

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**Monitoreo de los parámetros de temperatura y pH para  
evaluar su efecto en la producción de camarón blanco  
(*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) en San Luis La  
Herradura, La Paz**

**POR:**

**JUAN RAMÓN PAREDES MENDOZA**

**JOSÉ SAMUEL RODRÍGUEZ ROMERO**

**REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**SAN VICENTE, 28 DE AGOSTO DE 2020**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL:**

**ING. M. Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL**

**DECANO:**

**ING. MAE ROBERTO ANTONIO DÍAZ FLORES**

**SECRETARIO:**

**LIC. M Sc. CARLOS MARCELO TORRES ARAUJO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS:**

**ING. AGR. M. Sc. JOSÉ FREDY CRUZ CENTENO**

---

**DOCENTES ASESORES:**

**ING. AGR. M. Sc. EDGAR ANTONIO MARINERO ORANTES**

---

**ING. AGR. DAVID MAURICIO RAMOS PÉREZ**

---

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:**

**ING. AGR. EDGARD FELIPE RODRÍGUEZ**

---

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en los estanques de la Cooperativa Camaronera Los Piñalitos, que se encuentra ubicada en el Caserío Guadalupe La Zorra, Cantón San Sebastián El Chingo, Municipio de San Luis La Herradura, Departamento de La Paz, El Salvador, en el cual se monitoreó el efecto que tienen los parámetros físico químicos de temperatura y pH aunando el parámetro de oxígeno disuelto y la profundidad de los estanques y su efecto en la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931.

De este modo, la investigación consistió en monitorear los parámetros físicos químicos de temperatura, pH y oxígeno disuelto, durante un ciclo de producción de camarón, a las diferentes profundidades del agua de los estanques, donde se evaluó el efecto que generaran los parámetros y las profundidades de los estanques debido a que estos no tienen una profundidad estándar y afecta en el desarrollo de los camarones. Es por ello, que el objetivo de la investigación fue determinar cuál es el efecto que tienen los parámetros físicos químicos sometidos a investigación con las diferentes profundidades de los estanques en la producción de camarón.

En resumen, la investigación fue realizada en dos fases: fase I comprendiendo el mes uno y dos, y la fase II comprende el mes tres; determinando que en la fase I los parámetros físico químicos evaluados no generaron gran incidencia en los camarones al igual que la profundidad de los estanques, no así en la fase II que los parámetros presentaron variaciones. También, determinando que los parámetros que más variación y efecto tuvieron en los camarones fue la temperatura y el oxígeno disuelto como un aporte a la investigación. En cuanto al parámetro de pH se mantuvo dentro de los intervalos óptimos para la producción de los camarones. Las profundidades promedias dentro de los estanques fueron diferentes en los tres estanques 1, 4 y 5 respectivamente, en la cuales hubo variaciones de los parámetros, con respecto a estas.

**Palabras clave:** *camarones, ejemplares, parámetros, temperatura, pH, oxígeno Disuelto, estanques.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todo poderos, que nos concede el don tan maravilloso de la vida, por la oportunidad de alcanzar nuestro objetivo y sostenernos de su mano en los momentos más difíciles.

A nuestras familias, por la educación que nos han brindado y la oportunidad de ser unos profesionales, a pesar de sus limitaciones económicas, por darnos sus sabios consejos y ánimos.

A la Universidad de El Salvador, que nos permitió ser parte de ella y brindarnos una formación integral para ser buenos profesionales para la sociedad.

A los docentes asesores, por brindarnos su apoyo constante, ayuda y conocimiento en todo momento, para el desarrollo de esta investigación.

A los docentes del Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral, por ser grandes amigos y haber contribuido a nuestra formación profesional.

**Juan Ramón Paredes Mendoza**  
**José Samuel Rodríguez Romero**

## **DEDICATORIA**

A Dios todo Poderoso, por darme la oportunidad de ser quien soy y por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi Mamá, Abuela y mis tías, por darme la mejor herencia que se le puede dar a un hijo, la oportunidad de estudiar y enseñarme que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo.

A mi Padre y Abuela, por enseñarme a ser un hombre de bien y fuerte ante cualquier obstáculo, y sé que desde el cielo me cuidan y están orgullosos de quien soy en este momento de mi carrera profesional.

A mis hermanos y hermanas, por sus consejos y apoyo durante toda mi carrera.

A mi Compañero de tesis, muchas bendiciones, que sin su ayuda y apoyo no estaría donde estoy profesionalmente.

A mis amigos y amigas, por sus ánimos, regaños y consejos que de una forma u otra me sirvieron para formarme profesionalmente.

A mis docentes y asesores de tesis, que durante toda mi carrera fueron un apoyo incondicional para formarme como profesional.

**Juan Ramón Paredes Mendoza**

## **DEDICATORIA**

A Dios todo Poderoso, por permitirme la oportunidad de llegar a este punto que es tan importante de mi formación profesional.

A mi madre y hermanos por ser el apoyo incondicional dentro de la familia y en este camino académico por apoyarme en tanto emocional como económico.

A mi hermana Marta por ser mi apoyo condicional luego de mi madre a ella le agradezco grandemente por su apoyo.

A mi novia por su apoyo incondicional que me ha brindado durante todos estos años.

A mi Compañero de tesis, muchas bendiciones, que sin su ayuda y apoyo no estaría donde estoy profesionalmente.

A mis amigos y amigas, por sus ánimos y consejos que de una forma u otra me sirvieron para formarme profesionalmente y no decaen en el camino.

A mis docentes y asesores de tesis, que durante toda mi carrera fueron un apoyo incondicional para formarme como profesional y como persona de bien.

.

**José Samuel Rodríguez Romero**

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Acuicultura.....	2
2.2. Especies producidas en la Acuicultura.....	2
2.3. Cultivo de Camarón.....	2
2.4. Principales países productores de camarón.....	3
2.5. Taxonomía del Camarón .....	3
2.6. Ciclo de vida del Camarón.....	4
2.6.1. Huevos.....	4
2.6.2. Desarrollo Larvario.....	5
2.6.3. Post larva.....	7
2.6.4. Juvenil y Adulto .....	7
2.7. Sistemas de producción.....	8
2.7.1. Sistema extensivo .....	8
2.7.2. Sistema semi intensivo.....	8
2.7.3. Sistema intensivo .....	9
2.7.4. Sistema súper intensivo .....	9
2.8. Parámetros Físico químicos en estanques camaroneros .....	9
2.8.1. Temperatura .....	10
2.8.2. Salinidad.....	11
2.8.3. Turbidez.....	12



2.8.4.	pH .....	14
2.8.5.	Oxígeno disuelto .....	17
2.8.5.1.	Niveles críticos de Oxígeno disuelto para los camarones.....	19
2.8.5.2.	Efectos de los niveles de Oxígeno disuelto en los camarones.....	19
2.8.5.3.	Oxígeno disuelto y plancton .....	20
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
3.1.	Descripción de la investigación.....	23
3.1.1.	Ubicación del área de investigación.....	23
3.1.2.	Descripción del sitio de investigación .....	24
3.2.	Metodología de trabajo de la investigación.....	25
3.2.1.	Fase de gabinete .....	25
3.2.2.	Fase de Campo.....	25
3.3.	Duración de la investigación .....	25
3.4.	Actividades previas a la siembra de la Post larva, para la realización de la investigación .....	26
3.5.	Equipo utilizado .....	26
3.6.	Toma de datos.....	27
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1.	Resultados de los parámetros físico químicos en cada estanque en la fase I .....	31
4.1.1.	Parámetros físico químicos en el Estanque 1 fase I .....	31
4.1.2.	Parámetros físico químicos en el Estanque 4 fase I .....	34
4.1.3.	Parámetros físico químicos en el Estanque 5 fase I .....	36
4.2.	Resultados de los parámetros físico químicos para cada estanque en la Fase II ....	39
4.2.1.	Parámetros físico químicos en Estanque 1 en la fase II.....	39
4.2.2.	Parámetros físico químicos en Estanque 4 en la fase II.....	42
4.2.3.	Parámetros físico químicos en Estanque 5 en la fase II.....	45
4.3.	Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase I en el estanque 1.....	49
4.4.	Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase II en el estanque 1 .....	52
4.5.	Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase I en el estanque 4.....	55

4.6.	Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase II en el estanque 4 .....	58
4.7.	Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase I en el estanque 5.....	61
4.8.	Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase II en el estanque 5. ....	64
4.9.	Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 1 en la Fase I.....	67
4.10.	Relación entre los Parámetros y Profundidades en el estanque 1 en la Fase II.....	70
4.11.	Relación entre los Parámetros y Profundidades en el estanque 4 en la Fase I.....	73
4.12.	Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 4 en la Fase II.....	76
4.13.	Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 5 en la Fase I.....	79
4.14.	Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 5 en la Fase II.....	82
4.15.	Análisis de dispersión de los parámetros físico químicos en relación a la profundidad de los estanques .....	85
5.	CONCLUSIONES .....	92
6.	RECOMENDACIONES .....	94
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	95
8.	ANEXOS.....	102

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Relación entre la visibilidad del disco Secchi y la condición del "Bloom" de fitoplancton.....	14
Cuadro 2. Efecto de diferentes niveles de pH sobre algunos parámetros de crecimiento y reproducción del camarón.....	16
Cuadro 3. Efecto de las concentraciones de oxígeno sobre los camarones .....	20
Cuadro 4. Características de los estanques en investigados .....	24

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>PÁGINA</b>
Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	4
Tabla 2. Descripción de actividades realizadas durante la investigación .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Estratificación termal en función de la profundidad de un estanque.....	11
Figura 2. Disco Secchi.....	13
Figura 3. Efecto de la alcalinidad sobre las variaciones diarias en pH.....	16
Figura 4. Nivel de oxígeno disuelto según la profundidad del estanque.....	21
Figura 5. Variación en el oxígeno disuelto según la profundidad y el Bloom del fitoplancton. .....	22
Figura 6. Ubicación geográfica del área de investigación. ....	23
Figura 7. Estructura de los estanques de la Cooperativa Los Piñalitos. ....	24
Figura 8. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase I en el estanque. ....	32
Figura 9. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno en la fase I en el estanque 1.....	33
Figura 10. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase I en el estanque 4.....	35
Figura 11. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno en la fase I en el estanque 4.....	36
Figura 12. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase I en el estanque 5.....	38
Figura 13. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno en la fase I en el estanque 5.....	39
Figura 14. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase II en el estanque 1.....	41
Figura 15. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en la fase II en el estanque 1.....	42
Figura 16. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase II en el estanque 4.....	44
Figura 17. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en la fase II en el estanque 4.....	45
Figura 18. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase II en el estanque 5.....	47

Figura 19. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en la fase II en el estanque 5.....	48
Figura 20. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase I en el estanque 1.....	50
Figura 21. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase I en el estanque 1.....	51
Figura 22. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase I en el estanque 1.....	52
Figura 23. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase II en el estanque 1.....	53
Figura 24. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase II en el estanque 1.....	54
Figura 25. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase II en el estanque 1.....	55
Figura 26. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase I en el estanque 4.....	56
Figura 27. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase I en el estanque 4.....	57
Figura 28. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase I en el estanque 4.....	58
Figura 29. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase II en el estanque 4.....	59
Figura 30. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase II en el estanque 4.....	60
Figura 31. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase II en el estanque 4.....	61
Figura 32. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase I en el estanque 5.....	62
Figura 33. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase I en el estanque 1.....	63
Figura 34. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase I en el estanque 5.....	64

Figura 35. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase II en el estanque 5.....	65
Figura 36. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase II en el estanque 5. ....	66
Figura 37. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno disuelto en la fase II en el estanque 5.....	67
Figura 38. Relación profundidad – temperatura en el estanque 1 fase I. ....	68
Figura 39. Relación profundidad – pH en el estanque 1 fase I.....	69
Figura 40. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 1 fase I.....	70
Figura 41. Relación profundidad – temperatura en el estanque 1 fase II. ....	71
Figura 42. Relación profundidad – pH en el estanque 1 fase II.....	72
Figura 43. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 1 fase II.....	73
Figura 44. Relación profundidad – temperatura en el estanque 4 fase I. ....	74
Figura 45. Relación profundidad – pH en el estanque 4 fase I.....	75
Figura 46. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 4 fase I.....	76
Figura 47. Relación profundidad – temperatura en el estanque 4 fase II. ....	77
Figura 48. Relación profundidad – pH en el estanque 4 fase II.....	78
Figura 49. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 4 fase II.....	79
Figura 50. Relación profundidad – temperatura en el estanque 5 fase I. ....	80
Figura 51. Relación profundidad – pH en el estanque 5 fase I.....	81
Figura 52. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 5 fase I.....	82
Figura 53. Relación profundidad – temperatura en el estanque 5 fase II. ....	83
Figura 54. Relación profundidad – pH en el estanque 5 fase II.....	84
Figura 55. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 5 fase II.....	85
Figura 56. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase I estanque 1, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c). ....	86
Figura 57. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase I estanque 4, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c). ....	87
Figura 58. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase I estanque 5, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c). ....	88
Figura 59. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase II estanque 1, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).....	89

Figura 60. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase II estanque 4, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).....	90
Figura 61. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase II estanque 5, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).....	91



## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
Cuadro A - 1. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 1 en la fase I con los parámetros físico químicos. ....	103
Cuadro A - 2. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 4 en la fase I con los parámetros físico químicos. ....	103
Cuadro A - 3. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 5 en la fase I con los parámetros físico químicos. ....	103
Cuadro A - 4. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 1 en la fase II con los parámetros físico químicos. ....	104
Cuadro A - 5. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 4 en la fase II con los parámetros físico químico. ....	104
Cuadro A - 6. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 5 en la fase II con los parámetros físico químicos. ....	105
Cuadro A - 7. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 1 fase I. ....	105
Cuadro A - 8. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 4 fase I. ....	106
Cuadro A - 9. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 5 fase I. ....	106
Cuadro A - 10. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 1 fase II. ....	107
Cuadro A - 11. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 4 fase II. ....	108
Cuadro A - 12. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 5 fase II. ....	109
Cuadro A - 13. Especies producidas en la acuicultura. ....	110
Cuadro A - 14. Actividades previas a la siembra de la post larva. ....	110
Cuadro A - 15. Equipo utilizado para la toma de datos. ....	111
Figura A - 1. Principales países productores de camarón <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) .....	112
Figura A - 2. Ciclo de vida del Camarón <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) .....	112
Figura A - 3. Anatomía de <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) adulto. ....	113
Figura A - 4. Dimensiones de los estanques, distribución de las secciones y puntos para la toma de datos. ....	113
Figura A - 5. Peachimetro .....	114
Figura A - 6. Sonda Multiparametros .....	114

Figura A - 7. Bascula gramera para la toma de peso de los camarones.....	115
Figura A - 8. Muestreo de Temperatura y Oxígeno disuelto .....	115
Figura A - 9. Muestreo de pH .....	116
Figura A - 10. Extracción de camarones .....	117
Figura A - 11. Toma peso de los camarones.....	117
Figura A - 12. Seccionamiento del Estanque 1 .....	118
Figura A - 13. Seccionamiento del estanque 1.....	118
Figura A - 14. Seccionamiento del Estanque 4 .....	119
Figura A - 15. Seccionamiento del Estanque 5 .....	119
Figura A - 16. Colocación de estacas para la división de las secciones en los estanques..	120
Figura A - 17. Área investigada.....	121
Figura A - 18. Lectura de parámetros físico químicos.....	121
Figura A - 19. Aireadores de Paleta .....	122

## 1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador la camaronicultura tiene una característica sumamente importante, debido a que se encuentran dentro de áreas de manglares, conocidas como bosques húmedos, que tienen la particularidad de ser catalogadas como áreas naturales protegidas, por ser fuente de una inmensa reserva de biósfera con plantas, aves, mamíferos y de insectos entre otros; en tal sentido, algunos se encuentran dentro de la categoría de especies en peligro de extinción. Por lo cual, estas especies y explotaciones se encuentran en las zonas de Áreas Naturales Protegidas conocidas como sitios RAMSAR.

Asimismo, la acuicultura genera oportunidades de empleos a mujeres, jóvenes e incluso personas de la tercera edad. En cuanto al cultivo de camarón, es uno de los sectores con más rápido crecimiento en Asia, Latinoamérica, recientemente en África y El Salvador. En tal sentido, la sostenibilidad de la acuicultura del camarón se debe alcanzar con el reconocimiento a corto y largo plazo de los efectos en el medio ambiente y a la comunidad en general.

Por lo tanto, en el cultivo del camarón los parámetros físico químicos de temperatura, pH y oxígeno disuelto aunados a las diferentes profundidades de los estanques que posee la Cooperativa los Piñalitos, afectan la supervivencia, el crecimiento y la productividad de estos; por lo que un buen conocimiento de estas variables conlleva a una producción eficiente de esta especie.

Por lo cual, el presente trabajo de investigación se monitorearon los parámetros físico químico de temperatura, pH y oxígeno disuelto con la profundidad de los estanques camaroneros, para determinar el efecto en la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 en la Cooperativa los Piñalitos, que finalmente se refleja en la ganancia de peso y en el desarrollo de estos al culminar el ciclo de producción.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Acuicultura**

Se define como el conjunto de técnicas y actividades para la cría en cautividad de organismos acuáticos cuya finalidad es el control de la totalidad o de parte del ciclo de los animales o vegetales, el cual se ejerce tanto sobre las especies como sobre los medios de cultivo, encaminados a hacer más eficiente su producción (FAO 2008). En la actualidad, la actividad acuícola se centra en satisfacer las demandas alimentarias de los consumidores (Fernández 2011). Además, la acuicultura y la pesca de captura suministraron al mundo unos 142 millones de toneladas de pescado en 2008 a nivel mundial (FAO 2010).

### **2.2. Especies producidas en la acuicultura**

En el año 2012, el número de especies registradas en las estadísticas ascendió a 567, incluidos peces de escama, moluscos, crustáceos, anfibios y reptiles, invertebrados acuáticos y algas marinas y de agua dulce (Cuadro A – 13), (FAO 2014). De igual forma, cada especie tiene sus propias características, hasta el punto de que algunos cultivos reciben nombres propios: salmonicultura (salmones), carpicultura (carpas), truticultura (truchas), alguicultura (algas) y camaronicultura (camarones) (Fernández 2011).

### **2.3. Cultivo de camarón**

La industria del camarón es una actividad económica relevante a nivel mundial y nacional (Burbano 2014). Asimismo, El cultivo de camarón a escala mundial se ha incrementado considerablemente (Linares s.f.). De igual forma, el cultivo de camarón ha sido una de las actividades comerciales con mayor dinamismo en el mundo, dados los cambiantes factores del mercado y otros que han alterado el flujo normal de la demanda y producción (Medición y alimentación en...2013).

En este sentido, el camarón marino ocupa el primer lugar de la producción acuícola de América Latina y el Caribe, y ninguna actividad económica del área hidrobiológica ha alcanzado en los últimos 15 años un crecimiento tan acelerado como la camaronicultura en las áreas tropicales y subtropicales costeras del mundo (Marroquín *et al.* 2012).

De las 27 especies de crustáceos que se cultivan actualmente, 12 son especies de camarón, de las cuales en 1970 se producían por acuicultura cantidades insignificantes (9,022 Tm) en comparación con el camarón producto de la pesca en ese mismo año (1,083, 697 Tm): para el año 1999 se produjeron por pesca 2, 890,794 Tm y de camarón cultivado 1,130, 737 Tm (SENASICA 2003).

#### **2.4. Principales países productores de camarón**

Los principales países productores de *Penaeus vannamei* incluyen a: China, Tailandia, Indonesia, Brasil, Ecuador, México, Venezuela, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Belice, Vietnam, Malasia, P.C. de Taiwán, Islas del Pacífico, Perú, Colombia, Costa Rica, Panamá, Estados Unidos de América, India, Filipinas, Camboya, Surinam, Saint Kitts, Jamaica, Cuba, República Dominicana y Bahamas (Figura A – 1), (Briones 2017). En cuanto a El Salvador, para el año 2006 la producción reportada asciende a 336,355 kg de camarón blanco, no se incluye la cosecha de otras especies resultantes de la fauna de acompañamiento de los cultivos extensivos. Se reporta también una producción de 22, 339,650 post-larvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*), destinados para el engorde en granjas nacionales, complementándose la demanda con la importación de 14, 231,000 de unidades (MAG 2006).

#### **2.5. Taxonomía del camarón**

Los camarones pertenecen a la familia de los peneidos (*Penaeidae*) y en su estado adulto viven en mar abierto, donde se reproducen y alcanzan una talla de entre 15 y 20 centímetros de largo (SENASICA 2003).

De igual forma, los camarones son conocidos taxonómicamente como decápodos natantia, comprenden unas 3,000 especies. En los peneidos en general, las hembras desovan frente a las costas, liberando los huevos directamente en el agua, de los que eclosionan las larvas al término de algunas horas (Arias s.f.).

Para distinguir los distintos grupos es de especial importancia determinar el desarrollo de las patas (pereiópodos) y si las placas que cubren el abdomen se solapan o no (FAO 2008). Benítez *et al.* 2005 nos muestra la descripción taxonómica de *Litopenaeus vannamei* en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Litopenaeus vannamei*.

<b>TAXONOMÍA</b>	
Nombre común	Camarón
Reino	Animal
Phylum	Arthropoda
Clase	Crustáceo
Subclase	Malacostraca
Series	Eumalacostraca
Superorden	Eucarida
Orden	Decapada
Suborden	Dendobranchiata
Infraorden	Penaeidae
Superfamilia	Penaeoidea
Familia	Penaeidae
Nombre científico (género y especie)	<i>Litopenaeus vannamei</i>

**Fuente:** Elaborado con base en Benítez *et al.* 2005.

## 2.6. Ciclo de vida del camarón

En el ciclo vital de los peneidos, se destaca fundamentalmente la presencia de una fase larval compleja, acompañada por movimientos migratorios en distintas etapas de la vida planctónica y demersal, así como en los juveniles y adultos (Martínez *et al.* 2008). Asimismo, las etapas de desarrollo que sufre el camarón consta de cuatro fases muy distintas: huevo, larva, post larva y adulto (Figura A – 2), (SENASICA 2003).

### 2.6.1. Huevos

La etapa de huevo inicia cuando los machos depositan en el télico de la hembra los espermatozoides posteriormente la hembra expulsa los huevos (óvulos) los cuales son fecundados al salir de su cuerpo, los huevos eclosionan al término de unas horas liberando larvas sencillas y muy pequeñas, los nauplios, que representan el primero de los 11 estadios larvales habituales: 5 estadios de nauplio, 3 de protozoa y 3 de mysis (Díaz *et al.* 2012).

### 2.6.2. Desarrollo larvario

En cuanto a las larvas estas tienen una vida planctónica, esto significa que se encuentran suspendidas en una columna de agua, presentando movimientos en el sentido vertical (Martínez *et al.* 2008). Asimismo, el estadio larval tiene una duración cercana a las 3 semanas dependiendo de las especies y condiciones ecológicas predominante durante su trayectoria hacia las áreas costeras tendrá que ir variando tanto su morfología externa e interna (hepatopáncreas, antenas y anténula) y su fisiología enzimática para poder asimilar los diferentes tipos de alimento que ingerirá (Cabrera *et al.* s. f.). De esta forma, los estadios larvarios son tres y cada uno se divide en sub estadios y para cada estadio larvario, su morfología y comportamiento son diferentes (Montano *et al.* 2003).

- **Nauplio**

En cuanto al estadio Nauplio este consta de 5 sub estadios, el cual tiene una duración aproximada de 2 días, durante los cuales los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria (Blandón y Ordoñez 2015).

- **Nauplio 1:** Forma oval, tres pares de antenas, las dos primeras sirven para nadar (Jiunn *et al.* 1992). También, posee ocelo y un par de espinas caudales en forma redondeada. Asimismo, la longitud promedio es de 0.40 mm (Morales 1995).
- **Nauplio 2:** Parte posterior del cuerpo alongada y suavemente aplanada, en la primera antena se nota una seta con unas pequeñas cerdas llamadas células. Una seta mediana y una corta. Longitud promedio 0.45 mm (Morales 1995).
- **Nauplio 3:** Comienza a formarse el sistema nervioso (Jiunn *et al.* 1992). Posteriormente aparecen dos pequeñas espinas caudales junto a las ya existentes, en la primera antena se notan dos setas largas y una corta. Longitud del cuerpo 0.49 mm (Morales 1995).
- **Nauplio 4:** Comienza a dividirse la segunda antena en exopodos y endopodos. Asimismo, las maxilas y maxilipedos en la parte ventral, parte posterior del cuerpo más larga. Longitud promedio 0.55 mm (Jiunn *et al.* 1992).

- **Nauplio 5:** Posee 7 espinas caudales, maxilas y maxilipedos externos, presencia de base de mandíbulas. Longitud promedio 0.61 mm (Morales 1995).

- **Zoea – protozoea**

Existen tres sub estadios de zoea. En zoea I la larva empieza a alimentarse. La transición de nauplio V a Zoea I es la etapa más crítica del desarrollo larvario, ya que las más grandes mortalidades pueden ocurrir en este período (Montano *et al.* 2003). En este sentido, una zoea bien alimentada se identifica cuando largos cordones fecales aparecen detrás de la larva, y son vistos en el agua. De igual forma, en las Zoeas su principal característica son los maxilipedos como primordiales apéndices natatorios (Jiunn *et al.* 1992). Es importante destacar que la zoea es planctónica y su natación es otra forma característica. El tiempo que requiere para cambiar a sus tres sub estadios es de 36 horas por cada cambio, demorando más en la etapa de zoea II que puede ser de 30 a 40 horas aproximadamente (Morales 1995). Asimismo, en este estadio las larvas poseen fototaxis positivo de una forma suave (Jiunn *et al.* 1992). También, la etapa zoea posee un tracto digestivo completo y mantiene el mismo hábito pelágico del nauplio, donde alcanza una longitud de 2.2 mm y se alimenta de fitoplancton (Cabrera *et al.* s. f.).

- **Zoea 1:** El cefalotórax es grande y redondo, la base de los ojos se encuentra formada. La materia fecal se encuentra adherida a su intestino (Jiunn *et al.* 1992). Asimismo, las dos maxilas y maxilipedos son evidentes. Longitud promedio 1 mm (Morales 1995).
- **Zoea 2:** En esta etapa ya posee rostrum y bien definido sus ojos compuestos, así, como el pedúnculo ocular (Jiunn *et al.* 1992). El largo de su cuerpo se estima en 1.9 mm (Morales 1995).
- **Zoea 3:** El abdomen tiene espinas y comienza a formarse el telson. (Jiunn L, *et. al.* 1992). También el largo de su cuerpo es de aproximadamente 2.7 mm (Morales 1995).

- **Mysis**

En este estadio la larva nada hacia atrás en posición vertical con la cabeza hacia abajo. Es la única etapa en que se observa esta forma de nado (Montano *et al.* 2003).



Es importante destacar que esta etapa toma de 24 a 48 horas por subestadio; a excepción de Mysis I, que toma aproximadamente 40 horas, se alimentan de fitoplancton, zooplancton y materia orgánica (Montano *et al.* 2003).

- **Mysis 1:** Sub estadio crítico, ya que ocurren cambios drásticos, los uropodos crecen más, periópodos funcionales aparecen. Pequeños brotes que serán los pleopodos. Longitud promedio 3.4 mm (Morales 1995).
- **Mysis 2:** Aparecen los pleopodos en los segmentos abdominales como proyecciones en forma de gancho. Longitud del cuerpo 4 mm (Morales 1995).
- **Mysis 3:** Ya tiene formado los pleopodos (Jiunn *et al.* 1992). De igual forma, aparecen las primeras espinas dorsales en el rostrum (Morales 1995v).

### 2.6.3. Post larva

En la etapa la post larva se desplaza hacia la franja litoral en busca de las lagunas costeras o esteros, que tiene gran importancia en su ciclo vital, ya al fin de este periodo los individuos alcanzaran un tamaño de 7 a 11 mm aproximadamente, 14 días después de post-larva (Cabrera *et al.* s. f.). Durante este periodo, todos los pleopodos tienen setas y el primer, segundo y el tercer par de periópodos se divide en dos. Con buenas condiciones y alimento suficiente, cada día mudan las post larvas (Jiunn *et al.* 1992).

### 2.6.4. Juvenil y Adulto

Después de sucesivas mudas, las postlarvas se transforman en juveniles manteniéndose en los estuarios de los ríos durante un lapso de 3 a 4 meses y posteriormente comienzan a migrar al mar donde su crecimiento es más rápido (Andrade 2010). Asimismo, en esta etapa ya el camarón se encuentra bien diferenciado en todos sus componentes anatómicos, el rostro posee dos dientes ventrales o uno, el último diente ventral está situado al nivel o anteriormente al primer diente dorsal, la petasma del macho con la porción distal libre del lóbulo lateral largo, sobre pasa apreciablemente el lóbulo medial y es de forma elipsoidea (Figura A – 3), (Montano *et al.* 2003).

## **2.7. Sistemas de producción**

Los sistemas de cultivo en la actualidad se pueden clasificar generalmente en cuatro categorías: extensivo, semi-intensivo, intensivo y súper-intensivo (Hernández 2016).

### **2.7.1. Sistema extensivo**

Son estanques de gran tamaño mayores de una hectárea, sin intercambios diarios de agua, sin control de parámetros físico-químicos, y sin alimentación complementaria (Benítez *et al.* 2005). De este modo, se hacen hasta tres ciclos por año, con duración de 75 a 90 días, haciéndolos coincidir principalmente con la época lluviosa con extensión al período de transición entre ésta y la época seca (Fuentes y Gracia 2014). De igual forma, la postlarva es de origen silvestre y el aprovisionamiento es por apertura de compuertas en marea alta sin selección y complementada por captura de semilla o “larveo”, usualmente con algún tipo de selección; no existe un verdadero conteo de la “semilla” sino una estimación empírica de tipo volumétrica (“cumbada”) y, por supuesto, no hay registro de mortalidad a la siembra (Hernández *et al.* 2005). De esta manera, está entre los modelos de cultivo este es el más sencillo (Montano *et al.* 2003).

### **2.7.2. Sistema semi intensivo**

Se diferencia del anterior por las siguientes características: las nidadas productoras son abastecidas por bombeo accionado por motores diésel, usualmente de 30.5 a 40.6 cm de caudal (Fuentes y Gracia 2014). Además, los estanques cuentan con canal reservorio, los recambios de agua son más frecuentes garantizando así mejor calidad del ambiente de cultivo (Hernández *et al.* 2005). De esta manera, estas facilidades permiten que los estanques se pueblen exclusivamente con semilla de laboratorio a densidades entre 10 y 20 post larvas por metro cuadrado (Fuentes y Gracia 2014). De esta manera se utiliza un poco más de tecnología para aumentar la producción. La siembra se realiza directamente usando post-larvas y/o juveniles de fuentes naturales, de laboratorios o provenientes de otros estanques pequeños llamados pre-criaderos (Benítez *et al.* 2005). De igual forma, se utiliza un canal reservorio que permita los cambios de agua del 5% al 10% de la masa total de agua del estanque diariamente en algunos casos se utiliza sistema de tuberías con bombas de gran capacidad (Meyer 2004).

### **2.7.3. Sistema intensivo**

El sistema intensivo posee una gran tecnología lo que le permite una alta tasa de siembra, aireación permanente que consiste en una recirculación del agua para la generación de oxígeno disuelto (FAO 2011). Es importante destacar que los factores físico-químicos son registrados todos los días (Benítez *et al.* 2005). Asimismo, la densidad de siembra es de 30 - 40 larvas/m<sup>2</sup>. Es necesario ubicar alrededor de 4-6 aireadores por hectárea para incrementar la concentración de oxígeno disuelto. Con un manejo adecuado después de 4 meses se podría alcanzar pesos promedios de 12 a 14 gramos para cosechar. Dependiendo en manejo que se le dé se obtienen rendimientos de 2000 kg/ha/año (Fuentes y Gracia 2014). Finalmente, la alimentación se basa en dietas artificiales suministradas 4 a 5 veces diarias (FAO s.f.).

### **2.7.4. Sistema súper intensivo**

El cultivo se ejecuta en canales de 282 m<sup>2</sup> con 300–450 juveniles/m<sup>2</sup> de entre 0,5 y 2 g para su crecimiento entre 3 y 5 meses, en donde ha logrado obtener producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 g/semana, tasas de sobrevivencia de 55–91 por ciento, con un peso promedio de entre 16 y 26 g y factores de conversión alimenticia de 1,5–2,6:1 (FAO 2011). La densidad de siembra es de 50-100 larvas/ m<sup>2</sup>. Se necesitan de 8-10 aireadores por hectárea, a los 4 meses se podría alcanzar pesos promedio de 12 gramos para cosechar. Los rendimientos anuales para este tipo de cultivo oscilan alrededor de los 5000 kg/ha (UCA 2010).

## **2.8. Parámetros físico químicos en estanques camaroneros**

Las características del agua de un estanque dependen del agua que se ha utilizado para llenarlo y de las características del suelo (Lara *et al.* 2015). Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25 °C y 32 °C. Estos rangos de temperatura a lo largo del año son característicos de las aguas costeras en los trópicos (Cuéllar *et al.* 2010). De igual forma, en áreas subtropicales la temperatura puede descender por debajo de los 25 °C durante semanas o meses, por lo que los camarones no crecerán bien. Mientras que en el trópico es común obtener dos ciclos de cultivo al año, en algunas áreas subtropicales se obtiene uno y en otras son posibles dos ciclos, pero uno va a estar limitado por la baja temperatura del agua (Ulloa 2015).

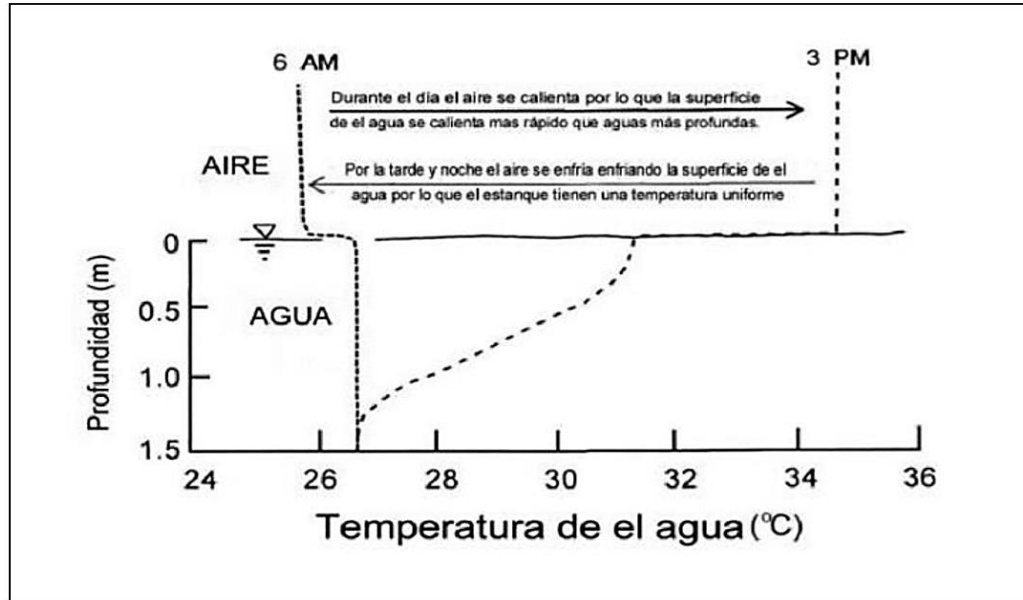
### 2.8.1. Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (Ulloa 2015).

Es importante destacar, que la temperatura tiene alto impacto en los procesos químicos y biológicos. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general, por cada 10 °C que aumenta la temperatura (Acuicultura hoy 2013). Asimismo, significa que el camarón crece dos veces más rápido y consume el doble de oxígeno a 30 °C que a 20 °C, por lo que el requerimiento de oxígeno disuelto es más crítico en temperaturas cálidas que en las frías. El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo, se incrementan también conforme aumenta la temperatura (Claude s.f.).

Debajo de 23 °C su desarrollo es lento o retardado debido a un descenso en su tasa metabólica. Cuando la temperatura del agua sobrepasa los 32° C, los camarones tendrán metabolismos muy acelerados. Aunque su crecimiento puede ser muy rápido, el agua caliente no tiene mucha capacidad de mantener oxígeno en solución. Esto en yuxtaposición con que es un momento cuando el camarón requiere una gran cantidad de oxígeno para sostener su tasa elevada de metabolismo (Mayer 2012). De igual forma la temperatura controla en gran medida el crecimiento de los camarones, esto se puede considerar también como un factor económicamente importante (Wyban *et al.* 1995).

Respecto al calor, este penetra por la superficie del agua y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo. Como la densidad del agua (peso por unidad de volumen) disminuye conforme aumenta su temperatura sobre los 4 °C, la capa superficial puede ser tan caliente y ligera que no se mezcla con la más fría del fondo. Esta separación de las capas del agua se denomina estratificación termal. La estratificación tiene a menudo un patrón diario: durante el día la temperatura del agua aumenta y se forma una capa cálida, durante la noche la temperatura de la capa superficial disminuye a la misma que la del agua del fondo, por lo que las capas se mezclan (Figura 1), (Ulloa 2015).



**Fuente:** Tomado de Ulloa 2015.

Figura 1. Estratificación térmica en función de la profundidad de un estanque.

### 2.8.2. Salinidad

La salinidad representa la concentración total de iones inorgánicos disueltos, o sales, en el agua. Esto juega un rol significativo para el crecimiento de organismos de cultivo a través de la osmorregulación de minerales de cuerpo en el agua circundante (Fuentes y García 2014). Asimismo, la salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L (Claude s.f.).

Por lo tanto, para una mejor supervivencia y crecimiento, un rango óptimo de salinidad debe ser mantenido en el agua del estanque. Si la salinidad es demasiado alta, los camarones comenzarán a perder agua al medioambiente (Santos *et al.* 2018). En cuanto a la salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua. La salinidad en las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la sequía (Rojas *et al.* 2005).

Es importante destacar, que los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que éste durante la temporada de sequía ya que los iones se concentran a causa de la evaporación. La salinidad disminuye conforme se aleja de la boca del estuario, y la salinidad puede estratificarse de acuerdo a la profundidad en el estuario (Carbajal y Sánchez 2013).

