



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Facultad de Ingeniería

Escuela de ciencias ambientales

Título de la investigación:

**Condiciones ambientales y su relación con el rendimiento
productivo en sistemas de producción camaronera de CAMANDUL
S.A durante el periodo 2018-2020**

Título Académico:

**Trabajo de Investigación que se presenta como requisito para el
título de Ingeniero Ambiental**

Autor: José Andrés Armijos Dutan

Tutor: Ing. Julián Pérez

Samborondón, junio del 2019

RESUMEN

La presente investigación determinó los efectos de las variables de calidad de suelo y agua sobre los rendimientos de producción en un sistema semi-intensivo de cultivo camarón, esta consistió en la recolección de información del ciclo de producción. Se determinó variables en el suelo las cuales fueron: pH, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de carbono y, en el agua pH; salinidad, porcentaje de amonio, porcentaje de amoniaco, y porcentaje de dióxido de nitrógeno. Se evidencio relaciones entre las variables ambientales con las variables de producción las cuales fueron; sobrevivencia, alimento suministrado, libras cosechadas y consumo carbonato de calcio, hidróxido de cal, nitrato de potasio, y silicato. La relación de la variable de consumo de carbonato de calcio, hidróxido de cal, nitrato de potasio, y silicato, no fueron significativas, estas incluyeron únicamente con la variable pH de sedimento. La supervivencia varió del 54% al 91% durante el 2018-2020. El rendimiento productivo se duplicó con un 100% obteniendo 1896 kg/ha en el año 2020. Las variables que tuvieron mayor influencia con el rendimiento productivo fueron las de pH, sedimento y materia orgánica.

Palabras claves: pH, sedimento, materia orgánica, supervivencia, rendimiento productivo.

ABSTRACT

The present investigation determined the effects of the soil and water quality variables on the production yields in a semi-intensive shrimp culture system, this consisted of the collection of information on the production cycle. Variables were determined in the soil which were: pH, percentage of organic matter, percentage of carbon and, in water, pH; salinity, percentage of ammonia, percentage of ammonia, and percentage of nitrogen dioxide. Relationships between the environmental variables with the production variables were evidenced, which were; survival, feed supplied, pounds harvested, and consumption of calcium carbonate, lime hydroxide, potassium nitrate, and silicate. The relationship of the variable of consumption of calcium carbonate, lime hydroxide, potassium nitrate, and silicate, were not significant, they were only included with the variable pH of sediment. Survival ranged from 54% to 91% during 2018-2020. The productive yield doubled with 100% obtaining 1896 kg / ha in 2020. The variables that had the greatest influence with the productive yield were those of pH, sediment and organic matter.

Keywords: pH, sediment, organic matter, survival, productive performance.

INTRODUCCIÓN

En el año 1960, la industria acuícola ha registrado un desarrollo acelerado desarrollándose en la región Costa, donde se encontraron aspectos naturales importantes en la calidad de suelo y agua debido que disponían de nutrientes y características químicas que permitió que sea un excelente lugar para su desarrollo y crecimiento de camarón, por lo cual basaron sus extensiones en explotaciones de salitrales y manglares por el bajo costo de dichas tierras, esta se convirtió en uno de los rubros más importantes de la economía del Ecuador (FAO, 2011).

El ambiente se ha convertido en un fenómeno de alta complejidad que está relacionada con la salud y calidad del cultivo, estos se relacionan a la degradación de los estanques producidos por el manejo de cultivo que generan el crecimiento de microorganismos que alteran las características físicas y químicas de las variables ambientales (FAO, 2011). Espinosa (2012), afirma que el crecimiento microbiano influye en la alteración de las variable de sobrevivencia ya que ayudan a la aparición de enfermedades. Esto extendió varios desafíos para el control de las variables ambientales en la producción, debido a que esta actividad produce desechos que son subproductos metabólicos, alimento residual, materia fecal y residuos profilácticos y terapéuticos que afectan las variables de producción (Gonzalo, 2014).

Según Hernández (2016) el cultivo de camarón está sujeto a variaciones de bioseguridad, nutrición, y a su vez por las alteraciones de las variables ambientales, la pobre medición de las mismas ha permitido que los ciclos de cultivo sean irregulares. Según Claude Boyd, (2005) los productores evidencian pérdida de rendimiento productivo por las malas prácticas de producción. Los acuacultores realizan escasos muestreos físicos y químicos, la evaluación de materia orgánica dentro los estanques no suelen recibir la correspondiente atención, y desconocen de las interrelaciones que existen entre el suelo y agua, afectando las variable de sobrevivencia (Molinos Champion S.A., 2019).

Objetivos

Objetivo General

- Analizar las condiciones ambientales y su relación con el rendimiento productivo en sistemas de producción camaronera de CAMANDUL S.A durante el periodo 2018-2020.

Objetivos Específicos

- Describir las variables ambientales dentro de los sistemas de cultivo de camarón de la empresa Camandul S.A. entre el 2018 – 2020.
- Describir las variables productivas de la empresa Camandul S.A. entre el 2018 – 2020.
- Verificar las relaciones entre las variables ambientales, las productivas y el manejo realizado en los sistemas de cultivo de la empresa Camandul S.A. entre el 2018 – 2020.
- Proponer un manejo para el control de las variables de influencia significativa en la producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, analítico de corte longitudinal- retrospectivo, donde se evaluó los periodos de cultivo 2018-2020 de la empresa Camandul S.A. localizada en la Isla Puná, Estero Barbascal. La misma cuenta con un total de 72 ha, correspondientes a 6 estanques de camarón. En la Figura 1 se puede observar la distribución de las piscinas del sector en provincia del Guayas, cantón Guayaquil, Parroquia Puná.

Se recolectó los datos de los años 2018, 2019, y 2020 previa autorización de la empresa, posteriormente se incluyó en la investigación los ciclos de producción que contaban con datos de muestreos de las variables ambientales (tabla 1).

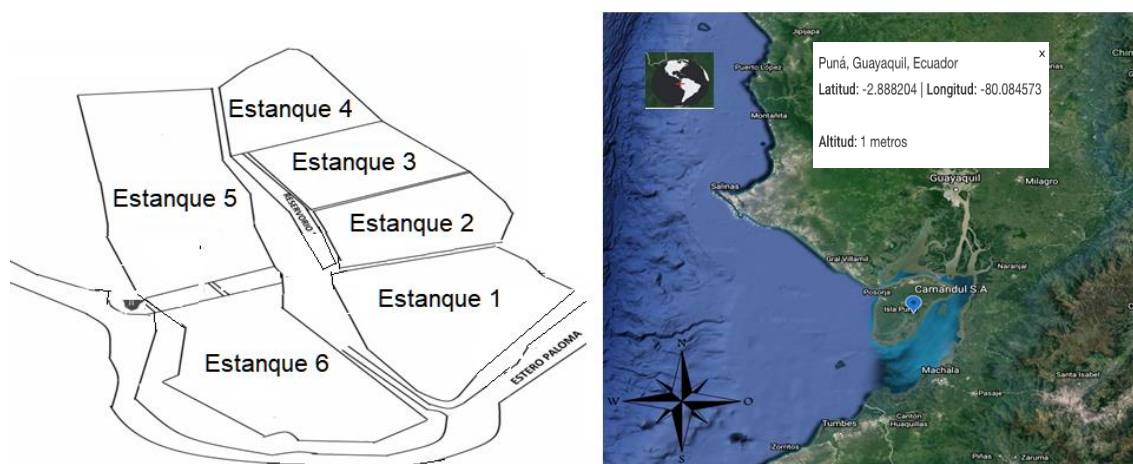


Figura 1-Estanques de producción camaronera en la Isla Puná, Guayaquil-Ecuador.

