación del Índice de Calidad Ambiental*. Obtenido de . Servicio Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador.: <http://booksite.academicpress.com/9780123847058/chapter3.php>

Gutiérrez, F. (2019). *Factores asociados que determinan coliformes totales y Escherichia coli en muestras de ceviche de pescado en placas petrifilm en el Balneario de Ancon*. Obtenido de Validaciones AOAC OMA #991.14 y #998.08 para alimentos y mariscos.: <https://hdl.handle.net/20.500.11818/5334>

HACH. (2023). *Sólidos totales y disueltos (TSS y TDS)* . Obtenido de Parámetros de calidad del agua.: <https://www.hach.com/parameters/solids>

HACH. (2024). *Sólidos (totales y disueltos)*. Obtenido de <https://es.hach.com/parameters/solids#:~:text=Los%20s%C3%B3lidos%20totales>

%20disueltos%20(TDS)%20comprenden%20las%20sales%20inorg%C3%A1nicas%20(se%20disuelven%20en%20el%20agua.

Hasani, R., Indrawati, E., & Safira, I. (2023). *Analysis of Pathogenic Bacteria in Oysters (Crassostrea cucullata)*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5126-5130. Retrieved from <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/4238>

Hernandez Lopez, C. (febrero de 2024). Obtenido de efecto de la dieta en el desarrollo y composicion de la gonada y tejido somaticos de la concha nacar: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/166/1/hernandez_c.pdf

Hernandez, A. (agosto de 2022). *RETEMA*. Obtenido de Ostras para mejorar la calidad del agua del Mar Menor: <https://www.retema.es/actualidad/ostras-mejorar-calidad-del-agua-del-mar-menor>

ICA. (2024). Obtenido de INDICE DE CALIDAD DE AGUA: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6147/9/METODOLOG%C3%8DAICA.pdf>

ICA. (2024). *Test de nitratos NTLABS*. Obtenido de <https://www.icasa.com/producto/test-de-nitratos-ntlabs/#:~:text=El%20nitrato%20es%20un%20compuesto,significar%C3%ADa%20un%20gran%20desbalance%20org%C3%A1nico.>

INOCAR. (2025). *Tabla de mareas puertos del Ecuador*. Obtenido de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla>

Landwehr, J. (1976). *A Comparison of Several Water Quality Indexes*. Obtenido de ResearchGate:

https://www.researchgate.net/publication/234129859_A_Comparison_of_Several_Water_Quality_Indexes

Lasa, A., Di Cesare, A., Tassistro, G., Borello, A., Gualdi, S., Furones, D., & ... Vezzulli, L. (2019). *Dinámica de la patobiota de la ostra del Pacífico durante episodios de mortalidad en Europa evaluada mediante el perfilado del gen ARNr 16S y una nueva estrategia de secuenciación de próxima generación con enriquecimiento de objetivos*. . Retrieved from Environmental Microbiology , 21 (12), 4548-4562.: <https://enviromicro-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1462-2920.14750>

Lavilla, I. (2021). *Demanda bioquímica de oxígeno*. Obtenido de ANÁLISIS DE AGUA | Demanda Bioquímica de Oxígeno: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/biochemical-oxygen-demand>

Lefebvre, S., Harma, C., & Blin, J. (2009). *Tipología trófica de ecosistemas costeros basada en las proporciones $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ en un filtrador oportunista*. *Marine Ecology Progress Series* , 390 , 27-37. Retrieved from <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v390/p27-37>

Leon Vizcaino, I. (noviembre de 2024). *indice de calidad de agua (ICA), forma de estimarlos y aplicacion en la cuenca lerma-chapala*. Obtenido de <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6147/1/ICA%20Forma%20de%20estimarlos.pdf>

Li, P. (2014). *Abbasi T and Abbasi SA: Water Quality Indices*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/264746412_Abbasi_T_and_Abbasi_SA_Water_Quality_Indices

Lombieda Terranova. (2024). *¿Qué técnicas o métodos existen para identificar a las bacterias?*. Obtenido de Microbioma Lab.: <https://microbioma-lab.com/que-tecnicas-o-metodos-existen-para-identificar-a-las-bacterias/>

Lombieda Terranova, P. (2024, noviembre). Retrieved from tecncas para el policultivo de ostras Crassotrea gogas y camaron Penaus vannamei en ecuador: <https://dspace.espol.edu.ec/retrieve/100087/D-104139.pdf>

López-Jácome, L. E., Hernández-Durán, M., Colín-Castro, C. A., Ortega-Peña, S., Cerón-González, G., & Franco-Cendejas, R. (2014). *Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. Investigación en discapacidad*, 3(1), 10-18. Retrieved from https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2014/ir141b.pdf?fbclid=IwAR3z9_ljzoGBF2taww_xeAuX2t1CkN

Mabrique, A. M. (junio de 05 de 2020). *An Lisis de Varianza ANOVA y GR Ficos Implicativos de La Profundidad Del Suelo*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/464499709/An-lisis-de-varianza-ANOVA-y-gr-ficos-implicativos-de-la-profundidad-del-suelo-5>

Mariscal, A., & Alvares, B. (noviembre de 2024). Obtenido de ACUICULTURA MARINA: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_REA%2FREA_1985_06_141_144.pdf

Martínez, I. (2024). Obtenido de <https://panoramaacuicola.com/2024/01/15/microorganismos-y-acuicultura-una-sinergia-que-podria-beneficiar-al-cultivo-tradicional/>

Mignani, L., Barbieri, E., Marques, H., & Oliveira, A. (2013). *Densidad de coliformes en aguas de cultivo de ostras y su relación con factores ambientales. Pesquisa*

Agropecuária Brasileira , 48 , 833-840. Retrieved from
<https://www.scielo.br/j/pab/a/VZ7NYTZ76F97K3tZcm8Yf9R/?lang=en&format=html>

Montufar Romero, J. (marzo de 2018). *Analisis de Impacto Socieconomico del Cultivo en Maricultura de Ostra del Pacifico*. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4297/1/UPS-GT000378.pdf>

Mora Alvarado, D. (2023). *Criterios microbiológicos para evaluar la calidad del agua en sus diferentes usos*. Obtenido de
<https://www.binasss.sa.cr/revistas/rcsp/v5n9/art4.pdf>

Morales Guadarrama, A. A., Paniagua Chávez, C. G., & Galindo Sánchez, C. E. (2024). *Evaluación del acondicionamiento reproductivo del ostión japonés (Magallana gigas) en dos sistemas de recirculación con prevalencia de polidóridos mediante la expresión de genes*. Retrieved from
<https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/4050>

Morán Silvestre, A. J. (2026). *Análisis del crecimiento de Magallana gigas en relación con las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas en un cultivo en mar abierto en Chanduy*. Obtenido de provincia de Santa Elena Ecuador.

MPCEIP. (2024). *“MEJORA EN LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR ACUICOLA Y PESQUERO*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/Proyecto-Mejora-Competitiva-del-Sector-Acu%C3%ADcola-y-Pesquero.pdf>

Muthini Ochenje. (2021). *La acuicultura sostenible en acción*. Obtenido de
<https://www.fao.org/documents/card/es?details=ca7972en>

- Nastiti, K., Sayekti, R., & Yuliani, E. (2023). *Calidad y distribución del agua del embalse de Selorejo utilizando los métodos del índice de contaminación, Oregon-WQI y NSF-WQI. Jurnal Teknik Pengairan: Revista de ingeniería de recursos hídricos*, 14 (1), 64-75. Retrieved from <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/686>
- Niță, V., Aguiari, L., Nicolae, C. G., Roșioru, D., Țotoiu, A., & Nenciu, M. (2026). *Reviving Oyster Aquaculture in Romania: A Scientifically Driven Study Aiming at Obtaining Missing-Link Data for Successful Production. Fishes*, 11(5), 255. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2410-3888/11/5/255>
- Ocronos. (2023). *Tinciones y sus tipos: contexto y aplicaciones*. Obtenido de Revista Médica Ocronos: <https://revistamedica.com/tinciones-tipos-contexto/>
- Olafsen, J., Mikkelsen, H., Gæver, H., & Høvik Hansen, G. (1993). *Indigenous bacteria in hemolymph and tissues of marine bivalves at low temperatures. Applied and Environmental Microbiology*, 59(6), 1848-1854. Retrieved from <https://openpolar.no/Record/crasmicro:10.1128%2Faem.59.6.1848-1854.1993>
- Peña, E. (2025). *TRABAJO DE INVESTIGACION OXIGENO DISUELTO*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>
- Priscilla, J. (2020). Obtenido de CALIDAD DEL AGUA DE MAR DEL ESTERO HUAYLÀ Y SUS: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2839/2/CD000020-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Qin, H., Jiang, J., Jing, Z., Wang, J., Xu, S., Chen, R., & ... Fang, L. (2025). *Aislamiento e identificación de Pseudoalteromonas sp. H27, una cepa bacteriana patógena para*

Crassostrea gigas. *Microorganisms* , 13 (2), 296. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2076-2607/13/2/296>