Es importante destacar que los camarones jóvenes parecen tolerar una mayor fluctuación de salinidad que los adultos. Los cambios drásticos de salinidad pueden también alterar la fauna del fitoplancton y sus densidades de población, y llevar a inestabilidad del ecosistema (Arzola *et. al.* 2008). Reducir la salinidad por más de 5 ppm, a cada vez de intercambio de agua, no se recomienda. Los rangos óptimos para agua de mar oscilan entre 0.5-30 ppm (Fuentes 2014). Asimismo, aunque el *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) y *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) y otras especies pueden ser cultivados exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 ppm, se produce mejor con una salinidad superior a 5 ppm y la mayoría de granjeros la prefieren entre 20 y 25 ppm (Sandoval *et. al.* 2017).

### **2.8.3. Turbidez**

La turbidez es el grado de opacidad producido en el agua por las partículas en suspensión. En acuicultura, buscamos la turbidez relacionadas con los organismos planctónicos; las partículas minerales son generalmente negativas para la cría. La turbidez se mide con el disco Secchi (Mayer 2012). Esto indica que la visibilidad de disco Secchi es la profundidad en centímetros a la cual el disco deja de ser visible cuando este es sumergido en el agua del estanque. Usualmente existe una relación inversa entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton (Briones *et al.* 2017).

Asimismo, la turbidez causada por partículas de arcilla en suspensión que actúa como filtro de los rayos solares afecta la productividad primaria del estanque y por consiguiente la actividad fotosintética del fitoplancton y su producción de oxígeno (Acuicultura hoy 2013).

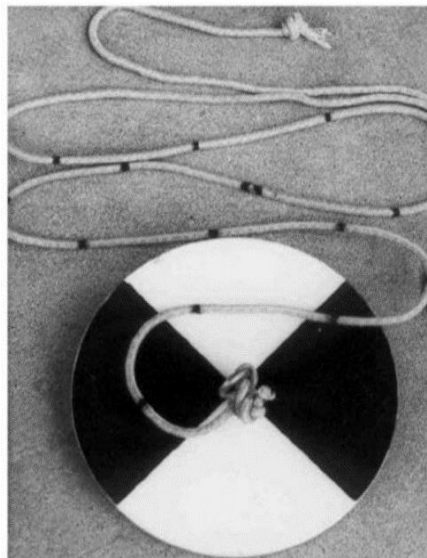
En términos generales, a medida que el plancton aumenta la visibilidad disminuye. Asimismo, al tomar decisiones de manejo en base a las lecturas de disco Secchi, hay que asegurarse que la turbidez es realmente debida a fitoplancton y no a otro tipo de materiales suspendidos en la columna de agua tales como arcilla, sedimentos o detritus (Rojas *et al.* 2005).

En tal sentido, la turbidez limita la habilidad de los peces para capturar el alimento y por consiguiente éste irá al fondo del estanque incrementando la cantidad de materia orgánica en descomposición lo que va en detrimento del oxígeno disuelto (Carvajal y Sánchez 2013).

Por otra parte, el disco Secchi está pintado con cuadrantes alternos de negro y blanco y tiene 20 centímetros de diámetro (Figura 2). Bajo el disco hay un peso y desde su centro emerge una cuerda con medidas calibradas. Sin embargo, a veces la turbidez es causada por partículas suspendidas de arcilla o detritus y no por la cantidad de fitoplancton (Ulloa 2015).

La visibilidad del disco Secchi es la profundidad a la cual el disco Secchi deja de ser visible, obviamente hay que tener cuidado para estandarizar el procedimiento utilizado en la lectura del disco. En muchas aguas existe una relación directa entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton: a medida que aumenta el plancton, la visibilidad disminuye (Limsuwan 2015).

La relación general entre la visibilidad del disco Secchi y las condiciones de plancton se proporciona en el Cuadro 1.



**Fuente:** Tomado de Ulloa 2015.

Figura 2. Disco Secchi.

Cuadro 1. Relación entre la visibilidad del disco Secchi y la condición del "Bloom" de fitoplancton.

Lectura del disco de Secchi (centímetros)	Comentarios
Menor de 25 cm	Estanque demasiado turbio. Si es turbio por Fito plancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas de suelo, la productividad es baja.
25- 30 cm	Turbidez llega a ser excesiva.
30-45 cm	Si la turbidez es por Fito plancton, el estanque está en buenas condiciones.
45-60 cm	Fitoplancton se vuelve escaso.
Mayor de 60 cm	El agua está demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas.

**Fuente:** Elaborado con base en Ulloa 2015.

#### 2.8.4. pH

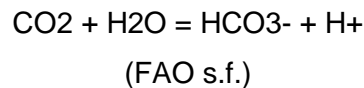
El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>):  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ . Indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica (Ulloa 2015).

La concentración de iones hidrogeno H<sup>+</sup>, es decir, si el agua es ácida o básica. El rango óptimo de pH se encuentra entre 6 y 9; pero valores de pH 5 han demostrado no ser nocivos para los camarones (Balnova 2014).



No obstante, esto una elevación o disminución pronunciada de los valores de pH pueden producir efectos letales para el equilibrio ecológico del estanque. La medición de este parámetro deberá ser diaria (FAO 2011).

En cuanto a los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 o 9 (Ulloa 2015). En resumen, la fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El dióxido de carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación:

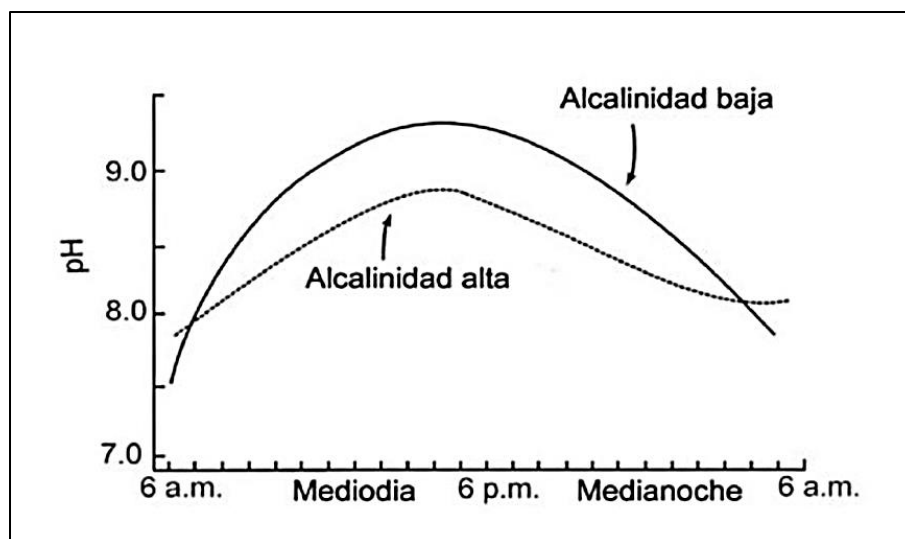


Por otra parte, si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume dióxido de carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración y a medida que se acumula el dióxido de carbono el pH baja (Claude s.f.).

En términos generales, a diferencia de los estanques con menor alcalinidad total, los estanques con alcalinidad total alta o moderada generalmente presentan un pH alto durante la mañana. Cuando abunda el fitoplancton, el pH aumenta durante el mediodía más en estanques con baja alcalinidad, que en los de mayor alcalinidad, por el efecto de amortiguación aportado por la alcalinidad alta (Ulloa 2015).

De esta forma, los cambios de pH dentro de un mismo cuerpo de agua están relacionados con la concentración de dióxido de carbono, el cual es fuertemente ácido. Los organismos vegetales demandan dióxido de carbono durante la fotosíntesis, de tal forma que este proceso determina en parte la fluctuación de pH y es así como se eleva durante el día y disminuye en la noche (Acuicultura hoy 2013).

En resumen la fluctuación diaria no siempre es tan grande, pero cuando el fitoplancton es abundante puede existir una gran fluctuación en el pH (Figura 3), (FAO 2011).



**Fuente:** Tomado de Ulloa 2015.

Figura 3. Efecto de la alcalinidad sobre las variaciones diarias en pH.

En estanques de cultivo el rango óptimo de pH se encuentra entre 7.5 a 8.5, valores entre 8.6 a 9.9 bloquean el proceso de muda ya que el ion predominante en el agua es el  $\text{CO}_3$ . Aguas con alcalinidad moderada están más amortiguadas y hay un menor grado de variación del pH (Balnova 2014). De esta manera, una generalización de la influencia del pH en el camarón se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto de diferentes niveles de pH sobre algunos parámetros de crecimiento y reproducción del camarón.

Efecto	pH
Punto de acidez letal	4
No reproducción	4-5
Crecimiento lento	4-6
Mejor crecimiento	6-9
Crecimiento lento	9-11
Punto letal de alcalinidad	11

**Fuente:** Elaborado con base en Ulloa 2015.

Cuando el pH del agua es muy bajo, se puede aplicar cal en el estanque para mejorarlo. Por fortuna un pH bajo es más común que uno alto, ya que no hay procedimientos confiables para reducirlo. Usualmente las bajas en el crecimiento, reproducción, o sobrevivencia que resultan de la baja acidez en los estanques no provienen de un pH bajo, sino de los efectos de la baja alcalinidad y de los lodos ácidos sobre la producción de plancton y organismos bentónicos (Claude s.f.).

En algunas áreas, el suelo contiene del 1 a 5% de sulfuros en forma de pirita de hierro, estos son suelos potencialmente ácidos por sulfatos. En estanques hechos con este material si la pirita entra en contacto con el aire en los bordes, la pirita se oxida y forma ácido sulfúrico, el cual puede causar un pH muy bajo en el estanque (Ulloa 2015). También, En caso de pH alto en el agua durante el día, la aplicación de melaza o carbohidratos de alta digestibilidad, para promover el crecimiento rápido de bacterias heterótrofas, que actúan sobre el pH por la producción de CO<sub>2</sub>, es lo adecuado para bajarlo (Balnova 2014).

#### **2.8.5. Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto es la variable más crítica para la calidad del agua en un estanque. Los granjeros deben entender muy bien qué factores afectan la concentración de oxígeno disuelto en el agua y cómo influye una baja concentración de oxígeno disuelto en el camarón (Claude s.f.).

El oxígeno disuelto en el agua es expresado normalmente en ppm (partes por millón) o en miligramos por litro (mg/l). La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura, a mayor temperatura menos oxígeno se disuelve. Por otra parte, si el agua está contaminada, tiene muchos microorganismos, materia orgánica alta, el oxígeno disuelto tiende a disminuir (Balnova 2014).

Es importante destacar que el nivel de oxígeno disuelto (OD) presente en un estanque de acuicultura es el parámetro más importante en la calidad del agua. Si no hay una buena concentración de oxígeno disuelto los organismos pueden ser vulnerables a enfermedades, parásitos, o morir por falta de este elemento. Además, se ha comprobado que no aceptan el alimento cuando se presentan niveles bajos de oxígeno, lo cual conlleva a la pérdida de este insumo, afectando el crecimiento y la tasa de conversión alimenticia (Barrenechea 2004).

También, al subir la temperatura del agua este líquido pierde poco a poco su capacidad de mantener gas en solución (Limsuwan 2015). Entonces, es más frecuente tener problemas con concentraciones insuficientes de oxígeno durante la época más caliente del año cuando sube la temperatura del agua. La solubilidad del oxígeno en el agua disminuye mientras baja la presión atmosférica (Martínez y Ochoa 2013). Es decir, a alturas mayores (sobre el nivel de mar) el agua puede mantener menores cantidades de gas en solución. Con menos presión atmosférica, hay menos fuerza para mantener el gas en el agua. Además, incrementos en la salinidad del agua disminuyen su capacidad de tener gas en solución. Las moléculas de sal ocupan lugares en el agua donde pueden estar presentes las moléculas de oxígeno (Mayer 2012).

No obstante, la cantidad de oxígeno disuelto se cuantifica dos veces al día, en la mañana y al atardecer. En los estanques este elemento proviene del agua de recambio, la fotosíntesis y en menor grado del que se disuelve en la superficie del estanque proveniente de la atmósfera. Las menores concentraciones de oxígeno se observan durante la madrugada y las mayores a última hora del día (FAO 2011). Se consideran rangos normales de concentración entre 4 y 9 ppm, Se debe evitar no solo una baja concentración, sino valores superiores a 10 ppm, ya que esto indicaría una excesiva concentración de fitoplancton que puede producir una depleción notable de oxígeno durante la noche (Valenzuela *et al.* 2010).

Además, la pérdida de oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque y la producción se hace por las algas en el momento de la fotosíntesis. Asimismo, el otro origen del oxígeno es por el agua fresca administrada durante el intercambio de agua (FAO 1988). También, podemos comparar el sistema de recambio de agua como un verdadero pulmón del sistema semi intensivo (Valverde 2015).

La atmósfera contiene el 20.95% de oxígeno, a presión atmosférica normal (760 milímetros de mercurio), la presión del oxígeno en el aire es 159.2 mm ( $760 \times 0.2095$ ) (Tinajero 2012). En cuanto a la presión del oxígeno en el aire mueve el oxígeno dentro del agua hasta que la presión del oxígeno en el agua y en el aire sea iguales (FAO 2011). Asimismo, cuando cesa el movimiento del oxígeno desde el aire hacia el agua se dice que hay un equilibrio o saturación en el oxígeno disuelto. Con salinidades altas el agua retiene menos oxígeno disuelto que con salinidades bajas. De igual, forma el punto de saturación del oxígeno disuelto desciende junto con la presión atmosférica (Sandoval *et. al* 2017).

En cuanto las granjas de camarón están localizadas al nivel del mar y los cambios de presión atmosférica ante las variaciones climáticas son pequeños, de lo cual resulta que pueden ignorarse los cambios en la solubilidad del oxígeno por efecto de la presión atmosférica (Ulloa 2015).

#### **2.8.5.1. Niveles críticos de oxígeno disuelto para los camarones**

Los niveles críticos de oxígeno disuelto en el agua del estanque que están relacionados directamente con el bienestar o salud del camarón son: desde 0.0 - 1.0 mg/l, letal; 1.0 - 1.5 mg/l., letal con exposición prolongada; 1.7 -3.0 mg/l., pobre conversión alimenticia, crecimiento lento, disminución de la resistencia a las enfermedades si continúan expuestos (Sandoval *et al* 2017).

En este sentido, al incrementar la temperatura el camarón tiene que reponer mediante la ingesta de más alimento, la energía gastada con el incremento del metabolismo (más gasto en la respiración, locomoción y proceso de muda) afectando otra vez como en el caso de la temperatura su crecimiento y a la vez el factor de conversión alimenticia (Talavera *et al.* 1997).

La oxigenación en los procesos productivos para los acuicultores es uno de los parámetros de vital importancia, dado que, en pocos minutos una disminución de la concentración de oxígeno en el agua hasta el nivel mínimo tolerado por los camarones puede provocar su muerte (Valenzuela *et al.* 2011). De esta forma, la creación de aireadores es trascendente porque genera oxígeno de forma continua, incrementa los niveles de producción y alimentación continua (Morales 1995).

#### **2.8.5.2. Efectos de los niveles de oxígeno disuelto en los camarones**

La concentración del oxígeno disuelto puede bajar tanto que los camarones pueden morir. Sin embargo, los efectos usuales del oxígeno disuelto bajo se manifiestan en crecimientos lentos o en mayor susceptibilidad frente a enfermedades (Balnova 2014).

En estanques con una baja crónica en la concentración de oxígeno disuelto, los camarones comerán menos y no habrá una conversión alimenticia comparable con la de un estanque con niveles normales (Ulloa 2015). En el Cuadro 3 se resumen los efectos del oxígeno.

Cuadro 3. Efecto de las concentraciones de oxígeno sobre los camarones.

Concentración de oxígeno disuelto	Efecto
Menor de 1 - 2 mg/L	Letal si la exposición dura más que unas horas.
2- 4 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga.
4 – 12 mg/L	Mejor condición para el crecimiento adecuado.
> 12 mg/L	Puede ser dañino si las condiciones existen por todo el estanque. Generalmente, no hay problema.

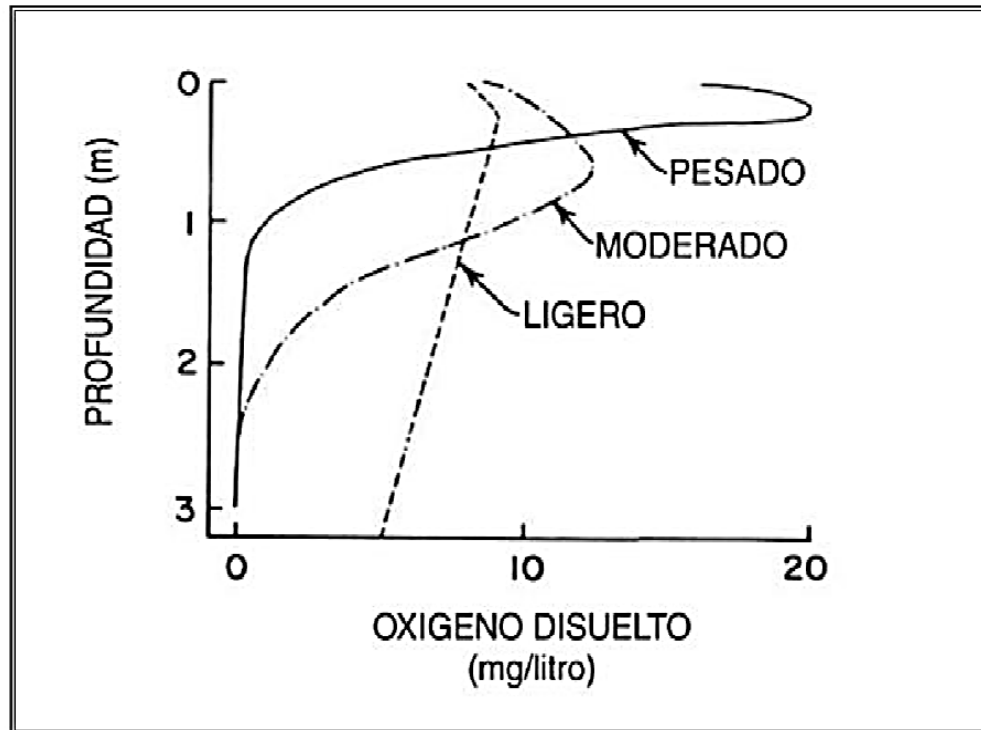
**Fuente:** Elaborado con base en Cuéllar *et al.* 2010.

### 2.8.5.3. Oxígeno disuelto y plancton

La luz que pasa a través del agua se reduce rápidamente, y la tasa en que disminuye su penetración crece con el aumento de la turbidez. Como resultado, la fotosíntesis ocurre en la superficie y la concentración de oxígeno disminuye con la profundidad. También los "blooms" de plancton reducen la penetración de luz; su disponibilidad a distintas profundidades es proporcional a la cantidad de plancton.

Dado que en estanques con mucho plancton el oxígeno disuelto puede reducirse hasta 0 mg/L a una profundidad de 1.5 o 1.2 m (Figura 4), (Kubitza 2017).

El ciclo que sigue la concentración de oxígeno disuelto es diario. La concentración más baja corresponde a la madrugada, durante el día aumenta por efecto de la fotosíntesis y la máxima concentración de oxígeno disuelto es por la tarde. Por la noche la fotosíntesis se detiene, pero como las necesidades de oxígeno de los organismos del estanque continúan, las concentraciones de oxígeno disminuyen (Morales 1995).



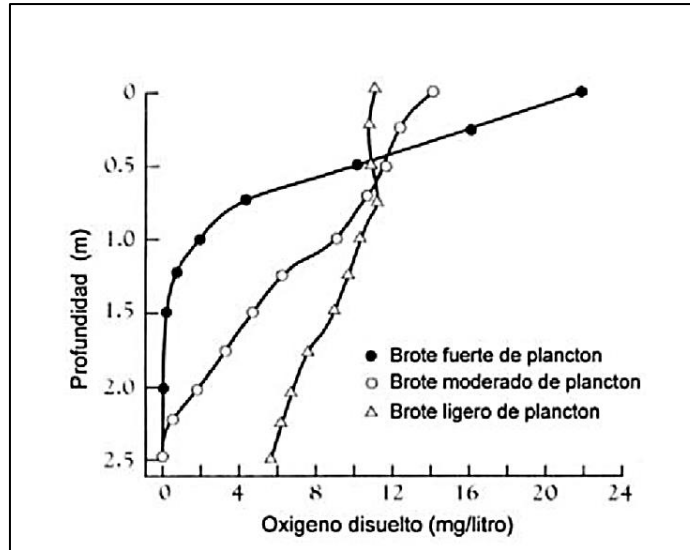
**Fuente:** Tomado de Ulloa 2015.

Figura 4. Nivel de oxígeno disuelto según la profundidad del estanque.

Por lo tanto, el ciclo diario del oxígeno disuelto es más pronunciado en estanques con brotes fuertes de fitoplancton (Figura 5), (Santos *et al.* 2018).

Por otra parte, el efecto del ciclo diario del oxígeno sobre los camarones es poco conocido, pero un buen crecimiento se logra cuando las concentraciones de oxígeno no descienden más de 30 o 40% de saturación durante la noche, y siempre que esté bajo nivel de concentración de oxígeno no perdure más de 1 o 2 horas (Ulloa 2015).

No obstante, las nubes pueden tener influencia en la concentración de oxígeno disuelto. Esto porque, aunque el efecto en la respiración es menor, en un día nublado se reduce la producción de la fotosíntesis. Un clima nublado influye más en un estanque con un Bloom fuerte de fitoplancton, que en un estanque con menos fitoplancton (Valenzuela *et al.* 2011).



**Fuente:** Tomado de Ulloa 2015.

Figura 5. Variación en el oxígeno disuelto según la profundidad y el Bloom del fitoplancton.

Por lo tanto, esto permite una acuicultura más productiva, pero también hace que la fluctuación del oxígeno disuelto sea mayor entre el día y la noche y que su disponibilidad disminuya a mayor profundidad. Si tales tasas son muy altas, los brotes de fitoplancton se volverán tan densos que el camarón mermará su crecimiento o incluso morirá debido a la baja concentración de oxígeno (Ulloa 2015).

El acuicultor puede ajustar la fertilización de los estanques y la alimentación, de tal forma que exista un nivel adecuado de plancton y de oxígeno disuelto para el camarón. Es muy importante que el administrador observe cada día los estanques y maneje las cantidades según las condiciones variables de cada estanque (Valenzuela *et al.* 2011).

Por lo tanto, el fitoplancton puede morir repentinamente y descomponerse, provocando un agotamiento del oxígeno disuelto (Briones *et al.* 2017). Asimismo, la mayoría de las mortalidades de fitoplancton están relacionadas con las algas azul-verdes, en días de calma esta alga forma espuma en la superficie del agua y el exceso de luz solar puede provocar que el alga que está dentro de la espuma muera. Debido a la gran concentración de nitrógeno en sus tejidos, esta alga se descompone rápidamente (FAO 2011).



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de la investigación

La investigación consistió en monitorear los parámetros físico químico de Temperatura, pH y Oxígeno disuelto y la profundidad de los estanques camaroneros de la Cooperativa “Los Piñalitos” durante un ciclo de producción y evaluar el efecto de estos parámetros en la producción de camarón.

##### 3.1.1. Ubicación del área de investigación

La investigación se realizó en la Cooperativa Camaronera “Los Piñalitos”, que se encuentra ubicada en el Caserío Guadalupe La Zorra, Cantón San Sebastián El Chingo, Municipio de San Luis La Herradura, Departamento de La Paz, ubicada a una altura sobre el nivel del mar de 2 a 3 metros aproximadamente. La zona de investigación posee un clima cálido que oscila entre 30 y 37 °C, con las coordenadas: 13°21'25.44" N y 88°51'56.41" O (Figura 6).



**FUENTE:** Tomado de Google Earth 2020.

Figura 6. Ubicación geográfica del área de investigación.

### 3.1.2. Descripción del sitio de investigación

La Figura 7 muestra la Cooperativa los Piñalitos la cual se encuentra en la zona de manglares catalogados como áreas naturales protegidas. En tal sentido, para la realización de la investigación se tomaron los estanques 1, 4 y 5 respectivamente de la Cooperativa.

Para la ejecución de la investigación se tomó un ciclo de producción. Asimismo, en el Cuadro 4 y la Figura A – 4, se detallan las dimensiones de los estanques que se investigaron.



**FUENTE:** Tomado de Google Earth 2020.

Figura 7. Estructura de los estanques de la Cooperativa Los Piñalitos.

Cuadro 4. Características de los estanques en investigados.

Estanque	Área	Profundidad	Volumen
1	21,033 m <sup>2</sup>	0.80 m	16,832.00 m <sup>3</sup>
4	19,262 m <sup>2</sup>	0.75 m	14,456.25 m <sup>3</sup>
5	14,100 m <sup>2</sup>	0.78 m	13,806.00 m <sup>3</sup>

### **3.2. Metodología de trabajo de la investigación**

La investigación se llevó a cabo en tres de los cinco estanques camaroneros con los que cuenta la Cooperativa “Los Piñalitos”; y para dicha investigación se tomó un ciclo de producción. Asimismo, la metodología para el desarrollo de esta se dividió en dos fases: fase de gabinete y fase de campo, las cuales se describen a continuación:

#### **3.2.1. Fase de gabinete**

Se realizó la recopilación de información para la elaboración del marco teórico de la investigación y para el desarrollo de la investigación. De esta forma, se completó el documento final de la investigación y así la metodología de campo y la metodología de análisis de resultados del mismo.

Por otra parte, para el análisis de la información obtenida en campo se organizaron los datos colectados a través de tablas, para lo cual se hizo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel y luego su interpretación, haciendo uso de estadística descriptiva mediante: gráficos de líneas, barras y de dispersión y medidas numéricas como medias o promedios, usando los valores máximos y mínimos para el análisis de los resultados. Asimismo, la metodología estadística no se trabajó con un método específico porque se trata de unidades productivas y no unidades experimentales, lo cual no nos permite utilizar un método estadístico definido porque se trabajó con la producción de la Cooperativa en general.

#### **3.2.2. Fase de campo**

La fase de campo comprendió la preparación de las zonas de estudio para la realización de la investigación, que implica: la preparación de los estanques para la toma de datos y la toma de los datos.

### **3.3. Duración de la investigación**

La investigación tuvo una duración de 83 días, comprendido desde el 26 de febrero del 2018 hasta el 15 de mayo de 2018 (tiempo que duró el ciclo de producción en la Cooperativa), describiendo en la tabla 2 las actividades, a continuación:

Tabla 2. Descripción de actividades realizadas durante la investigación.

<b>Actividad</b>	<b>Fechas</b>
Seccionamiento y ubicación de los puntos para la toma de datos en los estanques	26 de febrero de 2018
Siembra de la post larva e inicio de toma de datos	Desde el 27 de febrero hasta el 17 de abril (primer y segundo mes)
Primera toma de peso	Comprendió del 27 de marzo al 24 de abril como segundo mes de producción
Toma de datos de los parámetros diariamente y muestreo de peso semanalmente	Desde el 25 de abril al 15 de mayo de 2018, tercer mes de producción, pero segundo mes de toma de peso

### **3.4. Actividades previas a la siembra de la post larva, para la realización de la investigación**

Previo a la siembra de la Post larva en los estanques de la Cooperativa los Piñalitos los productores llevan a cabo una serie de actividades para la preparación de estos.

Es por ello que, para el montaje de la investigación en la cooperativa, se realizan las actividades necesarias para garantizar esta etapa (Cuadro A - 14).

### **3.5. Equipo utilizado**

En cuanto a la realización de la investigación se necesitó del equipo necesario para la toma de los diferentes parámetros físico químico, que consistió en: el Peachimetro, para la toma del parámetro pH y la Sonda multiparametros.

También, implementos para llevar a cabo dichas muestras como la báscula para la toma de peso, balsas (lanchas), cintas métricas, redes (atarrayas), entre otros (Cuadro A - 15).

### 3.6. Toma de datos

- **Unidades de muestreo**

Las unidades de muestreo que se trabajaron fueron cada uno de los estanques, donde se ubicaron los puntos para la realización de toma de datos y estos a las diferentes profundidades que tienen los estanques.

- **Muestreo de parámetros físico químicos y toma de peso**

El muestreo de los parámetros físico químicos se realizó durante el periodo de 81 días, muestreando de 8 am a 11 am de la mañana, tomando los parámetros físico químicos usando los equipos y materiales antes mencionados.

- **Temperatura**

La toma de temperatura se realizó con la Sonda Multiparametros, introduciéndola hasta el fondo del estanque y haciendo la lectura en cada uno de los puntos de las secciones, y registrando en las tablas de datos, lavando con agua destilada la sonda para la muestra en cada uno de los puntos y en cada uno de los estanques (Figura A – 8).

- **pH**

La toma del parámetro de pH se realizó con un frasco de vidrio, introduciendo el frasco en el estanque, tomando la muestra lo más profundo posible, sacándolo y colocando el Peachimetro para tomar la lectura de este parámetro (Figura A – 9: a, b, c).

Asimismo, tomando en cuenta que para la realizar cada una de las muestras el Peachimetro y el frasco se lavó con agua destilada, para no tener alteraciones entre los puntos de muestreo y también de un estanque a otro.

- **Oxígeno disuelto**

La toma del parámetro de Oxígeno Disuelto, se realizó con la Sonda Multiparametros, introduciéndola en el estanque hasta una profundidad promedio y haciendo la lectura en cada uno de los puntos que se tomaron en las secciones y registrándolos en las tablas de datos y

colocándole agua destilada a la sonda para su desinfección y la recolección de cada una de las muestras en los puntos en cada estanque (Figura A – 8).

- **Toma de peso**

La toma de peso se realizó con una red (Atarraya), realizando un total de 10 lances por estanque para cubrir cada uno de los puntos de las secciones, tomando el peso de los ejemplares atrapados por punto en cada uno de los estanques y pesando cada uno en la báscula gramera, y registrando los datos en las tablas (Figura A – 10), (Figura A – 11: a, b, c).

- **Diseño del área en los estanques para la toma de datos**

Para la realización de la investigación se hizo la división de los estanques por secciones, donde se ubicaron 10 puntos por estanque (Figura A – 12, 13, 14, 15), colocando en cada sección 5 puntos para realizar la toma de los parámetros físico químicos y el peso. Asimismo, para la identificación de los puntos se colocaron estacas de madera y la ubicación de las secciones (Figura A – 16: a, b). De igual forma, cada sección tuvo una dimensión de 50 m de largo y 40 m de ancho (2,000 m<sup>2</sup>) (Figura A - 17).

Asimismo, midiendo las diferentes profundidades de cada estanque en cada uno de los puntos y la toma de datos se realizó en las horas de 8:00 am - 11:00 am durante todo el ciclo de producción.

En cuanto al área útil a investigar fue de 4,000 m<sup>2</sup> con 10 puntos de toma de muestra que fueron seccionados en dos en cada estanque:

- S1 de 2000 m<sup>2</sup> con 5 puntos
- S2 con 2000 m<sup>2</sup> de 5 puntos

(Figura A - 17).

- **Obtención de datos**

La toma de datos se inició el día que se realizó la siembra de la post larva en los estanques, para poder tener un mejor control de la toma de parámetros y de los ejemplares, tomando este día como inicio de toma de datos o semana 1, e inicio de ciclo de producción.

El ciclo de producción se tomó en dos fases:

- **FASE I**

La toma de datos en la fase I tuvo una duración de dos meses que comprendió desde la siembra de la post lava que es el día 1 hasta el día 60, detallados a continuación:

**Primer mes:**

Se realizó semanalmente la toma de datos y el registro solo de los parámetros físico químicos en los puntos ya establecidos en las secciones (Figura A – 18: a, b), y se realizó de esta forma porque en la primera fase del ciclo de producción los parámetros físico químico se encuentran estables para la producción.

Asimismo, los datos de la ganancia de peso, no se tomaron el primer mes dado que el tamaño y peso de los camarones es muy pequeño y las redes no logran capturarlos; además, el peso de estos es muy bajo y se encuentra una cantidad excesiva de camarones por libra.

**Segundo mes:**

Se continuó con la toma de datos de los parámetros físico químicos, como en el primer mes, tomándolos semanalmente (Figura A – 18: a, b).

A partir de este mes se inicia con la toma de peso, y siempre realizándola semanalmente, para observar su ganancia de peso, porque en esta etapa del ciclo de producción los camarones poseen de 3.5 a 4.5 g, y las redes ya logran capturar los ejemplares para el registro de estos.

- **FASE II**

La toma de datos en la fase II tiene una duración de 21 días correspondiente al tercer mes:

**Tercer mes:**

En este mes se continuó con la toma de datos de los parámetros físico químicos (Figura A – 18: a, b), pero estos de manera diaria, porque los parámetros empiezan a mostrar un desequilibrio y por consecuencia un efecto en los camarones y se mantiene un mejor control de los parámetros. En esta etapa del desarrollo al descontrolarse los parámetros físico

químicos nos conllevaría a un grave efecto en los ejemplares y una pérdida considerable en la producción de la Cooperativa, mostrándose en la actividad del camarón se presentan más inquietos por la demanda y exigencia de los parámetros.

Finalmente la toma de peso, se continuó haciendo semanalmente para observar la ganancia de estos, den esta etapa del ciclo de producción los ejemplares poseían de 9.9 a 13 g por camarón.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los resultados y discusión de la investigación, mostrando cada uno de los parámetros físico químicos evaluados, su comportamiento en los estanques camaroneros y su efecto en los camarones.

### 4.1. Resultados de los parámetros físico químicos en cada estanque en la fase I

A continuación, se muestran los resultados detallados de los parámetros físico químicos obtenidos en los tres estanques que se monitorearon en la fase I.

#### 4.1.1. Parámetros físico químicos en el estanque 1 fase I

En las siguientes graficas se muestran cómo se realizó el análisis de los parámetros físico químicos en los diferentes tiempos de la duración de la fase I en el estanque 1.

##### - Comportamiento de la temperatura

Los valores de temperatura variaron entre 27.5 y 31.3 °C. Con un promedio de 29.6 °C como se observan en la figura 8. Esto concuerda con lo establecido por Cuéllar *et al.* (2010), donde menciona que los valores óptimos de temperatura para el crecimiento de los camarones son de 23 °C a 32 °C.

Por lo tanto, los valores obtenidos de este parámetro en la fase I en el estanque 1, se encuentran dentro de los intervalos óptimos, y comparado con el valor que nos presenta Cuéllar *et al.* (2010) y en relación a este los camarones hasta esta fase presentan un buen desarrollo.

En relación a la variación de la temperatura de los camarones, cuya temperatura es similar a la del medio ambiente sobre la superficie del agua del estanque tiene un efecto directo sobre el crecimiento y metabolismo de los ejemplares. En cuanto a la temperatura que muestra los datos, estos se encuentran en un micro-ecosistema factible e idóneo para su desarrollo, de esta manera, con el rango de temperatura que va desde los 23 °C hasta los 32 °C en donde, el promedio obtenido en los datos es de 29.6 °C por lo que se encuentran estables los camarones.

### - Comportamiento del pH

El pH (potencial de hidrógeno), indica la concentración de ion hidrógeno en una solución. Asimismo, la escala de pH oscila entre 0 a 14 y nos indica que tan ácida o básica es el agua de un estanque. Valores menores de 7 indican soluciones ácidas y mayores a 7 soluciones básicas, siendo 7 un valor neutro.

En tal sentido, los valores de pH variaron entre 7.58 y 8.03 en los 10 puntos del estanque. Asimismo, el promedio de pH dentro de este estanque fue de 7.9. Esto concuerda con lo que menciona FAO s.f, que los intervalos óptimos de pH para el crecimiento del camarón son de 6 – 9.

De esta manera, en los resultados se observó que él, pH estuvo entre los intervalos normales, como lo menciona FAO 2008, por lo que esto no afectó en el crecimiento de los camarones para esta fase. De esta forma en estanques de producción este parámetro es de vital importancia, por lo cual es de estar en un constante monitoreo para no crear estrés o discontinuidad metabólica en los camarones esto se observa en la figura 8.

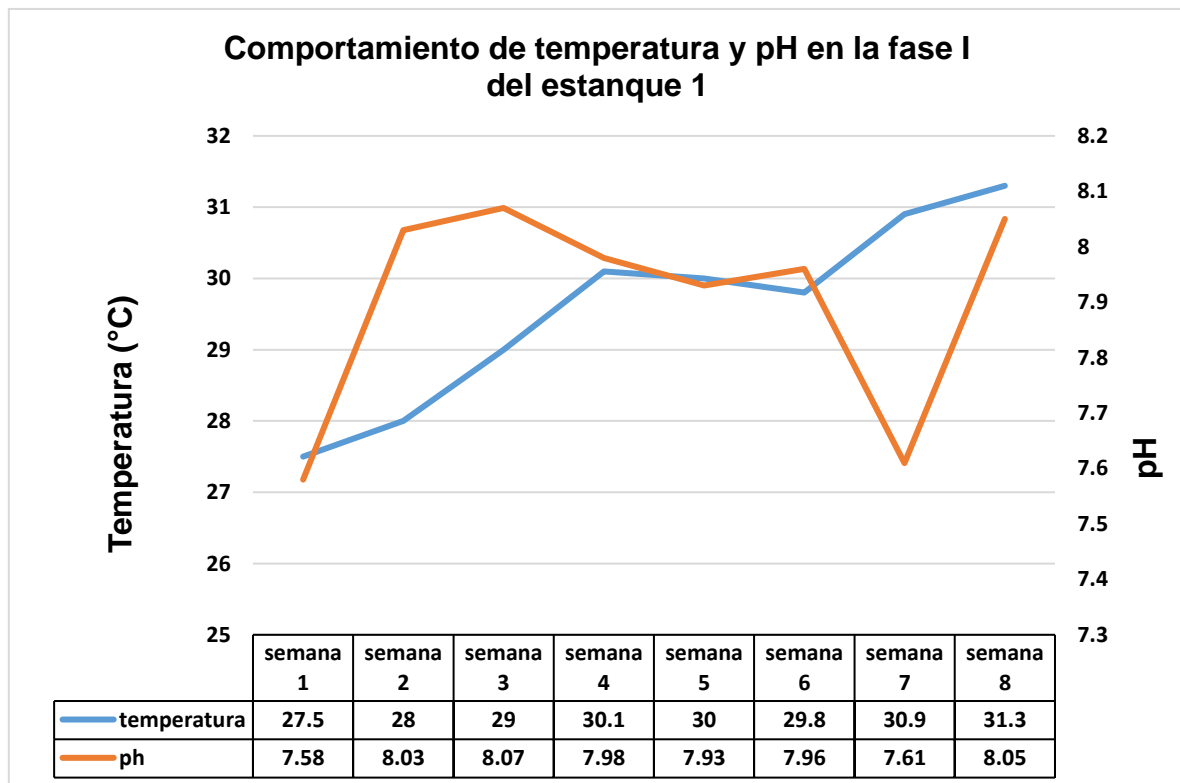


Figura 8. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase I en el estanque.