El proceso de cultivo consistió en desinfección de los estanques, fertilización, llenado, sembrado, engorde, y cosecha. En los estanques se suministro CaOH , CaCO_3 , SiO_2 , KNO_3 , se consideró que los estanques analizados disponen una área promedio de 97000 m^2 como se detalla en la siguiente tabla 2, donde se encuentra un resumen de las variables de siembra y de manejo.

Tabla 2. Variables de Siembra y de manejo de cultivo. Los valores se expresan en promedio \pm una desviación estándar.

Variable	de	2018	2019	2020
siembra/Manejo				
Densidad (camarones*/m ²)		10,3 \pm 0,6	10,5 \pm 0,4	10,9 \pm 1,3
CaOH(Kg/Ha)		2329,1 \pm 847,2	3155,2 \pm 1144,3	2912,5 \pm 1107,8
CaCO ₃ (Kg/Ha)		931,6 \pm 338,9	1213,5 \pm 440,1	1213,5 \pm 461,6
SiO ₂ (Kg/Ha)		232,9 \pm 84,7	242,7 \pm 88,0	242,7 \pm 92,3
KNO ₃ (Kg/Ha)		-----	-----	1456,3 \pm 553,9

*El peso inicial de las postlarvas de camarón (PL12) fue de 10 mg/postlarva

Los camarones durante los procesos de cultivo fueron alimentados con granulado comercial de 35% proteína para larva, posteriormente en la etapa de engorde con alimento peletizado de 25% de proteína hasta la cosecha. Durante el transcurso del cultivo la alimentación inicial fue al voleo y posteriormente al plato. En el ciclo de cultivo existió un control de acidez de los estanques por medio de la administración de carbonato de calcio e hidróxido de calcio. La fertilización de los estanques fue a través del suministro de silicato y nitrato de potasio.

Análisis de calidad de agua

La medición de las variables pH de agua se la realizó a través de equipo Ysi Pro 1020 que cuenta con la función de pH metro, la medición se la realizó en las cercanías de las compuerta de salida de agua del estanque, donde se procedió a hundir la membrana del equipo a una profundidad de 1 metro, se esperó cerca de 1 min para que el equipo dicte datos reales.

Se recolectó muestras de agua en frascos estériles de 100 ml rotulados con el nombre del estanque para que ser transportados al laboratorio donde se realizaron los análisis de nutrientes y de salinidad del agua. Los métodos utilizados para el análisis de nutrientes de agua fueron: para amonio-método de fenol, y para el nitrito el método colorimétrico, para la alcalinidad el método de Titulación mientras que para medir la salinidad se usó refractómetro (Gonzalez, 2018).

Análisis de nutrientes

Amonio: Para la obtención del resultado de amonio se realiza formación de un complejo amarillo pardo rojizo I (NH₂) Hg que se obtiene cuando se mezcla el reactivo de Nessler con una solución acuosa conteniendo ion amonio. La intensidad del color es función del ion amonio presente, y se determina por colorimetría. Los equipos útiles para este método es un espectrofotómetro de lecturas de 410 nm, donde expresara el resultado en mg de ion amonio por litro

Nitrito: Los nitritos son el resultado de la reducción de los nitratos, este debe ser determinado por una reacción de diazonio para lograr el tinte rojizo. La lectura de este parámetro se realiza a través de la reacción con el ácido sulfanilico y posterior medida por espectrofotometría.

Nitratos: este método es a través de la radiación ultravioleta por el ion nitrato, a través del espectrómetro se lee las absorciones a 220nm y a 275nm, las cuales se resta la lectura a 275 nm multiplicada por dos de la lectura a 220 nm para obtener la absorbancia debida al ion nitrato.

Variables de calidad de suelos

El análisis de las variables de calidad de suelo se realizo a traves de la recoleccion de muestras de suelo, se determinaron 3 puntos a través del método observacional, con los que se pudo ver la acumulación de “lodos negros”, y apreciar olores de descomposición. Se realizó una pequeña excavación de 15 cm y se recolectó la muestra. Una vez recolectadas las 3 muestras se procede a mezclar y rotular, para posteriormente ser transportadas al laboratorio, y realizar los análisis de pH y materia orgánica.

El análisis de materia orgánica y carbono se realiza a través del método de Walkley y Black, el cual calcula el contenido de carbono, posteriormente se transforma el contenido de carbono orgánico a contenido de materia orgánica, en porcentaje (%MO). En la Tabla 3 se presentan las variables calculadas a partir del resultado del análisis de laboratorio.

Tabla 3. Variables calculadas a partir del análisis de suelo.

Variable	Formula	Referencia
Carbono (%)	$C=(V*Da*C.(%))/1000$	V= Volumen de suelo
Materia Orgánica (%)	$M.O= C.O(%)*1.72$	Da=Densidad aparente
Nitrógeno (%)	$Nt= M.O* 0.05$	C=Carbono orgánico
Relación C/N	$C/N= C.O/N.T$	M.O= Materia Orgánica

Porta *et al.* (2014), considera que el contenido de nitrógeno es 5 % del contenido de materia orgánica (Plaster, 2000);

Análisis de eficiencia productiva.

El rendimiento productivo para cada piscina se determinó mediante el análisis de las diferentes variables de producción tales como; la cantidad libras cosechadas reportada por la empacadora en las liquidaciones de pesca sobre las hectáreas de cada piscina. A su vez para determinar si la corrida fue efectiva se analizó la supervivencia de animales en estaques, esta es la que representa la proporción de individuos sembrados que son cosechados al final del ciclo para calcular la tasa de sobrevivencia del camarón cuyas unidades se expresan como porcentaje. El Factor de conversión de alimento (FCA) también fue una de las variables de producción que se analizó esta no se expresa en unidades, sin embargo, se relaciona a 1 unidad de peso de camarón obtenido, así al indicar un FCA de 1,5:1, esto significa 1,5 Libras o Kilogramos de balanceado aplicado para producir 1 Libra o Kilogramo de camarón cosechado. En la Tabla 4 se detalla las fórmulas para obtener los resultados de las variables de producción.

Tabla 4. Fórmulas de análisis de las variables de producción.