Reynaga-Franco, F., Vega-Camarena, J., Mendivil-Mendoza, J., García-Ramírez, A., Gracia-Valenzuela, M., & Chávez-Villalba, J. (2026). *Influencia de los efluentes de granjas camaroneras en el desempeño biológico de la ostra del Pacífico Magallana gigas en el Golfo de California*. *Revista de Acuicultura* , 6 (2), 14. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2673-9496/6/2/14>

Rodríguez, A. (2019). *Importancia de la tinción de Gram en la identificación de patógenos presentes en el cultivo de Litopenaeus vannamei*. Obtenido de Universidad Técnica de Machala.: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18554>

Saavedra, L., Bastías, M., Mendoza, P., Lagos, N., García-Herrera, C., 0 Ponce, V., & ... Llanos-Rivera, A. (2024). *Correlatos ambientales del cultivo de ostras en un sistema de afloramiento: Implicaciones sobre el crecimiento, la producción de biomasa, la resistencia de la concha y la composición orgánica*. *Marine Environmental Research* , 198 , 106489. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113624001508>

Severich Sierra, C. (2022). *Determinacion de Fosfatos en Aguas por Metodo Colorimetrico*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/3285/1/Art7.pdf>

Shin, S., Kim, E., & Yi, H. (2018). *Paenibacillus crassostreae* sp. nov., aislado de la ostra del Pacífico *Crassostrea gigas*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* , 68 (1), 58-63. Retrieved from [https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijsem.0.002](https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijsem.0.002444)

- SNET. (2022). *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA"*. Obtenido de Ministerio de medio ambiente de Gobierno del Salvador:
<https://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>
- SNET. (2022). *Guía técnica para la formulación del Índice de Calidad Ambiental*. . Obtenido de Servicio Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador.:
<https://www.snet.gob.sv/documentos/guia-ica-2022.pdf>
- Sultana, N., Hossain, M., Panna, S., Khan, M., & Islam. (2025). *Estimación del rendimiento de crecimiento de Crassostrea virginica en un sistema de acuicultura de recirculación (RAS) en Cox's Bazar, Bangladesh: un estudio de caso*. *Journal of Applied Ichthyology* , 2025 (1), 6654418. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/jai/6654418>
- Tang, Y. (2008). *Fuentes alimentarias de nitratos y nitritos: el contexto fisiológico de los posibles beneficios para la salud*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916523231937>
- Tomala, G. (abril de 2022). Obtenido de Determinación de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero Olón por el método GOD:
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6940>
- Torres, M. (2019). *Propuesta de un Índice de Calidad del Agua (ICA) para la evaluación de zonas de amortiguamiento y zonas de cultivo acuícola en la provincia de Santa Elena (Tesis de Grado)*. Obtenido de Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Ecuador.
- Treanhaile, A. S. (2016). *Módulo de Referencia en Sistemas Terrestres y Ciencias*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect->

com.translate.google/science/article/abs/pii/B9780124095489097372?_x_tr_sl=en
&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc

Trigo, O. (2021). Obtenido de Monitoreo de Factores de Riesgo Asociados al Síndrome de Mortalidad de la Ostra del Pacífico *Crassostrea Gigas* en Ostras Producidas en Chile: Expresión de Genes Antivirales y Potencial Patogénico de *Vibrios*:
<https://opia.fia.cl/601/w3-article-122649.html>

Tyagi, S., Sharma, B., & Dobhal, R. (agosto de 2017). *Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index*. Obtenido de SciEP:
<https://pubs.sciepub.com/ajwr/1/3/3/abstract.html>

UICN. (2018). *Guía de parámetros ambientales para ecosistemas acuáticos*. Obtenido de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.:
<https://www.iucn.org/sites/default/files/guia-parametros-ambientales-2018.pdf>

UMH. (2024). *Tinción de Gram – Prácticas de microbiología*. Departamento de Biología Aplicada, UMH. Obtenido de Universidad Miguel Hernández:
<https://docenciamicrobiologia.umh.es/indice-de-practicas/8-observacion-microscopica/tincion-de-gram/>

UMH. (2024). *Universidad Miguel Hernández*. Obtenido de Tinción de Gram – Prácticas de microbiología. Departamento de Biología Aplicada:
<https://docenciamicrobiologia.umh.es/indice-de-practicas/8-observacion-microscopica/tincion-de-gram/>

UNAM. (2023). *Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología*. Obtenido de Facultad de Química, UNAM.:
https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/10527/mod_resource/content/1/Tinciones%20basicas%20en%20microbiologia.pdf

UNAM. (2023). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de Manual de laboratorio de microbiología general I: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/2023/Licenciaturas/QFB/Manuales/MicrobiologiaGeneral_I.pdf

Vega, L., Cuéllar, L. A., & Borda, W. J. (2022). *Guía de Prácticas de Laboratorio de Microbiología Ambiental*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Lina-Patricia-Vega-Garzon/publication/371500867_Guia_de_Practicas_de_Laboratorio_de_Microbiologia_Ambiental/links/64873cb8b3dfd73b7780f95c/Guia-de-Practicas-de-Laboratorio-de-Microbiologia-Ambiental.pdf

Vélez, J. (2020). *Procesos aeróbicos en aguas naturales*. *Revista Colombiana de Microbiología*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/57715/56098>

Vélez-Falcones, J., Treviño, L., Vélez-Chica, J. C., & Lodeiros, C. (2025). *Densidad de población de Magallana gigas en condiciones de cultivo suspendido en un estuario tropical*. *Revista de Acuicultura Aplicada* , 37 (4), 344-357. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10454438.2024.2430971>

Villalobos, L. (2023). *Calidad microbiológica de la ostra crassostrea rhizophorae y aguas*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000600014

Villón Villón, A. D. (2023). *Evaluación del crecimiento, condiciones de supervivencia y parámetros ambientales de Magallana gigas Ostra del Pacífico puerto de Chanduy*. Obtenido de Universidad Estatal Península de Santa Elena: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10120>

- Weiner , M. (2019). *Fosfato*. Obtenido de Revisión toxicológica de los fosfatos inorgánicos: <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/phosphate>
- Wills, M., & Irvine, K. (1996). *Aplicación del índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Saneamiento en el proyecto piloto de gestión de la cuenca del arroyo Cazenovia, NY. Middle States Geographer* , 1996 , 95-104. Retrieved from http://msaag.aag.org/wp-content/uploads/2013/04/12_Wills_Irvine.pdf
- Zhong, K., Chan, A., Collicutt, B., Daspe, M., Finke, J., Foss, M., & ... Suttle, C. (2024). *El microbioma procariota y eucariota de las larvas de ostra del Pacífico se ve influenciado por el calentamiento del océano, pero no por la acidificación. Applied and Environmental Microbiology* , 90 (4), e00052-24. Retrieved from <https://journals.asm.org/doi/abs/10.1128/aem.00052-24>
- Zuur, A., Ieno, E., Walker, N., Saveliev, A., & Smith, G. (2009). *Modelos de efectos mixtos y extensiones en ecología con R (Vol. 574, p. 574)*. Nueva York: springer. Retrieved from <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-87458-6>

13. ANEXOS



Anexo 1. Cilindro de cultivo para ostras juveniles



Anexo 2. Verificación y preparación de linternas.



Anexo 3. Preparación de linterna para la ubicación de *M. gigas*.



Anexo 4. limpieza de la *M. gigas*.



Anexo 5. *M. gigas* superando el tamaño comercial.



Anexo 6. Medición y clasificación de *M. gigas*.



Anexo 7. Ubicación de las ostras en los pisos de la linterna.



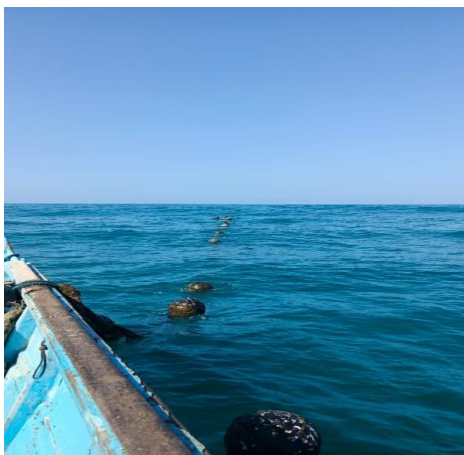
Anexo 8. Clasificación de la *M. gigas*.



Anexo 9. Condón roto de linterna por depredadores



Anexo 10. Matricula de embarcación.



Anexo 11. línea de cultivo Long line.



Anexo 12. Estación de la *M. gigas* de las linternas para mantenimiento.



Anexo 13. Preparación de Agar TSA.



Anexo 14. Preparación de medio de cultivo.



Anexo 15. Resultado de cultivo del tejido de la *M. gigas*.



Anexo 16. colonias de las *M. gigas* en Agar TSA.



Anexo 17. M. gigas parte externa.



Anexo 18. M. gigas parte interna.