### - Comportamiento del oxígeno disuelto

Los valores de oxígeno disuelto variaron entre 3.3 y 4.8 mg/L, con un promedio de 4.02 mg/L. cómo se observa, según Cuéllar, *et al.* 2010, establece que los valores óptimos de oxígeno disuelto para el crecimiento del camarón son de 4 mg/L a 12 mg/L.

En los resultados del trabajo de investigación, se obtuvo que el valor del oxígeno disuelto en el estanque eran los valores óptimos, para el desarrollo de los camarones, presentando valores normales para esta fase.

Es importante destacar, que en la mayoría del oxígeno disuelto en el agua de los estanques camaroneros, proviene de la fotosíntesis que ejercen las algas microscópicas, que se encuentra dentro del mismo, es por ello que se debe procurar tener una buena vegetación (algas microscópicas) dentro del estanque.

En cuanto, a la solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura, a mayor temperatura menos oxígeno disuelto que se disuelve en el agua, es por eso que este parámetro es inversamente proporcional a la temperatura del agua del estanque como se muestra en la figura 9.

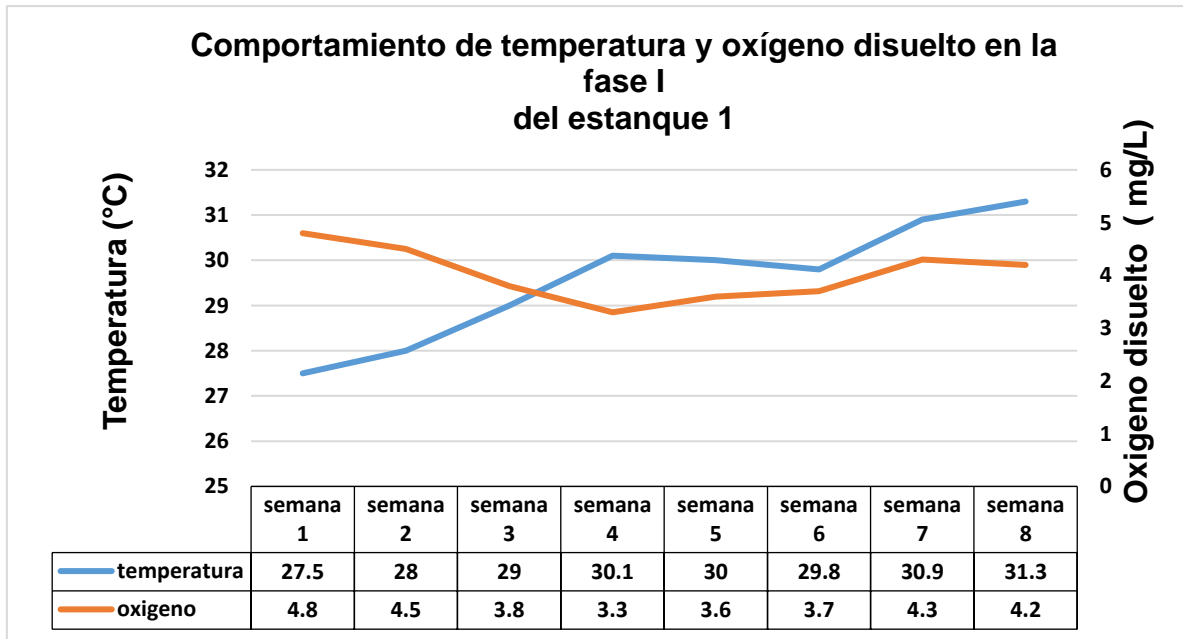


Figura 9. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno en la fase I en el estanque 1.

#### 4.1.2. Parámetros físico químicos en el estanque 4 fase I

A continuación, se dan a conocer los resultados obtenidos en el estanque 4 en la fase I de la investigación, donde se muestran los parámetros y el comportamiento que tuvieron durante este periodo.

##### - **Comportamiento de la temperatura**

Los valores de temperatura variaron entre 27.4 a 31.6 °C. Con un promedio de temperatura dentro del estanque para la fase I que fue de 30.0 °C; como lo menciona Cuéllar *et al.* 2010, los valores óptimos de temperatura para un buen crecimiento de los camarones oscilan entre 23°C a 32 °C.

Por lo tanto, los valores obtenidos en este estanque con respecto al parámetro de temperatura, se encuentran dentro de los valores óptimos para el crecimiento de los camarones, como lo podemos observar en la figura 10.

En cuanto a la temperatura, al aumentar de manera muy brusca hay un incremento de las actividades fisiológicas y metabólicas de los camarones como, aumento al consumo de alimento, aumento al consumo de oxígeno.

##### - **Comportamiento del pH**

Los valores de pH variaron entre 7.58 y 8.05, en los 10 puntos del estanque. En el promedio de pH dentro del estanque fue de 7.9.

En cuanto al pH este cambia mucho de día a la noche, y normalmente es más bajo en la noche y más alto durante el día, es por eso que los camarones son más activos por la noche y en el día solamente se mueven por el alimento.

Según Ulloa 2015, Los intervalos óptimos de pH para el crecimiento del camarón son de 6 - 9. En los resultados obtenidos se observó que el pH estuvo entre los intervalos normales con un promedio de 7.9, para este estanque en esta fase. Además, esto no afectó en el crecimiento de los camarones como se observa en la figura 10.

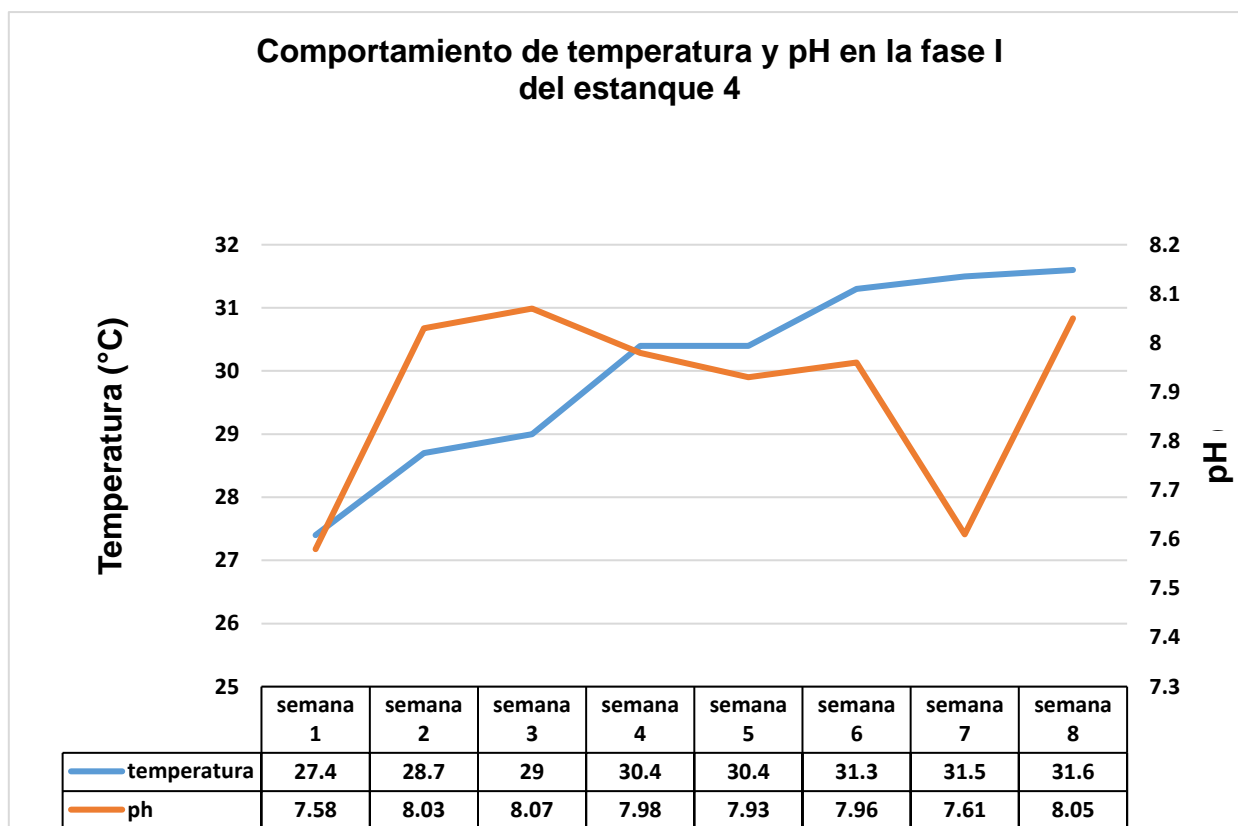


Figura 10. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase I en el estanque 4.

#### - Comportamiento del oxígeno disuelto

Los valores de oxígeno disuelto variaron entre 3.1 y 4.0 mg/L los cuales se muestran en la figura 11, en los diferentes puntos de muestreo, Según Cuéllar *et al.* 2010, los valores óptimos de oxígeno disuelto para el crecimiento del son de 4 mg/L a 12 mg/L.

En los resultados se puede observar el oxígeno disuelto con un promedio para esta fase de 3.6 mg/L.

Este valor oscila sobre el margen de los valores óptimos citados por Cuéllar, *et al.* 2010, que deberían ser valores que estén dentro de 4 a 12 mg/L, y estos podrían llegar a tener un crecimiento lento, si la baja de oxígeno disuelto continúa a medida avanza el ciclo de producción.

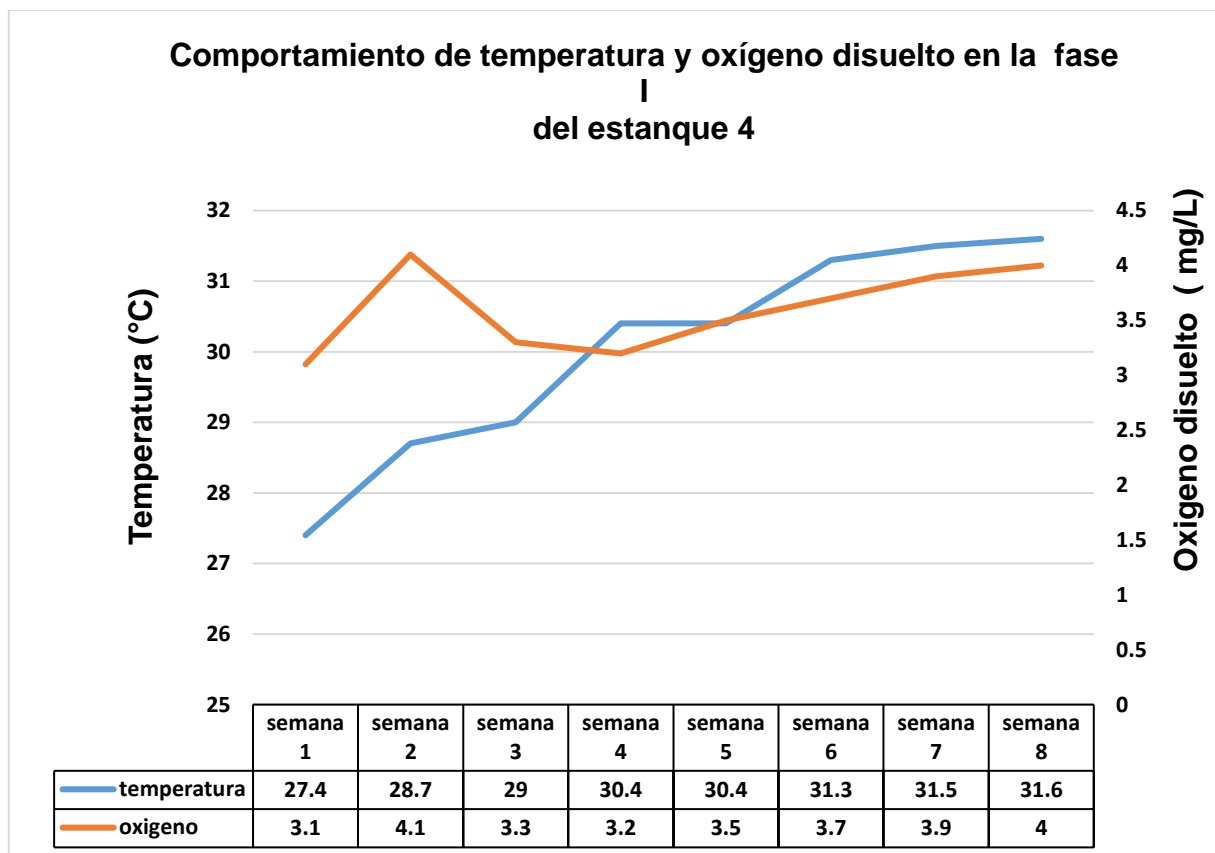


Figura 11. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno en la fase I en el estanque 4.

Cuando los niveles de oxígeno disuelto disminuyen en gran manera, este puede ser suministrado por acción mecánica, utilizando motobombas, difusores, aireadores de paletas, aireadores de inyección, permitiendo incrementar las densidades de siembra y controlar la disminución de este parámetro (figura 11).

#### 4.1.3. Parámetros físico químicos en el estanque 5 fase I

Los parámetros físico químicos son muy importantes en la calidad del agua, es por ello que se monitorean constantemente para un buen desarrollo de los organismos que están dentro del estanque.

A continuación, se muestran cómo fue el comportamiento de los parámetros evaluados en la fase I en el estanque 5.

### - **Comportamiento de la temperatura**

Los valores de temperatura variaron entre 27.5 °C a 31.9 °C, en este sentido Ulloa 2015, plantea que los valores óptimos de temperatura para el crecimiento de los camarones son de 23 °C a 32 °C.

Por lo tanto, los valores obtenidos en la investigación como se muestra en la figura 12, se encuentran dentro de los intervalos óptimos y no afectó el crecimiento de los camarones con un promedio de temperatura de 26.7 °C, el cual es favorable para un buen desarrollo de los camarones como también para una buena asimilación de oxígeno.

Desde la perspectiva del comportamiento de la temperatura, en cuerpos de agua, esta juega un papel muy importante porque este parámetro influye mucho en la calidad del agua de los estanques porque determina otras propiedades como lo son viscosidad, solubilidad de gases, procesos fisiológicos de los organismos y esta varía diariamente.

### - **Comportamiento del pH**

Los valores de pH variaron entre 7.8 y 8.09 en los 10 puntos del estanque. En el que el promedio de pH dentro del estanque fue de 8.0. Es importante destacar, que los intervalos óptimos de pH para el crecimiento del camarón son de 6– 9 según Ulloa (2015).

En cuanto a estanques de producción la medición de este parámetro es de vital importancia ya que afecta el metabolismo y otros procesos fisiológicos de los organismos acuáticos.

Asimismo, puede crear estrés, aumentar la susceptibilidad a enfermedades, disminuir los niveles de producción, causar un pobre crecimiento y muerte, según Balnova (2014).

En los resultados se observó que el pH estuvo entre los intervalos óptimos y dichos por Ulloa (2015), por lo que esto no afectó en el crecimiento de los camarones, como se observa en la figura 12.

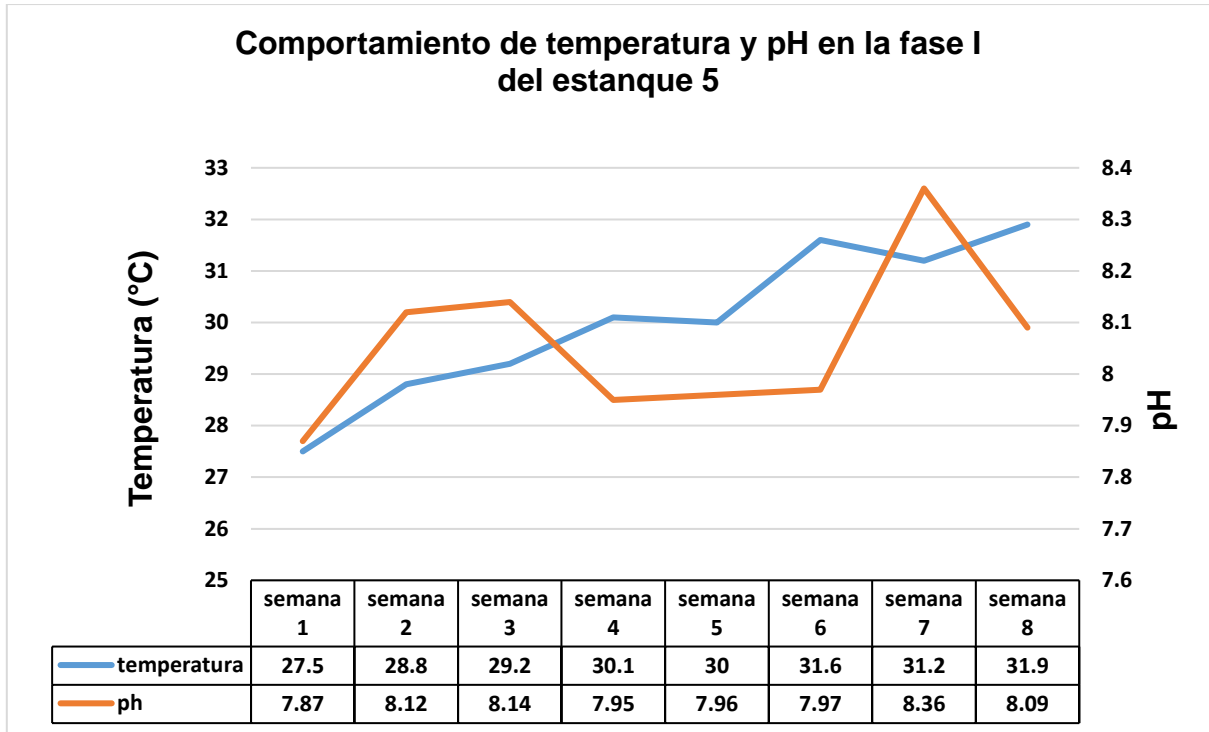


Figura 12. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase I en el estanque 5.

#### - Comportamiento del oxígeno disuelto

Los valores de oxígeno disuelto variaron entre 2.1 y 3.5 mg/L, en la semana 1 y semana 8 manteniéndose los rangos mayores a los antes misionados como podemos observar en la figura 13, con un promedio de 3.5 mg/L. En este sentido, según Cuéllar *et al.* 2010, los valores óptimos de oxígeno disuelto para el crecimiento del camarón en los sistemas intensivo son de 4 mg/L a 12 mg/L.

En cuanto al oxígeno disuelto es un parámetro de vital importancia en un ecosistema acuícola, siendo la variable más crítica para la calidad del agua de un estanque, sin una buena provisión de oxígeno los organismos pueden ser vulnerables, según Balnova (2014).

El resultado obtenido se tiene que el oxígeno disuelto muestra un descenso en los valores óptimos que nos dice Cuéllar *et al.* 2010, por lo que teniendo valores que rondan de 2 a 4 mg/L. Esto indica que este podría causar crecimiento lento si la baja de oxígeno es prolongada por mucho más tiempo (Figura 13).



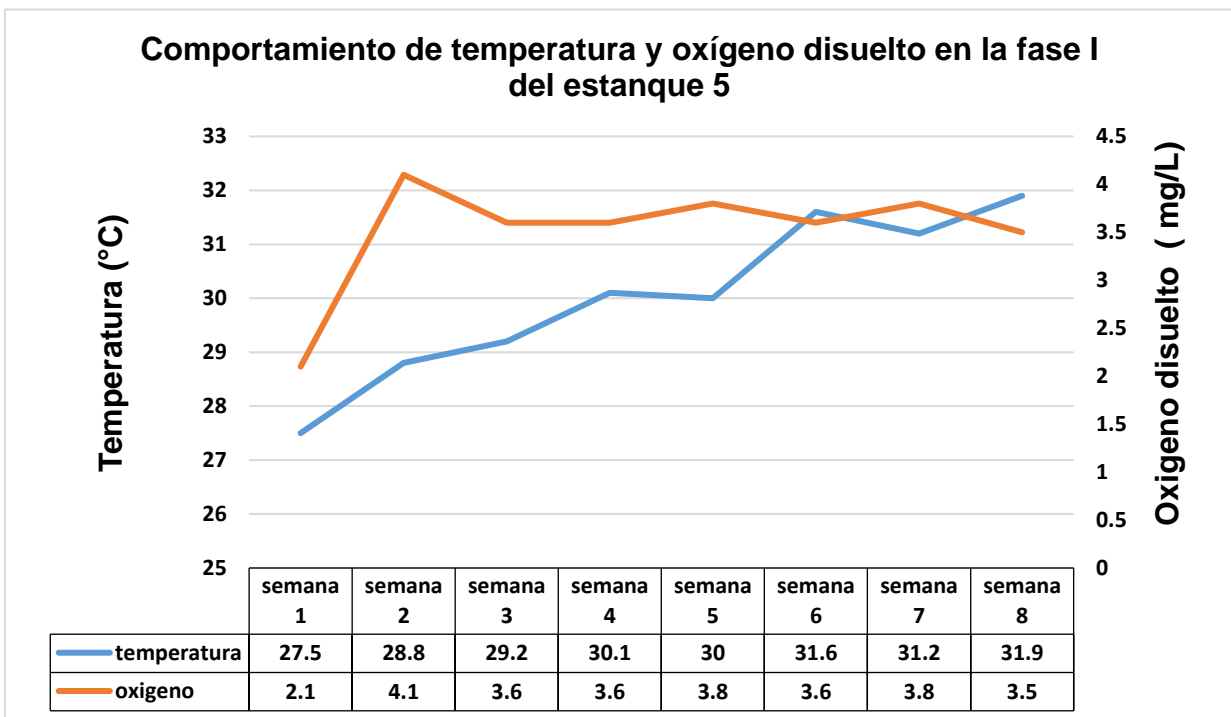


Figura 13. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno en la fase I en el estanque 5.

#### 4.2. Resultados de los parámetros físico químicos para cada estanque en la fase II

A continuación, se muestran los resultados detallados de los parámetros físico químicos obtenidos en los tres estanques que se monitorearon en la fase II.

##### 4.2.1. Parámetros físico químicos en estanque 1 en la fase II

Los principales parámetros físico químicos monitoreados en esta fase son temperatura y oxígeno disuelto estos son los más fluctuantes.

Aunque no varían en gran manera, se encuentran altos y bajos dentro de los estanques, pero no dejando de lado parámetro de pH el cual no presento una variación muy alta.

### - **Comportamiento de la temperatura**

La temperatura rige algunos de los parámetros físicos, químicos y biológicos, tales como la evaporación y la solubilidad de los gases. Lo cual, dentro de los biológicos están los procesos metabólicos como la respiración, nutrición, actividad de las bacterias en la descomposición de la materia orgánica.

Los valores de temperatura variaron entre 31.4 a 32.1 °C. Con un promedio de 30.03 °C como se puede observar en la figura 14. De este modo según Ulloa (2015), los valores óptimos de temperatura para el crecimiento de los camarones son de 23 °C a 32 °C.

Por lo tanto, los valores obtenidos en esta fase se encuentran dentro del margen de los intervalos óptimos para los camarones, y estos aumentos de temperatura se dan en altas horas del día, provocando que el agua se calienta en lugares donde la profundidad del estanque es menor, los camarones se movilizan a partes más profundas del estanque.

En estanques poco profundos no se presentan diferencias marcadas de temperatura en la columna de agua, debido a que la brisa puede mezclar el agua y distribuir la temperatura absorbida en los grandes lagos existe una gran diferencia entre la temperatura superficial del agua y la profunda en donde la temperatura superficial es mayor que la temperatura profunda.

### - **Comportamiento del pH**

Los valores de pH variaron entre 8.0 y 8.57 en los 10 puntos del estanque. Teniendo un promedio de pH dentro del estanque de 8.5 como se muestra en la figura 14. Por otra parte, Según Ulloa (2015), plantea que los intervalos óptimos de pH para el crecimiento del camarón son de 6 a 9.

En los resultados se observó que el pH estuvo entre los intervalos normales, en relación con lo establecido por Balnova (2014) menciona que este parámetro no afectó a los camarones con los intervalos obtenidos, por lo que poseen un tamaño considerable y estos a su vez la gran cantidad de camarones, esto empiezan a alterar el micro-ecosistema del estanque (Figura 14).

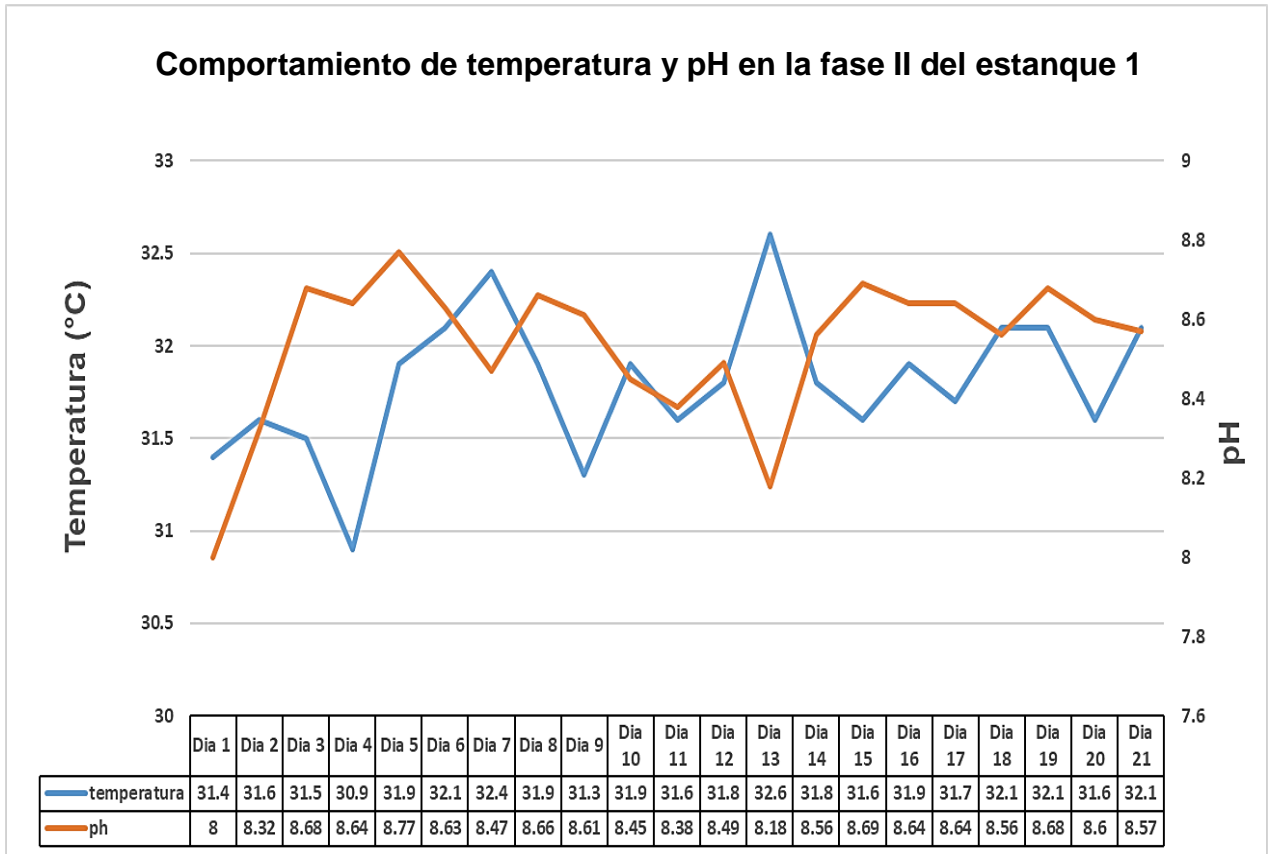


Figura 14. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase II en el estanque 1.

#### - Comportamiento del oxígeno disuelto

Los valores de oxígeno disuelto variaron entre 2.2 y 4.0 mg/L, con un promedio de 2.5 mg/L. En cuanto a esto Cuéllar, *et al.* (2010), establece que los valores óptimos de oxígeno disuelto para el crecimiento del camarón son de 4 mg/L a 12 mg/L.

En cuanto a los resultados obtenidos, muestran el oxígeno disuelto para la fase II que en el día 1 fue de 4 mg/L y durante el tiempo que duro esta fase el porcentaje de oxígeno disuelto fue disminuyendo hasta llegar a 2.2 mg/L.

En cuanto a la caída gradual de los niveles de oxígeno se debió a que a medida los camarones se desarrollan, estos demandan una mayor cantidad este debido a que, se encuentran en el último intervalo de la fase de engorde para ser cosechados.

En resumen, los niveles de oxígeno que se tomaron en los 10 puntos del estanque variaron, presentando niveles de 4 mg/L en niveles donde la profundidad del estanque era de 50 cm de profundidad y presentando valores de 1.0 hasta 0.9 mg/L en profundidades de hasta 1.10 metros como se observa en la figura 15.

En términos generales estas variaciones de niveles de oxígeno se debieron a que los camarones buscan zonas más profundas y así causando una aglomeración de camarones en estas zonas y por ello una mayor demanda de este parámetro por lo que se encuentran valores más bajos de oxígeno disuelto en lugares con mayor profundidad.

**4.2.2. Parámetros físico químicos en estanque 4 en la fase II**

Desde el punto de vista, de aumentar la productividad de los estanques, encontramos la falta de condiciones técnicas, y dentro de ella tenemos la toma y análisis de los parámetros físico-químicos del agua del estanque 4 a continuación.

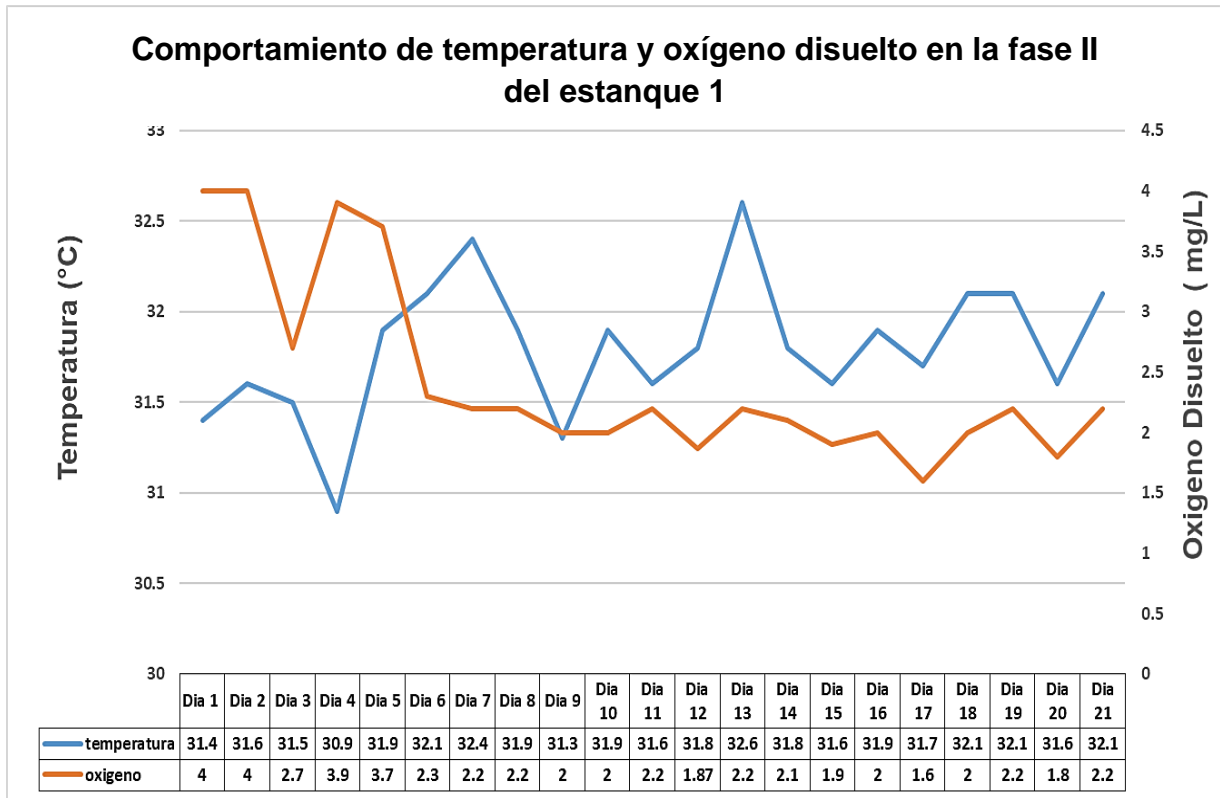


Figura 15. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en la fase II en el estanque 1.

#### - **Comportamiento de la temperatura**

Los valores de temperatura variaron entre 31.7 a 32.3 °C, con un promedio de 32.1 °C, con respecto a Ulloa (2015), nos dice que, los valores óptimos de temperatura para el crecimiento de los camarones son de 28°C a 33° C.

No obstante, los valores obtenidos se encuentran dentro de los intervalos óptimos para el crecimiento de los camarones, los cuales se presentan en la figura 16. En relación con la temperatura, los cambios de temperatura ambiental, condiciones del día o época del año, estos causarán diferencias de temperatura entre los estanques en un mismo sitio y a su vez afectará la disposición del plancton, la distribución de los organismos en la columna de agua y la productividad del estanque con respecto a la temperatura.

#### - **Comportamiento del pH**

En gran manera, mantener un ambiente saludable para los camarones, y buena calidad del agua es esencial para su supervivencia. De esta manera, los niveles adversos de algunos parámetros como el pH pueden afectar en la alimentación de los camarones, y por ende su crecimiento. En donde no se toman a tiempo medidas se puede conllevar a la mortalidad de los camarones, por consiguiente, fracaso de los cultivos y pérdidas económicas. En tal sentido los valores de pH variaron entre 8.28 y 8.6 en los 10 puntos del estanque se muestran en la figura 16. Los resultados con un promedio de pH dentro del estanque que fue de 8.4 relacionado con lo que nos dice Ulloa (2015), los intervalos óptimos de pH para el crecimiento del camarón son de 6– 9.

En los resultados se observó que el pH estuvo entre los intervalos óptimos tal como lo expresa Ulloa (2015), los cuales no afectaron en el crecimiento de los camarones.

Por lo tanto, se puede ejemplificar que la variación del pH no ejerce mucha discontinuidad en los datos como también en los ejemplares en este estanque en esta fase (Figura 16).

#### - **Comportamiento del oxígeno disuelto**

Los valores de oxígeno disuelto en el estanque variaron entre 1.7 y 4.0 mg/L, con un promedio de 2.5 mg/L.

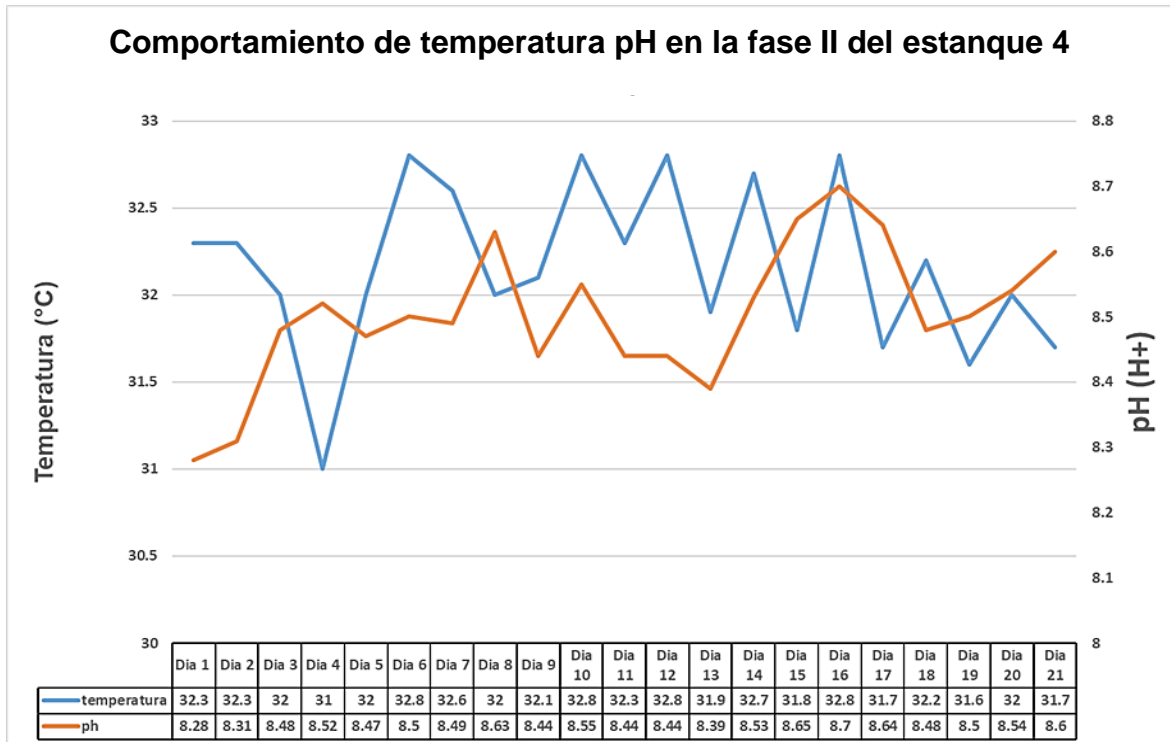


Figura 16. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase II en el estanque 4.

Con relación a los valores óptimos de oxígeno disuelto para el crecimiento del camarón en los sistemas semi intensivo son de 4 mg/L a 12 mg/L como menciona Cuéllar *et al.* (2010). En cuanto a los resultados obtenidos nos muestran que el oxígeno disuelto para la fase II en el día 1 fue de 4 mg/L y durante el tiempo que duro esta fase el porcentaje de oxígeno disuelto fue decayendo hasta llegar a 1.7 mg/L como se muestra en la figura 17.