Variable Productiva	Fórmula
Rendimiento(Kg/ha)	(Kilos Cosechados)/(hectáreas)
Supervivencia(%)	(# de Camarones cosechados x 100 %)/(# de Camarones sembrados)
FCA	(Cantidad de alimento suministrado (Kg)durante el ciclo de producción)/(Cantidad de Libras de camarón obtenidas (Kg)

Análisis de datos

En el presente estudio se aplicó la estadística descriptiva, se analizaron supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (prueba de Kruskal-Wallis y Levene), y se realizó el análisis de correlación canónica para la identificar asociaciones de las variables.

El programa usado para digitalizar los resultados de las variables ambientales y de producción fue Excel. Se realizó un análisis de promedios, de desviación estándar, de correlación y relación de las variables.

Se realizó un análisis a través del programa R statistics, donde se realizaron pruebas de correlaciones, pruebas de normalidad (prueba de Kruskal-Wallis), homogeneidad de varianza y el coeficiente de determinación para describir el porcentaje de la variación en las variables. Y se realizó el análisis discriminante para identificar las variables que mejor caracterizan el ambiente en los sistemas de producción y que más influyeron en la producción camaronera.

RESULTADOS

Variables de producción camaronera

La tabla 5 muestra los resultados existentes en la producción de camarón durante los años 2018, 2019, 2020. El rendimiento fue variante obteniendo un rango de variación de 319,2 y 604 kg/ha, esta tuvo correlación significativa de $p < 0.001$ con la variable sobrevivencia, y la variable de factor de conversión alimenticia (FCA). La variable sobrevivencia fue variante, incrementando 20% del año 2018 al 2019, y el 15% del 2019 al 2020. El factor de conversión fue significativamente diferente en el año 2018- 2019 teniendo una tendencia de reducción de 0,33% de alimento, en el año 2019 y 2020 no tuvo una diferencia significativa en el comportamiento de esta variable.

En la figura 2 se observa que la alimentación cumplió un valor trascendental en los resultados productivos, en la medida que la conversión alimenticia mejoró, también aumentó la supervivencia y rendimiento en cosecha. Por otro lado, las conversiones mayores no lograron obtener los mejores resultados en producción.

Tabla 5. Datos de cosecha de camarón. Los datos presentados en una misma fila con diferentes letras son significativamente diferentes

Variable Productiva	2018	2019	2020
Rendimiento(Kg/ha)	972,8 ± 78,5 ^a	1292,0 ± 66,3 ^b	1896,0 ± 203,9 ^c
Peso Final (g)	18 ± 1 ^a	17 ± 1 ^a	20 ± 1 ^a
Sobrevivencia (%)	53,9 ± 4,8 ^a	73,5 ± 4,3 ^b	88,7 ± 3,1 ^c
FCA	1,29 ± 0,17 ^a	0,96 ± 0,06 ^b	0,94 ± 0,10 ^b
Dias de estadio	88 ± 13 ^a	90 ± 29 ^a	75 ± 10 ^b

Comparación múltiple de medias según entre años

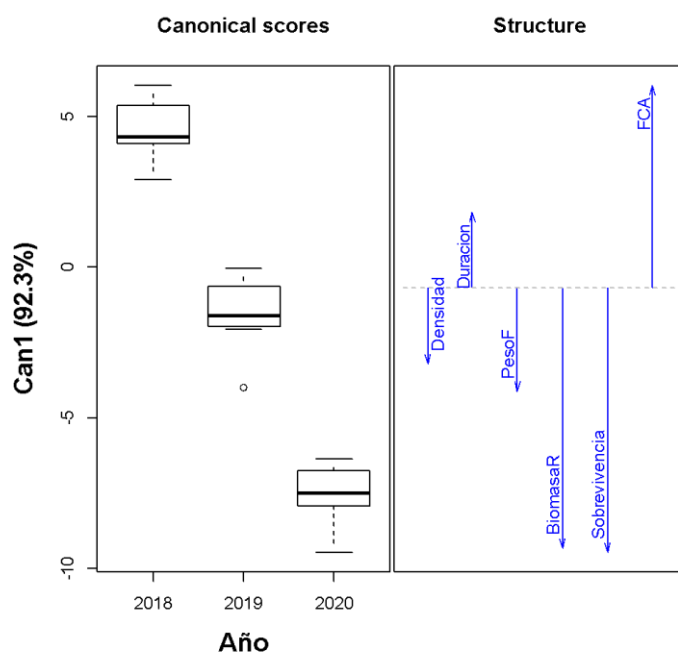


Figura 2. Análisis discriminante de las variables de producción

Variables ambientales.

Los resultados de las variables ambientales se presentan en la tabla 6 donde se evidencio que la materia orgánica tuvo comportamientos de variación relevantes (menor a 0,005), en año 2018 al 2019 esta decreció 0,47% y durante el periodo 2019 al 2020 el 71%. La variable pH sedimento tuvo una variación no significativa en el año 2018-2019 de 0,04, y en el periodo 2019-2020 tuvo un incremento considerable de 1,15 alcanzando niveles neutros, siendo significativamente diferente a años anteriores, el pH demostró tener una correlación de 0.001 con la materia orgánica.

Tabla 6. Datos de variables ambientales durante los periodos de 2018, 2019, 2020

Variable Ambiental	2018	2019	2020
Materia Orgánica (%)	3,46 ± 0,54 ^a	2,99 ± 0,23 ^b	2,28 ± 0,27 ^b
pH (suelo)	6,12 ± 0,61 ^a	6,16 ± 0,40 ^a	7,31 ± 0,31 ^b
pH (agua)	7,67 ± 0,44 ^a	7,55 ± 0,44 ^a	7,75 ± 0,22 ^a
Salinidad (ups)	28,5 ± 1,2 ^a	28,3 ± 0,8 ^a	28,3 ± 0,8 ^a
Amonio (%)	0,26 ± 0,40 ^a	0,29 ± 0,20 ^a	0,31 ± 0,06 ^a
Amoniaco(%)	0,02 ± 0,03 ^a	0,04 ± 0,03 ^a	0,02 ± 0 ^a
Nitrogeno (%)	0,15 ± 0,21 ^a	0,11 ± 0,12 ^a	0,07 ± 0,02 ^a
Potasio(%)	1,25 ± 0,51 ^a	1,08 ± 0,37 ^a	1,67 ± 0,30 ^a

En la figura 3, evidencia que existe una regresión directa entre el pH de suelo con materia orgánica, teniendo un coeficiente de determinación (r^2) de 0,3, donde se observa una pendiente decreciente de la acidez del suelo conforme incrementa la acumulación de materia orgánica. La relación de estas variables no fueron significativamente fuertes. En la figura 9 se evidenció que los años 2018 y 2019 se diferencian del 2020 por presentar mayores niveles acumulados de materia orgánica en sedimento. En el mismo sentido las condiciones de pH del sedimento durante el 2020 fueron mejores para el cultivo de camarón.