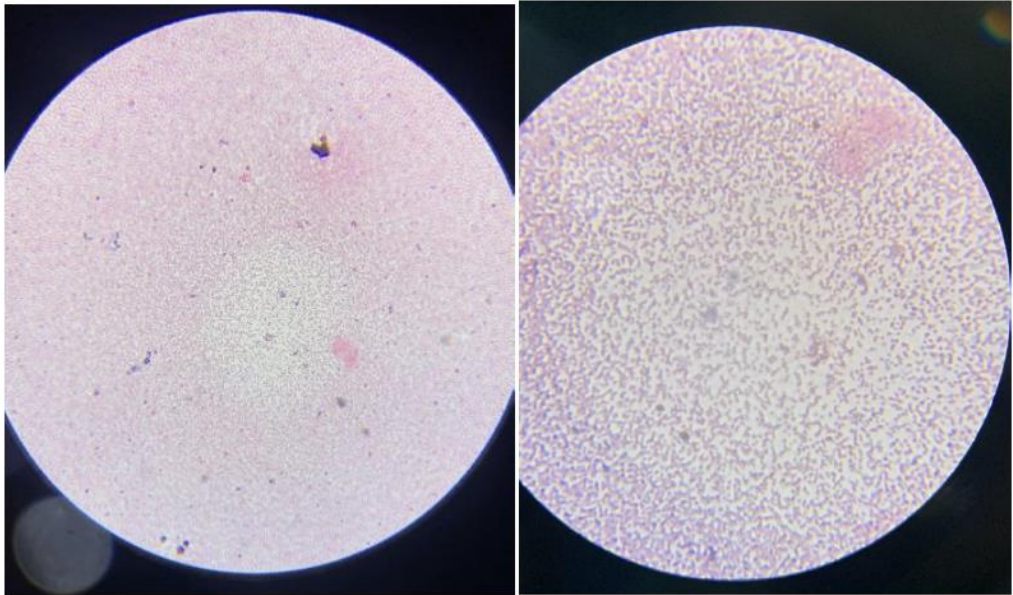


Anexo 19. Visita técnica del tutor a la zona de estudio.

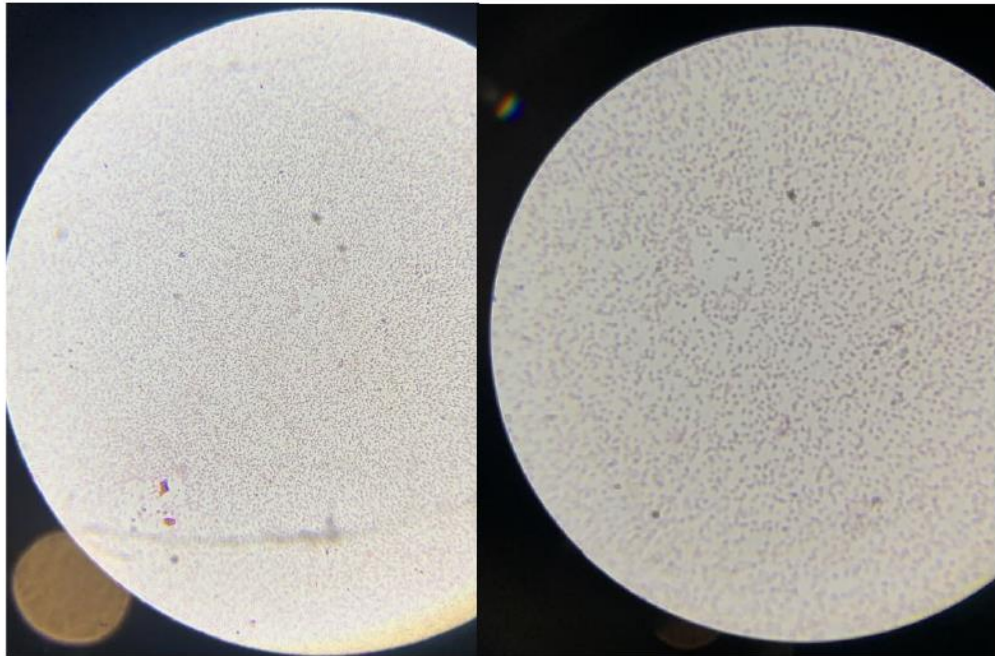


Anexo 20. Equipo académico y técnico en Monteverde.