En definitiva, la razón por la caída gradual de los niveles de oxígeno se debió a que a medida los camarones crecían estos demandan una mayor cantidad de oxígeno disuelto, y por encontrarse en la fase de engorde y demandan más porcentaje de oxígeno disuelto para una mejor absorción de nutrientes y un buen desarrollo físico.

Por lo tanto, los niveles de oxígeno que se tomaron en los 10 puntos del estanque variaron, presentando niveles de 4 mg/L, en niveles donde las profundidades del estanque son de 40 a 50 cm de profundidad y presentando valores de hasta 1.7 mg/L en profundidades de hasta 95 cm (Figura 17).

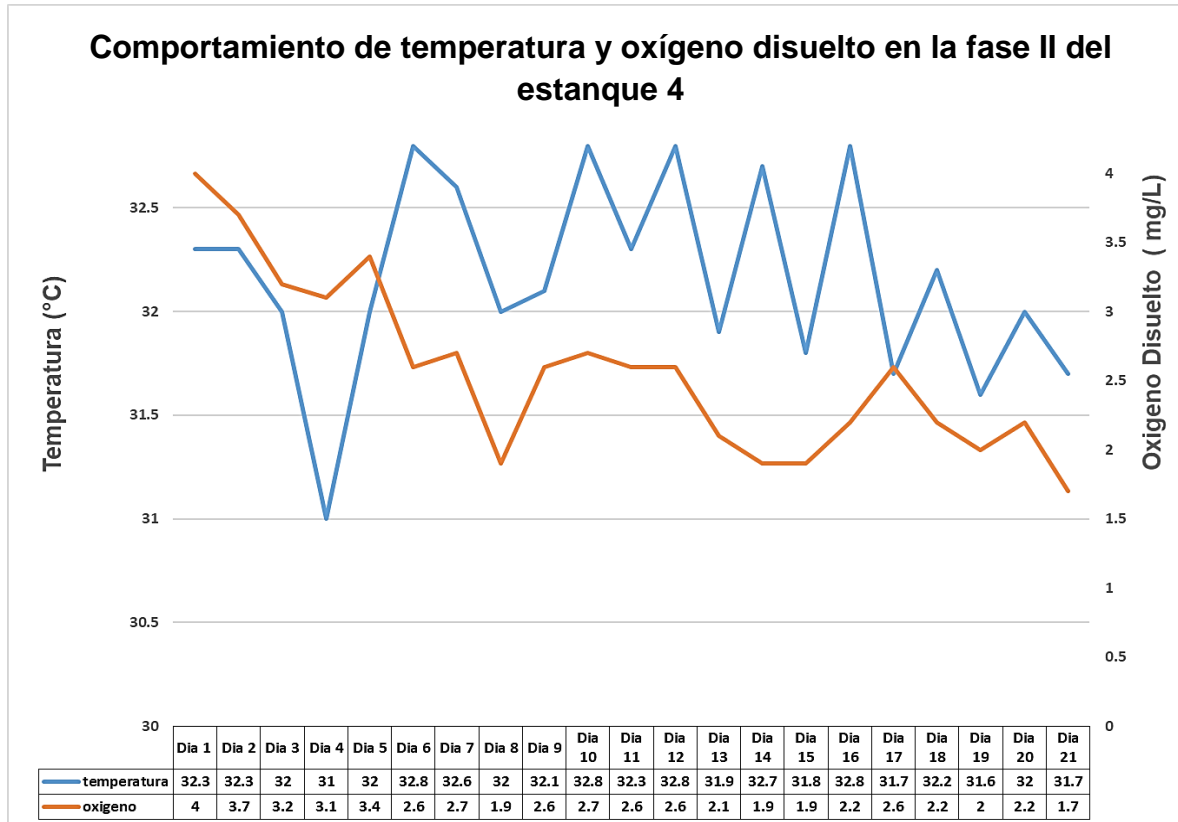


Figura 17. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en la fase II en el estanque 4.

En resumen, estas variaciones de niveles de oxígeno se debieron a que los camarones buscan zonas más profundas en el estanque, buscando temperaturas más frescas y causando así una aglomeración de estos en estas zonas y una mayor demanda de oxígeno.

De esta manera el resultado de esta fase se encuentra íntimamente relacionados con el parámetro de temperatura, por las medidas de las profundidades en el estanque en las partes más profundas la temperatura disminuye en general, pero por las aglomeraciones de los ejemplares en estos puntos la temperatura aumenta y el oxígeno disminuye debido a la demanda que los camarones generan en esas zonas.

#### 4.2.3. Parámetros físico químicos en estanque 5 en la fase II

En cuanto a los parámetros físico químico en la fase II, se muestran los resultados en los días de monitoreo, presentando altas y bajas en los diferentes parámetros en el estanque 5.

### - **Comportamiento de la temperatura en el estanque 5 fase II**

Los valores de temperatura variaron entre 31.3 °C y 33.6 °C, con un promedio de 32.2 °C como se muestra en la figura 18. En cuanto a los valores óptimos de temperatura para el crecimiento de los camarones son de 23 °C a 32 °C según Ulloa (2015).

En relación a los resultados obtenidos estos se encuentran sobrepasando los valores óptimos en horas más cálidas del día y generando una mayor demanda de oxígeno por el calentamiento del agua del estanque.

En términos generales, el aumento de temperatura del agua puede tornarse en un factor crítico debido a que produce disminución de la solubilidad de los gases presentes en ella, en este caso el oxígeno disuelto es escaso y por consiguiente aumenta la demanda por el camarón de este parámetro.

En cuanto a los ejemplares no están en su rango óptimo de temperatura, no rinden productivamente porque disminuyen drásticamente el consumo de alimento y por ello menos peso y por consecuencia pérdidas.

### - **Comportamiento del pH**

Los cambios de pH dentro de un mismo cuerpo de agua están relacionados con la concentración de dióxido de carbono, el cual es fuertemente ácido.

En cuanto a los organismos vegetales demandan dióxido de carbono durante la fotosíntesis, de tal forma que este proceso determina en parte la fluctuación de pH y es así como se eleva durante el día y disminuye en la noche, en resumen, los cambios bruscos de pH pueden causar la muerte de los camarones.

Los valores en el estanque de pH variaron entre 8.26 y 8.77 en los 10 puntos del estanque como se muestra en la figura 18. En el promedio de pH dentro del estanque fue de 8.5. En cuanto a los intervalos óptimos de pH para el crecimiento del camarón es de 6– 9 según (Ulloa 2015).



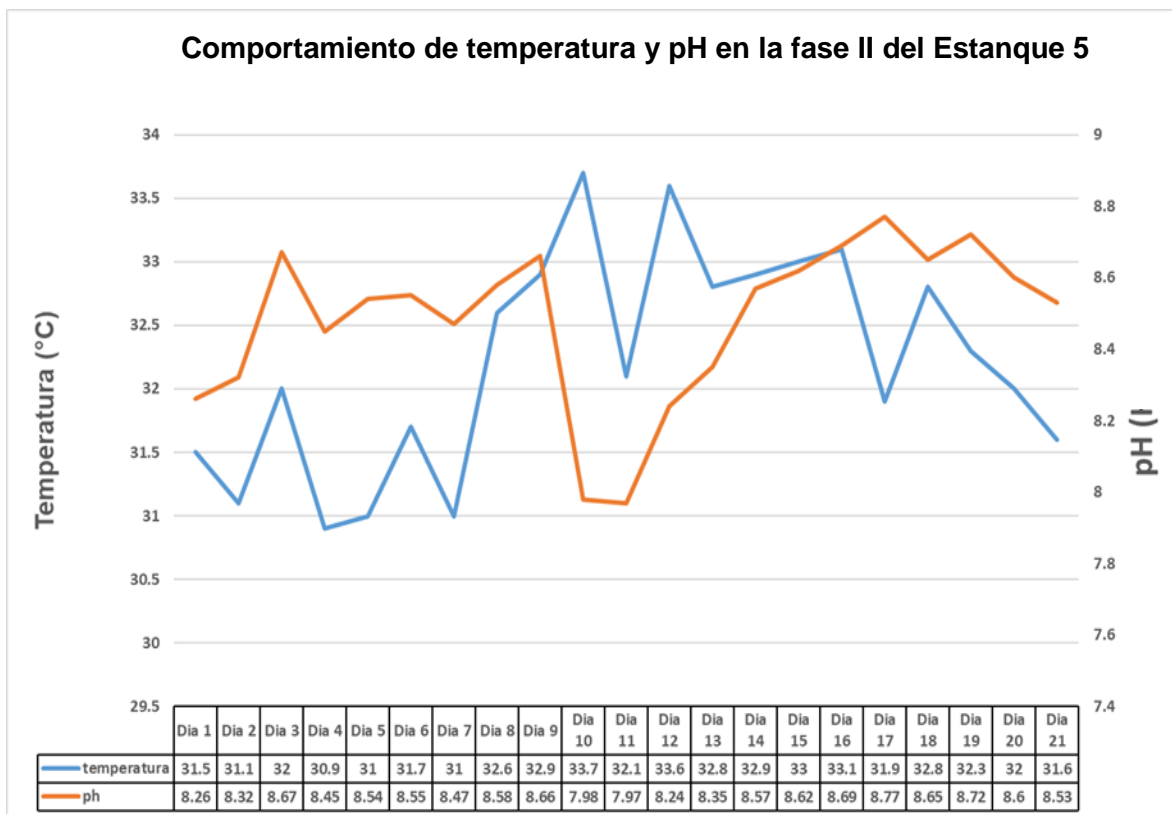


Figura 18. Comportamiento de los parámetros de temperatura y pH en la fase II en el estanque 5.

En los resultados se observó que el pH estuvo entre los intervalos óptimos dichos por Ulloa (2015) por lo que esto no afectó en el crecimiento de los camarones.

#### - Comportamiento del oxígeno disuelto.

Los valores de oxígeno disuelto variaron entre 3.0 y 1.6 mg/L. Con un promedio de 2.4 mg/L. como lo indican en la figura 19. En cuanto a este parámetro (Cuéllar *et al.* 2010), menciona que los valores óptimos de oxígeno disuelto para el crecimiento del camarón son de 4 mg/L a 12 mg/L.

En cuanto a los niveles de oxígeno que se tomaron en los 10 puntos del estanque, experimentaron variaron, en lo que presentaron niveles de 4 mg/L en donde las profundidades del estanque son de 35 a 40 cm de profundidad y valores de hasta 1.6 mg/L en profundidades de hasta 1.10 metros, esto se da por la aglomeración de camarones como se puede observar en la figura 19.

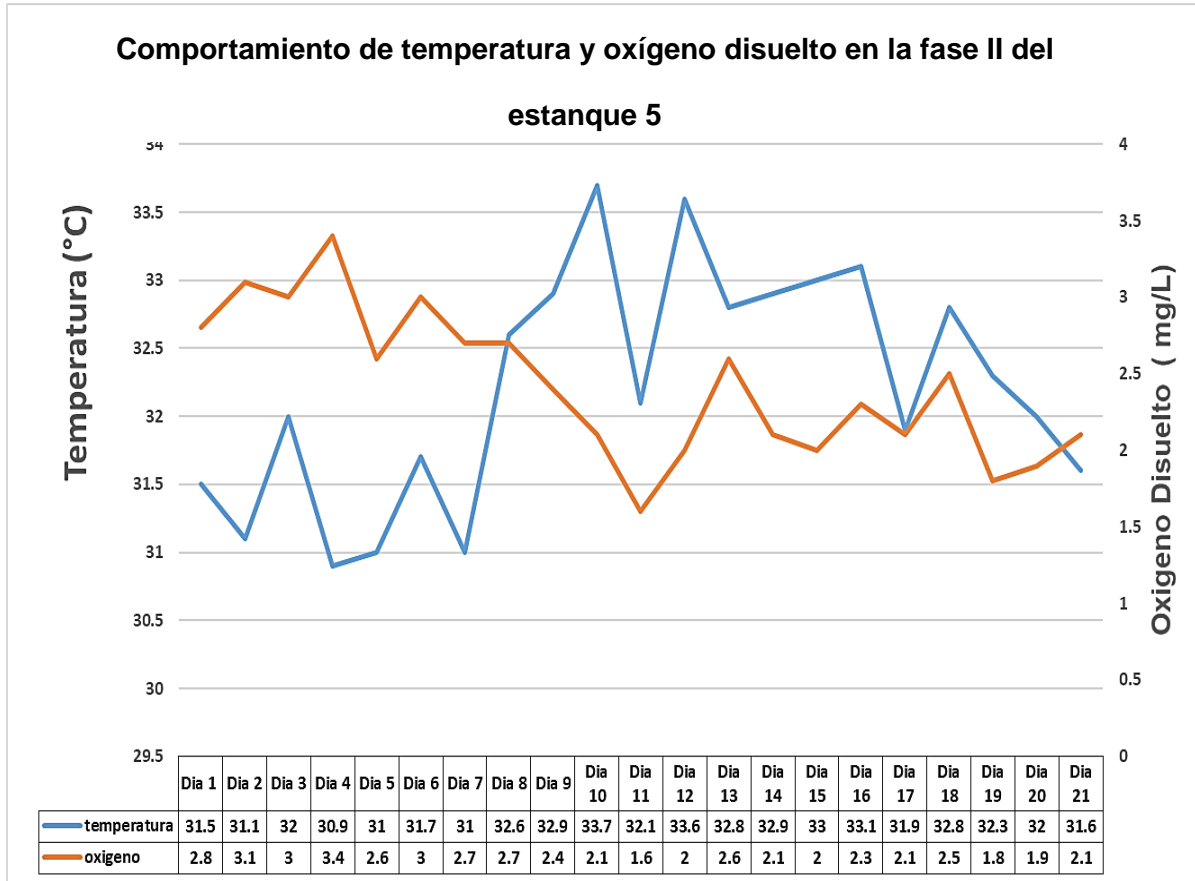


Figura 19. Comportamiento de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en la fase II en el estanque 5.

Estos resultados de esta fase se encuentran íntimamente relacionado con el parámetro de temperatura, a medida la temperatura disminuye en las partes más profundas del estanque el oxígeno disminuye debido a la demanda que los camarones generan en esas zonas.

La concentración de oxígeno en un estanque puede variar de acuerdo a las siguientes condiciones, iluminación solar, temperatura que influye en la descomposición de materia orgánica, cantidad de fitoplancton, cantidad de zooplancton, materia orgánica y las poblaciones bacterianas, viento que al crear olas y turbulencias en la superficie del agua del estanque.

En los resultados obtenidos, se puede observar que en el oxígeno disuelto para la fase II en el día 1 fue de 3 mg/L y durante el tiempo que duro esta fase el porcentaje de oxígeno disuelto fue decayendo hasta llegar a 1.6 mg/L.

#### **4.3. Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase I en el estanque 1**

El factor de ganancia de peso se tomó semanalmente, la ganancia de peso no se registró diariamente porque la conversión alimenticia que poseían los ejemplares era muy baja, por lo que se inició la toma de datos de peso en la quinta semana en la cual los camarones poseían un peso aproximado de 4 gramos; y en las primeras semanas el peso de estos estaba por debajo de los antes mencionado.

##### **- Comportamiento peso - temperatura**

Se tienen los parámetros físicos químicos de temperatura, tomados dentro del estanque 1 durante la fase I, al mismo tiempo se encuentran los datos de toma de peso, acción que inicio en la quinta semana y se realizaron durante esta fase.

En cuanto a la temperatura es de vital importancia, por lo tanto, una reducción en la temperatura impacta en la ingesta de alimento diario, generalmente ocurre en épocas de verano cuando la temperatura en el día es alta y por la tarde noche es baja, esto puede desencadenar pérdidas de camarones, poca ganancia de peso y disminución en las ganancias.

Durante este periodo se observó cómo fue el comportamiento de la temperatura en el estanque 1 en la fase I, situación que dejó claro que no hubo influencia en el crecimiento y desarrollo de los camarones, porque se mantuvo en los rangos óptimos de temperatura para el crecimiento.

Según Ulloa (2015) el rango de temperatura optimas es de 23 °C a 32 °C, para este trabajo se presentó en la cuarta semana una temperatura de 30.1 °C y en la semana quinta 30 °C con un peso de 4.5 g por lo que se puede expresar que la temperatura esta ideal para un buen crecimiento como se observa en la figura 20.

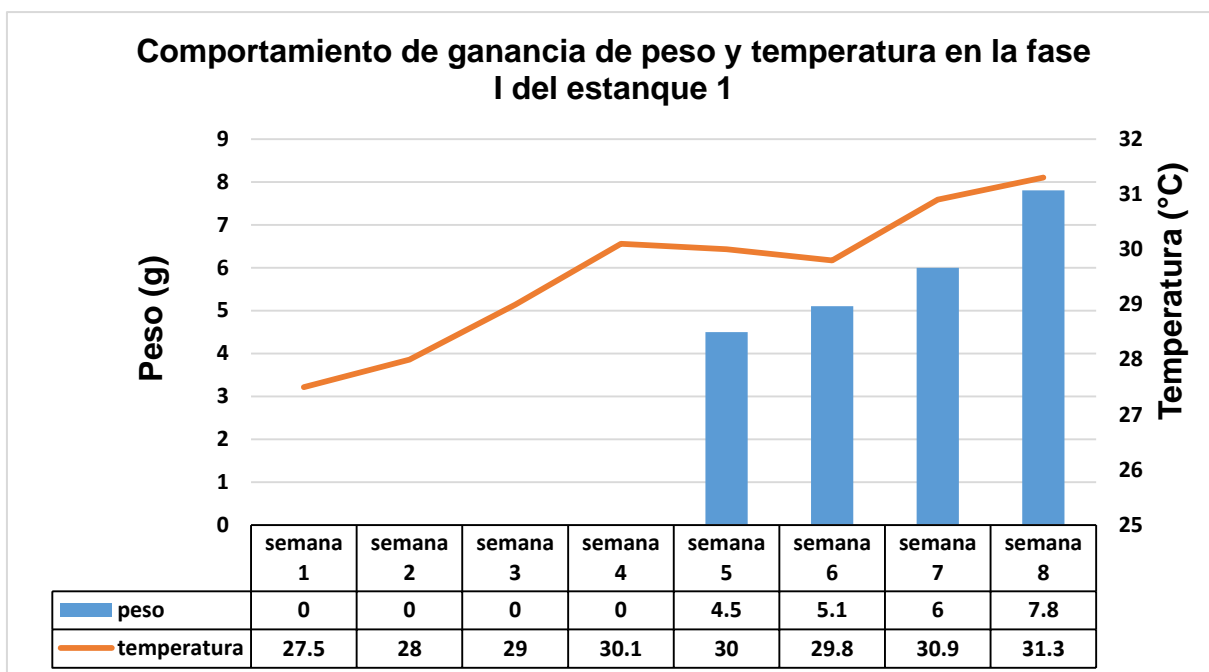


Figura 20. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase I en el estanque 1.

#### - Comportamiento peso – pH

De esta forma, también se muestran la toma de peso la cual comienzan en la quinta semana, durante esta fase se obtuvo un pH de 7.93 el cual, esto concuerda con lo establecido por Ulloa (2015), menciona que el rango óptimo de pH para el desarrollo de los camarones en estanques es de 6 a 9 por lo que el estanque 1, se encuentra en el rango ideal para su mayor desarrollo.

Los principales extremos letales de pH para la población de camarones en condiciones de cultivo, están por debajo de un pH de 4 y por encima de un pH de 11, por lo que no es de esperar a llegar a puntos de estos porque se vuelven una pérdida total y es por eso que el monitoreo de estos parámetros es esencial en los estanques de cultivo de camarones.

En cuanto al parámetro, de pH tomados dentro del estanque 1 durante la fase I, este se mantuvo en los valores óptimos para el desarrollo de los camarones presentando un valor de inicio en la semana 1 con un pH 7.58 en la semana 7 se presentó un pH 7.6 pero esta leve disminución no manifestó anomalía en los datos de peso obteniendo de 6 g en la semana 7 y elevando su pH en la semana 8 con un peso de 7.8 g como se muestra en la figura 21.

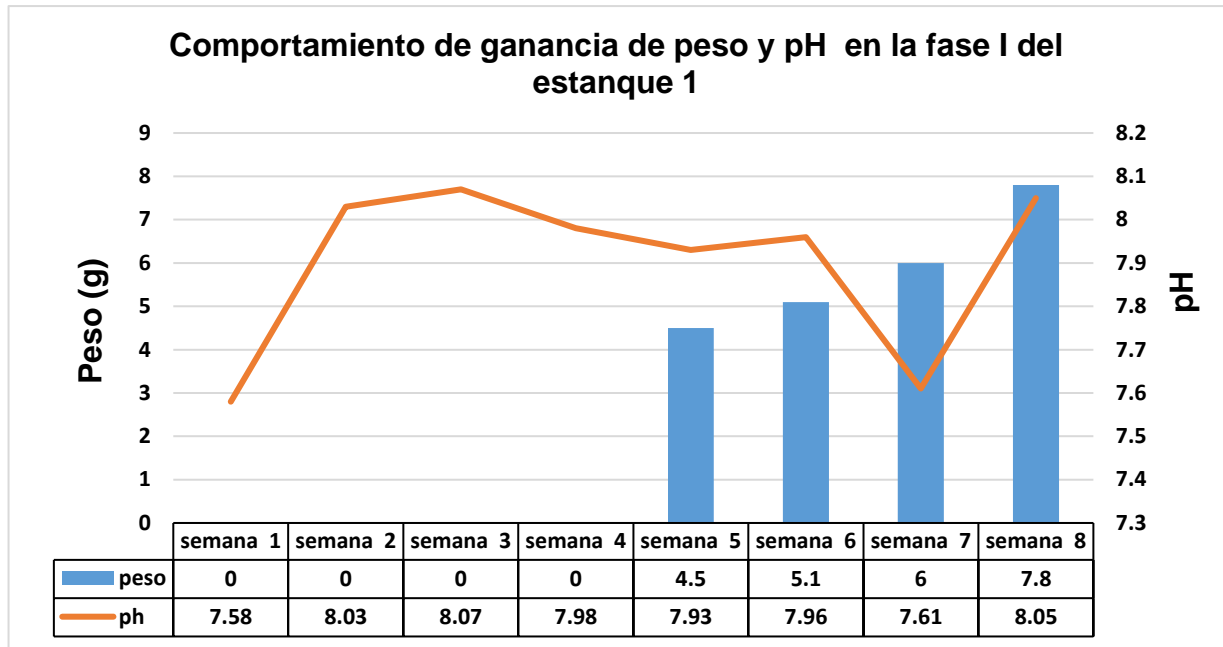


Figura 21. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase I en el estanque 1.

#### - Comportamiento peso – oxígeno disuelto

Es importante destacar, que el aumento de peso durante las primeras 4 semanas de monitoreo de los camarones, el cual mostrando un aumento de 0.8 a 1 g por semana observándose que en la semana 4 poseen un peso de 4.5 g y en la semana 8 un peso de 7.8 g.

La ganancia de peso estimada para los estanques camaroneros en la Cooperativa Los Piñalitos según experiencia propia de los camaricultores de esta cooperativa ha sido de 0.9 a 1.0 gramos por semana.

De este modo, se muestran los datos de oxígeno disuelto dentro el estanque 1 en la fase I, donde se encuentra en un inicio con una concentración de 4.8 mg/L, manteniéndose hasta la semana 4 que disminuye hasta 3.3 mg/L pero al avanzar el tiempo aumenta el oxígeno disuelto hasta llegar a 4.2 mg/L, y a medida aumenta las semanas también aumenta el peso hasta llegar a 7.8 g. Además, el oxígeno disuelto no le afecta en mucho a la ganancia de peso como se observa en la figura 22.

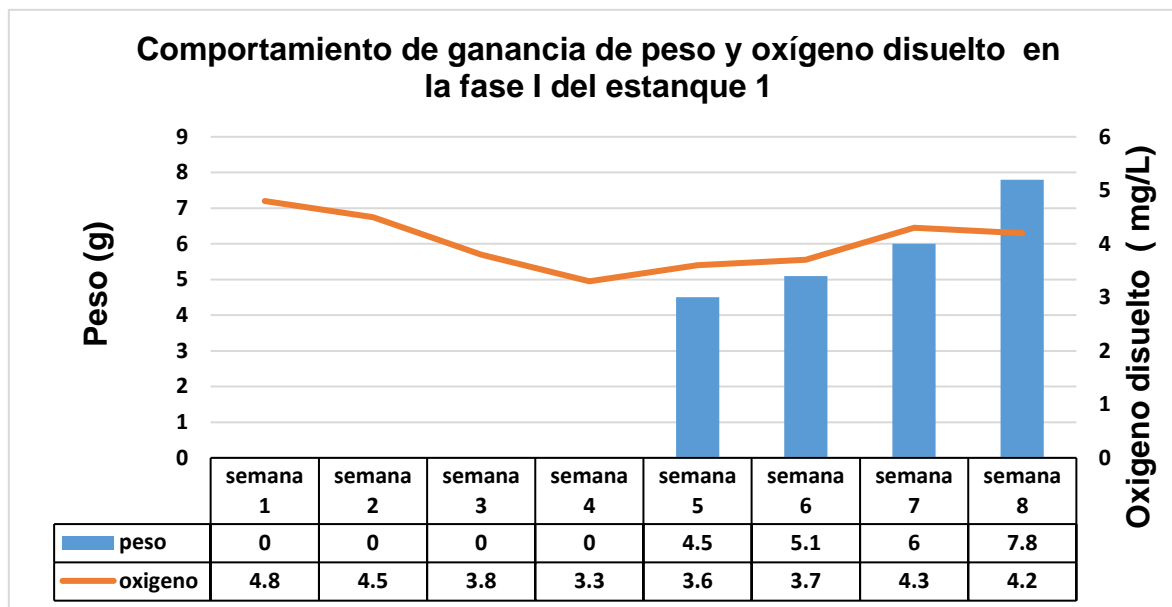


Figura 22. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase I en el estanque 1.

#### 4.4. Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase II en el estanque 1

Es importante destacar, que el comportamiento de peso, en esta fase, es muy importante, porque se monitorea semanalmente. También como fue un punto importante, esencial el monitoreo de los parámetros físico químico por lo que se monitorean diariamente dichos parámetros, estos se monitorean diariamente porque en el desarrollo físico de los camarones, son más exigentes en calidad y cantidad de los parámetros por lo que un alzas o bajas en los parámetros puede ser fatal para la producción.

##### - Comportamiento de peso – temperatura

En cuanto a la temperatura es de vital importancia, por lo tanto, una reducción en la temperatura impacta en la ingesta de alimento diario, generalmente ocurre en épocas de verano cuando la temperatura en el día es alta y por la tarde noche es baja, esto puede desencadenar pérdidas de camarones, poca ganancia de peso y disminución en las ganancias como se puede observar en la figura 23.

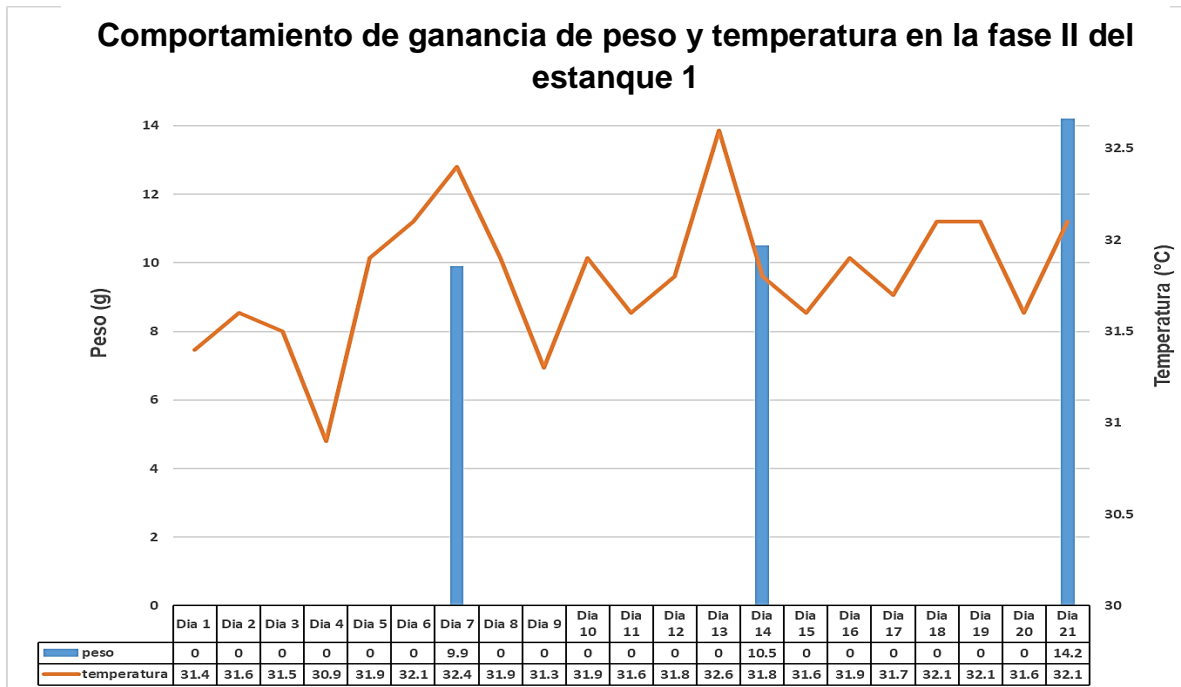


Figura 23. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase II en el estanque 1.

En resumen, se muestra como fue el comportamiento de este parámetro en la fase II en el estanque 1, se muestra cómo se comportó el parámetro de temperatura en este estanque. De esta manera, la temperatura en el día 1 fue de 31.4 °C y en el día 21 con un valor de 32.1 °C, manteniéndose así la variación de los datos de la temperatura en los días que están dentro del día 1 hasta el día 21, pero en el día 13 se eleva con 32.6 °C, pero no mostrando desequilibrio en esta fase. De este modo se muestra la ganancia de peso en la última fase, obteniendo la mayor ganancia de peso en la última semana de la toma de la toma de datos con una ganancia de peso de 3.5 g aproximadamente.

#### - Comportamiento de peso – pH

La grafica de la figura 24, muestra la fase II del ciclo de producción en el estanque 1 de la Cooperativa los Piñalitos que comprende los 21 días de la etapa de engorde para posteriormente sacarlos a la venta. El factor de ganancia de peso se tomó semanalmente, esta ganancia no se registró diario porque la conversión alimenticia que poseían los camarones era baja, por lo que se inició la toma de datos de peso en la semana nueve y los camarones poseían un peso de 9.9 gramos (figura 24).

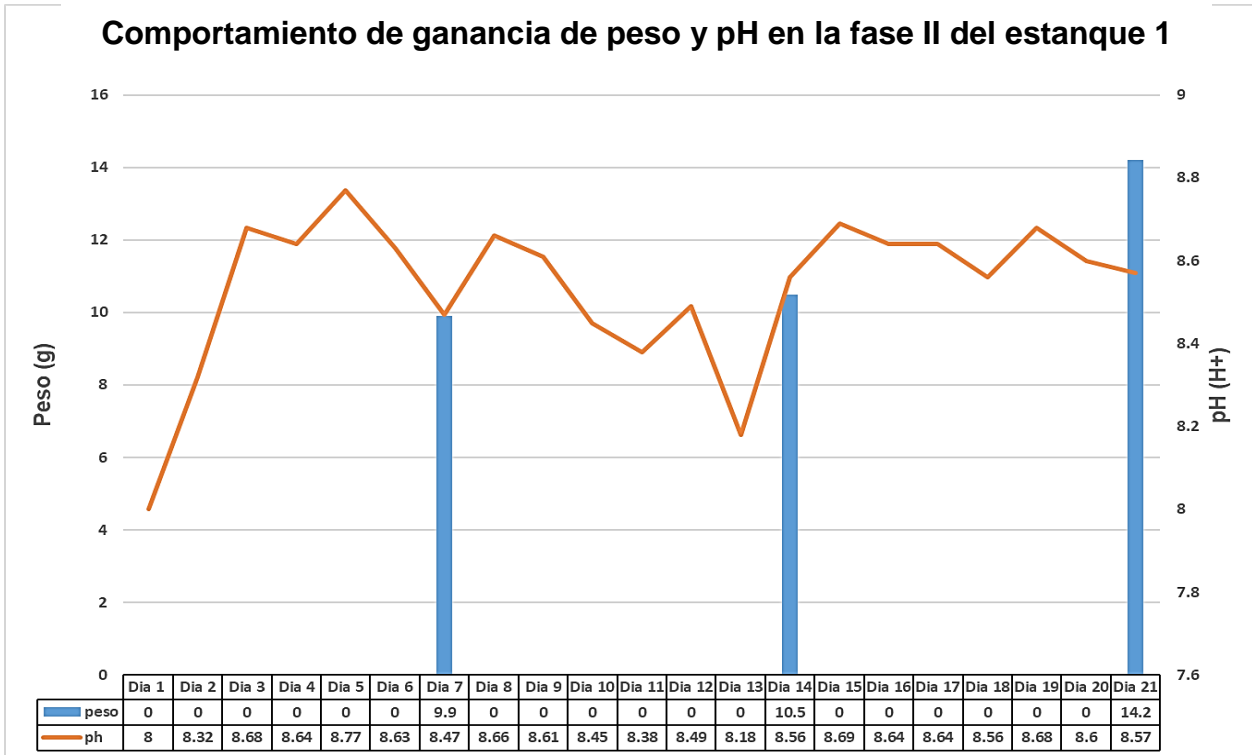


Figura 24. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase II en el estanque 1.

En cuanto al parámetro de pH, se muestran los datos obtenidos durante los 21 días en la fase de estudio se monitorearon los parámetros diariamente para detectar un alza o baja de este indicador para prever cualquier problema, los datos de pH para el día 1 con un valor de 8.0 manteniéndose con elevaciones de 0.5 hasta 0.7 en alzas en este parámetro, manteniéndose en un promedio de pH de 8 durante los 21 días. En relación con la ganancia de peso en esta fase los datos de pH no tuvieron relevancia en dicha fase por lo que los datos de ganancia de peso siempre fueron positivos.

#### - Comportamiento de peso – oxígeno disuelto.

En cuanto, a la proporción de oxígeno disuelto dentro del estanque en la fase II, se manejó como uno de los parámetros más crítico para los camarones, en esta fecha hay más biomasa y los espacios son menores, estos son más exigentes en demanda de oxígeno. En relación de un descenso que supere los valores normales, causaría una mortalidad alta, y eso generaría pérdidas económicas considerables (figura 25).



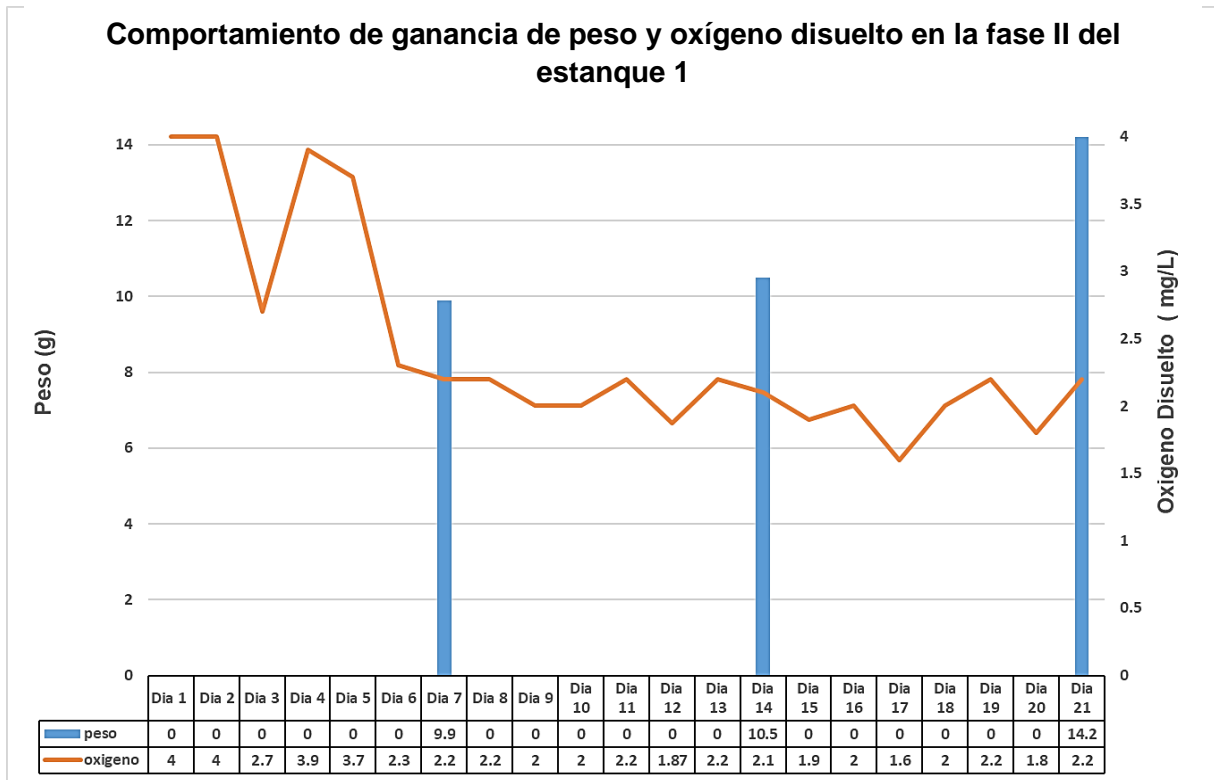


Figura 25. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase II en el estanque 1.

De esta manera, la cantidad de oxígeno en el agua varía entre el día y la noche, encontrándose las mayores concentraciones al final de la tarde (5:30 a 6:30 pm).

Después de todo un día de producción de oxígeno por las micro algas; mientras que las concentraciones más bajas se detectan al amanecer (5:30 a 6:30 am), luego de una noche de consumo por la respiración de todos los seres vivos.

#### 4.5. Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase I en el estanque 4

La proporción de la ganancia de peso en esta fase I, se mantuvo en aumento con 1 g promedio, este aumento se debe a la conversión alimenticia de dichos camarones, pero como también hay camarones con una conversión alimenticia sana y con mala conversión teniendo un promedio de ganancia de algunos camarones hasta de 0.8 g por semana.