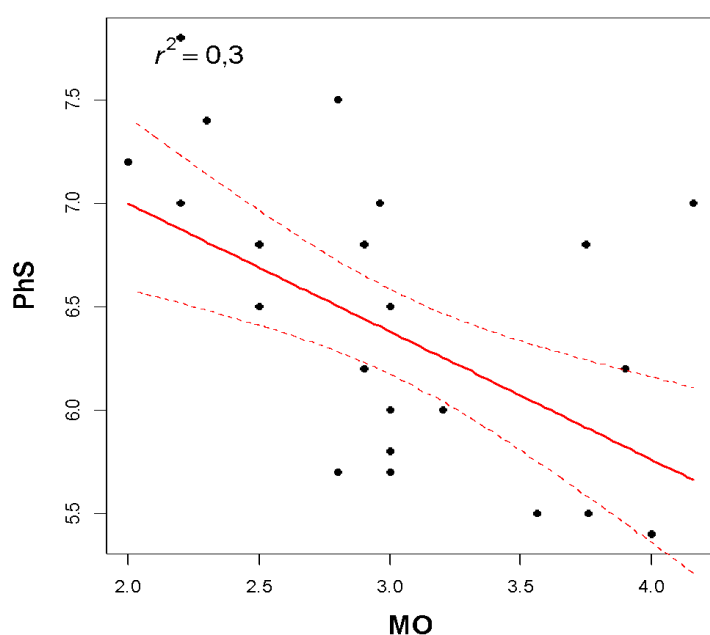


Figura 3. Regresión lineal de la materia orgánica con el pH del suelo de los estanques de producción.

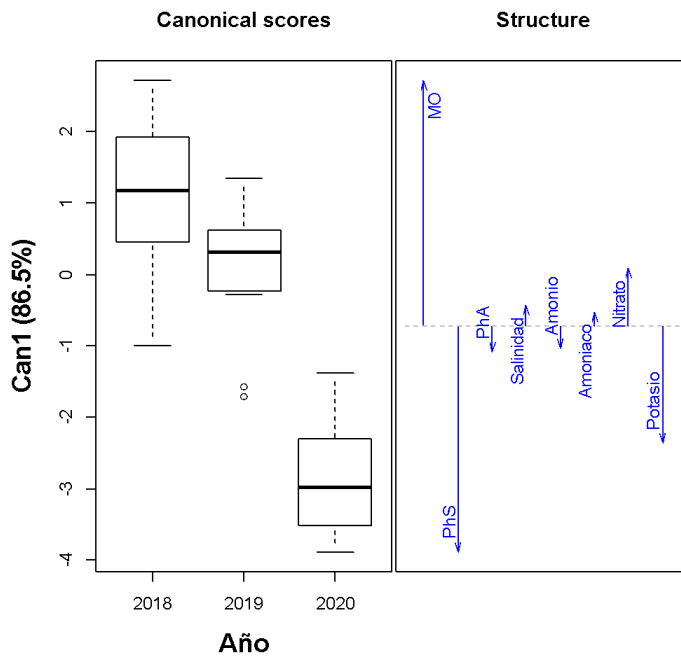


Figura 4. Análisis discriminante de las condiciones ambientales de los diferentes años

Relación de las variables ambientales y de producción

Se evidencio la existencia de una regresión lineal negativa entre la sobrevivencia y materia orgánica, existiendo un coeficiente de determinación (r^2) de 0,53, la relación de estas variables fue notable (menor 0.05), lo que generó una pendiente decreciente conforme la materia orgánica en sedimento aumenta la supervivencia disminuye, a partir de 3% de acumulacion de materia organica la sobrevivencia decayó significativamente teniendo supervivencias menores al 60% . La variable sobrevivencia también tuvo relación directa con la variable ambiental pH sedimento, se evidencio una regresión lineal positiva, obteniendo un r^2 de 0,29, la supervivencia fue alta en rangos de pH 7-7,5.

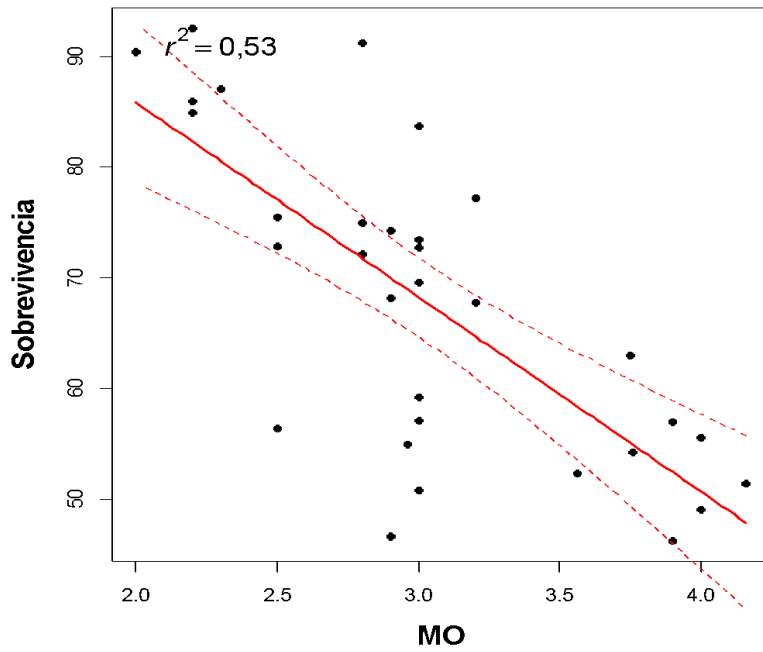


Figura 5. Comportamiento de la variable sobrevivencia conforme a la acumulación de materia orgánica.

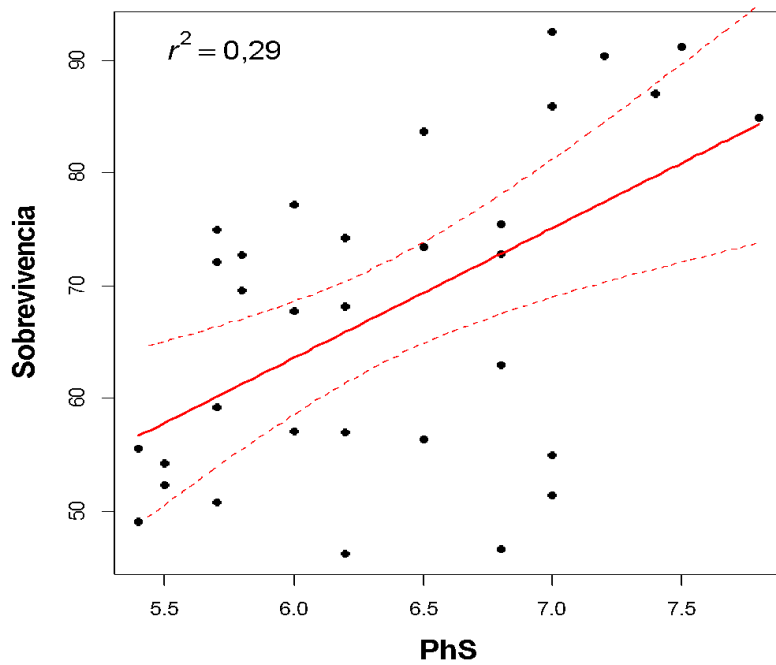


Figura 6. Comportamiento entre la sobrevivencia con el Ph suelo.