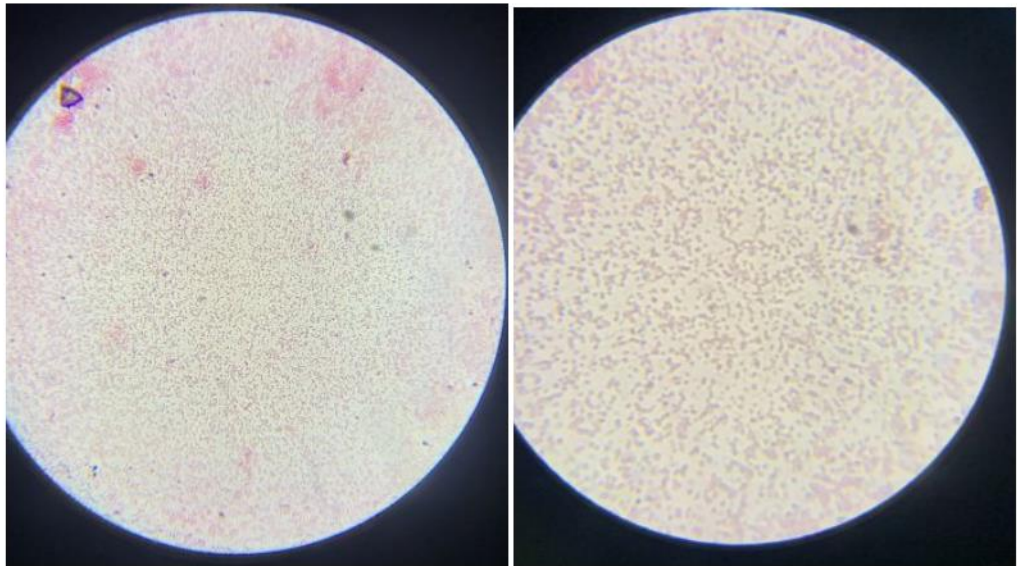
FECHA	40 X	100 X
14/5/2026	01 TSA	



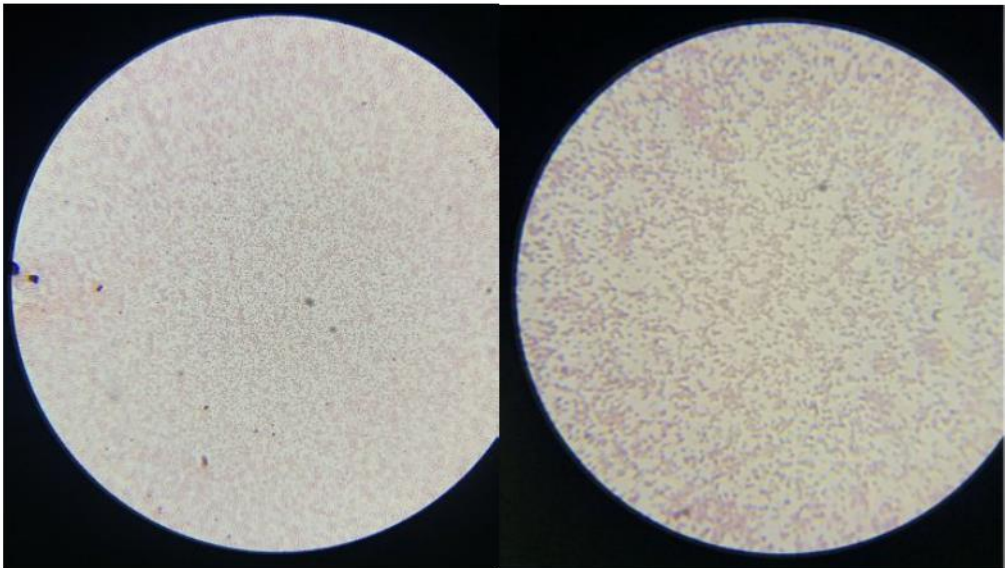
FECHA	40 X	100 X
14/5/2026	03 TSA	



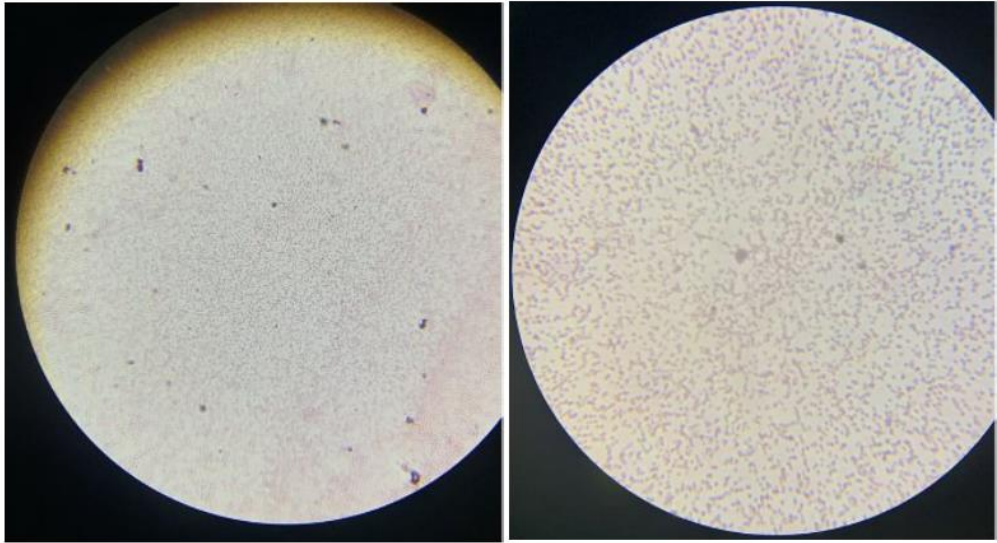
FECHA	40 X	100 X
28/5/2026	01 TSA - 2	



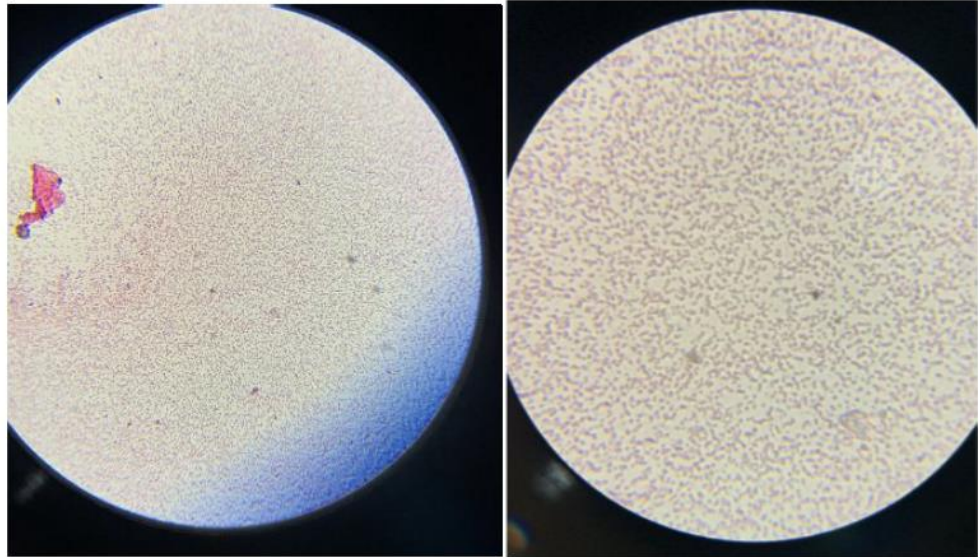
FECHA	40 X	100 X
28/5/2026	02 TSA - 2	



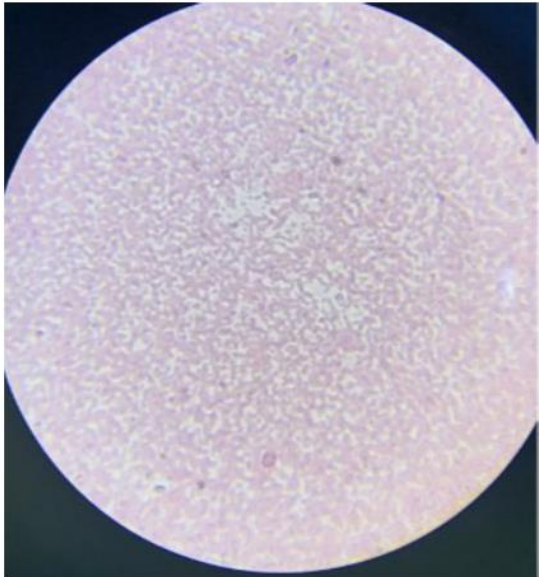
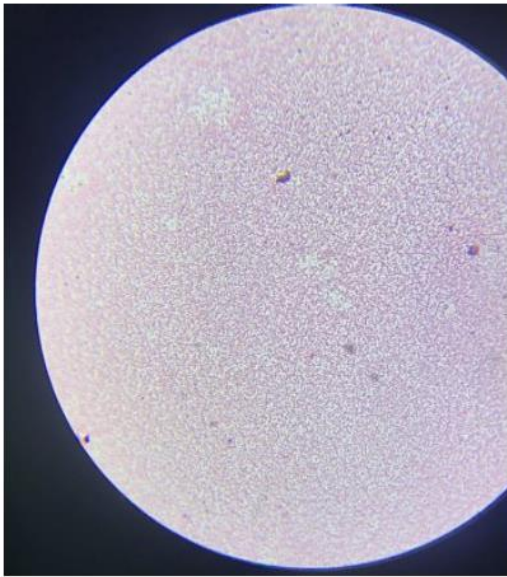
FECHA	40 X	100 X
28/5/2026	03 TSA	



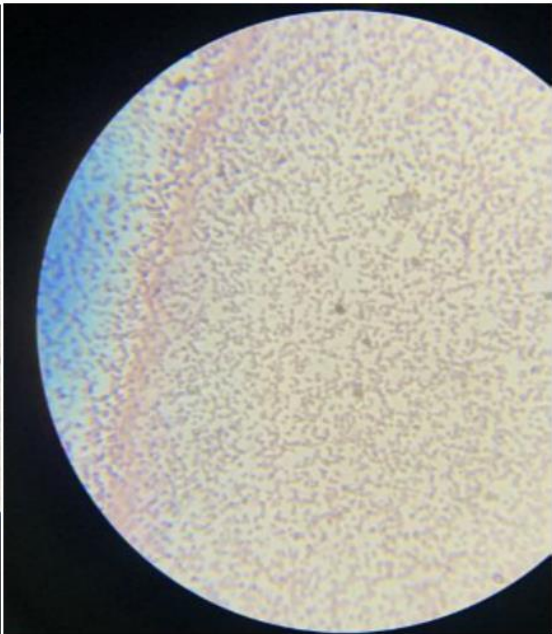
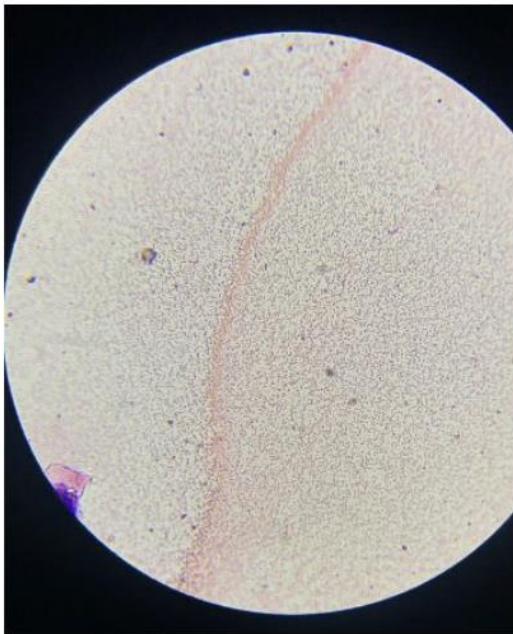
FECHA	40 X	100 X
28/5/2026	04 TSA	



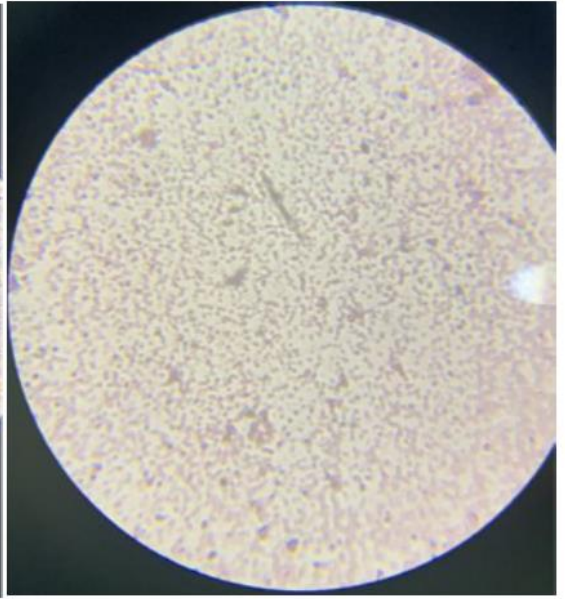
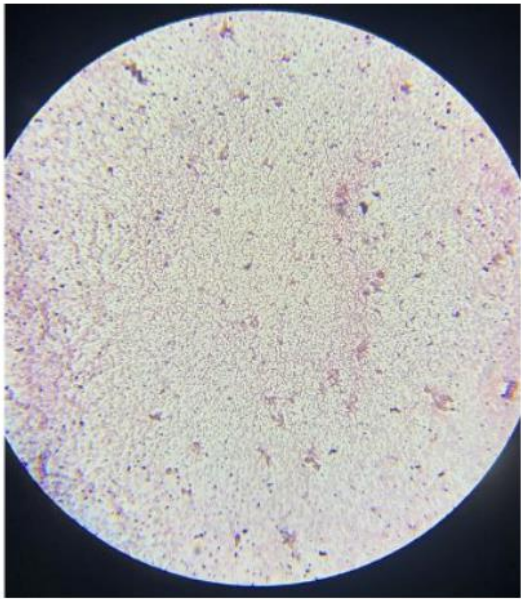
FECHA	40 X	100 X
28/5/2026	06 TSA	