### - Comportamiento de peso – temperatura

La figura 26 nos muestran en la ganancia de peso estimada para los estanques camaroneros en la Cooperativa Los Piñalitos, según experiencia propia de los camaronicultores de esta cooperativa. Ha sido de 0.9 a 1.0 gramos por semana. En cuanto, al parámetro de temperatura durante esta fase se mantuvo en aumento en las 8 semanas de la fase I, no obstante, no perjudicando a si el crecimiento de los camarones, ni la ganancia de peso de estos, por lo que este parámetro se mantuvo en los rangos óptimos para dichos camarones dentro del estanque 4.

### - Comportamiento de peso – pH

Por otra parte, los parámetros físico químico, que fueron tomados durante esta fase I, el parámetro de pH, fue el que mostro menos variación en los datos con un promedio de 7.89 y los cambios dentro del estanque no fueron notorios para los camarones y comparado con lo que nos dice (Ulloa 2015) los valores se encontraron dentro de los intervalos óptimos para estos en la fase I, por lo que este parámetro no tuvo un efecto mayor en la ganancia de peso (figura 27).

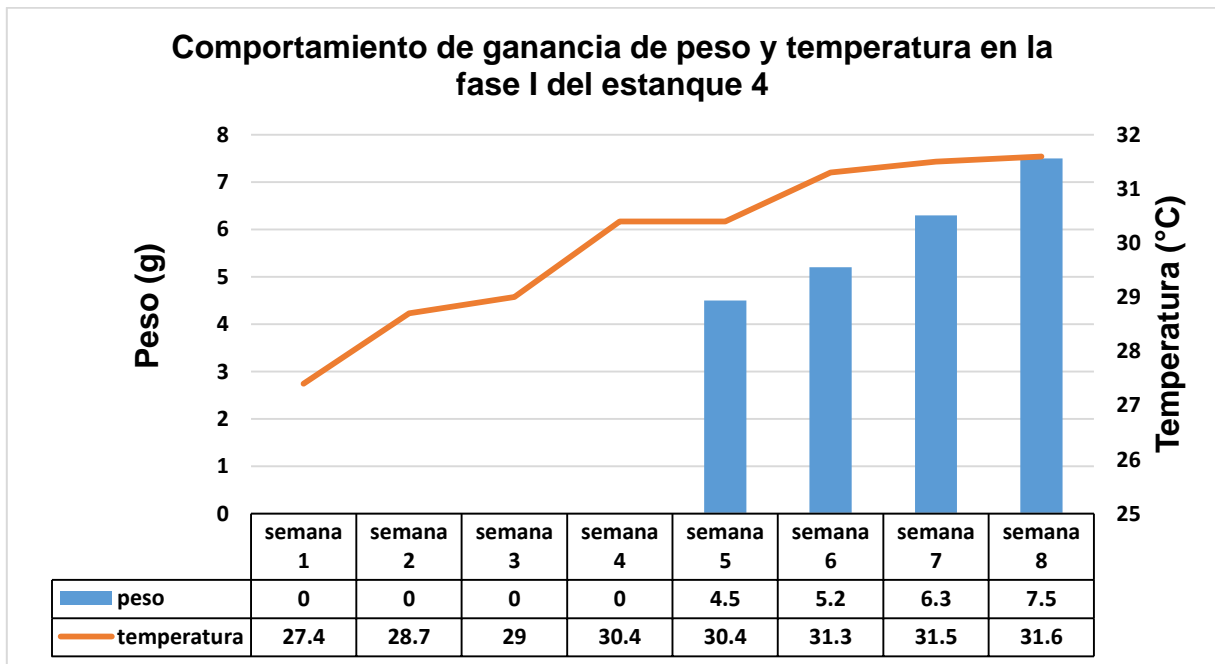


Figura 26. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase I en el estanque 4.

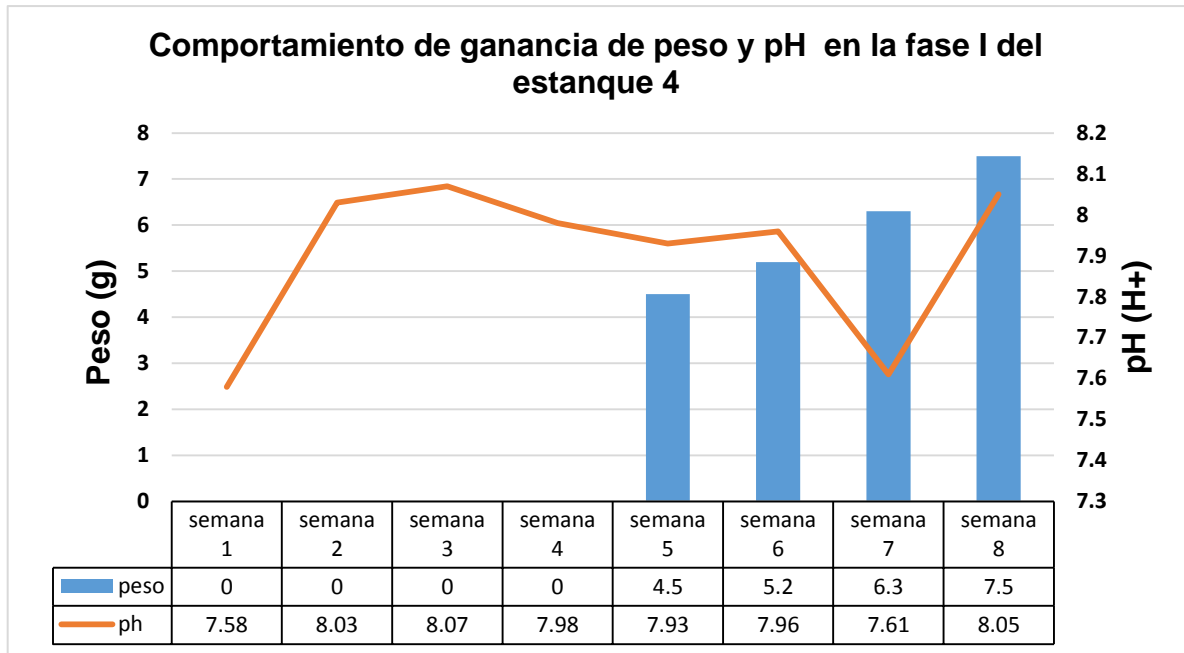


Figura 27. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase I en el estanque 4.

El factor de ganancia de peso, se tomó semanalmente esta no se registró diariamente porque la conversión alimenticia que poseían los camarones, era muy baja por lo que se inició la toma de datos de peso en la semana cinco y teniendo un peso de 4.5 g.

#### - Comportamiento de peso – oxígeno disuelto

Es importante destacar, que todos los parámetros físico químico, son de vital importancia en los estanques camaroneros, pero en relación del oxígeno disuelto en el agua para que esté disponible para los camarones es importante, por lo cual debe haber un monitoreo constante en la fase I, este parámetro no tuvo variaciones que fueran drásticas para los camarones:

La proporción de oxígeno disuelto dentro del estanque 4 en la fase I, mantuvo valores que estuvieron dentro de los parámetros normales con valores de 3.6mg/L, durante las primeras semanas que duro la fase I. En resumen, las semanas que tuvieron menos proporción de dicho parámetro fueron la semana 1 y semana 4 con 3.1 mg/L y 3.2 mg/L, respectivamente, siendo estos dos los datos con más bajo porcentaje en esta fase, presentando un aumento en las semanas siguientes como se muestra en la figura 28.

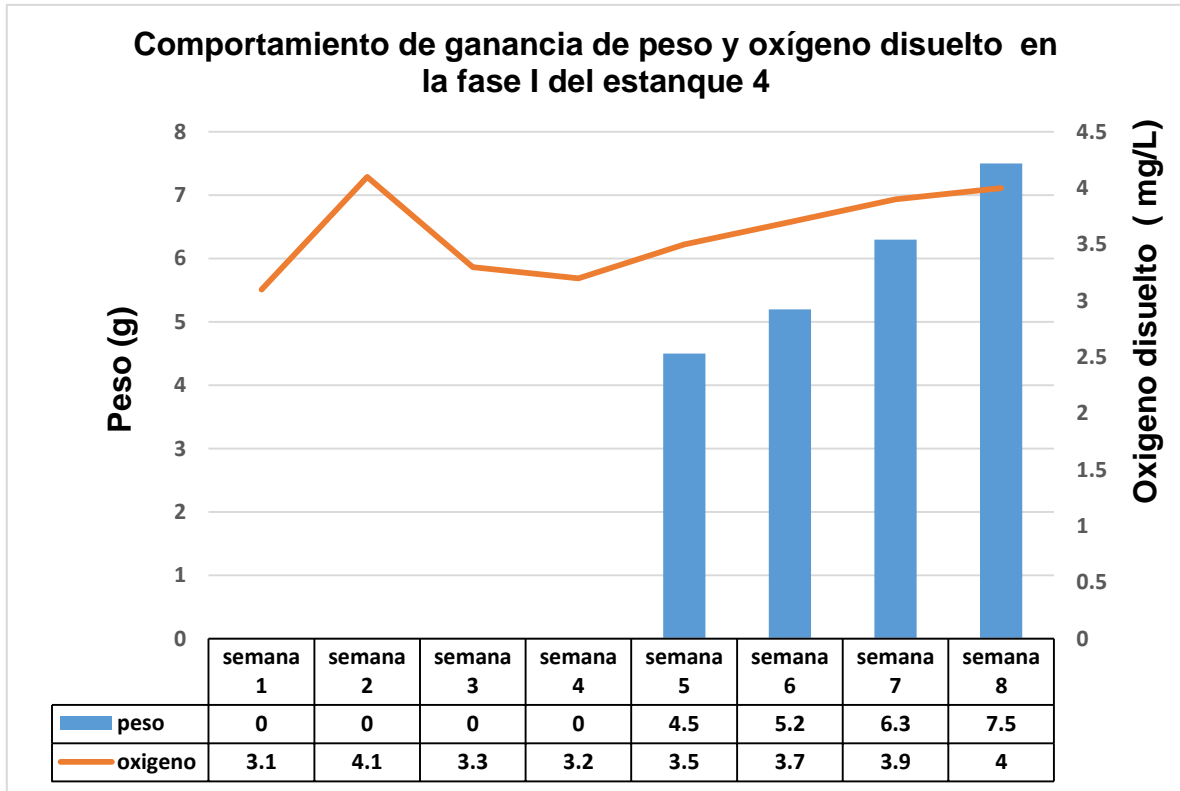


Figura 28. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase I en el estanque 4.

#### 4.6. Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase II en el estanque 4

Con respecto a la ganancia de peso en la fase II y los parámetros físico químicos dentro del estanque, en esta fase se puede mencionar que los datos de peso son relativamente positivos con respecto a la ganancia de peso la cual la ganancia de peso es de 1 g por semana.

##### - Comportamiento de peso – temperatura

En términos generales, la fase II del ciclo de producción en el estanque 4 de la Cooperativa los Piñalitos, comprende los 21 días que duro la etapa de engorde, para posteriormente sacarlos a la venta en donde se observó la ganancia de peso de los camarones en los últimos 21 días, como se puede observar en la figura 29.

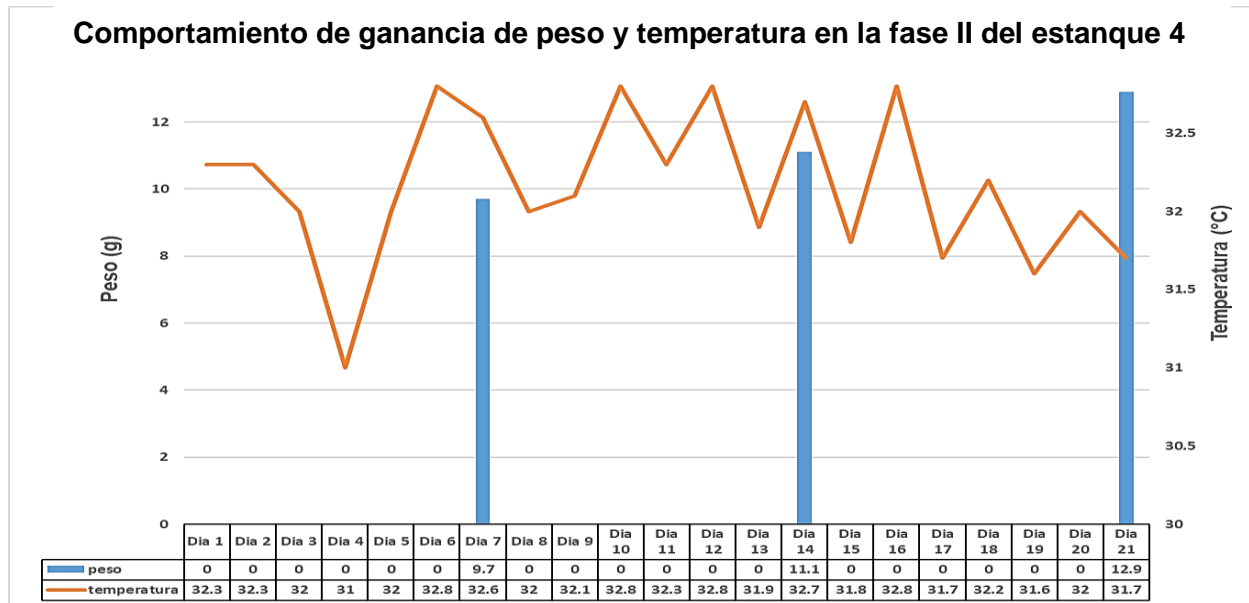


Figura 29. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase II en el estanque 4.

En relación, podemos a esto se menciona el parámetro de la temperatura, que se encuentra reflejados en el grafico siguiente, muestra el comportamiento de este parámetro en el estanque 4, en donde la temperatura tiene un valor bajo en el día 4 con un dato de 31 °C y aumentando en los días posteriores, no afectando así la conversión alimenticia de los camarones ni el crecimiento de estos.

#### - Comportamiento de peso – pH

Es importante mencionar que la ganancia de peso es muy importante en la cooperativa en cuanto al cuidado y monitoreo de los datos para así tener una buena ganancia de peso. También dependerá del control que se les dé a los parámetros, de esta manera se tendrá una excelente producción.

En los parámetros físico químico, tomados durante esta fase el parámetro de pH, fue el que mostro una tendencia a ser normal el cual se mantuvo estable con un promedio de 8.5 y los cambios de rango de este dentro del estanque no fueron notorios como se observan en la figura 30 y comparado con lo que nos dice (Ulloa 2015) en donde el rango óptimo de pH es de 6 a 9, los valores se encontraron dentro de los intervalos normales para los camarones en esta fase, por lo que este parámetro no tuvo un efecto mayor en la ganancia de peso en esta fase.

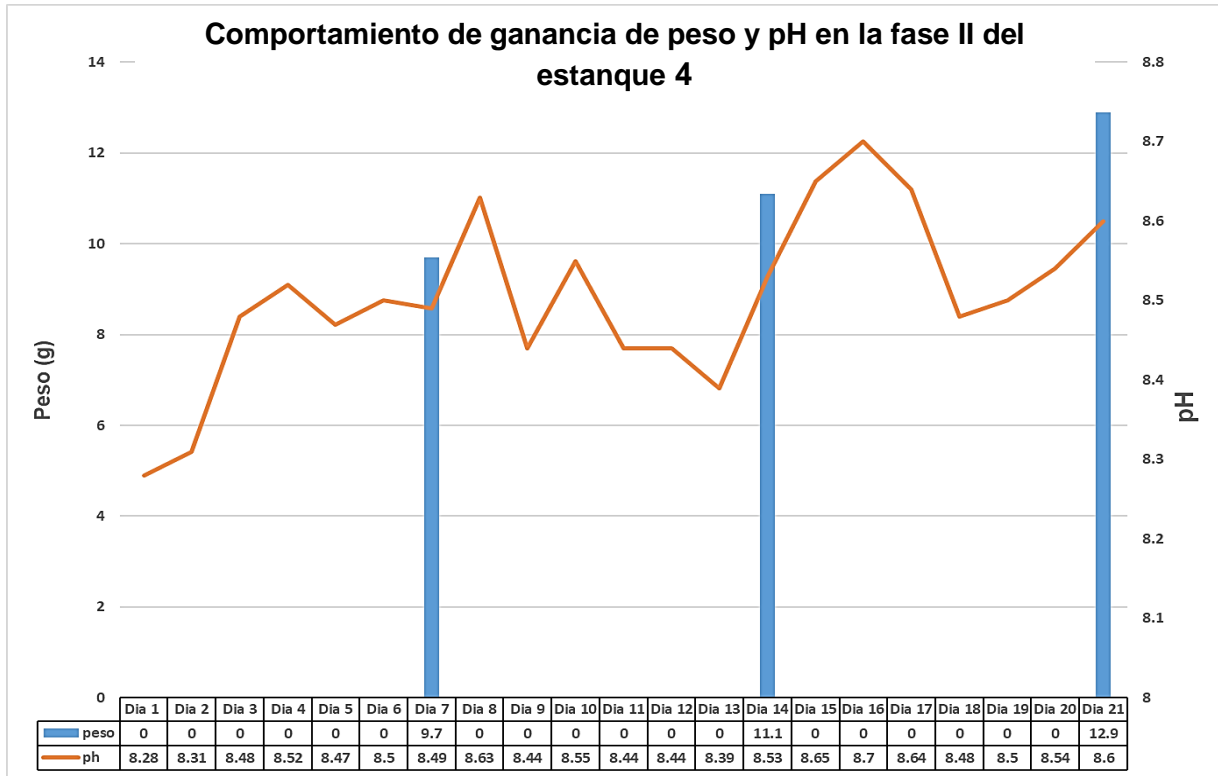


Figura 30. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase II en el estanque 4.

#### - Comportamiento de peso – oxígeno disuelto

Con respecto a la proporción de oxígeno disuelto, se observa que este es uno de los parámetros más crítico para los camarones, en esta etapa hay más biomasa y los espacios son menores. Además, los camarones son más exigentes de todos los aspectos y la prioridad es el oxígeno, los escasos de este, hasta un extremo causaría una mortandad al instante, y esto generaría pérdidas.

El factor de ganancia de peso se tomó semanalmente, esta no se registra diariamente porque la conversión alimenticia que poseen los camarones es baja, esta ganancia de peso dentro del estanque 4 de la fase II, se observar claramente en la ganancia de peso de una semana a otra teniendo como promedio base la semana 9 con un peso de 9.7 g, observándose así la ganancia en las semanas siguientes hasta llegar a 12.9 g en promedio como se observa en la figura 31.

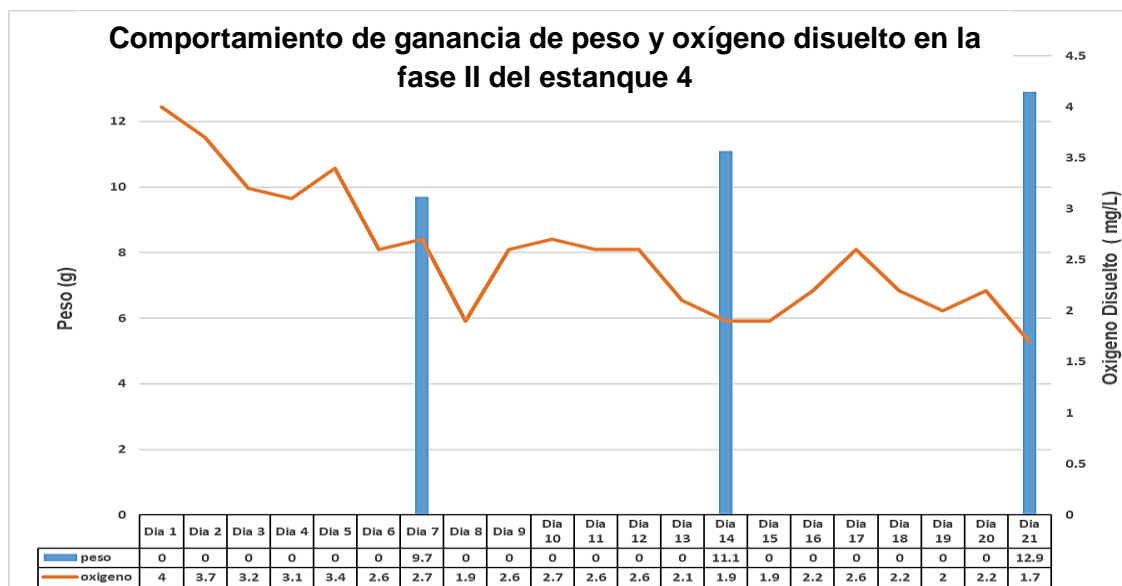


Figura 31. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase II en el estanque 4.

En cuanto al oxígeno disuelto, presento un dato de 4 mg/L, teniendo una disminución a medida transcurren los días y los camarones aumentan su tamaño. También, son más exigentes en oxígeno y tienden a la disminución a medida transcurren los días, teniendo al final de la fase un valor de oxígeno disuelto de 1.7 mg/L, siendo así necesario colocar oxigenadores.

#### 4.7. Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase I en el estanque 5

Durante este periodo, el comportamiento de los parámetros físico químicos con respecto a la ganancia de peso, se mantienen estables por la cantidad de biomasa que se encuentra dentro del estanque y los camarones no son muy exigente, pero a medida los camarones crecen son más exigente,

##### - Comportamiento de peso – temperatura

En la figura 32, muestra la fase I del ciclo de producción en el estanque 5 de la Cooperativa los Piñalitos, comprende las primeras 8 semanas del ciclo de producción del camarón y dependiendo de la semana 5 la toma de peso que esta se hace semanalmente para ir corroborando la ganancia de peso de los camarones.

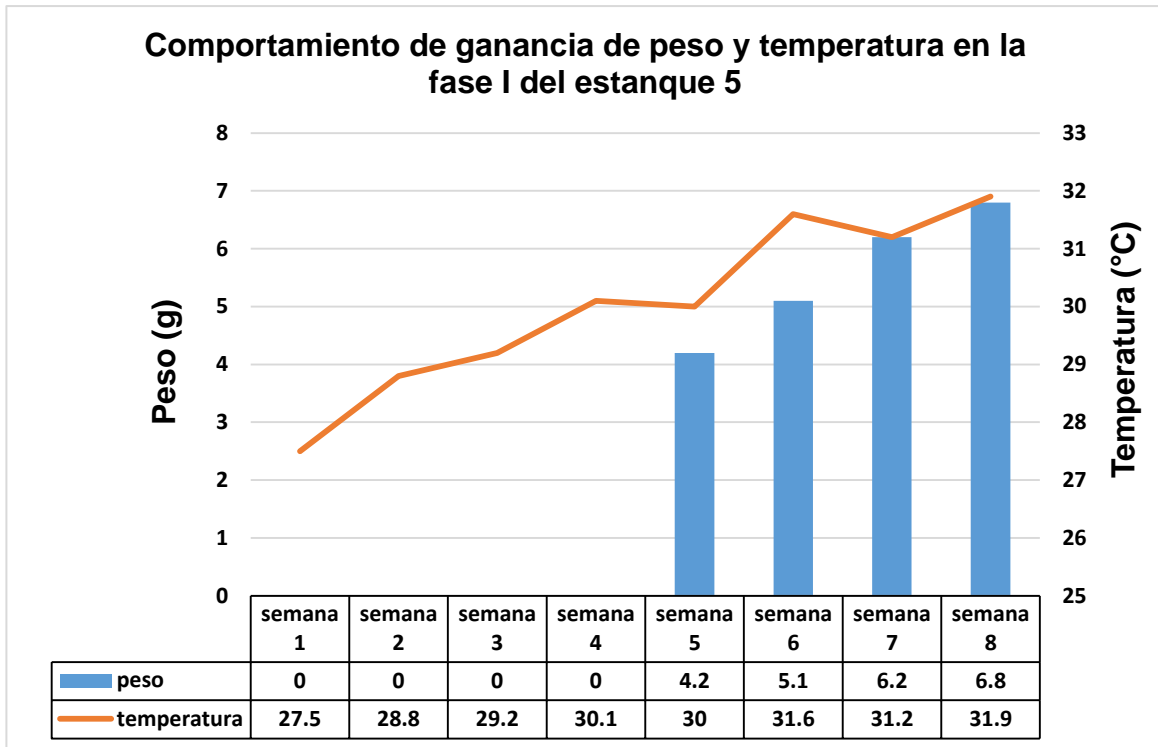


Figura 32. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase I en el estanque 5.

En relación a la ganancia de peso se encuentra los parámetros físico químico y en el gráfico anterior se muestra como fue el comportamiento de la temperatura la cual a medida aumentaba las semanas en la fase I, aumentaba hasta llegar en la semana 8 a una temperatura de 31.9 °C y una de 27.5, de al inicio de la fase I, pero sin presentar un efecto en la ganancia de peso ni en el comportamiento de los camarones dentro del estanque.

#### - Comportamiento de peso – pH

De este modo, la ganancia de peso estimada para los estanques camaroneros en la Cooperativa Los Piñalitos ha sido de 0.9 a 1.0 g desde que la Asociación Fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador (CORDES), asimismo esta institución comenzó proporcionar asistencia técnica en un estanque semi intensivo, en el estanque 5 se muestra desde la semana 5 el aumento en 1 g por semana, como se puede observar en la figura 33.



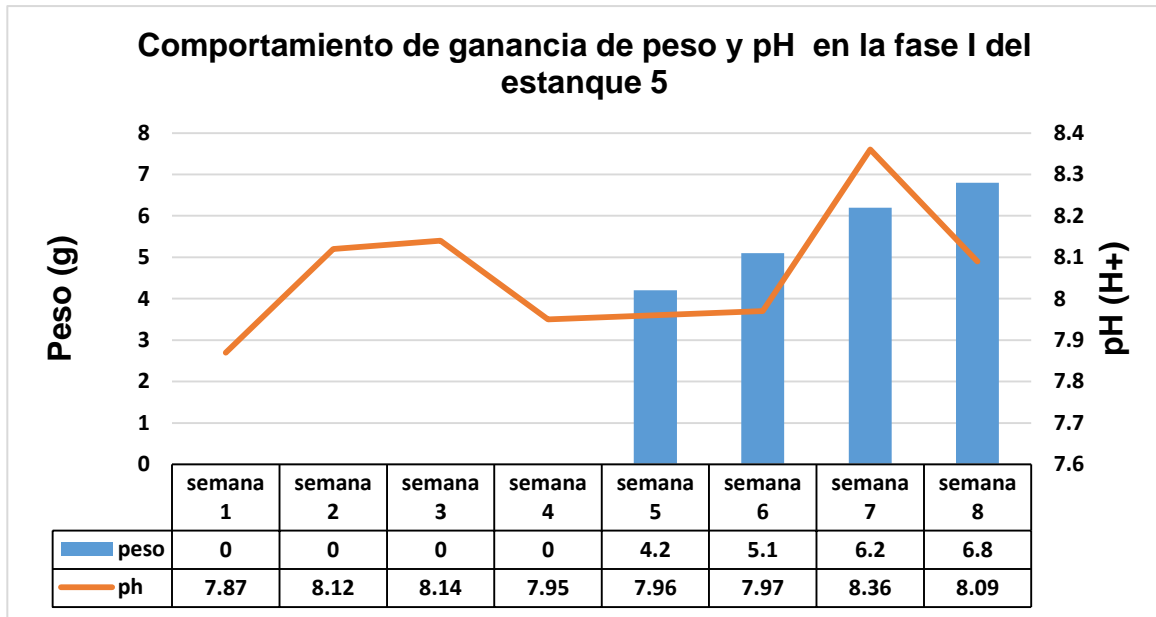


Figura 33. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase I en el estanque 1.

En cuanto a los parámetros físico químico el pH en el estanque 5 se mantuvo dentro de los rangos normales para una producción eficiente manteniendo un pH de 7.87 y experimento aumenta en la semana dos y en la semana 7, pero manteniéndose en el rango de lo normal para la producción.

#### - Comportamiento de peso – oxígeno disuelto

Por lo tanto, el factor de ganancia de peso no se registró diariamente porque la conversión alimenticia que poseían los camarones, era muy baja por lo que se tomó semanalmente, iniciando en la semana 5 y teniendo un peso promedio de 4.2 gramos al inicio de la toma de peso.

La proporción de oxígeno disuelto dentro del estanque 5, tuvo valores que estuvieron dentro de los parámetros normales de 3.51 mg/L, durante las primeras 8 semanas que duro la fase I.

Además, este parámetro comenzó con un porcentaje bajo de 2.1 mg/L y a medida pasaban las semanas se aumentó, pero siempre se presentaron caídas durante esta semana, al final de la fase un promedio de oxígeno de 3.5 mg/L, el cual está al filo de los rangos de producción como se puede ver en la figura 34.

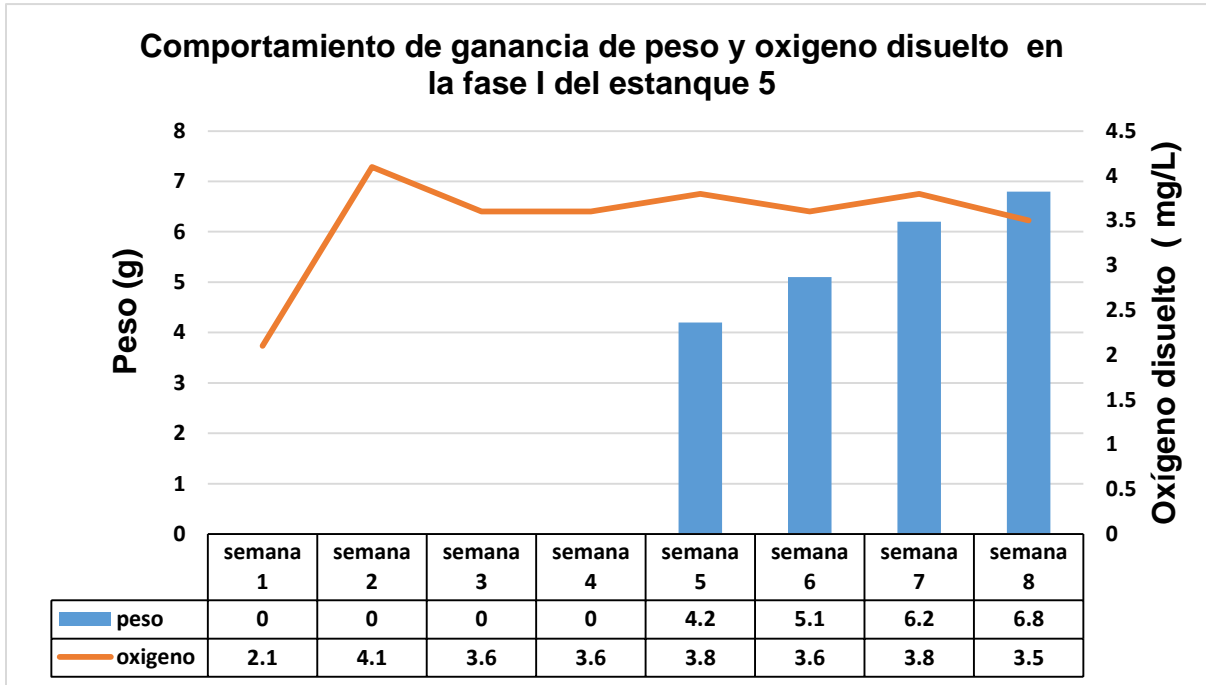


Figura 34. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno en la fase I en el estanque 5.

#### 4.8. Comportamiento de la ganancia de peso y los parámetros físico químicos en la fase II en el estanque 5

La fase II del ciclo de producción en el estanque 5 de la Cooperativa los Piñalitos, comprende los 21 días de la etapa de engorde para posteriormente sacarlos a la venta.

##### - Comportamiento de peso – temperatura

En relación el factor de ganancia de peso se tomó semanalmente, esta no se registra diariamente porque la conversión alimenticia que poseen los ejemplares es baja. Dentro de la ganancia de peso del estanque 5 de la fase II en la cual podemos observar claramente como es notoria la ganancia de peso de una semana a otra teniendo como promedio base a la semana 9 con un peso de 10.1 g. Durante este periodo, se muestra también el parámetro de temperatura la cual se comportó drásticamente inestable en los últimos 21 días del ciclo de producción la cual al inicio de esta fase obtuvo una temperatura de 31.5 °C bajando en el día 7 hasta 31 °C y elevándose hasta 33.7 °C en el día 10 como se muestra en la figura 35.

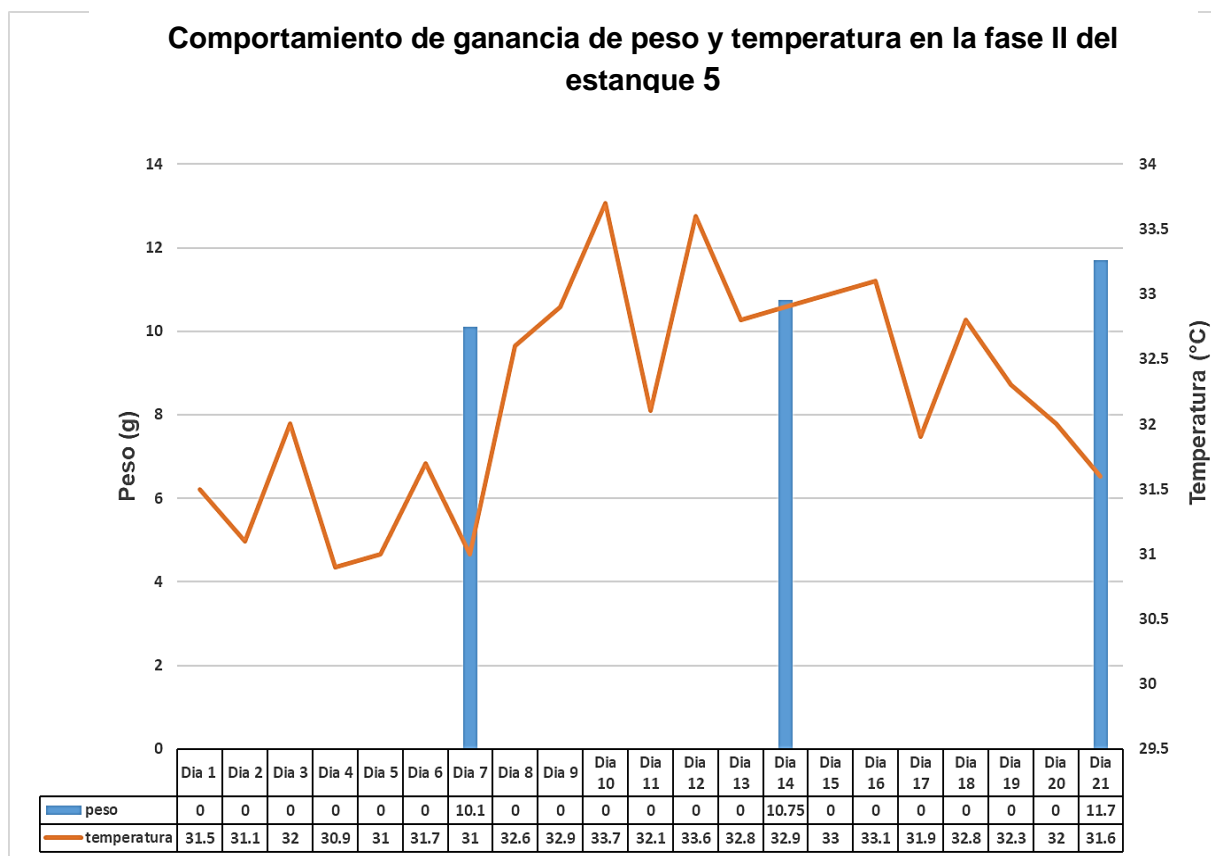


Figura 35. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de temperatura en la fase II en el estanque 5.

#### - Comportamiento de peso – pH

En cuanto a la toma de peso en el estanque 5, este se realizó semanalmente. Además, en la ganancia de peso de este estanque se puede observar de una semana a otra, teniendo un promedio base a la semana 9 de 10.1 g y así sucesivamente teniendo un peso de 1 g por semana.

En los parámetros de físico químico tomados durante esta fase II, el pH fue el que no mostro variaciones, se mantuvo estable con un promedio de 8.48 comparado con lo que plante Ulloa (2015).

Los valores se encontraron dentro de los intervalos normales, por lo que este parámetro no tuvo un efecto mayor en la ganancia de peso como se observa en la figura 36.

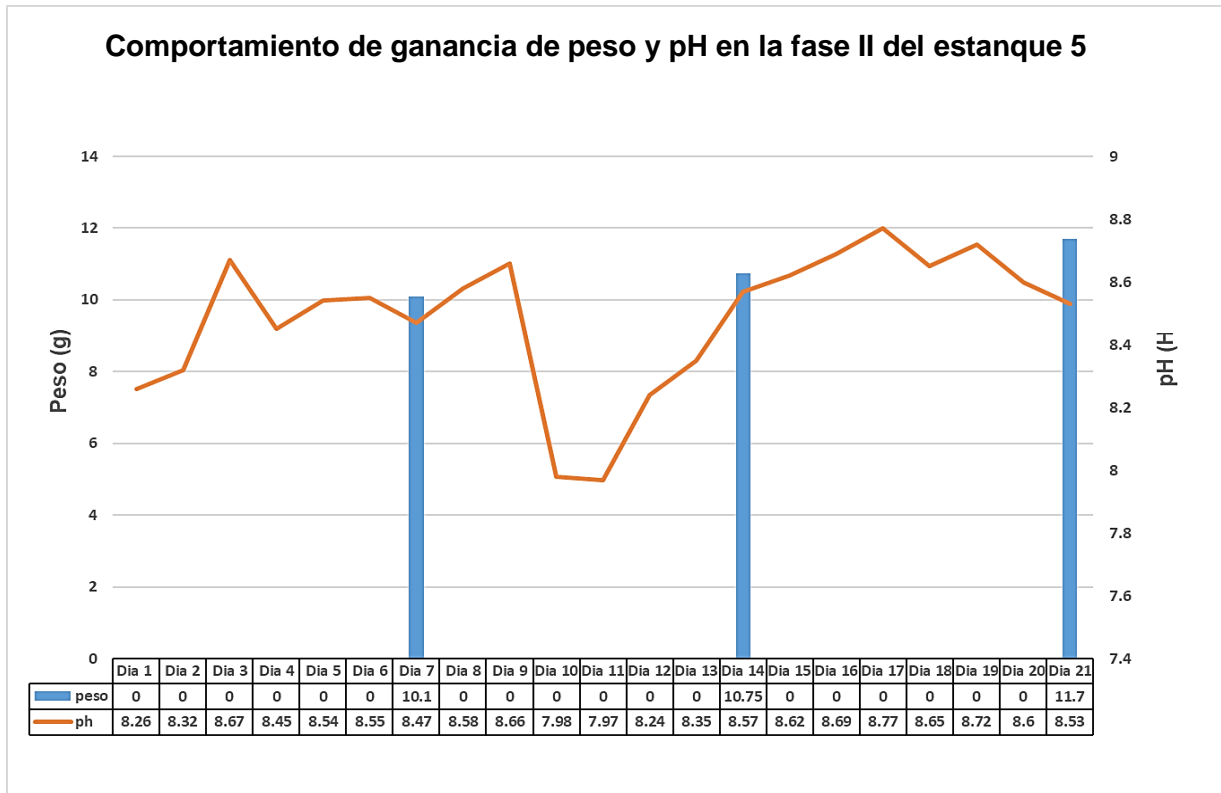


Figura 36. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de pH en la fase II en el estanque 5.