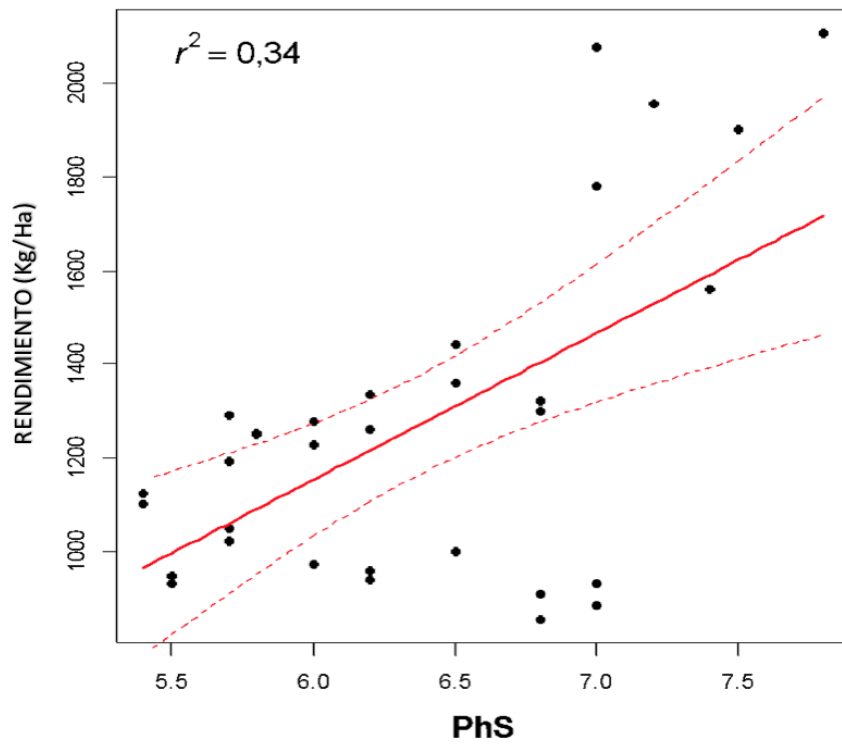


Figura 8. Comportamiento de la variable rendimiento kg/ha (BiomasaR) con el pH suelo.

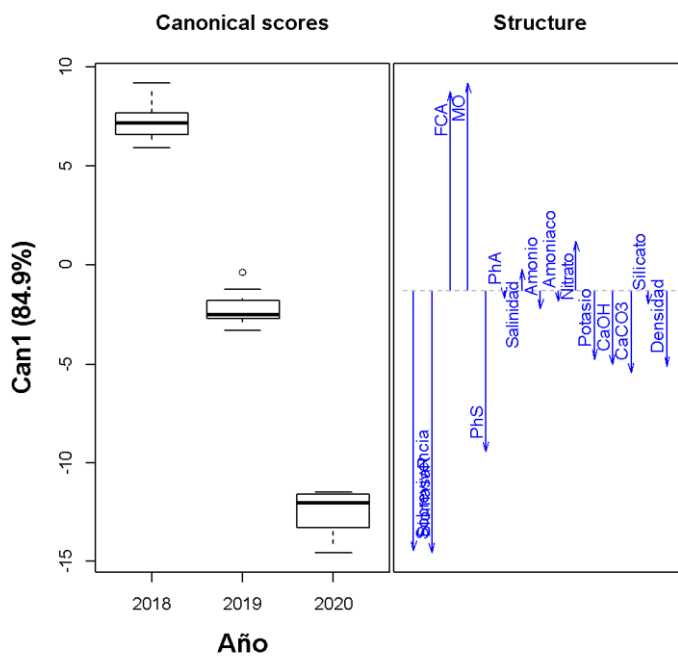


Figura 9. Análisis discriminante de las variables de producción y variables ambientales.

DISCUSIÓN

A pesar de evidenciar un promedio de 88 días en el ciclo de producción de camarón en el año 2018, este fue afectado por mortalidades obteniendo una sobrevivencia promedio del 53%, un factor de conversión alimenticia del 1,29, y promedios de 972,8 kg/ha (Tabla 5) esto puede deberse a que el factor de conversión (FCA) se ve influenciado por mortalidades repentinas durante el cultivo, sin poder recuperar la biomasa, lo cual afecta el rendimiento kg/ha de la producción, tal como lo indica el boletín de Nicovita (1997).

Lawrence y cols (1998) consignó que a medida que se aumenta la densidad de camarones/m², los camarones requieren mayor disposición de alimento para la dieta, por el gasto fisiológico en el confinamiento de los estanques. Sin embargo, en el estudio la densidad de siembra demostrada en la Tabla 2 no tuvo varianza en los ciclos de cultivo, no obstante el comportamiento de factor de conversión alimenticia (FCA) siendo menor en el año 2020, demostrando una correlación significativa ($P < 0.001$) con el rendimiento Kg/ha.

Según Hopkins y cols. (1996) en su estudio comprobó que la densidad de siembra afecta el rendimiento de la variable de peso final y de días de estadios. En la investigación no existió correlación significativa ($P 0.065$) entre las variables de densidad (camarones/m²) y la variable peso final (g), no se evidenciaron cambios de densidad y se obtuvieron promedios de peso de 18 g en el año 2018, 17 g en el 2019, y 20 g en el año 2020. Los ciclos de producción demostraron diferencias en las condiciones ambientales de los años 2018 y 2019 con el 2020, por presentar incremento en los niveles de acumulación de materia orgánica en los sedimentos, y una regulación de pH del sedimento. La acumulación de amoníaco, amonio, nitrato, potasio, la salinidad, y pH del agua, no tuvieron varianzas significativas durante el periodo de análisis.

Las variables carbonato de calcio (CaCO_3), hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), silicato, nitrato de potasio (KNO_3), demostraron que existe una correlación con el pH suelo y agua, pero estas no fueron significativas. En una investigación realizada por Boyd C. que indica que la aplicación de carbonato de calcio (CaCO_3), hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) son principalmente utilizados para la regulación de pH y alcalinidad de los

estanques que permite obtener una mejora en la producción y sobrevivencia del camarón, lo que comparándolo con nuestra investigación podemos justificar nuestros resultados. (Boyd C. E., 2017).

Los rangos de las variables ambientales (Tabla 6), se mantuvieron dentro de los rangos permisibles, en el año 2020 descendieron las variables de materia orgánica, amoníaco, y nitrógeno, valores que tuvieron tendencias de mejoras de supervivencias, tal como lo indica Charlor Limsuwan (2005), en su estudio en el que comprueba que el mejoramiento de sobrevivencia se deben a las mejoras de las variables ph, teniendo una correlación directa al comportamiento de las variables de la materia orgánica, nitrógeno y amoniaco en el agua.