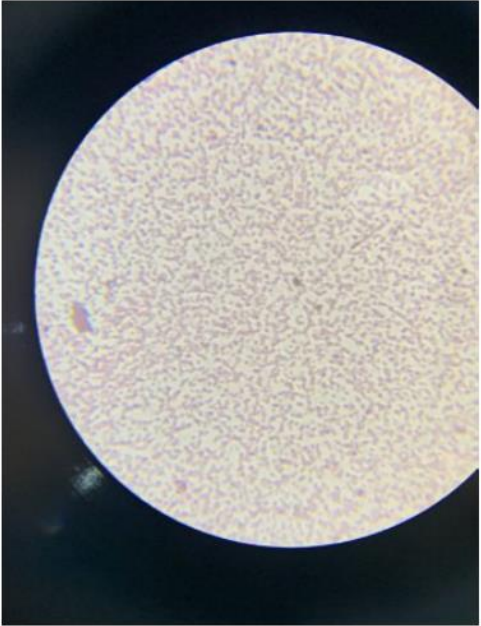
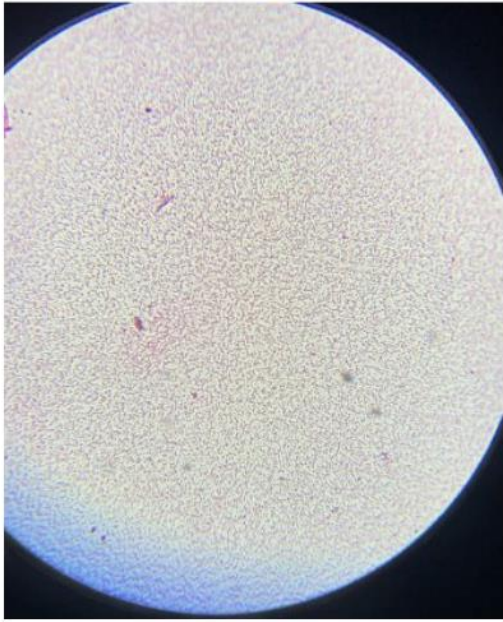
FECHA	40 X	100 X
28/5/2026	07 TSA	



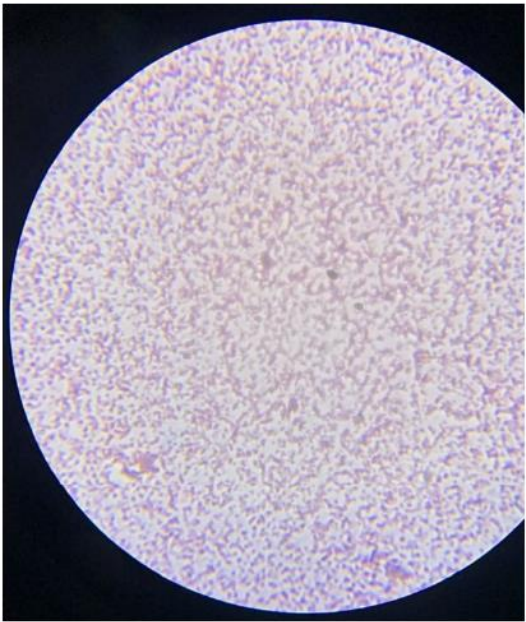
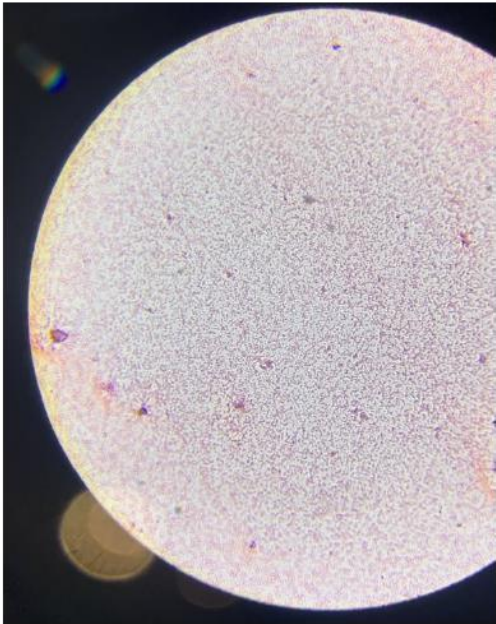
FECHA	40 X	100 X
	TSA	



FECHA	40 X	100 X
7/5/2026	01 TSA	



FECHA	40 X	100 X
7/5/2026	03 TSA	



Anexos de tablas

Tabla 6.

Estadística descriptiva de la carga bacteriana por fase

Variable	Nivel	Fase	n	Media	DE	Mín	Max	Mediana	CV (%)
TSA (UFC/g)	Ostra	F1	84	7 042.9	1 498.1	5 000	9 800	6 700	21.3
		F2	84	3 369.0	622.7	2 100	4 800	3 300	18.5
TSA (Log ₁₀)	Ostra	F1	84	3.838	0.092	3.699	3.991	3.826	2.4
		F2	84	3.520	0.082	3.322	3.681	3.519	2.3
Coliformes totales (UFC/100 mL)	Agua	F1	12	80.8	89.4	17	310	42.5	110.6
		F2	12	96.9	87.3	11	260	74.0	90.0
Coliformes totales (Log ₁₀)	Agua	F1	12	1.718	0.402	1.230	2.491	1.628	23.4
		F2	12	1.786	0.465	1.041	2.415	1.811	26.0
Coliformes fecales	Agua	F1+F2	24	0	—	—	—	—	—

Nota. Recuento de heterótrofos aerobios en tejido blando (UFC/g); coliformes: recuento en agua por Petrifilm (UFC/100 mL).

Tabla 7.

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) por variable y fase.

Variable	Fase	W	p	Normalidad
TSA (Log ₁₀ , nivel monitoreo)	F1	0.909	0.205	Sí
	F2	0.824	0.018	No
TSA (Log ₁₀ , nivel ostra)	F1	0.932	0.0003	No
	F2	0.981	0.244	Sí
Coliformes totales (Log ₁₀)	F1	0.922	0.306	Sí
	F2	0.919	0.279	Sí

Nota. La normalidad se evaluó sobre los datos transformados a Log₁₀.

Tabla 8.

Comparación de la carga bacteriana entre fases (Mann-Whitney y Kruskal-Wallis)

Variable	Media F1	Media F2	Diferencia	U (Mann-Whitney)	p (MW)	χ ² (Kruskal-Wallis)	p (KW)	Diferencia significativa
TSA (Log ₁₀ ; monitoreo, n = 12/fase)	3.838	3.520	+0.318	144	3.6×10 ⁻⁵	17.288	3.2×10 ⁻⁵	Sí
Coliformes totales (UFC/100 mL)	80.8	96.9	-16.1	67	0.795	0.084	0.773	No

Nota. Comparación realizada a nivel de monitoreo (n = 12 por fase) para evitar pseudoreplicación de las 7 ostras.

Tabla 9.

Parámetros ambientales del área de cultivo por fase (media $\pm$ DE; $n = 12$ /fase).

Parámetro	F1 (media $\pm$ DE)	F2 (media $\pm$ DE)
ICA	76.34 $\pm$ 1.35	76.46 $\pm$ 1.32
pH	8.17 $\pm$ 0.10	8.20 $\pm$ 0.02
DBO ₅ (mg/L)	1.38 $\pm$ 0.51	1.40 $\pm$ 0.44
Nitratos (mg/L)	0.23 $\pm$ 0.09	0.45 $\pm$ 0.23
Fosfatos (mg/L)	0.57 $\pm$ 0.29	0.30 $\pm$ 0.10
Temperatura (°C)	24.18 $\pm$ 0.75	28.44 $\pm$ 0.62
Turbidez (NTU)	6.38 $\pm$ 1.42	6.41 $\pm$ 0.79
Sólidos disueltos totales	24.25 $\pm$ 0.44	24.33 $\pm$ 0.22
Saturación de O ₂ (%)	109.92 $\pm$ 2.84	107.27 $\pm$ 1.83
Salinidad (‰)	33.28 $\pm$ 1.55	29.51 $\pm$ 0.24
Altitud de marea (m)	1.35 $\pm$ 0.07	1.28 $\pm$ 0.08

Nota. El ICA se mantuvo prácticamente constante entre fases (76.3 vs 76.5), clasificando el agua como de "buena calidad" en ambas (rango 71–90 del modelo NSF-WQI).

Tabla 10.

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y comparación entre fases (Mann-Whitney).