#### - Comportamiento de peso – oxígeno disuelto

Es importante destacar, que la ganancia de peso en esta fase es esencial, es por eso que el monitoreo de los parámetros para tener una buena ganancia de peso la cual es importante. También, la proporción de oxígeno disuelto dentro del estanque 5, es uno de los parámetros más crítico para los camarones en esta etapa, porque existe más biomasa y los espacios son menores. Asimismo, los camarones son más exigentes de todos los parámetros físico químico.

Por lo cual, el oxígeno disuelto en el estanque 5 en la fase II presento 2.8 mg/L, al inicio de la fase, teniendo una disminución considerable a medida transcurren los días los camarones aumentan su tamaño y son más exigentes de este parámetro. Manteniendo una disminución a medida transcurren los días, al final del ciclo se registró un valor de oxígeno disuelto de 2.1 mg/L, siendo necesario colocar los aireadores de paleta en el momento, donde se encuentra las disminuciones de este parámetro como se detalla en la figura 37.

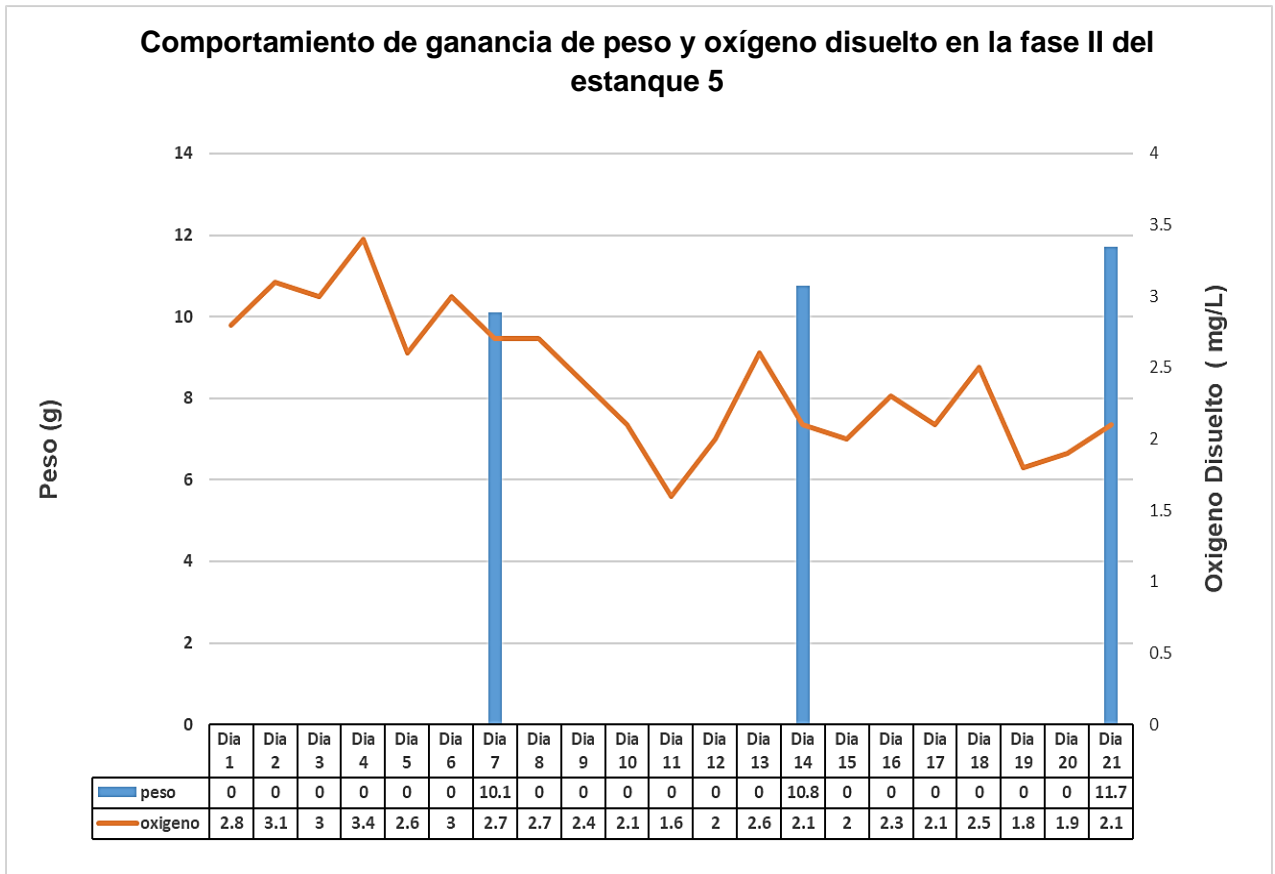


Figura 37. Comportamiento de la ganancia de peso con respecto al parámetro de oxígeno disuelto en la fase II en el estanque 5.

#### 4.9. Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 1 en la fase I

La profundidad del estanque es muy importante para el cultivo de los camarones por el cual tiene que ser estratificada y saber qué profundidades se adapta mejor este cultivo.

##### - Relación entre temperatura y profundidades

Por lo tanto, la relación que se encuentra entre las profundidades del estanque 1 y la temperatura en la fase I, es proporcional con el aumento en el tiempo en donde la temperatura aumenta según aumenta las semanas no obstante en la semana 6 y 7 se observó una disminución, pero experimentando un aumento en la semana 8, esto se produjo debido a las condiciones propias de la época seca donde la temperatura ambiental son más altas como se puede observar en la figura 38.

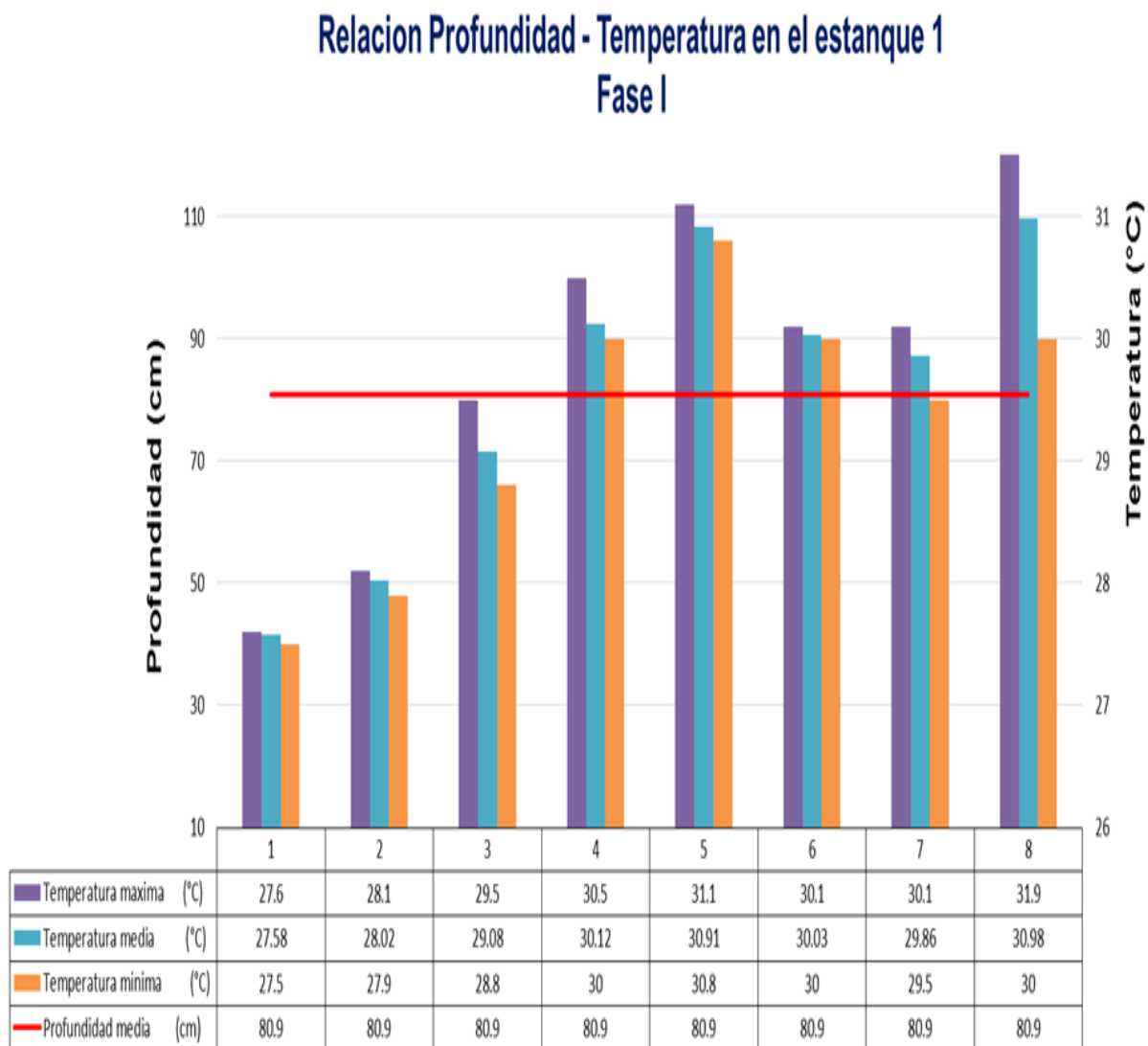


Figura 38. Relación profundidad – temperatura en el estanque 1 fase I.

#### - Relación entre pH y profundidades

El pH entro del estanque 1, considerando las profundidades en los diferentes puntos, se encuentran dentro de los parámetros normales para el desarrollo de los camarones teniendo un alza de sus valores en la semana 2.

Manteniéndolo un pH estándar en el resto de la fase I, en la figura 39 se puede ver el comportamiento de este parámetro.

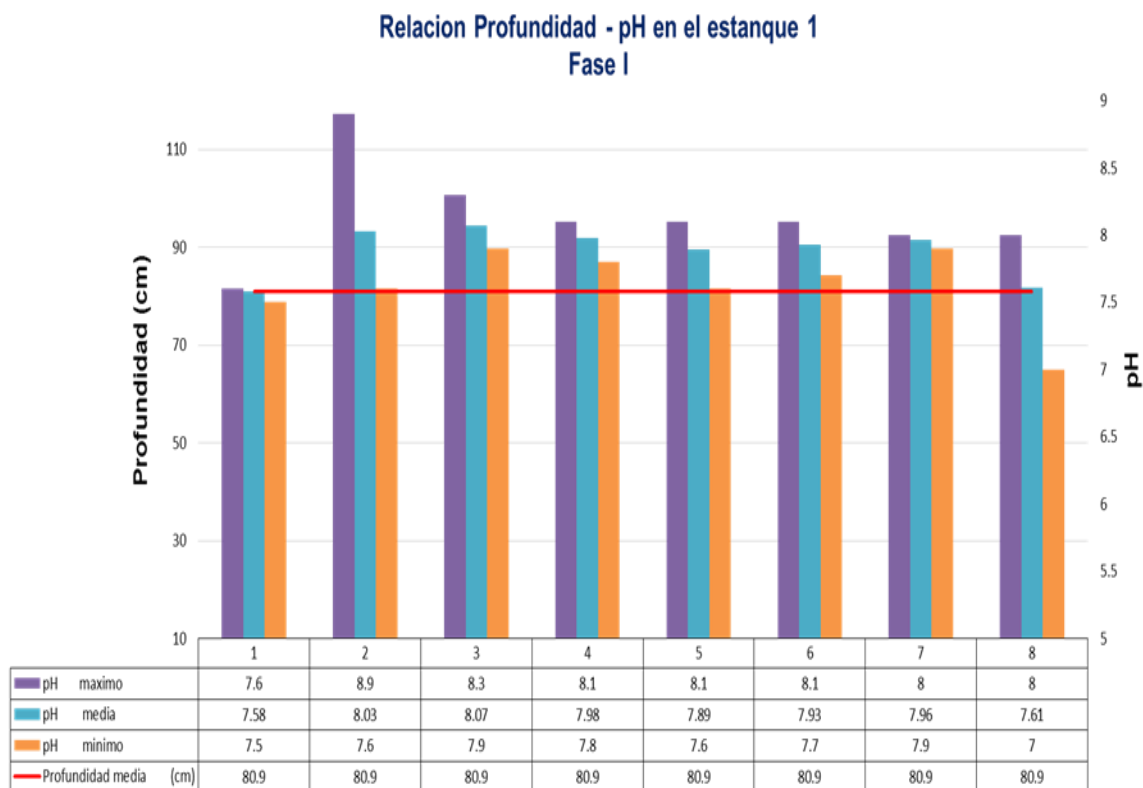


Figura 39. Relación profundidad – pH en el estanque 1 fase I.

#### - Relación entre oxígeno disuelto y profundidades

En relación a este los camarones experimentaron muchas variaciones como muertes, aglomeraciones, discontinuidad metabólica de los camarones. Además, dentro del estanque se encuentran diferentes puntos como se observa en una profundidad de 110 cm mostrando una proporción de oxígeno de 5 mg/L.

Asimismo, en una altura más pequeña tenemos casi la misma proporción de oxígeno disuelto que en profundidades más altas, esto se debe a que los camarones en esta fase la biomasa es menor y es menor la exigencia de dicho parámetro.

El oxígeno es uno de los parámetros más importantes dentro los estanques camaroneros, es por ello que a mediada aumenta o disminuye la profundidad del estanque se observó que presenta diferentes cantidades de oxígeno disuelto como se muestran en la figura 40.

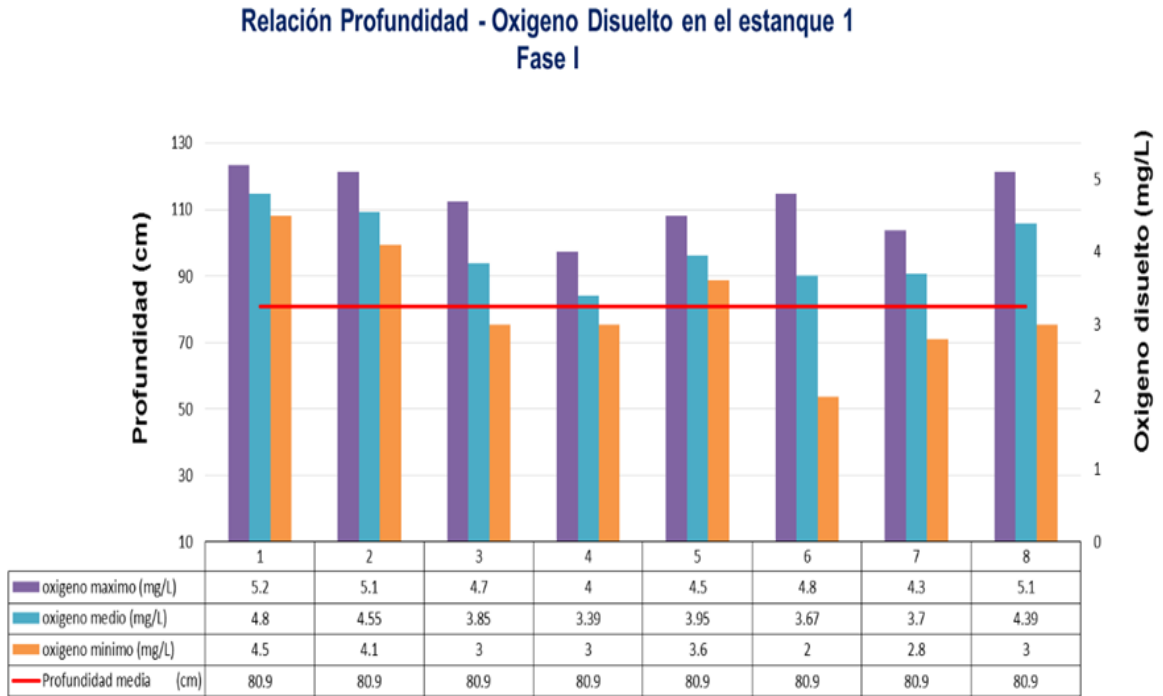


Figura 40. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 1 fase I.

#### 4.10. Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 1 en la fase II

De gran manera la profundidad hace mucho énfasis, en lo que son los parámetros físico químico, a medida es más profundo algunos parámetros, están más disponibles y algunos se pueden elevar o disminuir.

##### - Relación entre temperatura y profundidades

Con respecto a la temperatura dentro del estanque 1, se observó cómo aumento y disminuyo considerablemente en la última fase, ya sea por factores externo o internos; en los externos se encuentran la temperatura ambiente, del lugar, como también la época que se realizó la siembra que fue en la época seca y la temperatura aumenta en gran proporción que en la época lluviosa, como también dentro del estanque los organismos tiende a acelerar o disminuir su metabolismo con respecto a la temperatura, en la figura 41 se puede observar tal disminución.



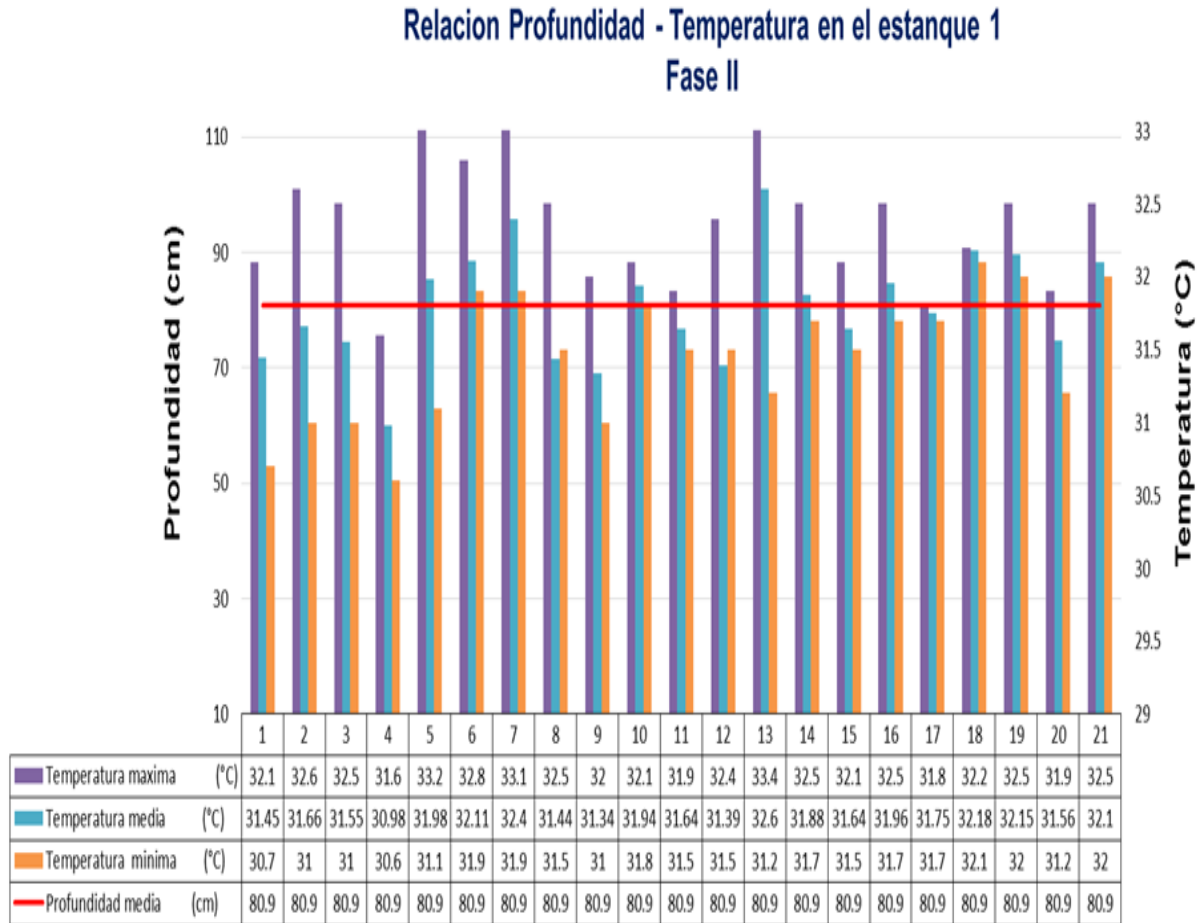


Figura 41. Relación profundidad – temperatura en el estanque 1 fase II.

#### - Relación entre pH y profundidades

Asimismo, la profundidad relacionada con el pH, no experimentó un efecto con respecto a la profundidad, por el cual, en una profundidad de 50 cm se encuentra un porcentaje similar que una profundidad de 80 cm.

Con respecto al pH dentro del estanque 1, se observó un aumento con respecto a la fase, pero no afectó a los camarones.

El pH se encuentra dentro de los valores normales para un crecimiento favorable de los camarones como se observa en la figura 42.

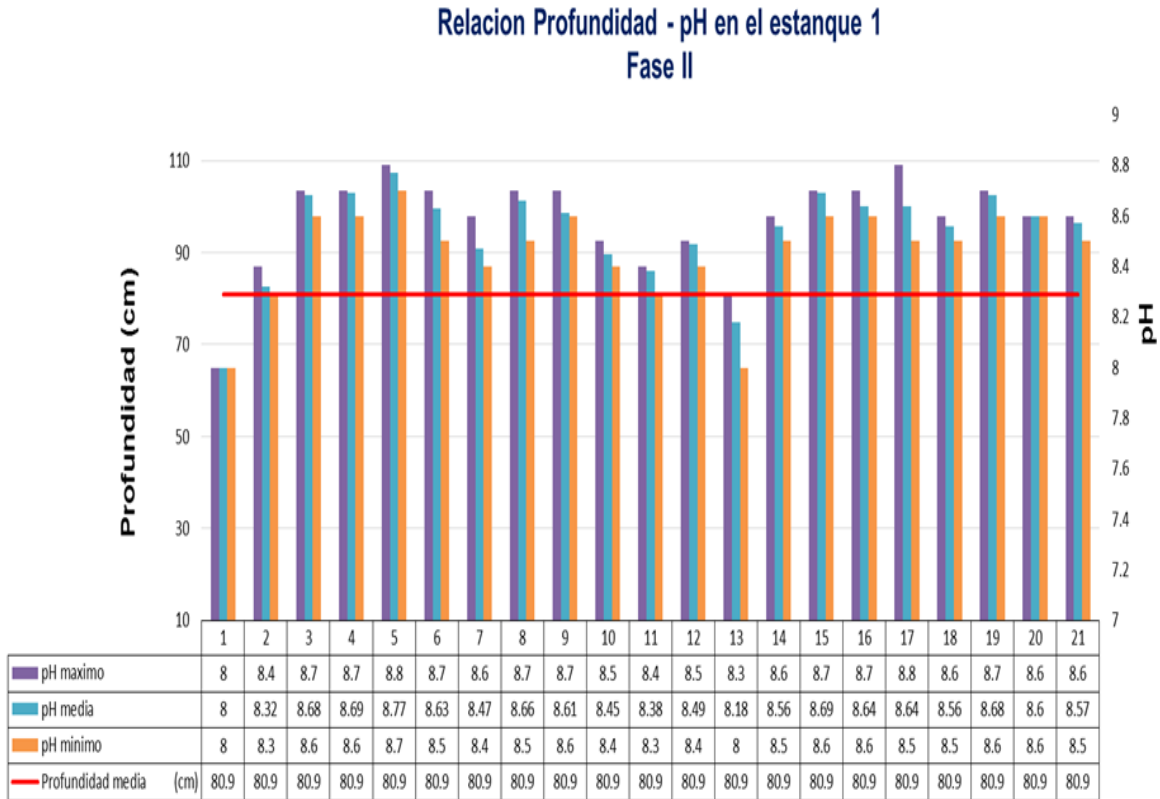


Figura 42. Relación profundidad – pH en el estanque 1 fase II.

#### - Relación entre oxígeno disuelto y profundidades

Por otra parte, la relación profundidad - oxígeno disuelto se observa la exigencia de oxígeno por parte de los camarones a medida van creciendo, aumentando su biomasa y acortando el espacio que necesitan para poder desarrollarse.

De este modo, se observa que a medida aumenta los días de producción, decae en gran proporción el oxígeno disuelto; por la exigencia del oxígeno disuelto por los camarones de biomasa que es más grandes y necesitan mucho más oxígeno disuelto dentro del estanque, y es por ello que los camarones buscan lugares más profundos donde haya menos temperatura; pero esto causa que se aglomeren generando que el porcentaje de oxígeno disminuya en gran manera, por lo que podemos observar que en puntos más profundos el oxígeno es menor como se puede observar en la figura 43.

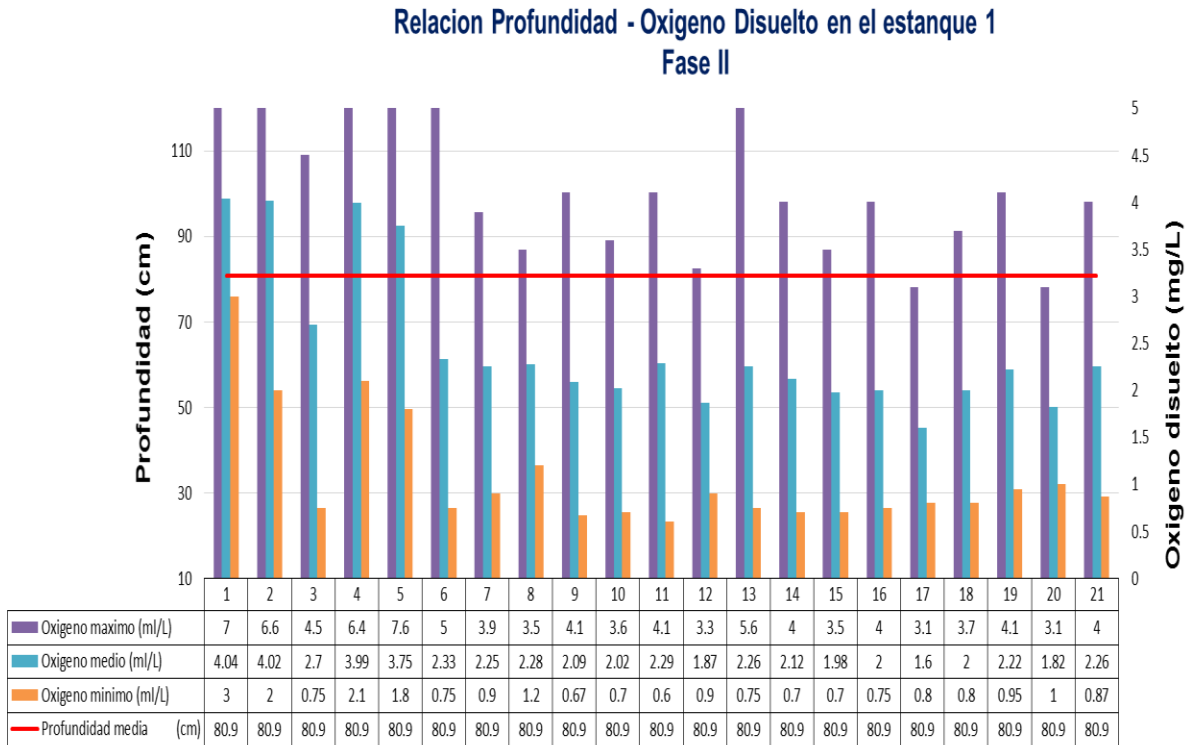


Figura 43. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 1 fase II.

**4.11. Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 4 en la fase I**

En cuanto a la relación de los parámetros físico químicos y la profundidad del estanque, es evidente en el parámetro de temperatura y así todos los parámetros físico químicos, en donde se tienen las profundidades óptimas los parámetros se comportan normalmente y el micro-ecosistema de los estanques es más estable para los camarones y su desarrollo es ideal.

**- Relación entre temperatura y profundidades**

La relación que se encuentra entre la profundidad del estanque 4 y la temperatura es relativamente proporcional con el aumento en el tiempo, a medida que aumenta el tiempo en la fase aumenta la temperatura como se muestra en la figura 44; pero no se observó ningún problema en relación a la profundidad del estanque, pero encontrando, siempre aglomeración de camarones en los puntos más profundos. En cuanto a lo antes mencionado, la temperatura penetra por la superficie del agua del estanque y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo generando una separación térmica, denominada estratificación térmica.

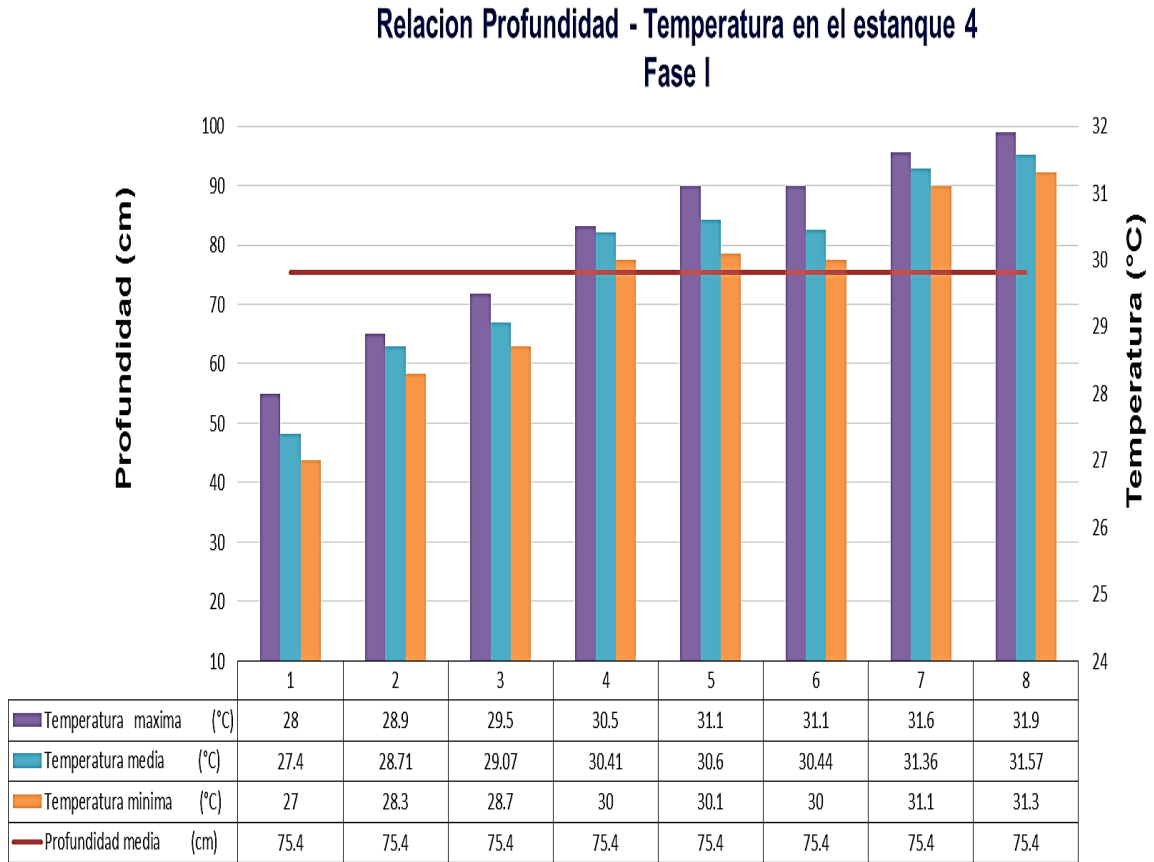


Figura 44. Relación profundidad – temperatura en el estanque 4 fase I.

#### - Relación entre pH y profundidades

Asimismo, los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde suben a un pH de 8 o 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas tal como lo menciona (Ulloa 2015).

En cuanto al pH que se observa dentro del estanque 4, fue de 8.01, con respecto a las alturas en diferentes puntos, está dentro de los parámetros normales para un óptimo desarrollo de los camarones.

Además, se observándose un alza en la semana 3, pero manteniéndose normal en el resto de la fase, donde no se observan variaciones drásticas como se puede verificar en la figura 45.

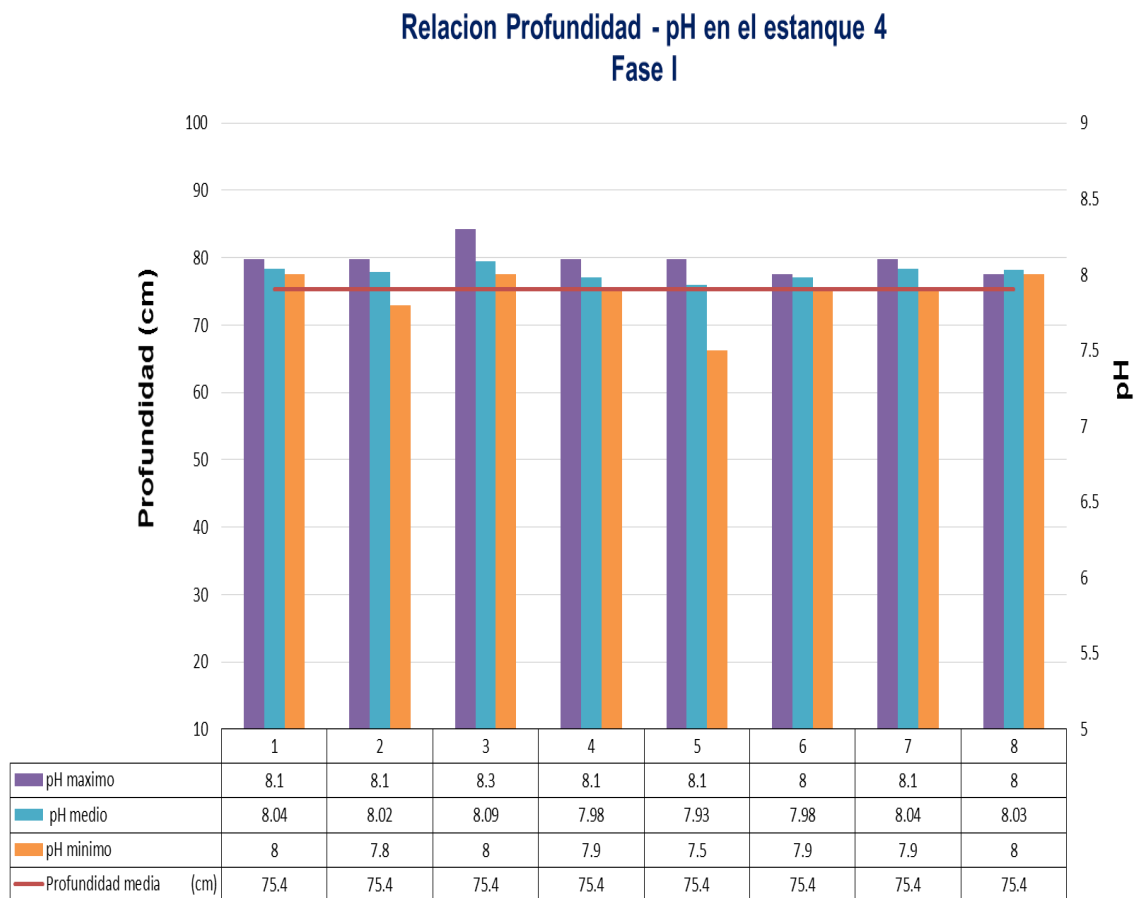


Figura 45. Relación profundidad – pH en el estanque 4 fase I.

#### - Relación entre Oxígeno disuelto y profundidades

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros de los más importantes dentro los estanques, camaroneros, es por ello que a medida aumenta o disminuye la profundidad del estanque, podemos observar diferencias en los porcentajes de oxígeno disuelto.

Además, esto indica que el parámetro de oxígeno es independiente de sí mismo y por lo cual hay muchas variaciones dentro del estanque en diferentes puntos.

Como se observa en la figura 46, que, en una altura de 100 cm, presenta una proporción de oxígeno de 5.1 mg/L, y en una altura más bajas tenemos una cantidad similar a la proporción de oxígeno disuelto que se encuentra en el primer punto.

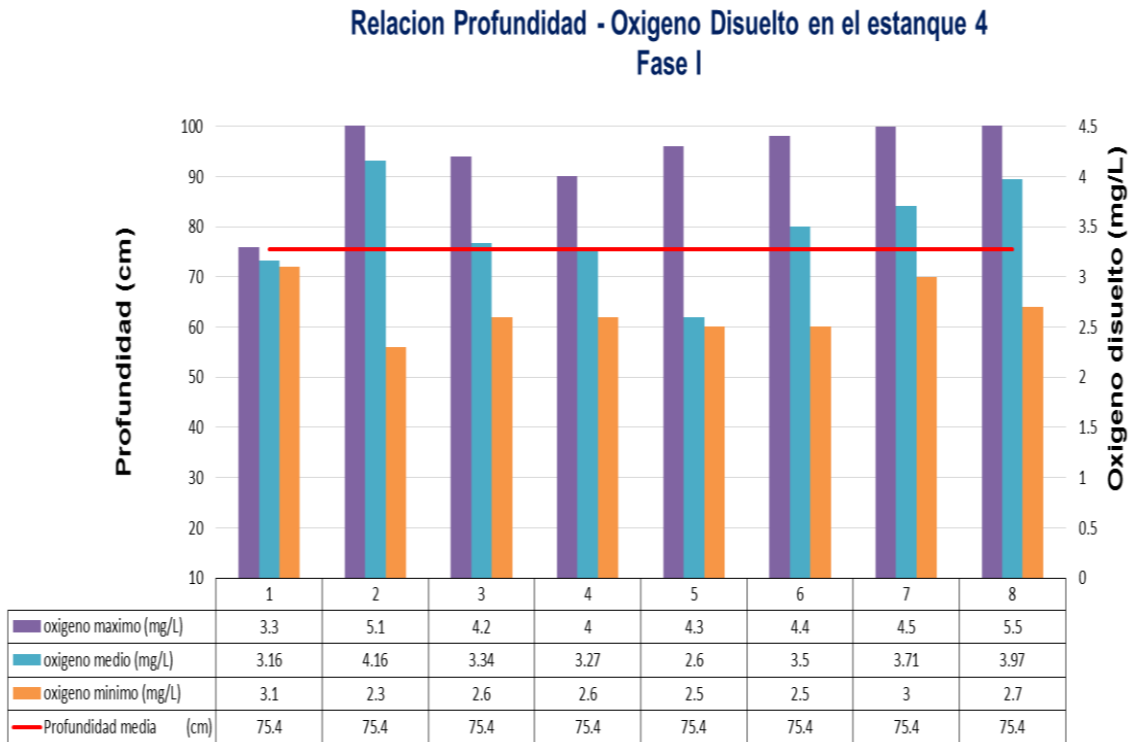


Figura 46. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 4 fase I.