Podemos afirmar que la tendencia de mejora de sobrevivencia se debe a la disminución de materia orgánica acumulada (Figura 9) y a la regulación de los Ph en los estanques (Figura 10). La sobrevivencia en el sistema de producción presentó una correlación positiva con el pH del suelo, en los diferentes años 2018, 2019, y 2020 a su vez existió mortalidades por causa de alteraciones de los índices de pH de los estanques, por lo que podemos observar que mientras el pH se encontraba dentro de los rangos 7-8 la sobrevivencia fue del 80% al 95% .

Molinos indica que la materia orgánica existente en los estanques tiene una correlación fuerte con nitrógeno, amonio y amoniaco, esto se debe que la degradación de la materia orgánica la cual genera acumulación de amonio, y, claro está, que un incremento de estas variables ambientales serían causantes de mortalidades, y traen como consecuencia una disminución de la eficiencia de la producción. La materia orgánica en un estanque de cultivo de camarón debe ser lo más baja posible (Molinos Champion S.A., 2019).

Según Limsuwan el comportamiento de la variable de rendimiento kg/h se ve influenciada por la materia orgánica y el pH, este registro incrementa conforme la materia orgánica disminuye (Figura 11), de similar forma se evidencio al obtener pH óptimos en el estanque (Figura 12). Los rangos óptimos para el cultivo de camarón son 7,5-8,5 , si estos bajan o incrementan , tienen afectaciones en el ciclo de producción, debido que a pH mayores a 8,5 causa toxicidades de amoniaco en el agua, afectando la sobrevivencia

y si este es menor, genera acidez en el estanque, afectando de la misma forma la variable de sobrevivencia (Limsuwan, 2005).

Sanchez (2018) indica que la variable pH tiene relación directa con las variables de nitratos y amonio, los que al disminuir el pH se favorece una mayor concentración de los nitratos y por ende el aumento de la concentración del amonio en los estanques, durante el periodo de estiaje. La acidificación que se presentó en el presente estudio puede estar asociada por el exceso de materia orgánica en descomposición de los desechos de los organismos y por la falta de recambios de agua. Se evidencia que a medidas de la reducción de materia orgánica, los niveles de pH son neutros, esto

Se evidencia que a medida de la regulación de pH y de la acumulación de materia orgánica, debiéndose a la la disminución del factor de conversión alimenticia (FCA), favorecen al rendimiento productivo que fue constatando en el año 2020 (figura 15). La concentración de amonio total en agua es un poco significativo debido que este se puede presentar en diferentes formas amoniaco, amonio, nitrógeno, la medición correcta es NH_3 donde es la forma más tóxica (Limsuwan, 2005) L. Chua (1986) indica que si no se expone al camarón a concentraciones de materia orgánica altos, que en su degradación transforman el amonio no ionizado a ionizado convirtiéndolo en amoniaco, el crecimiento, y la sobrevivencia, afectaría el rendimiento productivo de la empresa.

Manejo para el control de las variables de Materia Orgánica y pH.

Es fundamental evaluar la materia orgánica en los estanques para cría de camarones. La sobrealimentación y la inapropiada distribución del alimento puede perjudicar la calidad del suelo en ciertas zonas, por lo que al realizar un correcto manejo del alimento mejoraría la calidad de suelo. Para facilitar la manipulación de la materia orgánica en estanque lo cual esta debe ser lo más baja posible (Cuéllar, 2010).

En la compañía Camandul se evidencio que las variables de manejo (CaOH , CaCO_3 , SiO_2 , KNO_3) causan influencias a la regulación de pH .

Para un correcto manejo y evitar la elevación de la materia orgánica a la superficie la compañía Camandul realizó recambios constantes de agua, a su vez se concentraron en

la preparación de los suelos especialmente en el año 2020, se agregó nitrato para mejorar las condiciones en la piscina del camarón. Para evitar la baja oxigenación se realizó mitigación de los problemas de amonio.

Se recomienda a los acuicultores llevar un control exhaustivo de las variables pH del sedimento y materia orgánica para que no supere 3,46 % de materia orgánica y rangos menores 6,12 de pH, esto evitará mortalidades en el cultivo de camarón y evitará correr riesgo de pérdida de biomasa al final del ciclo. La determinación de biomasa existente, para evitar que existan niveles de factor de conversión alimenticia superiores a 1,5 y que influya en el rendimiento (Kg/ha).

CONCLUSIÓN

El presente estudio concluye que el correcto manejo del factor de conversión alimenticia (FCA) genera mejoras en la sobrevivencia y rendimiento productivo (kg/ha), tal como se evidenció en los incrementos en el año 2020 del rendimiento productivo (1896 kg/ha), en la sobrevivencia (89%), y FCA (0,94) estas variables tuvieron correlación significativa ($P < 0.001$) entre ellas.

Las variables ambientales con mayor influencia dentro de los sistemas de cultivo de camarón de la empresa Camandul S.A. entre el 2018 – 2020 fueron Materia Orgánica (%), Ph (suelo), estas se correlacionaron significativamente entre sí; entre 2.0-2.5 % de MO, los niveles de pH fueron neutros, su mejor comportamiento fue en el año 2020.

Se evidencio que existen correlaciones ($P < 0.001$) entre las variables materia orgánica y pH del suelo, con las variables de sobrevivencia y rendimiento, por lo cual ante la disminución de materia orgánica, y la regulación del pH del suelo, se evidencia alzas en el rendimiento y sobrevivencia, como se reflejó en el 2020. Se llegó a la conclusión que las variables ambientales son de suma importancia debido que estos influyen en el camarón, aunque estas no sean dependientes al periodo de cultivo sino al tipo de manejo y control de ellas, lo cual si se obtiene un balance de las condiciones ambientales el camarón no se verá afectado por las toxicidades de los diferentes parámetros.

Se recomienda el control de la materia orgánica a través de carbonatos, o la remoción de lodos que mantendrá los niveles de pH en neutro haciendo que estos sean benéficos para la producción. El control del factor de conversión alimenticia a través de controles de biomasa permitirá verificar si este está siendo el adecuado, y a su vez se podrá registrar las mortalidades existentes, para realizar controles que produzcan una mejoría en la producción.

Limitaciones

Para determinar la calidad de los estanques, se realizaron muestras a lo largo de los periodos 2018-2020, estas muestras no fueron realizadas continuamente, debido a la falta de organización para coordinar el ingreso para la recolección de muestras esto se debe a que la finca se encuentra en Isla, y dificulta coordinar con las entradas de los botes y disponibilidad del servicio.