Parámetro	Shapiro p	Normal	U	p (Mann-Whitney)	¿Difieren F1 vs F2?
ICA	0.687	Sí	74.0	0.931	No
pH	0.045	No	57.5	0.417	No
DBO ₅	0.465	Sí	70.5	0.954	No
Nitratos	0.021	No	23.5	0.006	Sí
Fosfatos	0.071	Sí	119.0	0.007	Sí
Temperatura	0.005	No	0.0	3.6 $\times 10^{-5}$	Sí
Turbidez	0.521	Sí	67.0	0.795	No
Sólidos disueltos	0.550	Sí	67.5	0.817	No
Saturación O ₂	0.787	Sí	112.5	0.021	Sí
Salinidad	0.0001	No	144.0	3.6 $\times 10^{-5}$	Sí
Altitud de marea	0.241	Sí	106.0	0.050	Límite

Nota. Seis parámetros difirieron entre fases (temperatura, salinidad, nitratos, fosfatos, saturación de O₂ y, en el límite, marea; $p \leq 0.05$), mientras que el ICA, el pH, la DBO₅, la turbidez y los sólidos disueltos permanecieron estables.

Tabla 11.

Correlación entre parámetros ambientales / ICA y la carga bacteriana en tejido (TSA Log₁₀; Spearman, n = 24).

Parámetro	ρ (Spearman)	p	Signif.	r	p
Temperatura	-0.767	1.3×10 ⁻⁵	***	-0.932	3.4×10 ⁻¹¹
Salinidad	+0.755	2.0×10 ⁻⁵	***	+0.855	1.1×10 ⁻⁷
Nitratos	-0.625	0.001	**	-0.562	0.004
Fosfatos	+0.595	0.002	**	+0.566	0.004
Saturación O ₂	+0.525	0.008	**	+0.502	0.013
Altitud de marea	+0.420	0.041	*	+0.396	0.055
Sólidos disueltos	-0.143	0.506	ns	-0.157	0.463
ICA	-0.131	0.541	ns	-0.079	0.714
pH	-0.115	0.591	ns	-0.218	0.305
Turbidez	+0.066	0.758	ns	-0.017	0.937
DBO ₅	-0.044	0.839	ns	-0.022	0.919

Nota. Significancia: $p < 0.001$; $p < 0.01$; $p < 0.05$; ns = no significativo.

Tabla 12.

Correlación intra-fase (control de fase/estación).

Parámetro	Fase	ρ	p	Significativa
Temperatura	F1	-0.418	0.177	No
	F2	+0.298	0.347	No
Salinidad	F1	+0.074	0.820	No
	F2	-0.053	0.871	No
Nitratos	F1	0.000	1.000	No
	F2	-0.459	0.134	No
Fosfatos	F1	+0.182	0.570	No
	F2	+0.322	0.308	No

Nota. Al analizar cada fase por separado, ninguna de las correlaciones entre parámetros ambientales y carga bacteriana se mantuvo significativa.

Tabla 13.

Estadística descriptiva del índice de condición y la supervivencia por fase (n = 12/fase).

Variable	Fase	n	Media	DE	Mín	Máx	Mediana
Índice de condición (IC)	F1	12	12.094	0.398	11.590	12.920	12.025
	F2	12	10.812	1.567	9.730	14.830	10.300
Supervivencia (%)	F1	12	98.649	0.313	98.252	99.126	98.588
	F2	12	98.314	0.552	97.373	99.101	98.411

Nota. El índice de condición fue mayor y más homogéneo en F1 (12.09 ± 0.40) que en F2 (10.81 ± 1.57); la mayor variabilidad de F2 se debe a dos monitoreos atípicos ($M5 = 14.83$; $M9 = 13.15$).

Tabla 14.

Normalidad (Shapiro-Wilk) y comparación entre fases (Mann-Whitney).

Variable	Shapiro F1 (p)	Shapiro F2 (p)	U	p (Mann-Whitney)	¿Difieren F1 vs F2?
Índice de condición	0.608	0.0006	120	0.006	Sí
Supervivencia	0.189	0.613	97	0.157	No

Nota. El IC en F2 se apartó de la normalidad ($p < 0.001$, por los valores atípicos), por lo que se aplicó Mann-Whitney.

Tabla 15.

Correlación del desempeño biológico con la carga bacteriana y los parámetros ambientales (Spearman, $n = 24$).

Respuesta	Predictor	ρ (Spearman)	p	Signif.
Índice de condición	TSA (carga bacteriana)	+0.597	0.002	**
	Saturación O ₂	+0.584	0.003	**
	Temperatura	-0.547	0.006	**
	Salinidad	+0.485	0.016	*
	Fosfatos	+0.482	0.017	*
	Nitratos	-0.386	0.063	ns
	ICA	-0.128	0.551	ns
Supervivencia	Saturación O ₂	+0.384	0.064	ns
	Temperatura	-0.382	0.065	ns
	TSA (carga bacteriana)	+0.138	0.519	ns
	Nitratos	+0.042	0.845	ns
	Fosfatos	+0.036	0.866	ns
	Salinidad	-0.006	0.979	ns
	ICA	-0.031	0.885	ns

Nota. Significancia: $p < 0.01$; $p < 0.05$; ns = no significativo.

Tabla 16.

Correlación intra-fase del índice de condición.

Predictor	Fase	ρ	p	Significativa
TSA (carga bacteriana)	F1	-0.042	0.897	No
	F2	+0.144	0.656	No
Temperatura	F1	-0.196	0.541	No
	F2	-0.172	0.594	No
Salinidad	F1	-0.252	0.430	No
	F2	-0.044	0.892	No

Nota. Dentro de cada fase, ninguna correlación del índice de condición con la carga bacteriana ni con los parámetros ambientales se mantuvo significativa (todas $p > 0.40$).

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 13575 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 13575 - 2025
FECHA DEL INFORME	12 de julio de 2025

Datos del Cliente

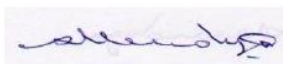
NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	11/7/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	11/7/2025	Hora:	11:59 a. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	11/7/2025	Fin: 12/7/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA	SSA - 13575 - 2025	4.0×10^1	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 13575 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 13575 - 2025
FECHA DEL INFORME	2 de agosto de 2025

Datos del Cliente

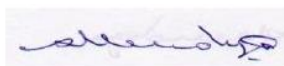
NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	1/8/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	1/8/2025	Hora:	1:36 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	1/8/2025	Fin: 2/8/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA FONDO	SSA - 13575 - 2025	-	-
AGUA SUPERFICIAL	SSA - 13575 - 2025	5.0×10^1	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf: 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 13944 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 13944 - 2025
FECHA DEL INFORME	15 de agosto de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	15/08/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	15/08/2025	Hora:	2:10 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	15/08/2025	Fin: 15/08/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FÓSFORO (P) mg/l	FÓSFATO (PO 4 -) mg/l
MUESTRA 1	SSA - 13944 - 2025	0.03	0.10
	MÉTODOS	Hach 8190	Hach 8190
	RANGOS	0.5 - 1.0	0.01 - 1.0



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cda La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 13944 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 13944 - 2025
FECHA DEL INFORME	15 de agosto de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	15/08/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	15/08/2025	Hora:	2:10 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	15/08/2025	Fin: 15/08/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO ₃ ⁻) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
MUESTRA 1	SSA - 13944 - 2025	0.106	0.024
	MÉTODOS	Hach 8171	
	RANGOS	2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 13944 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 13944 - 2025
FECHA DEL INFORME	16 de agosto de 2025

Datos del Cliente

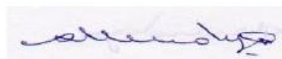
NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	15/8/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	15/8/2025	Hora:	2:08 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	15/8/2025	Fin: 16/8/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA FONDO	SSA - 13944 - 2025	2.8×10^2	-
AGUA SUPERFICIE	SSA - 13944 - 2025	3.1×10^2	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 14009 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 14009 - 2025
FECHA DEL INFORME	29 de agosto de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	29/08/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	29/08/2025	Hora:	3:03 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	29/08/2025	Fin: 29/08/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FÓSFORO (P) mg/l	FÓSFATO (PO 4 -) mg/l
ZONA 1	SSA - 14009 - 2025	0.09	0.27
ZONA 2	SSA - 14009 - 2025	0.07	0.22
METODOS		Hach 8190	Hach 8190
RANGOS		0.5 - 1.0	0.01 - 1.0