#### 4.12. Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 4 en la Fase II

Durante este periodo los parámetros físico químicos son más afectados teniendo un aumento en algunos y disminuyendo en otros, presentando temperaturas altas y los porcentajes de oxígeno disueltos más bajos; esto se puede relacionar con necesidad de dicho parámetro para muchos organismos dentro del estanque.

##### - Relación entre Temperatura y profundidades

Con respecto a la temperatura dentro del estanque 4, se puede observar cómo aumenta y disminuye, en gran manera en esta última fase en el día 4, debido que es el día en donde se encuentra los parámetros de temperatura más baja, ya sea por factores externo o internos; en cuanto a los externos se encuentran la temperatura ambiental que se encuentra en el lugar de investigación, y los internos del estanque, los organismos tienden a acelerarse su metabolismo con respecto a la temperatura alta como se puede observar en los días 10,11, 12 en estos días se presenta las temperaturas más altas de esta fase como se puede ver en la figura 47.

### Relacion Profundidad - Temperatura en el estanque 4 Fase II

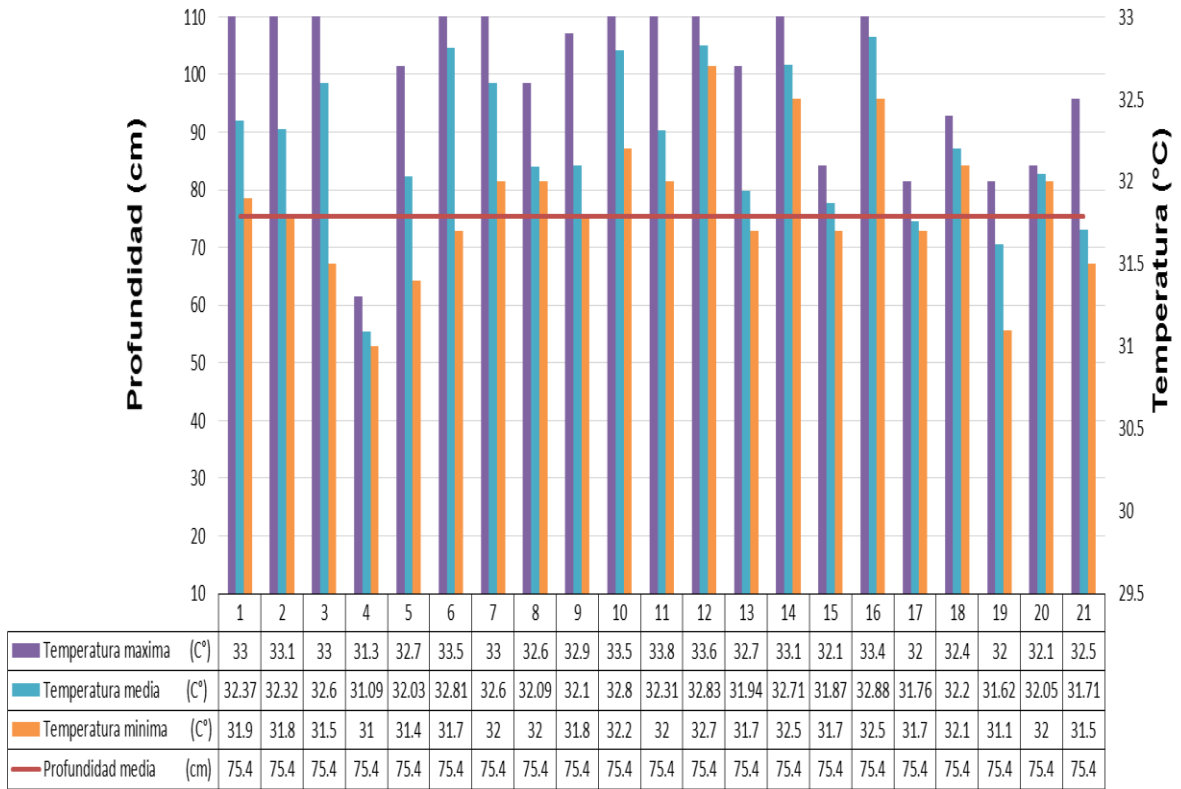


Figura 47. Relación profundidad – temperatura en el estanque 4 fase II.

**- Relación entre pH y profundidades**

Con respecto al pH dentro del estanque 4, hubo un aumento entre los días 4, 8 y 16, pero este aumento no tuvo ningún efecto para los camarones, porque aún están dentro de los rangos normales para el crecimiento.

En particular hay un pequeño aumento con respecto a la fase I pero no afectando a los camarones, porque a un se encuentra en los valores normales.

En relación a la profundidad con el pH, no se encontró efecto, debido que con una profundidad de 50 cm se encuentra un porcentaje similar en una profundidad de 80 cm el cual no hizo ningún perjuicio a los ejemplares dentro del estanque tal como se muestra en la figura 48.

### Relacion Profundidad - pH en el estanque 4 Fase II

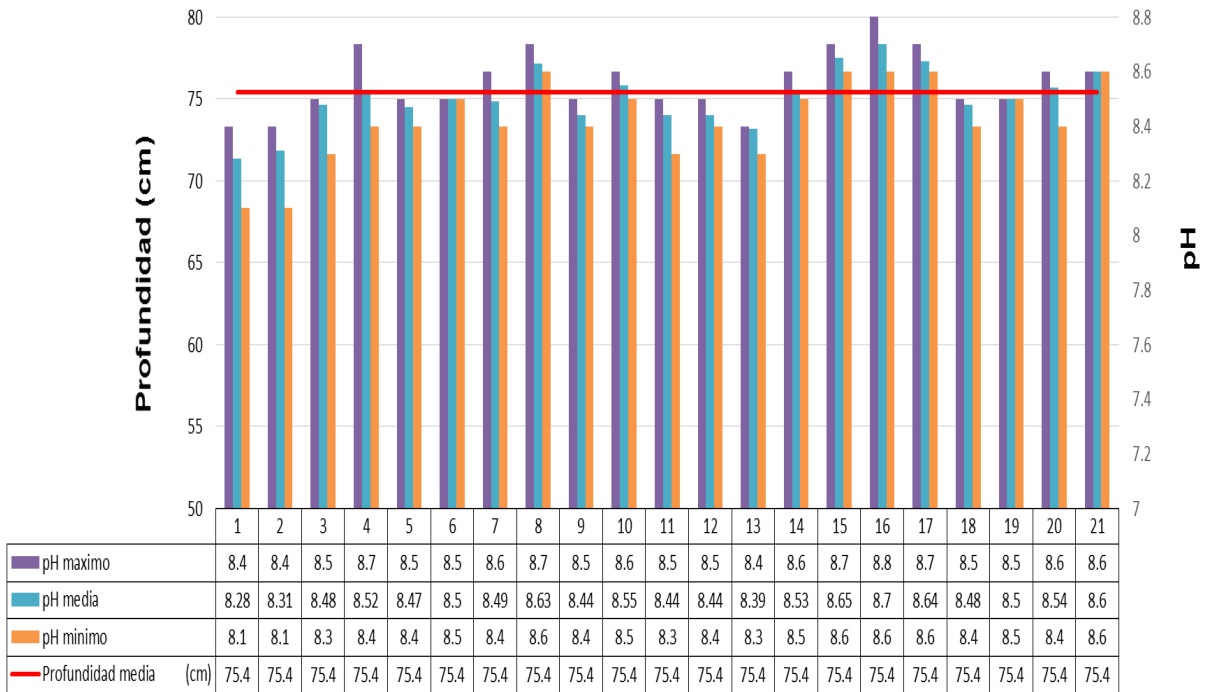


Figura 48. Relación profundidad – pH en el estanque 4 fase II.

**- Relación entre Oxígeno disuelto y profundidades**

De esta manera a medida aumenta los días de producción, decae en gran proporción el oxígeno, esto debido a la exigencia de los camarones, en donde necesitan mucho más oxígeno disuelto dentro del estanque, más espacio.

Es por ello que estos buscan lugares más profundos donde hay menos temperatura; pero por la aglomeración el porcentaje de oxígeno se disminuye en estos lugares donde existen mayor concentración de muchos camarones.

En definitiva, la profundidad con respecto al oxígeno en el estanque 4, se observó que la baja o exigencia de oxígeno que poseen los camarones a medida van creciendo y aumenta biomasa acortan espacio dentro del estanque y necesitan más proporción de oxígeno disuelto esto se observa en la figura 49.



### Relacion Profundidad - Oxigeno Disuelto en el estanque 4 Fase II

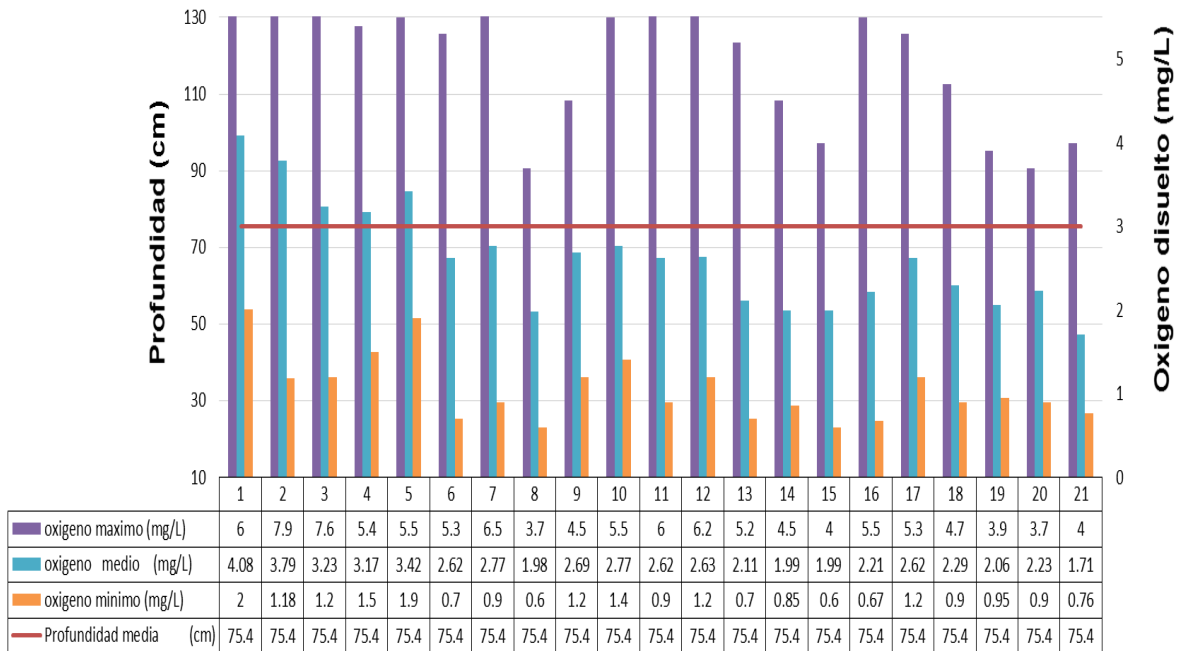


Figura 49. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 4 fase II.

#### 4.13. Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 5 en la Fase I

La relación entre parámetros físico químico y la profundidad de los estanques, están estrechamente relacionadas porque según varían las profundidades se modifican los valores de los parámetros.

##### - Relación entre Temperatura y profundidades

Asimismo, no teniendo ningún problema con la relación de profundidad del estanque, pero la aglomeración de camarones siempre es en los puntos más profundos, donde las temperaturas aumentan mostrándose en la figura 50 que es bien notorio el aumento de la temperatura.

La relación que se encuentra entre las profundidades del estanque 5 y la temperatura en la fase I, es relativamente proporcional con el aumento en el tiempo pues a medida aumenta el tiempo aumenta la temperatura en 1 o 2 °C, pero no observándose discontinuidad en los camarones como se puede notar en la figura 50.

### Relacion Profundidad - Temperatura disuelto en el estanque 5 Fase I

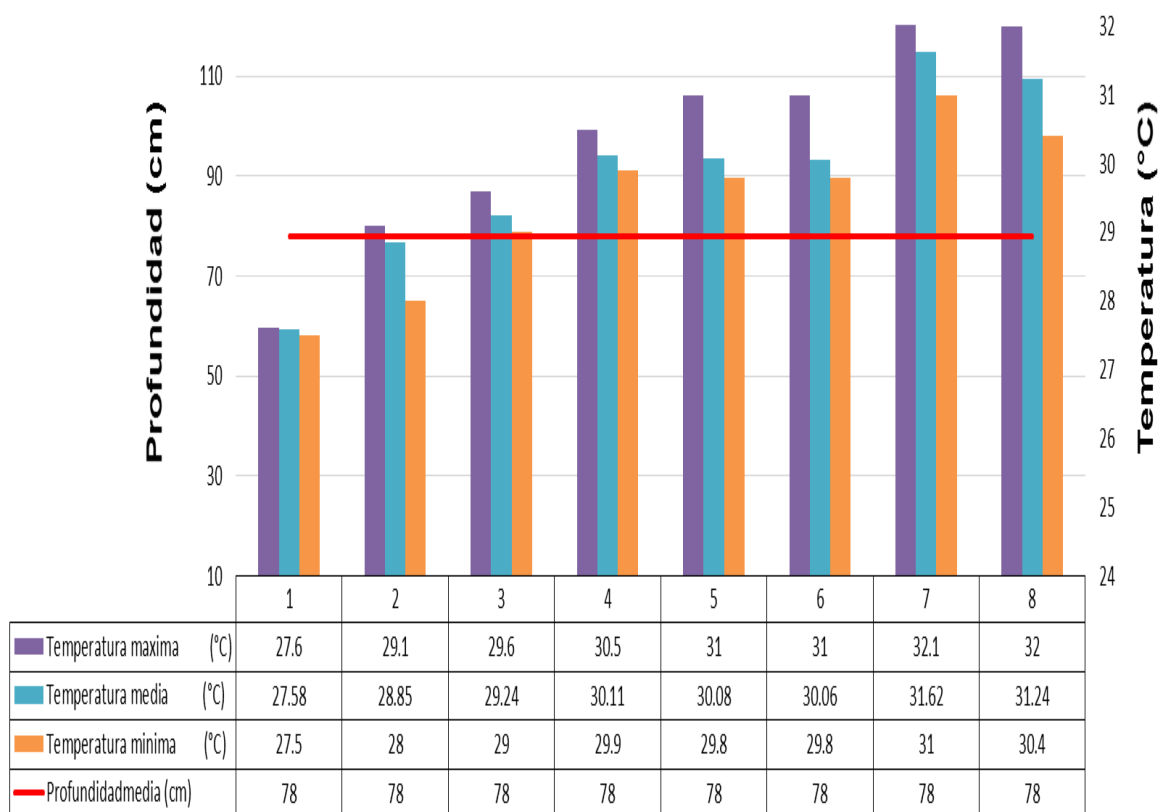


Figura 50. Relación profundidad – temperatura en el estanque 5 fase I.

#### - Relación entre pH y profundidades

El pH que se observó dentro del estanque 5, relacionándolo con las profundidades en diferentes puntos,

Se presentó dentro de los parámetros normales para un óptimo desarrollo de los camarones teniendo un alza en la semana 2, 3 y 8, pero manteniéndose en su estándar en el resto de la fase I.

De tal manera, encontrándose los valores de pH más altos en profundidades más altas, pero no afectando al desarrollo de los camarones dentro del estanque como se ve en la figura 51.

### Relacion Profundidad - pH en el estanque 5 Fase I

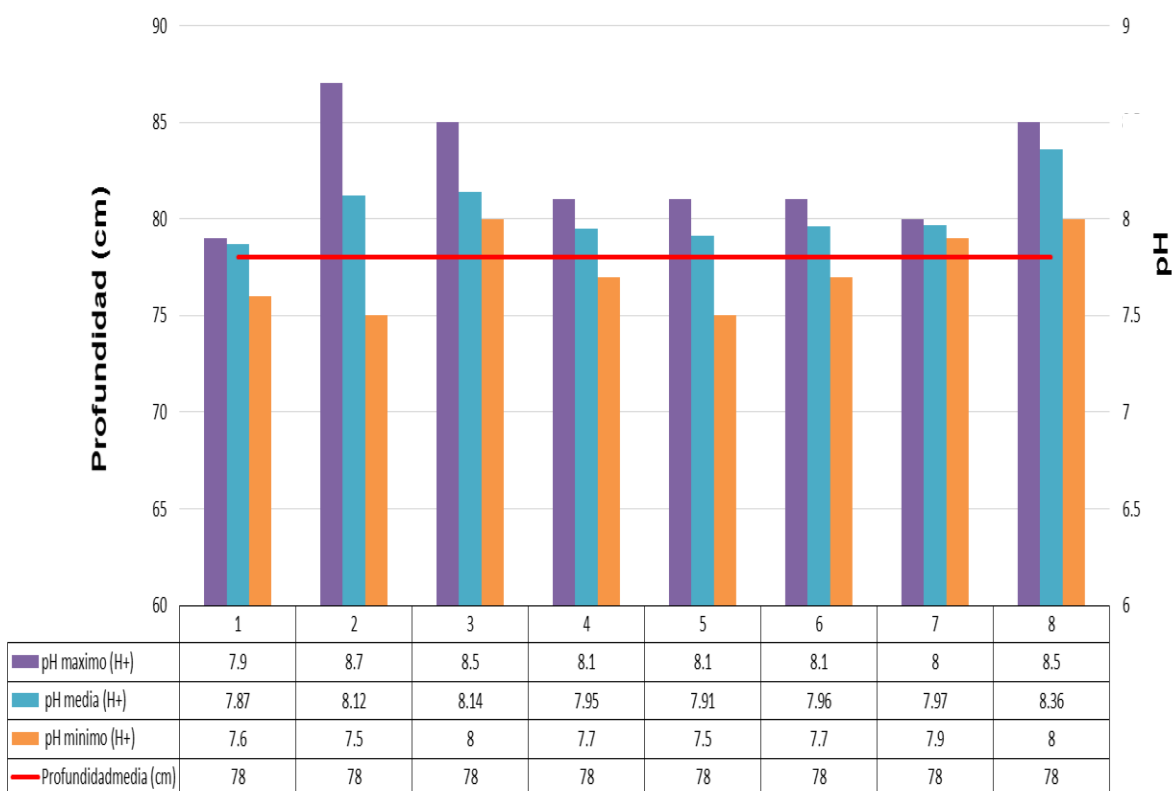


Figura 51. Relación profundidad – pH en el estanque 5 fase I.

#### - Relación entre Oxígeno disuelto y profundidades

Por lo tanto, el oxígeno, es uno de los parámetros de los más importantes dentro los estanques camaroneros, es por ello que a mediada aumenta o disminuye la profundidad del estanque podemos observar que tenemos diferentes cantidades de oxígeno disuelto.

En cuanto al parámetro de oxígeno disuelto es independiente de sí mismo y por lo cual hay muchas variaciones dentro del estanque en diferentes puntos, como por ejemplo en una profundidad de 112 cm presenta una proporción de oxígeno de 5 mg/L.

Como observando que en una altura más bajas tenemos casi la misma proporción de oxígeno disuelto que en profundidades más altas, esto se debe a la emigración de los camarones para puntos más frescos como se puede observan en la figura 52.

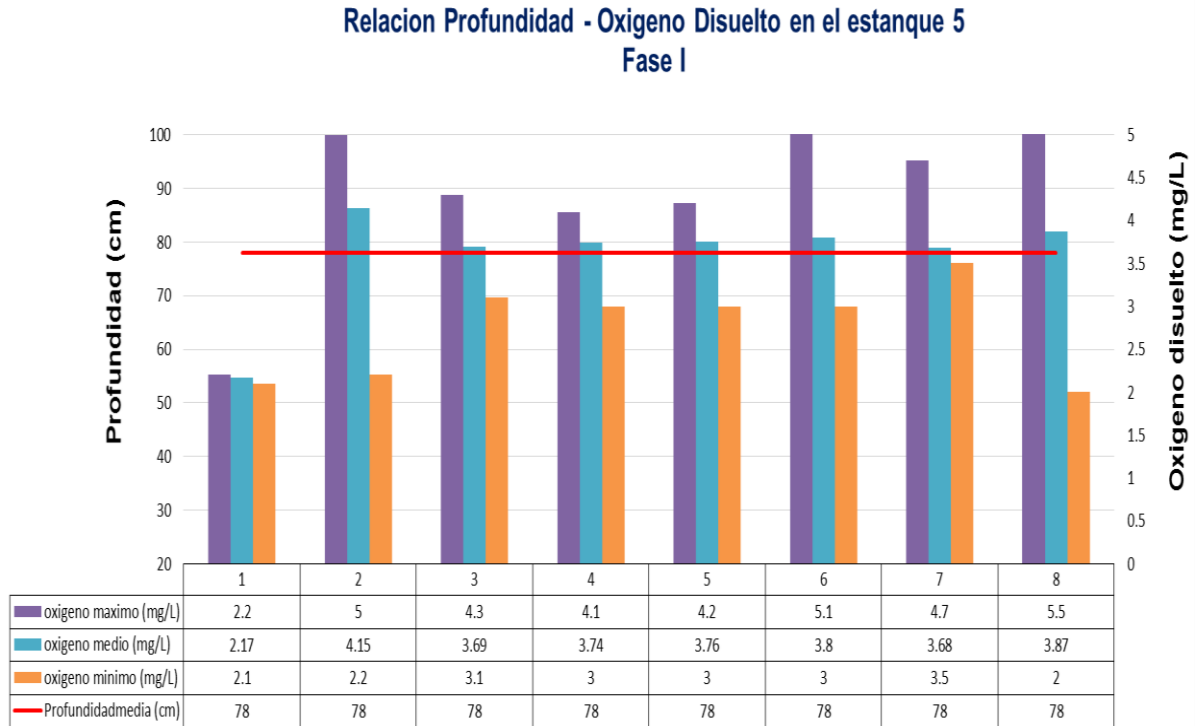


Figura 52. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 5 fase I.

#### 4.14. Relación entre los parámetros y profundidades en el estanque 5 en la fase II

La relación de los parámetros físico químicos con respecto a las profundidades dentro de los diferentes estanques, es inversamente proporcional porque se genera la relación que a medida disminuyen la profundidad algunos parámetros aumentan y a medida aumentan las profundidades disminuyen algunos parámetros.

##### - Relación entre Temperatura y profundidades

En definitiva, la temperatura dentro del estanque 5, se puede observar cómo se elevan, en gran manera, debido a que en la última fase en el día 10, 12, 15, 34 °C, 34 °C, 33.8 °C respectivamente, son los días donde se encuentra los parámetros de temperatura más altas, ya sea por factores externo o internos, estos son factores que no se pueden variar por su prioridad como se observa en la figura 53. En cuanto a la temperatura dentro de este estanque en esta fase es esencial por lo cual, se monitorea con más énfasis por ser el estanque con porcentaje mayor de producción.

### Relacion Profundidad - Temperatura en el estanque 5 Fase II

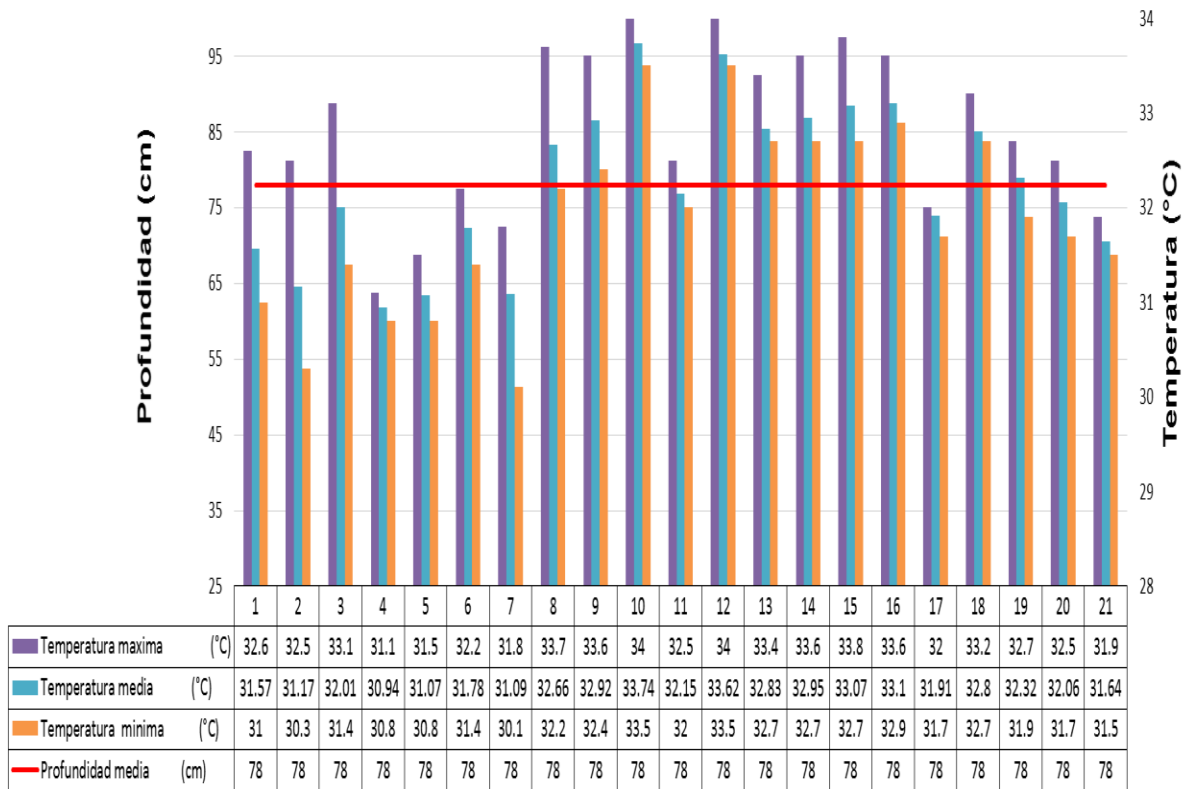


Figura 53. Relación profundidad – temperatura en el estanque 5 fase II.

#### - Relación entre pH y profundidades

Con respecto al pH dentro del estanque 5, se puede decir que hubo una disminución entre los días 10, 11, 12, donde se encuentra un valor de 8.1, 8.1, 8.3 respectivamente, pero esta disminución no tuvo ninguna repercusión para los camarones porque aún están dentro de los parámetros normales para el crecimiento como también el alza que se tuvo el día 1 con 9.1 pero se normalizó en el día siguiente.

En relación a la profundidad relacionada con el pH, no se encontró diferencia entre las profundidades con el pH, porque con la profundidad de 40 cm se presentó un porcentaje similar que, en una profundidad de 80 cm, el cual no hizo ningún daño a los camarones dentro del estanque como se muestra en la figura 54.

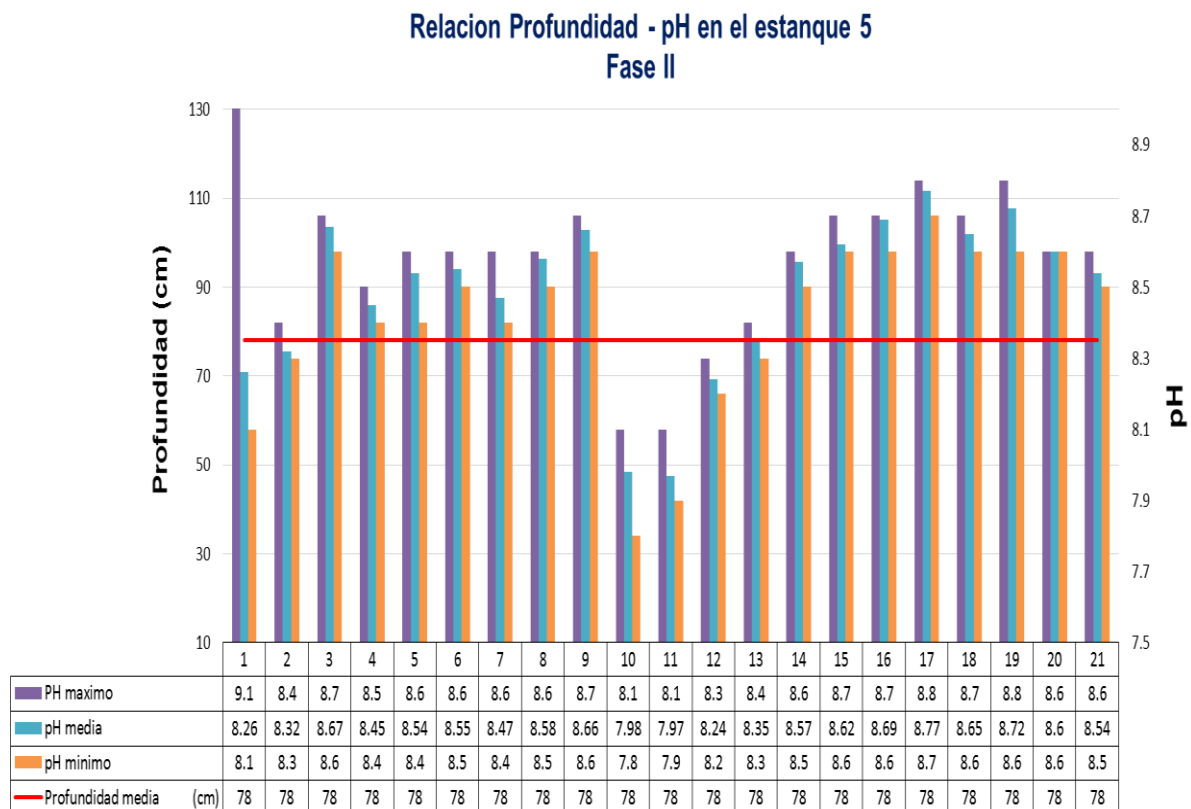


Figura 54. Relación profundidad – pH en el estanque 5 fase II.

Por lo tanto, se hacen notar un poco con respecto a la fase I, pero no afectando a los camarones, porque aún se encuentra en los valores óptimos para un crecimiento normal de los camarones.

#### - Relación entre Oxígeno disuelto y profundidades

Con respecto a la relación entre la profundidad y el oxígeno disuelto, en el estanque, se observó cual fue la disminución o exigencia de oxígeno disuelto que poseen los camarones.

Denotando que a medida van creciendo necesitan más proporción de oxígeno.

En relación al declive del parámetro de oxígeno disuelto en el día 14, el cual fue de 0.65 mg/L, por lo que fue necesario intervenir con los aireadores de paleta por la poca proporción de oxígeno en el estanque mostrándose los valores en la figura 55.

## Relación Profundidad - Oxígeno Disuelto en el estanque 5 Fase II

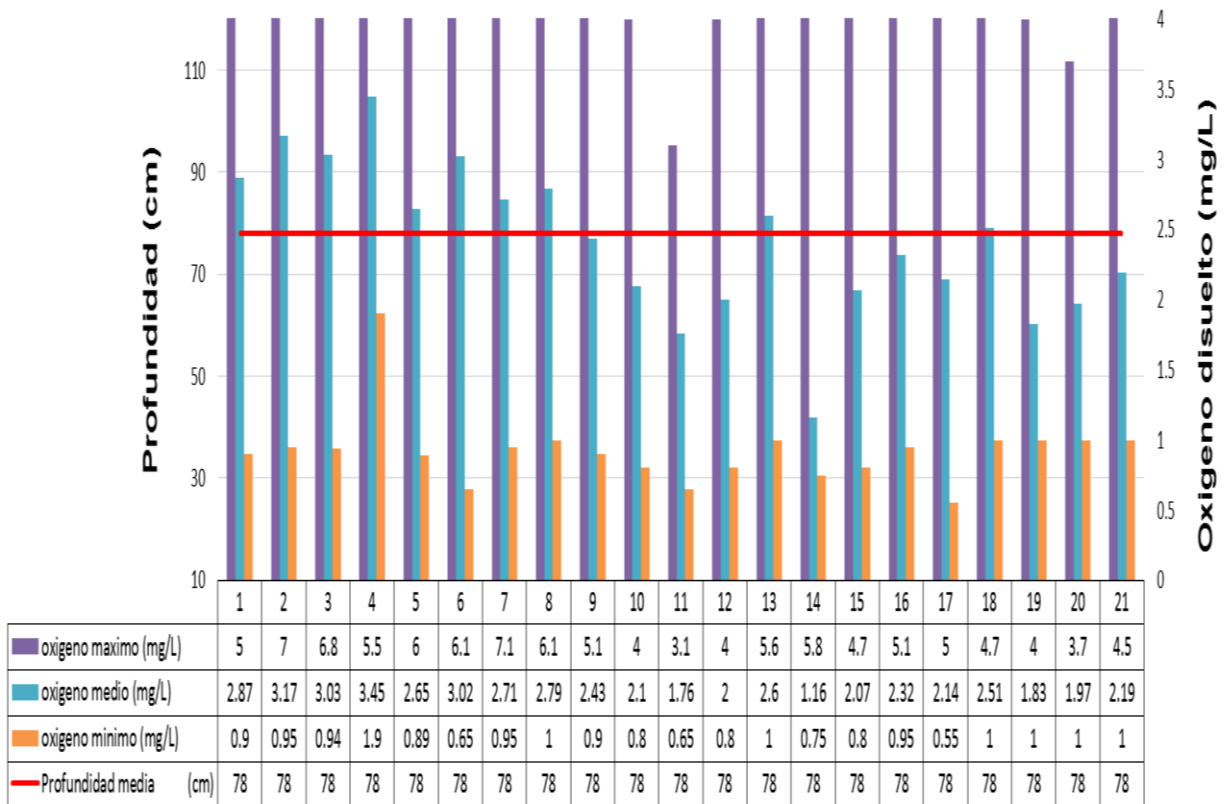


Figura 55. Relación profundidad – oxígeno disuelto en el estanque 5 fase II.

### 4.15. Análisis de dispersión de los parámetros físico químicos en relación a la profundidad de los estanques

En los siguientes gráficos se muestran el comportamiento de la dispersión en forma de tendencia, positiva o negativa con respecto a la profundidad de los estanques y los parámetros físico químicos dentro de estos, en la Cooperativa Los Piñalitos en san Luis la herradura la paz.

En cuanto a los parámetros dentro de los gráficos de dispersión en las fase I y II en los estanques 1, 4 y 5 para el monitoreo de estos, en esta fase se muestran que, la temperatura que obtuvo una tendencia positiva con respecto al aumento en la profundidad dentro de los estanques.

- **Relación entre los parámetros físico químicos y la profundidad del estanque 1 en la fase I**

En cuanto a los parámetros dentro de los gráficos de dispersión en la fase I en el estanque 1, para el monitoreo de estos, en esta fase se muestran que, la temperatura (a) que obtuvo una tendencia positiva con respecto al aumento en la profundidad dentro del estanque 1. En cuanto con el parámetro de pH (b) se tuvo una tendencia negativa a medida aumentaba la profundidad disminuía este parámetro. De esta manera se presenta también la tendencia del oxígeno la cual presenta un comportamiento negativo, pero no presento desequilibrios en el estanque durante esta fase I por que la disminución de este parámetro no fue prolongada por largo tiempo, como también no fue grande la disminución de este parámetro, como también se muestran en las gráficas la fórmula de dispersión como también el valor de "R" para cada parámetro (Figura 56).

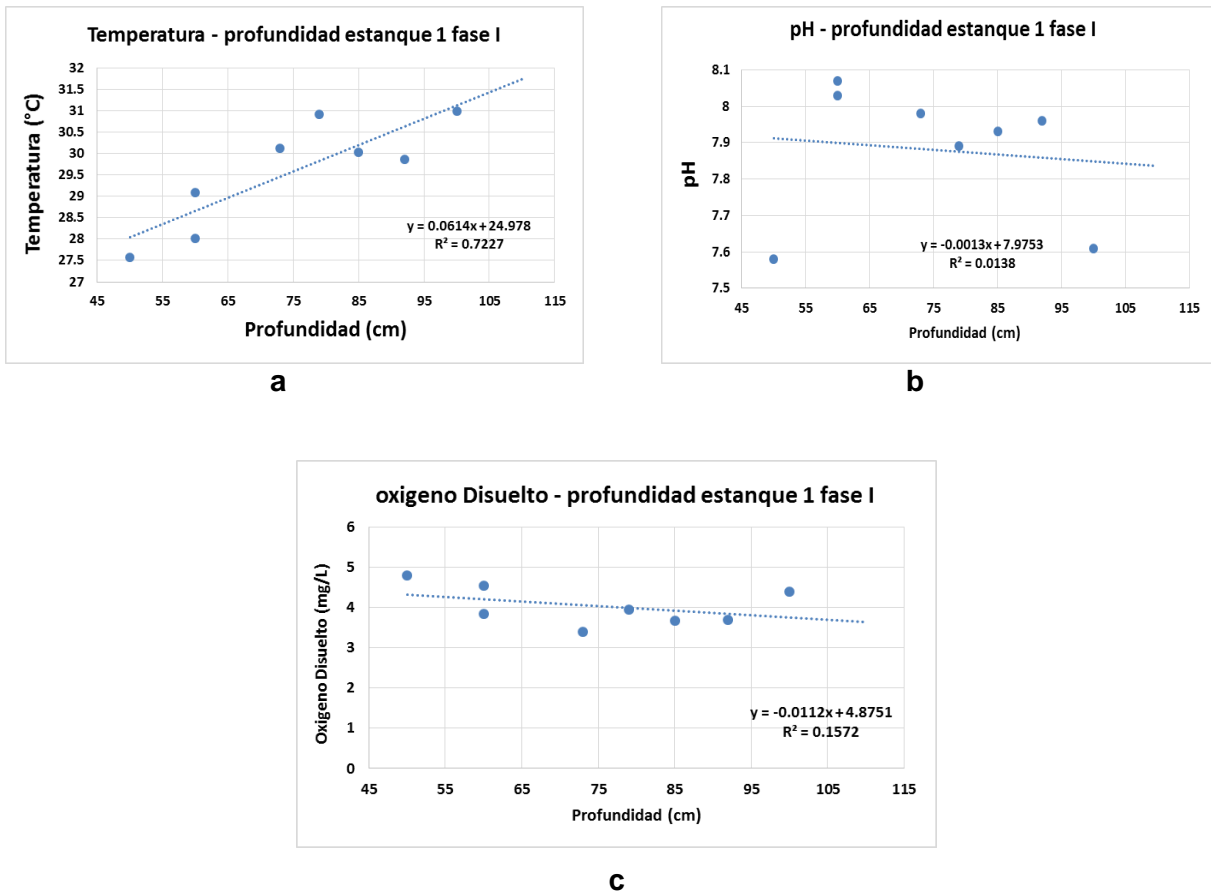


Figura 56. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase I estanque 1, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).