Referencias Bibliográficas

- FAO. (2011). *FAO*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es
- Cuellar, J. (08 de 2013). Obtenido de www.cfsph.iastate.edu/ec/factsheets/es/white-spot-disease-es.pdf
- Guillan. (2002). *ESTUDIO DE LAS CUALIDADES INMUNOESTIMULANTES DE NUEVAS BACTERIAS PROBIÓTICAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE LITOPENAEUS VANNAMEI*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Mariel_Gullian_Klanian/publication/40854805_Estudio_de_las_cualidades_inmunoestimulantes_de_bacterias_probioticas_asociadas_al_cultivo_de_Litopenaeus_vannamei/links/0c96052c4ced9280ef000000/Estudio-de-las-cualidades-inmunoestimulantes-de-bacterias-probioticas-asociadas-al-cultivo-de-Litopenaeus-vannamei.pdf
- Abraham, J. (03 de Julio de 2009). *researchgate*. Obtenido de researchgate: https://www.researchgate.net/publication/281175023_Influence_of_Salinity_and_Management_Practices_on_the_Shrimp_Penaeus_monodon_Production_and_Bacterial_Counts_of_Modified_Extensive_Brackishwater_Ponds
- Bravo, E. (2002). https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth_Bravo2/publication/242313600_CASO_2_LA_INDUSTRIA_CAMARONERA_EN_ECUADOR1/links/0c96052f7bbd7829bf000000.pdf.
- Sánchez, M. d. (2017). Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5510/1/T2198-MRI-Alvarado-Comercio.pdf>
- Casado, P. (2017). Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13763/Disertación%20Luis%20Peña%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Machado, D. (03 de 10 de 2013). *Diagonal*. Obtenido de Diagonal: <https://www.diagonalperiodico.net/global/20049-la-historia-oculta-del-camaron.html>

- Arancibia, A. Y. (1998). *Madero Y Bosque*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/617/61740202.pdf>
- Jorge Cuéllar, e. a. (2010). Obtenido de <http://aquaticcommons.org/16644/1/86.%20Various%20Institutions.%20MBP%202010%5B1%5D.pdf>
- Sanchez, M. C., & Ciapara, I. H. (3 de 2 de 2003). Manual de Buenas Practicas de Produccion Acuicola de Camaron para la inocuidad Alimentaria. 1. Mazatlan, Sinaloa, Mexico: SENASICA.
- Boyd, C. (2009). *Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camaron*. Obtenido de <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- C. B., C. K., C. P., D. L., J. B., K. J., & G. T. (2008). Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón. *Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón*. (A. R. Umaña, M. H., & J. C. Ramos, Edits.)
- Lin, C. K. (2005). Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón. *Prácticas de Desarrollo Sostenible en Ambientes Costeros de Prioridad de los Ecosistemas del Golfo de California Marinas Recreativas y Maricultura*. (A. A. Umaña, Ed.) Obtenido de https://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf
- Riviera. (7 de 2014). *Ecuaquimica*. Obtenido de www.ecuaquimica.com/acuacultura.html
- YAGUAL, D. F. (2017). *REALIZAR UN ANÁLISIS Y ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN AMBIENTAL INTEGRAL EN LA CAMARONERA BIOCUAJUMA J.M. S.A. EN EL PUERTO DEL MORRO PROVINCIA DEL GUAYAS*. LIBERTAD, LIBERTAD, ECUADOR: UPSE.
- comercio, D. E. (08 de 01 de 2020). *Exportacion del camaron*. Recuperado el 15 de 06 de 2020, de Diario el comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/camaron-record-ecuador-exportacion-economia.html>
- Fenucci, J. L. (08 de 1988). *FAO*. Recuperado el 15 de 06 de 2020, de MANUAL PARA LA CRIA DE CAMARONES PENEIDOS: <http://www.fao.org/3/AB466S/AB466S00.htm#TOC>
- Miranda, D. G. (07 de 2011). *ECURED*. Obtenido de Morfologia del camaron: https://www.ecured.cu/Camarón#Morfolog.C3.ADa_Externa

- camarones, M. e. (s.f.). *Parasitos y patogenos*. Recuperado el 15 de 06 de 2020, de Morfología externa básica en camarones: http://www.parasitosypatogenos.com.ar/archivos/morfologia/morfologa_externa_bsica_en_camarones.html
- Martínez, M. d. (12 de 2013). Morfología del sistema reproductor y del espermatóforo de *Litopenaeus vannamei*, camarón blanco del Pacífico. *Scielo*, 23(3), 3.
- Vielka, M. (1990). *Levantamiento larvario de camarones peneidos*. Panama: PRADEPESCA, S.F.
- CPC. (1989). *Libro Blanco del camaron*. Guayaquil, Ecuador: Cámara de Productores de Camarón.
- Calberg, J., & J.C, V. O. (1972). Shrimp farming. *Aquaculture systems international San Diego California. Sorrento valley road*, 325.
- Edgar, A. (1993). Guías Técnicas en el cultivo de larvas de camarón. En memoria de Edgar Arellano. : Once años dedicados a la investigación y desarrollo de la acuicultura en el Ecuador. . (J. y. Calderón, Ed.) *CENAIM*, 53-86.
- Beltrame, E. R. (1996). Despesca e Transporte de pós - larvas. Curso internacional de “Produção de pós - larvas de camarão marinho. 153-156.
- Farfante, P. (1997). *TAXONOMIA DE LA ESPECIE*. Obtenido de dspace. espol: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8571/1/01cheise.pdf>
- M, S. T. (1992). Shrimp nursery systems and management. *World aquaculture society*.
- Shawan, C. (2001). The effect of biomass density on transport survival of juvenile freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. En C. Weibel, *Book of Abstract Word Aquaculture Society, Sidney Australi* (pág. 690). Australia.
- Villalón, J. (1991). *Postlarval Receiving. Practical manual for semi- intensive commercial production of marine shrimp. Aquaculture*.
- Edemar, R., E. B., & S. W. (1996). Despesca e Transporte de pós - larvas. Curso internacional de “Produção de pós - larvas de camarão marinho “. 153-156.
- R, H. (1999). Principios fundamentales para una siembra exitosa de camarón. . *Panorama Acuicola*, 24-25.
- Villareal, H. (1994). Effect of temperature and oxygen consumption of laboratory produced *Penaeus vannamei* postlarvae. *Comp. Biochem. Physiol*, 331-336.
- Ponce-Pelafox. (1997). The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 107-115.