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 14009 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 14009 - 2025
FECHA DEL INFORME	29 de agosto de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	29/08/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	29/08/2025	Hora:	3:03 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	29/08/2025	Fin: 29/08/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO ₃ -) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
ZONA 1	SSA - 14009 - 2025	0.678	0.153
ZONA 2	SSA - 14009 - 2025	1.165	0.263
METODOS		Hach 8171	
RANGOS		2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 14009 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 14009 - 2025
FECHA DEL INFORME	30 de agosto de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	ZONA 1		
FECHA DE MUESTREO	29/8/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	29/8/2025	Hora:	2:55 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	29/8/2025	Fin: 30/8/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA FONDO	SSA - 14009 - 2025	7.3×10^1	-
AGUA SUPERFICIE	SSA - 14009 - 2025	1.4×10^2	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)
Telf. 5103890, Cel. 094816099
e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 14009 - 2025
1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 14009 - 2025
FECHA DEL INFORME	30 de agosto de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	ZONA 2		
FECHA DE MUESTREO	29/8/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	29/8/2025	Hora:	2:55 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	29/8/2025	Fin: 30/8/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA FONDO	SSA - 14009 - 2025	1.9×10^1	-
AGUA SUPERFICIE	SSA - 14009 - 2025	3.2×10^1	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 14080 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 14080 - 2025
FECHA DEL INFORME	12 de septiembre de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	12/09/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	12/09/2025	Hora:	3:03 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	12/09/2025	Fin: 12/09/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FÓSFORO (P) mg/l	FÓSFATO (PO 4 –) mg/l
MUESTRA 1	SSA - 14080 - 2025	0.10	0.31
	METODOS	Hach 8190	Hach 8190
	RANGOS	0.5 - 1.0	0.01 - 1.0



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 14080 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 14080 - 2025
FECHA DEL INFORME	12 de septiembre de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	12/09/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	12/09/2025	Hora:	3:03 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	12/09/2025	Fin: 12/09/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO ₃ -) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
MUESTRA 1	SSA - 14080 - 2025	0.416	0.094
	MÉTODOS	Hach 8171	
	RANGOS	2,0 - 10,0	



Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonnya.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 14080 - 2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 14080 - 2025
FECHA DEL INFORME	13 de septiembre de 2025

Datos del Cliente

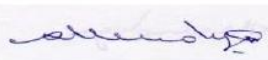
NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	12/9/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	12/9/2025	Hora:	3:03 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	12/9/2025	Fin: 13/9/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
SUPERFICIAL	SSA - 14080 - 2025	1.7×10^2	-
FONDO	SSA - 14080 - 2025	2.6×10^1	-



Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonnya.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15138 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15138 - 2026
FECHA DEL INFORME	29 de abril de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	28/04/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	28/04/2026	Hora:	1:07 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	28/04/2026	Fin: 28/04/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FÓSFORO (P) mg/l	FÓSFATO (PO 4 -) mg/l
AGUA	SSA - 15138 - 2026	0.09	0.28
	MÉTODOS	Hach 8190	Hach 8190
	RANGOS	0.5 - 1.0	0.01 - 1.0



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15138 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15138 - 2026
FECHA DEL INFORME	29 de abril de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	28/04/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	28/04/2026	Hora:	1:07 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	28/04/2026	Fin: 28/04/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO ₃ -) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
AGUA	SSA - 15138 - 2026	0.709	0.160
	METODOS	Hach 8171	
	RANGOS	2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15138 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15138 - 2026
FECHA DEL INFORME	29 de abril de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	28/04/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	28/04/2026	Hora:	1:07 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	28/04/2026	Fin: 29/04/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA	SSA - 15138 - 2026	2.6×10^2	-



Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonnya.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15186 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15186 - 2026
FECHA DEL INFORME	9 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaías Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	8/5/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	8/5/2026	Hora:	3:38 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	8/5/2026	Fin: 9/5/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA	SSA - 15186 - 2026	1.9×10^1	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15186 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15186 - 2026
FECHA DEL INFORME	8 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	08/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	08/05/2026	Hora:	3:38 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	08/05/2026	Fin: 08/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FÓSFORO (P) mg/l	FÓSFATO (PO 4 –) mg/l
AGUA	SSA - 15186 - 2026	0.08	0.24
	MÉTODOS	Hach 8190	Hach 8190
	RANGOS	0.5 - 1.0	0.01 - 1.0



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15186 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15186 - 2026
FECHA DEL INFORME	8 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	08/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	08/05/2026	Hora:	3:38 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	08/05/2026	Fin: 08/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO₃ -) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
AGUA	SSA - 15186 - 2026	0.952	0.215
	METODOS	Hach 8171	
	RANGOS	2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15243 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15243 - 2026
FECHA DEL INFORME	20 de mayo de 2026

Datos del Cliente

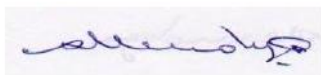
NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	19/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	19/05/2026	Hora:	4:05 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	19/05/2026	Fin: 20/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA	SSA - 15243 - 2026	2.1×10^2	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15243 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15243 - 2026
FECHA DEL INFORME	20 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	19/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	19/05/2026	Hora:	4:05 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	19/05/2026	Fin: 19/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FÓSFORO (P) mg/l	FÓSFATO (PO 4 -) mg/l
AGUA	SSA - 15243 - 2026	0.04	0.11
	MÉTODOS	Hach 8190	Hach 8190
	RANGOS	0.5 - 1.0	0.01 - 1.0



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf: 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15243 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15243 - 2026
FECHA DEL INFORME	20 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	19/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	19/05/2026	Hora:	4:05 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	19/05/2026	Fin: 19/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO ₃ ⁻) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
AGUA	SSA - 15243 - 2026	0.439	0.099
	METODOS	Hach 8171	
	RANGOS	2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15255 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15255 - 2026
FECHA DEL INFORME	22 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing. Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	SANTA ELENA
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	CAMARONERA		
FECHA DE MUESTREO	21/5/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	21/5/2026	Hora:	16:30
FECHA DE ENSAYO	Inicio	21/5/2026	Fin: 21/5/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad % 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO ₃ -) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
AGUA DE FONDO	SSA - 15255 - 2026	0,585	0,132
AGUA DE SEUPERFICIE	SSA - 15255 - 2026	0,545	0,123
METODOS		Hach 8171	
RANGOS		2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15255 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15255 - 2026
FECHA DEL INFORME	22 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing. Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	SANTA ELENA
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	CAMARONERA		
FECHA DE MUESTREO	21/5/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	21/5/2026	Hora:	16:30
FECHA DE ENSAYO	Inicio	21/5/2026	Fin: 21/5/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad % 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FOSFORO (P -) mg/l	FOSFATO (PO ⁴)
AGUA DE FONDO	SSA - 15255 - 2026	0,13	0,380
AGUA DE SEUPERFICIE	SSA - 15255 - 2026	0,04	0,110
	METODOS	Hach 8171	
	RANGOS	2,0 - 10,0	



Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15291 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15291 - 2026
FECHA DEL INFORME	29 de mayo de 2026

Datos del Cliente

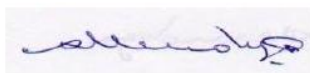
NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	28/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	28/05/2026	Hora:	5:00 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	28/05/2026	Fin: 29/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
SUPERFICIE	SSA - 15291 - 2026	2.0×10^2	-
FONDO	SSA - 15291 - 2026	1.3×10^2	-



Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonnya.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15291 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15291 - 2026
FECHA DEL INFORME	29 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	28/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	28/05/2026	Hora:	5:00 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	28/05/2026	Fin: 29/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO ₃ -) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
SUPERFICIE	SSA - 15291 - 2026	0.301	0.068
FONDO	SSA - 15291 - 2026	0.111	0.025
METODOS		Hach 8171	
RANGOS		2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 14080 - 2025
1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 14080 - 2025
FECHA DEL INFORME	13 de septiembre de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	12/9/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	12/9/2025	Hora:	3:03 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	12/9/2025	Fin: 13/9/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
SUPERFICIAL	SSA - 14080 - 2025	1.7×10^2	-
FONDO	SSA - 14080 - 2025	2.6×10^1	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15291 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15291 - 2026
FECHA DEL INFORME	29 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	28/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	28/05/2026	Hora:	5:00 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	28/05/2026	Fin: 29/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FOSFORO (P) mg/l	FOSFATO (PO4) mg/l
SUPERFICIE	SSA - 15291 - 2026	0.13	0.38
FONDO	SSA - 15291 - 2026	0.11	0.32
METODOS		Hach 8171	
RANGOS		2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15297 - 2026
1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15297 - 2026
FECHA DEL INFORME	30 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	29/5/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	29/5/2026	Hora:	2:38 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	29/5/2026	Fin: 30/5/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
SUPERFICIE	SSA - 15297 - 2026	1.0×10^2	-
FONDO	SSA - 15297 - 2026	3.2×10^1	-



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)
Telf. 5103890, Cel. 094816099
e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15297 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15297 - 2026
FECHA DEL INFORME	29 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaías Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	29/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	29/05/2026	Hora:	2:38 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	29/05/2026	Fin: 29/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	NITRATOS (NO ₃ ⁻) mg/l	NITROGENO DE NITRATOS
SUPERFICIE	SSA - 15297 - 2026	0.390	0.088
FONDO	SSA - 15297 - 2026	0.230	0.052
METODOS		Hach 8171	
RANGOS		2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

- Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
- El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15297 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15297 - 2026
FECHA DEL INFORME	29 de mayo de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	29/05/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	29/05/2026	Hora:	2:38 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	29/05/2026	Fin: 29/05/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FOSFORO (P) mg/l	FOSFATO (PO4) mg/l
SUPERFICIE	SSA - 15297 - 2026	0.29	0.87
FONDO	SSA - 15297 - 2026	0.15	0.45
METODOS		Hach 8171	
RANGOS		2,0 - 10,0	



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cda La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 15255 - 2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 15255 - 2026
FECHA DEL INFORME	22 de mayo de 2026

Datos del Cliente

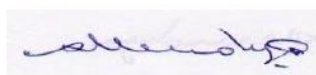
NOMBRE DEL CLIENTE	Ing Isaias Obando
NOMBRE DE LA EMPRESA	ISAIAS OBANDO
DIRECCIÓN	Santa Elena
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	LABORATORIO		
FECHA DE MUESTREO	21/5/2026		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	21/5/2026	Hora:	4:30 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	21/5/2026	Fin: 22/5/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad 43

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	Coliformes totales NMP/ml	Coliformes Fecales NMP/ml
AGUA DE SUPERFICIE	SSA - 15255 - 2026	1.1×10^1	-
AGUA DE FONDO	SSA - 15255 - 2026	$3,0 \times 10^1$	-



Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonnya.mendoza@gmail.com

San Pedro de Manglaralto 12 de septiembre 2025

Obando Macias Isaias Eduardo
Barrio Jaime Roldos Av 33 calle 17 y 16
Telef: 0998528535
Email: isaias.obando2002@outlook.com

Análisis N° 123

Estimado,

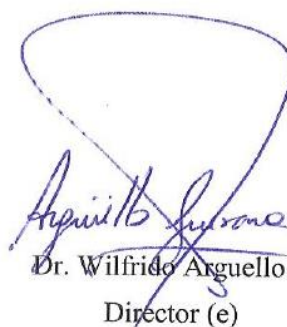
El análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) ha sido concluido.
Las muestras fueron colectadas y entregadas por Sr. Isaias Obando.

Los resultados de los análisis se detallan en la siguiente hoja.

Esperamos que la información sea de utilidad para ustedes.
Si tienen alguna consulta con respecto a estos análisis. Favor no duden en contactarnos.



Blga. Yessenia Pozo Quimis
Analista Responsable



Dr. Wilfrido Arguello
Director (e)



RESULTADOS

Muestra	DBO ₅ mg/L	Límites Permisibles ⁽¹⁾	Referencia
		Agua marina ^(b)	Metodología
Línea 1	0.85	*	Standard Methods 19 ed. 5210
Línea 2	0.79		

Bibliografía

⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro VI Anexo 1. Año II- N 270
Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.

^(a) Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Association. 19 ed., New York, 1995. pp 5-2 a 5-12.



San Pedro de Manglaralto 26 de agosto 2025

Obando Macias Isaias Eduardo
Barrio Jaime Roldos Av 33 calle 17 y 16
Telef: 0998528535
Email: isaias.obando2002@outlook.com

Análisis N° 117

Estimado

El análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) ha sido concluido.
La muestra fue colectada y entregada por Señor Isaias Obando.
Los resultados de los análisis se detallan en la siguiente hoja.

Esperamos que la información sea de utilidad para ustedes. Si tienen alguna consulta
con respecto
a estos análisis. Favor no duden en contactarnos.

Blga. Yessenia Pozo Quimis
Analista Responsable

Dr. Stanislaus Sonnenholzner
Jefe Laboratorio

RESULTADOS:

Muestra	DBO ₅ mg/L	Limites Permisibles ⁽¹⁾	Referencia
		Agua marina ^(b)	Metodología
11 de Julio	1.70	*	Standard Methods 19 ed. 5210

Observaciones

** Amoniaco

Amonio total, Nitrito, Nitrato expresado en mg/L, N- NH₄ + N- NH₃, N-NO₂, N-NO₃.

Bibliografía

⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro VI Anexo 1. Año II- N 270

Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.

^(a) Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Association. 19 ed., New York, 1995.pp 5-2 a 5-12.



San Pedro de Manglaralto 10 de agosto 2025

Obando Macias Isaías Eduardo
Barrio Jaime Roldos Av 33 calle 17 y 16
Telef: 0998528535
Email: isaias.obando2002@outlook.com

Análisis N° 100-108

Estimado

El análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) han sido concluidos. Las muestras fueron colectadas y entregadas por Isaías Obando.

Los resultados de los análisis se detallan en la siguiente hoja.

Esperamos que la información sea de utilidad para ustedes. Si tienen alguna consulta con respecto a estos análisis. Favor no duden en contactarnos.

Blga. Yessenia Pozo Quimis
Analista Responsable

Dr. Stanislaus Sonnenholzner
Jefe Laboratorio



RESULTADOS

Muestra	DBO ₅ mg/L	Límites Permisibles ⁽¹⁾	Referencia
		Agua marina ^(b)	Metodología
11 de Julio	0.43	*	Standard Methods 19 ed. 5210
1 agosto	1.87		

Observaciones

** Amoniaco

Amonio total, Nitrito, Nitrato expresado en mg/L, N- NH₄ + N- NH₃, N-NO₂, N-NO₃.

Bibliografía

⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro VI Anexo 1. Año II- N 270

Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.

^(a) Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Work Association, Water Pollution Control Association. 19 ed., New York, 1995.pp 5-2 a 5-12.



Oficio N° 090-GADPSE-UTH-2025
Santa Elena, 02 de abril del 2025

Biologo
Richard Duque Marin, Mgt.
DECANO DE LA FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
En su despacho. –

De mis consideraciones:

Reciba un con un cordial y atento saludo en nombre de quienes conformamos el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena.

En atención a su oficio N°. UPSE-FCM-038-OF-2025, con fecha 20 de marzo del 2025, en el que solicita a nuestra institución aprobación para la realización del proyecto de investigación **"ANÁLISIS DE LA MORTALIDAD POR PATÓGENOS BACTERIANOS EN MAGALLANA GIGAS (OSTRA DEL PACÍFICO)"** en este ente gubernamental, mismo que llevará a cabo el Sr. **OBANDO MACIAS ISAIAS EDUARDO**, estudiante de la carrera de Biología, me permito comunicarle que su requerimiento **ha sido autorizado por el Sr. José Daniel Villao, Prefecto.**

En tal virtud, el estudiante podrá asistir al gobierno provincial en jornada de 08:00 a 17:00, de lunes a viernes, brindándosele todas las facilidades que el caso amerita.

Particular que informo para los fines consiguientes.

Atentamente,



Lda. Jazmín Sanguña Zambrano, MSc.
Jefe Unidad Talento Humano
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
PROVINCIAL DE SANTA ELENA

Acuerdo de Desmaterialización: El/Los arriba firmante(s) acepta(n) que, de ser necesario, este documento físico podrá ser desmaterializado, es decir, transformado a un formato electrónico (mensaje de datos). La versión desmaterializada será idéntica en contenido al documento original. En caso de desmaterialización, la firma electrónica de la autoridad competente incluirá una nota indicando que el documento es una copia desmaterializada del original. Las partes acuerdan que solo se realizará una certificación de un Notario o autoridad competente si la ley lo exige. El documento desmaterializado se conservará conforme a las disposiciones legales aplicables y mantendrá la integridad de la información contenida en el documento original. (RESOLUCIÓN N° 009-GADPSE-ADM-2024).





Facultad de Ciencias del Mar
Biología

La libertad, 4 de agosto de 2026

Ingeniero

Jimmy Villón Moreno, MSc.

Director Carrera Biología

COMISIÓN DE TITULACIÓN

En su despacho. –

De mi consideración

Por medio del presente informo a usted que el estudiante **OBANDO MACIAS ISAIAS EDUARDO**, con cédula de identidad N°**2350908519**, ha realizado las correcciones y concluido con la propuesta del Trabajo de Titulación cuyo tema es **“INTERACCIÓN ENTRE CARGA BACTERIANA Y PARÁMETROS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CULTIVO DE *Magallana gigas* (OSTRA DEL PACÍFICO) EN MONTEVERDE, SANTA ELENA”**, por tal motivo extendiendo al aval y puede continuar con el respectivo proceso para optar al título de Biólogo.

Particular que comunico para los fines pertinentes.



Acui. Sonny Mendoza Ph.D.

Somos lo que el mundo necesita

ISAIAS EDUARDO OBANDO MACIAS

ID : c6193c6ffc07b0fdaf5da6843041a5515348720f



Nombre del fichero : ISAIAS EDUARDO OBANDO MACIAS.txt Tamaño del archivo original : 112,42 kB Número de palabras : 11.474	Depositante : SONNYA PATRICIA MENDOZA LOMBANA Fecha de depósito : 7 de agosto de 2026 Tipo de carga : interface fecha de fin de análisis : 7 de agosto de 2026
--	--

 Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

 Similitudes

<1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



 Detección de IA

3%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



 Idiomas no reconocidos

6%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

 Textos entre comillas

<1%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.