- Kumlu M, E. (2000). Effects of temperature and salinity on larval growth, survival and development of *Penaeus semisulcatus*. *Aquaculture*, 188, 167-173.
- Franco, A. (1990). Manejo Técnico de granjas camaroneras. *Pradepesca Manual*, 1, 9-17.
- Wasielesky W. Jr., R. L. (2001). Effect of salinity and temperature on oxygen consumption in juvenile pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Book of Abstracts World Aquaculture society*, 396.
- Rosas, C. C. (2001). Metabolism and growth of juveniles of *Litopenaeus vannamei* : effect of salinity and dietary carbohydrate levels. *Journal of experimental marine biology and ecology.*, 259, 1-22.
- Martínez, G. E. (1997). Fisiología de Camarones.
- Horna, R. (1984). Guía para el transporte y aclimatación de larvas de camarón. *Editorial Series VZ.*, 1-60.
- Alcaraz, G. C. (1997). Temperature tolerance of *Penaeus setiferus* postlarvae exposed to amonia and nitrite. . *Aquatic toxicology*, 39, 345-353.
- Boyd, C. &. (1998). Water Quality and soil management in pond. *aquaculture*, 879.
- Dall, W. H. (1990). The biology of the penaeidae. *Advances in marine biology*, 27.
- Waterman, T. (1960). Osmotic and ionic regulation. *The physiology of crustacea*, 1, 317-339.
- Lignot, J. H.-P. (2000). Osmoregulatory capacity as a tool in monitoring the physiological condition and the effect of stress in crustaceans. *Aquaculture*, 209-245.
- Gonzales, A. (Jueves de 06 de 2018). BIOFARM. *Biomar trainig programs*. Guayaquil.
- Gonzalo. (2014). Biorremediación en sistemas acuícolas. *Sistemas Acuicolas en Ecuador*. Guayaquil.
- Cuello. (2018). Situacion Actual de la Acuicultura. *Actualidad de produccion de Camaron*. Machala: Biomar.
- Hernandez. (1991). *Mozambique Bioeconomia del Cultivo de Camaron*. PP 95. FAO.
- Ponce, V. (2011). *La Matriz de Leopold para la evaluacion del impacto ambiental*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33938635/59130474-La-Matriz-de-Leopold-Guia-Buenazo-docx.pdf?1402646031=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLA_MATRIZ_DE_LEOPOLD_PARA_LA_EVALUACION.pdf&Expires=1595836814&Signature=c6MrIoerR4E5WR1wd-ltA

- Dellavedova, M. (2010). Guía Metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. *Primera edición*(17).
- Fernandez, C. (1997). *Guía Metodológica de auditorías Ambientales* (Vol. 2). Madrid: Mundi Prensa.
- Mejias, A. V. (2014). *Síndrome de la mortalidad temprana EMS*. (Repertorio Científico) Obtenido de <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2563>
- Torres, C. A. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Persdon Educacion.
- Maravall, F. (1986). *Investigaciones Economicas* (Vol. 3). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Rivera, R. M. (1990). *Water quality in ponds for Aquaculture*. (A. University, Ed.) Alabama, Estados Unidos: Birmingham Publishing Co. Obtenido de <http://ecuanoticias.com.ec/acuacultural.html>
- Nicovita. (Marzo de 1997). Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. *Boletín Nicovita*, 2.
- Higuera, E. (Diciembre de 2013). *Evaluación de la tasa de desempeño en la producción en granjas de engorda del camarón blanco en función del alimento e índices de buenas prácticas*. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo integral regional unidad Sinaloa. Guasave: CIIDIR. Obtenido de <http://www.cienciasinaloa.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/145/1/Emigdio%20Higuera%20Angulo.pdf>
- Claude Boyd, e. a. (2005). Buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón. *Prácticas de Desarrollo Sostenible en Ambientes Costeros de prioridad de los Ecosistemas del Golfo de California Camaronicultura*, 51. (A. Rojas, Ed.) México: Universidad de Hawaii-Hilo. Obtenido de https://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf
- Boyd, C. E. (31 de Julio de 2017). *Global Aquaculture Alliance*. (Health and Welfare) Obtenido de Global Aquaculture Alliance: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-cal-desempena-un-papel-crucial-en-el-manejo-de-estanques-acuicolas/>
- Limsuwan, C. (2005). Cultivo intensivo del camarón blanco. *Boletín Nicovita*.
- Orjuela, G. L. (2011). *Dinámica del Carbono en estanques de peces*. Universidad de los Llanos, Grupo de investigación sobre la sostenibilidad ambiental del desarrollo GRISADE., Orinoquia.

- Boyde, C. E. (2017). *Cómo la descomposición de la materia orgánica impacta los estanques acuícolas*. Global Aquaculture alliance. Health & Welfare.
- Chua, K. y. (1986). *An improved traditional shrimp culture technique for increasing pond yield* (Vol. 1). (S. A. quaculture Department, Ed.) Philippines: Network of Aquaculture Centres in Asia.
- Bravo, L. (2013). Uso de bacterias probióticas en la fase de cria de post-larva de camarón para mejorar la calidad de agua. (J. Sanchez, Ed.) Manta, Ecuador.
- Toledo, A. (2018). Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones. Artículo de revisión. *Probiotics, a Fact in Shrimp Culture*, 30. Revista de producción Animal. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202018000200009
- Moreno, F., Salas, R. G., & Rico, R. G. (2013). Sistema inmune de los camarones. *Aquatic*(38), 68.
- Espinosa, A. (2 de Marzo de 2012). Acuicultura y su impacto al medio ambiente. *La acuicultura y su impacto al medio ambiente*. Mexico: Estudios Sociales.
- Agurto, M. (2003). *dspace Espol*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2218/1/4384.pdf>
- Organizacion de las Naciones Unidad para la alimentacion y la agricultura. (2017). Obtenido de <http://www.fao.org/3/i8195es/I8195ES.pdf>
- Nicovita. (Septiembre de 2008). *Boletines Nicovita*. Obtenido de Nicovita: https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/oct_dic_2008.pdf
- Boyd, C. E. (28 de Marzo de 2016). *Global Aquaculture Alliance*. Obtenido de Global Aquaculture Advocate: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/descomposicion-y-acumulacion-de-materia-organica-en-estanques/>
- Molinos Champion S.A. (12 de Abril de 2019). Obtenido de <https://www.molinoschampion.com/la-materia-organica-en-la-produccion-camaronera/>
- Ordoñez, S. (2015). Obtenido de https://docplayer.es/94654441-Universidad-de-guayaquil.html#download_tab_content
- Hernandez. (2016). Caracterización de la Calidad del Agua en un sistema Intensivo de Cultivo de Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de Alta Salinidad con recambio de Agua Limitado. *Tesis de Maestría en Ciencias*. Centro

de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, Mexico.

- Cols., L. y. (15 de Noviembre de 1998). Sustainable shrimp farming: the need for environmentally friendly feeds and feed management strategies. *Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*,. La Paz, Mexico.
- Hopkins, Sandifer, & Browdy. (1996). Effect of two protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. *World Aquaculture Society*, 93-97.
- Limsuwan, C. (2005). CULTIVO INTENSIVO DEL CAMARON BLANCO. *Boletín Nicovita*, 1-6. Obtenido de ANATOMIA DEL CAMARON: https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/nov_98_01.pdf
- Sanchez, A. J., O. S., & M. R. (2018). VARIABLES FISICOQUÍMICAS AMBIENTALES QUE INCIDEN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei*, EN COYUCA DE BENÍTEZ, GUERRERO, MÉXICO. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 135-155.