- **Relación entre los parámetros físico químicos y la profundidad del estanque 4 en la fase I**

En la fase I en el estanque 4, para el monitoreo de estos parámetros, la temperatura (a) esta obtuvo una tendencia positiva con respecto al aumento de la profundidad dentro del estanque, la cual posee 10 cm más de profundidad y un punto disperso, pero esta no afecta en el desarrollo. En cuanto al parámetro de pH (b) se tuvo una tendencia negativa a medida aumentaba la profundidad disminuía este parámetro con dos puntos dispersos y el restante con la tendencia. Por otra parte, se presenta la tendencia del oxígeno disuelto, presento una tendencia positiva con aumento de puntos sobre la tendencia en el estanque durante esta fase, presentando dos puntos dispersos, como también se muestran en las gráficas la fórmula de dispersión como también el valor de "R" para cada parámetro (Figura 57).

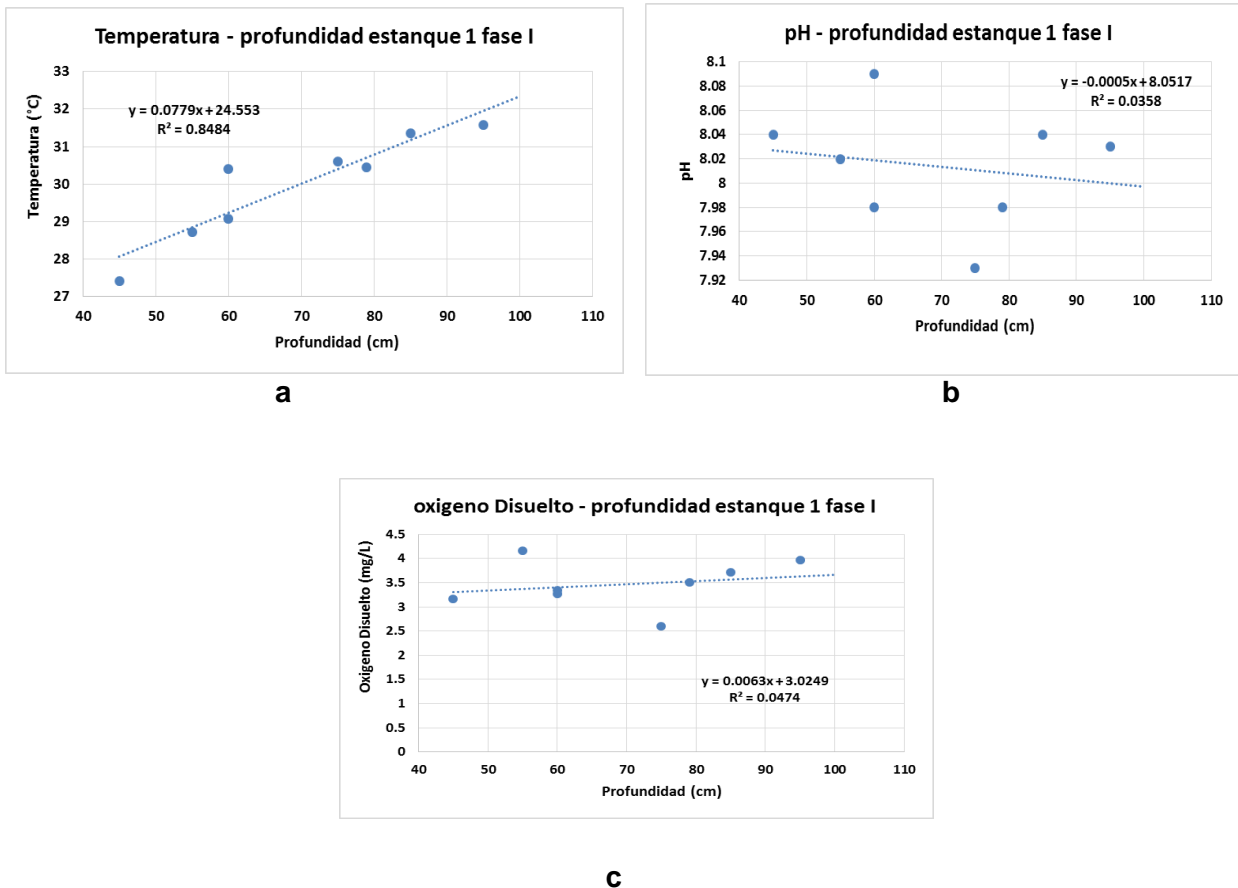


Figura 57. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase I estanque 4, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).

- **Relación entre los parámetros físico químicos y la profundidad del estanque 5 en la fase I**

Respecto al comportamiento de los parámetros físico químicos en forma general en los gráficos de dispersión se muestran que, para el monitoreo de estos parámetros, la temperatura (a), obtuvo una tendencia positiva con la mayoría de puntos cercanos a la línea de tendencia la cual muestra que la temperatura crece a medida aumenta la profundidad, pero no presenta ningún desequilibrio en el estanque. En cuanto el parámetro de pH (b) se tuvo una tendencia positiva a medida aumentaba la profundidad aumenta el pH, pero este aumento no genera problemas dentro del estanque con la mayoría de puntos dispersos. Por otra parte, se presenta también la tendencia del oxígeno disuelto, la cual fue positiva con la mayoría de puntos en la línea de tendencia en el estanque, como también se muestran en las gráficas la fórmula de dispersión como también el valor de "R" para cada parámetro (Figura 58).

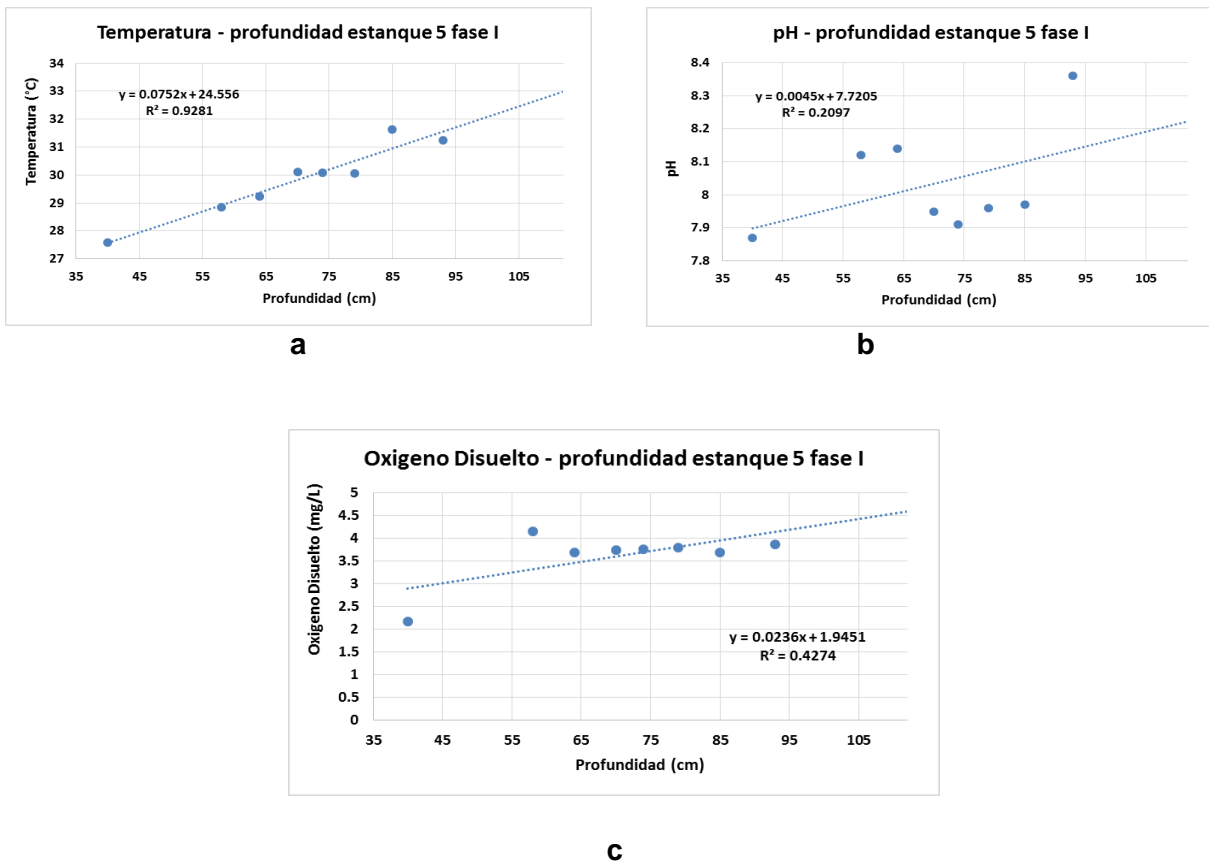


Figura 58. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase I estanque 5, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).

- **Relación entre los parámetros físico químicos y la profundidad del estanque 1 en la fase II**

En cuanto a los gráficos de dispersión en la fase II en el estanque 1, se muestran el comportamiento que tuvieron los parámetros físico químico en la fase II, la temperatura (a), se muestra una tendencia positiva con la mayoría de puntos cercanos a la línea de tendencia, en donde se muestra que la temperatura crece a medida aumenta la profundidad obteniendo varios puntos dispersos, pero no presento ningún desequilibrio en el estanque. En relación con el parámetro de pH (b) presento una tendencia positiva a medida aumentaba la profundidad aumenta el pH, este aumento no genera desequilibrio dentro del estanque porque aún se encuentra dentro del margen óptimos de producción. De esta forma, se presenta también la tendencia del oxígeno disuelto la cual fue negativa con la mayoría de puntos dispersos en la gráfica, este cambio, si afecto de gran manera los camarones por la falta de oxígeno disuelto que se encuentra en el estanque estos se aglomeran en puntos más profundos, como también se muestran en las gráficas la fórmula de dispersión como también el valor de "R" para cada parámetro (Figura 59).

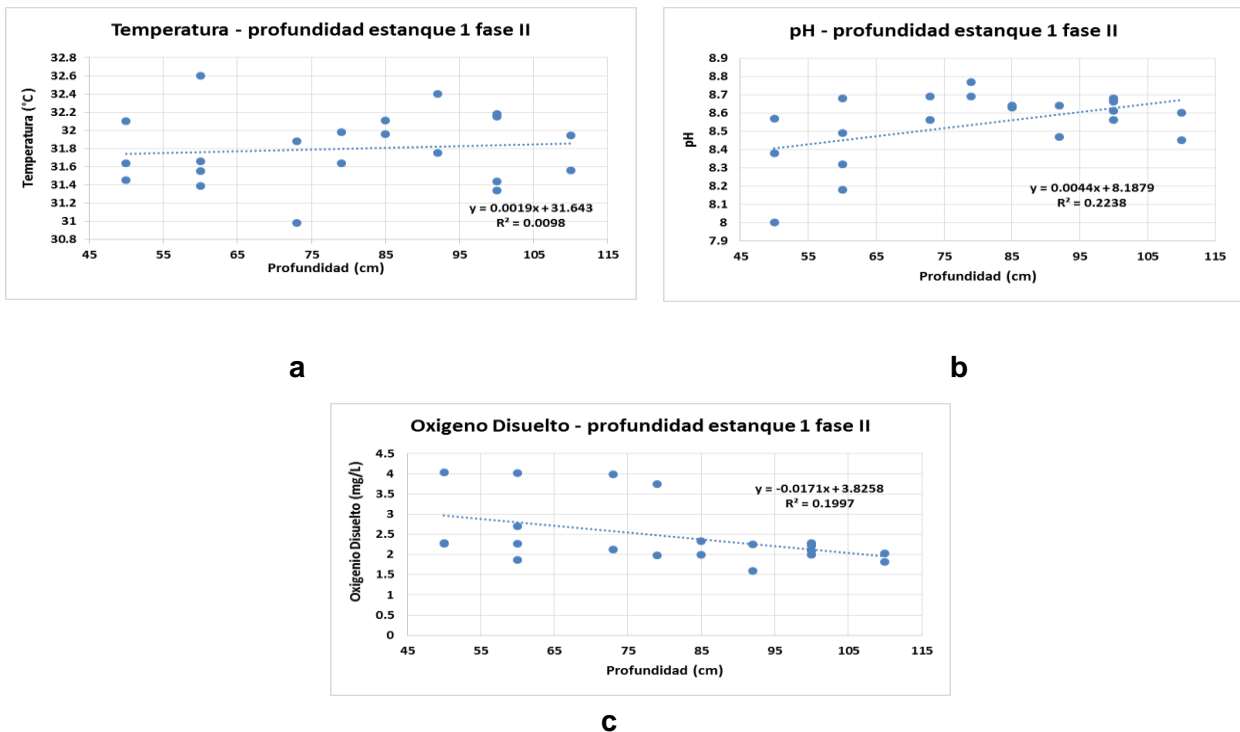


Figura 59. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase II estanque 1, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).

- **Relación entre los parámetros físico químicos y la profundidad del estanque 4 en la fase II**

Con respecto a la tendencia de la temperatura (a), en el estanque 4 en la fase II, esta presenta una tendencia negativa con la mayoría de puntos dispersos la cual presento un comportamiento inversamente proporcional a medida la profundidad aumenta la temperatura disminuye, pero no fue una disminución drástica y no presento desequilibrio en el estanque. En cuanto al parámetro de pH (b), la tendencia de este fue positiva en donde a medida aumenta la profundidad aumenta el pH encontrando la mayoría de puntos cercanos de la línea de tendencia del gráfico. De este modo también se muestra la tendencia del parámetro del oxígeno disuelto (c), el comportamiento fue negativo en la mayoría de puntos cercanos a la línea de tendencia, esto se presentó por que en esta fase se encuentra más biomasa dentro del estanque y por consecuencia mayor exigencia de este parámetro, como también se muestran en las gráficas la fórmula de dispersión como también el valor de "R" para cada parámetro (Figura 60).

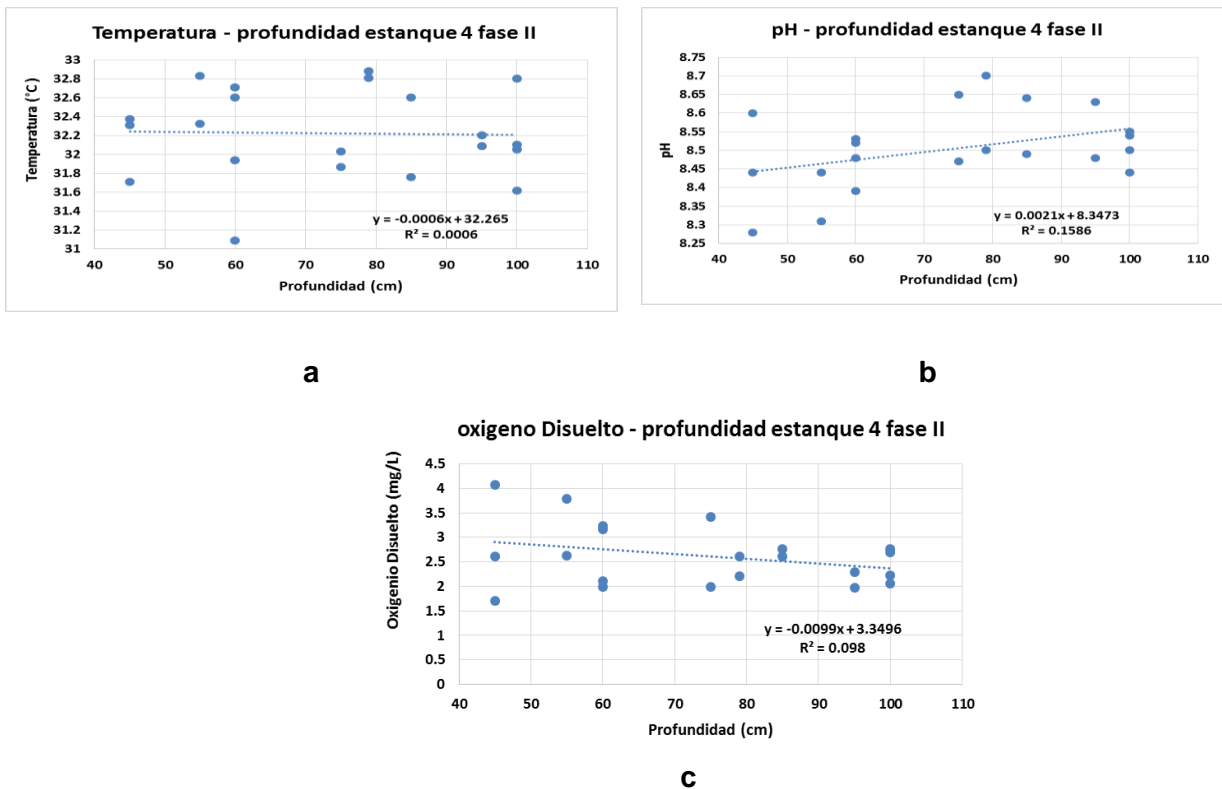


Figura 60. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase II estanque 4, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).

- **Relación entre los parámetros físico químicos y la profundidad del estanque 5 en la fase II**

En cuanto el comportamiento de los parámetros físico químicos y su relación con la profundidad de los estanques, mostro una tendencia positiva para la temperatura (a) con la mayoría de puntos dispersos. En cuanto al pH (b) muestra una tendencia positiva con la mayoría de puntos cerca de la línea de tendencia en donde a medida aumenta la profundidad del estanque aumenta el pH, pero no dicho comportamiento no genero variaciones en relación a los camarones dentro del estanque. Además, el principal parámetro que muestra discontinuidad con una tendencia negativa la cual a medida aumentaba la profundidad disminuía fue el oxígeno disuelto (c) del estanque se vio afectado por la cantidad de camarones que se aglomeraron en puntos más profundos; exigiendo una cantidad mayor de oxígeno disuelto en el estanque, por lo que fue necesario utilizar los aireadores de paleta para mantener o elevar los porcentajes de oxígeno disuelto, como también se muestran en las gráficas la fórmula de dispersión como también el valor de “R” para cada parámetro (Figura 61).

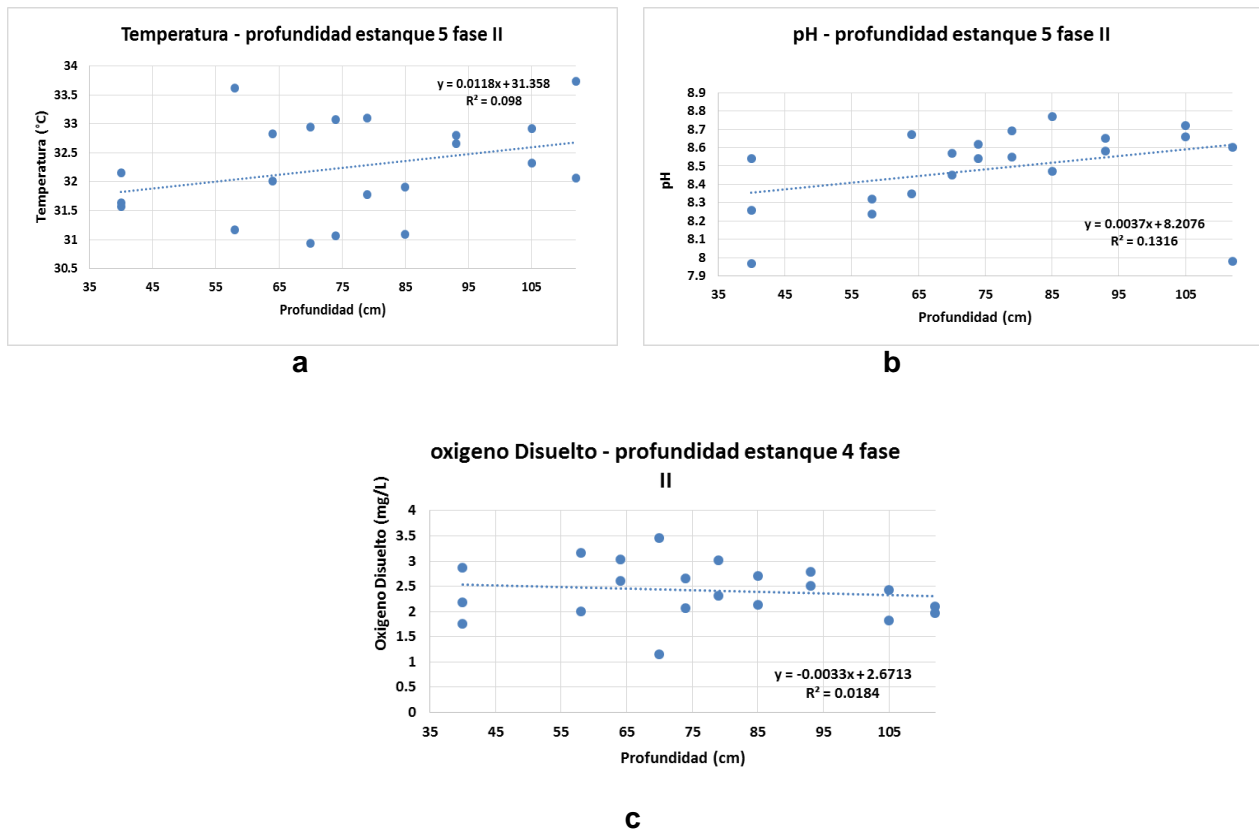


Figura 61. Tendencia de los parámetros físico químicos en la fase II estanque 5, temperatura (a), pH (b), oxígeno disuelto (c).

## 5. CONCLUSIONES

1. Que los parámetros físico químicos que se estudiaron son los más críticos en la producción acuícola ya sea para camaricultores o piscicultores porque una variación dentro los estanques productivos pone en riesgo la producción, es por ello que debe haber un buen control de los parámetros físico químicos, para asegurar una buena producción.
2. Que los parámetros físico químicos evaluados durante los primeros meses, presentaron poca influencia sobre los ejemplares los cuales se mantuvieron dentro de los intervalos normales comparado con diferentes fuentes consultadas.
3. Que el parámetro de temperatura tuvo un aumento paulatino a medida transcurría el ciclo de producción y un alza de este en la fase II que comprende el tercer mes de producción por la cantidad de biomasa que se encuentra dentro del estanque obteniendo así los valores para el estanque 1 y estanque 5 de 30.4 °C y para el estanque 4 un valor de 32.2 °C los cuales rondan los valores óptimos para el desarrollo de los ejemplares.
4. Que el parámetro de pH fue el que se mantuvo dentro de los intervalos normales en los estanques camaroneros en La Cooperativa Los Piñalitos obteniendo los valores óptimos para este sistema de 8.1 para el estanque 1, 8.5 para el estanque 4 y de 8.4 para el estanque 5.
5. Que el parámetro de oxígeno disuelto fue uno de los parámetros que tuvo más variaciones en los estanques, siendo más notables en la fase II por el aumento de biomasa y exigencia de este parámetro por los ejemplares lo cual los valores oscilaron entre 5.0 y 2.26 mg/L en el estanque 1 y en el estanque 4 oscilaron entre 6.0 y 2.56 mg/L y en el estanque 5 se encuentran valores que oscilan entre 5.0 y 2.4 mg/L.
6. Que la ganancia de peso en los estanques camaroneros de la cooperativa los Piñalitos fue de 1 g por semana aproximadamente desde que la Asociación Fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal en El salvador (CORDES), comenzó a apoyarlos.

7. Que para la Cooperativa los Piñalitos las profundidades promedias de los estanques se tiene de 80.9 cm en el estanque 1, 75.4.0 cm, en el estanque 4 y 78 cm en el estanque 5, teniendo así el estanque 1 es con una profundidad de 80.9 cm con la mejor reacción de los parámetros para el óptimo desarrollo de los ejemplares.

## 6. RECOMENDACIONES

1. En relación con los parámetros físico químicos que se muestrean en los estanques camareros se recomienda establecer un buen plan de manejo y monitoreo de estos para no tener inconvenientes con aumentos o disminuciones dentro de los estanques camareros. s
2. Realizar estudios en estanques controlados para observar cual es el comportamiento de los parámetros físico químicos en relación a las profundidades estandarizadas en esos estanques y así evaluar su efecto en los ejemplares.
3. Realizar investigaciones con las profundidades promedios encontradas en los estanques de la cooperativa los Piñalitos para este sistema de producción, para poder ejemplificarlas y así recomendar a otros productores de esta misma zona y a la misma Cooperativa para la mejora de su producción.
4. Considerar la investigación de este tipo para otros sitios con características similares, para poder recomendar las experiencias y resultados obtenidos en la investigación.
5. Realizar investigaciones de este tipo considerando las dos épocas del año en nuestro país tanto en época seca como en épocas lluviosas y así identificar que época del año rinde mucho más la producción.
6. Realizar investigaciones a otras alturas sobre el nivel del mar, para poder observar el comportamiento de los parámetros físico químicos y cómo influye en el desarrollo de los camarones.
7. Con relación a la trasferencia de tecnologías puede generar procesos científicos-técnicos para otra organización la cual esté interesada en adoptar este tipo de investigaciones las cuales son bien pocas en el país para así desarrollar tecnología la cual sea más adaptable o mejor la q se encuentra disponible para el desarrollo de esta producción.
8. Realizar manuales técnicos para poder distribuir los conocimientos obtenidos en dicha investigación para realizar una mejora en el sistema de producción de camarones.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Acuicultura Hoy. 2013. Parámetros físico químicos. Consultado el 03 de febrero de 2020. (en línea, sitio web). Consultado el 03 de febrero de 2020. Disponible en: <https://consideraciones-acuicolas2.webnode.com.co/news/parametros-fisico-quimicos/>
- Anaya Rosas, RE. 2005. Cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* Boone (1931), en sistemas cerrados de alta densidad. Tesis. Baja California. 45 p.
- Andrade Vizcaíno, K. 2010. Descripción del desarrollo larval del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), y evaluación del índice de desarrollo en función del régimen de alimentación. Tesis Lic. Biología marina, Baja California sur, México. 59 p.
- Arias Caballero de Miguel, P. s. f. Factores que afectan la tasa de ingestión de camarones peneidos: comparación de dos especies (*Litopenaeus setiferus linnaeus*, 1767 y *L. vannamei* Boone, 1931). Tesis Lic. Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 105 p.
- Arzola González, JF; Flores Campaña, LM; Ceja AI; Rubio YG. 2008. Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque rústico a baja salinidad. Revista AquaTIC, nº 28. pp. 8-15.
- Balnova, Guayaquil – Ecuador. 2014. Oxígeno en estanques de camarón (en línea, sitio web). Consultado el 03 de febrero de 2020. Disponible en: <https://www.balnova.com/oxigeno-en-estanques-de-camaron/>
- Balnova, Guayaquil – Ecuador. 2014. pH en estanques de camarón (en línea, sitio web). Consultado el 03 de febrero de 2020. Disponible en: <https://www.balnova.com/ph-en-estanques-de-camaron/>
- Blandón Muñoz, LA; Ordoñez Cruz, JJ. 2015. Comparación del crecimiento de postlarvas de *Litopenaeus vannamei* (120 ind /m<sup>2</sup>) aplicando alimento comercial con floculó y el mismo alimento sin floculo. Tesis (Ing. Acuícola)-Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. 80p.

- Benítez Castellón, FA; Pérez Vásquez, M; Saravia Gutiérrez, FM. 2005. Proyecto sobre la prefactibilidad en la integración de la cadena productiva del camarón marino en la bahía de Jiquilisco”. Tesis Lic. Ciudad universitaria, El Salvador, UES.4-5p
- Briones Pérez, E; Hernández Acosta, E; Leal Mendoza, AI; Calvario Rivera, CI. 2017. La calidad del agua en diferentes unidades de producción acuícola de Tlaxcala, México. Revista Iberoamericana de Ciencias ISSN 2334-2501. Vol. 4 No. 5 41 – 48.
- Burbano Gallardo, E. 2014. Supervivencia de postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) sometidas a prueba de estrés osmótico y su relación con el estado de muda. Tesis Ingeniero en producción acuícola. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. 75 p.
- Cabrera Pérez. SR; Lara Hernández, SJ. s. f. Comparación del crecimiento de post-larvas de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*, sometidas a dos condiciones experimentales: una alimentada con alimento comercial más biofloc y la otra sin biofloc. Tesis Ing. acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León (UNAN-LEON), Nicaragua. 7p.
- Carbajal Hernández, JJ; Sánchez Fernández LP. 2013. Diagnóstico y predicción del hábitat en la camaronicultura. Revista Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional, México. Vol. 17 No.3. 21 p.
- Claude, E. s. f. Consideraciones sobre la Calidad del Agua y del Suelo en Cultivos de Camarón. Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama USA. 30p.
- Cuéllar, J. Lara, C., Morales, V.; García, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA OSPESCA, C.A. 132p.
- Díaz Palacio, MA; Montes Rafailano, MG. 2012. Efecto de Probiótico a Base de *Bacillus* sp., *Enterococcus* sp., *Pediococcus* sp. y *Lactobacillus* sp., en la Supervivencia y Crecimiento Larval del Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei*, en la Estación de Maricultura Los Cóbano, Sonsonate. Tesis Lic. San Salvador, El Salvador. 3 p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). s.f. Mejora de la calidad de agua en los estanques. (en línea) Consultado el 03 de febrero de 2020. Disponible en: [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6709s/x6709s02.htm#top](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s02.htm#top)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1988. Consultoría en cultivo de camarón: primera edición. (en línea). Consultado el 14 abril de 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC397S/AC397S05.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2008. Concepto de acuicultura. (en línea) Consultado el 16 de abril de 2017. Disponible en: [https://baleaproiektua.files.wordpress.com/2010/09/akuakultura\\_eranskina.pdf](https://baleaproiektua.files.wordpress.com/2010/09/akuakultura_eranskina.pdf)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2010. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. (en línea) Consultado el 03 de febrero de 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i1820s/i1820s00.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. Desarrollo de la Acuicultura, enfoque ecosistémico. (en línea) Consultado el 03 de febrero de 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i1750s/i1750s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014. Roma. 253 págs.
- Fernández Muerza, A. 2011. Acuicultura: qué es y en qué consiste. (en línea). Consultado el 17 de abril de 2017. Disponible en: [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/naturaleza/2011/04/14/200163.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2011/04/14/200163.php)
- Fuentes Arévalo, EA; Gracia, GO. 2014. Utilización de Melaza como Fertilizante Orgánico de Estanques Camaroneros durante la fase de Engorda del Camarón Marino (*Litopenaeus vannamei*). Tesis Lic. Ciudad de San Salvador, El Salvador.

- Hernández Guirola, JA. 2016. Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado. La paz, baja California sur, México.5p
- Hernández, J. López, W. Vásquez, M. 2005. El Cultivo de Camarón Marino en la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. ICMARES. 48p
- Jiunn, L.; García, M.; Moncada, L. 1992. Introducción a la reproducción de larvas de camarones *penaeus vannamei*. San Lorenzo, Valle, Honduras.
- Kubitza, F. 2017. El parámetro de calidad del agua a menudo ignorado: pH (en línea, sitio web). Global Aquaculture Advocate, Brasil. Consultado el 03 de febrero de 2020. Disponible en: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/el-parametro-de-calidad-del-agua-a-menudo-ignorado-ph/>
- Lara Espinoza, CL. Espinosa Plascencia, A. Rivera Domínguez, M. Astorga Cienfuegos, KR. Acedo Félix, E. Bermúdez Almada, MC. 2015. Desarrollo de camarón *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo intensivo con biofloc y nulo recambio de agua. Revista AquaTIC, nº 43, ISSN 1578-4541 pp. 1-13.
- Limsuwan, C. 2015. Cultivo intensivo del Camarón Blanco (resumen de visitas y conferencias a camaroneras del Perú). (en línea). Boletín Nicovita camarón 2013. Consultado el 02 de abril de 2019. Disponible en [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/oct\\_dic\\_2005\\_01.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/oct_dic_2005_01.pdf)
- Linares, L. s. f. Apoyo a MYPES (Micro y Pequeña Empresa) promoción de inversiones e intercambios comerciales, apoyo al sector de la micro y pequeña empresa en El Salvador. (en línea). Consultado el 16 de abril de 2017. Disponible en: <http://web.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/guatemala/gt-camaron.pdf>
- Marroquín Guerra, EL; Valdés Ramírez MA; González Pineda JE. 2012. Trabajo de Investigación: Potencial del camarón marino *Litopenaeus vannamei* para cultivo en agua dulce. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General De Investigación, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. 78 p.

Martínez de Paz, CM; Padilla Vides, JC. 2008. Distribución Y Abundancia De Post-Larvas Y Juveniles De Camarones Blancos (*Litopenaeus Vannamei*, *L. Stylirostris*; *L. Occidentalis*) En La Bahía De Jiquilisco Usulután, El Salvador. Tesis Lic. San Salvador. 101p.

Martínez, VÁ. Ochoa Mercado, PE. 2013. Efecto de la temperatura del agua en los sistemas de producción: Invernadero y Tradicional, sobre las bacterias Vibrión y el crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei*. Tesis Ingeniero Acuícola, León, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 71 p.

Mayer, E. 2012. Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces. (en línea, sitio web). Consultado el 03 de febrero de 2020. Disponible en: <https://www.agromeat.com/77510/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del-estanque-para-mejorar-la-produccion-de-camarones-y-peces>

Medición y alimentación en el cultivo de camarón: tecnologías que apoyan el desarrollo de la camaronicultura en Colombia. 2013. Boletín. 2013: 8-9.

Meyer, D. 2004. Introducción a la Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 159 p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA). 2006. Estadísticas Pesqueras y Acuícolas, Vol. 33. (en línea). Consultado el 17 de abril de 2017. Disponible en: [http://lotus.mag.gob.sv/intranet/documen.nsf/0/057219358071646F062579AA005873BA/\\$file/file\\_1708.pdf](http://lotus.mag.gob.sv/intranet/documen.nsf/0/057219358071646F062579AA005873BA/$file/file_1708.pdf).

Montano Vázquez, HY; Gómez Grande, SO. 2003. Determinación de la sobrevivencia de larva de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*) a diferentes periodos de adaptación en agua dulce. Tesis Ingeniero Agrónomo. San Salvador, Universidad de El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas Departamento de Zootecnia. 8 p.

Morales, V. 1995. Levantamiento larvario de camarones peneidos. Temas de Acuicultura. No.1. PRADEPESCA.

Oxígeno disuelto y porcentaje de saturación, su importancia para el manejo eficiente de la aireación. Boletín s. f.: 1 – 10.

Rojas, A. A. Haws, M.C y Cabanillas, J. A. 2005. Buenas Prácticas de Manejo para el cultivo de camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development.

Sandoval, MA. Menay, AO. Aguilar, IL. Flores, AC. Miranda, KA. 2017. Evaluación molecular de la presencia de AHPND/EMS en *Penaeus vannamei*, calidad de agua y suelo de estanques de camarón de la Bahía de Jiquilisco. Editorial Universitaria UNASA (Universidad Autónoma de Santa Ana) — 1ª ed. El Salvador. Santa Ana: 76 p.

Santos, OA; Acosta, AA, Vega de Aguilar, IL, Sandoval, MA, Cárdenas España J; Olivares Menay, A; Pacheco Reyes, S. 2018. Caracterización de los cuerpos de agua que abastecen los sitios de Cultivo de Camarón marino (*Penaeus Vannamei*), en El Salvador / SV. UNASA (Universidad Autónoma de Santa Ana). — 1ª ed. – Santa Ana, El Salvador. : Editorial Universitaria. 76 p.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria. Primera edición. Chávez Sánchez, MC; Higuera Ciapara, Mazatlán, Sinaloa, México. 9p

Talavera, V; Dagoberto, S; Luis Miguel, Z. 1997. Interrelaciones de la Temperatura, Oxígeno y Amoniaco Tóxico en el Cultivo de Camarón en Tumbes. Boletín Nicovita Camarón de mar (serie acuícola). 2(8):1-7.

Tinajero Aguilar, JS. 2012. Efectividad de ácidos fulvicos de Leonardita en la calidad de camarón (*Penaeus vannamei*). Tesis Ingeniero Acuícola y Ambiental. Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Nájarro. 70 p.

UCA (Universidad Centroamericana José Simeón Cañas). 2010. Manual Para el Buen Manejo en Canaricultura, Una Guía para los Productores de Camarón de la Bahía de Jiquilisco. El Salvador. s. p.

- Ulloa Tello, RF. 2015. El efecto de dos porcentajes de recirculación de agua en el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*). Tesis Ing. Machala. Ecuador. 74 p.
- Valenzuela Quiñonez, W. Rodríguez Quiroz, G. Esparza Leal HM. 2011. Efecto de diferentes combinaciones de temperatura y salinidad sobre el consumo específico de oxígeno en el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. (en línea). Consultado el 25 febrero 2017. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v46n3/art02.pdf>
- Valenzuela Quiñonez, W. Rodríguez Quiroz, G. Esparza Leal HM. 2010. Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación, enero-abril, año/Vol. 6, Número 1 Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 1-8 p.
- Valverde Moya, JA., Alfaro Montoya J. 2015. Crecimiento compensatorio y producción en las fases de precría, pre engorde y engorde comercial del camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, en Costa Rica. Revista Mar. Costa. ISSN 1659-455X. Vol. 7: 99-115, 17 p.
- Wyban, J.A., W. A. Walsh, D.M. Godin. 1995. Efectos de la temperatura sobre el crecimiento, la velocidad de alimentación y la conversión alimenticia del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). Acuicultura. 138: 267-279.

# **8. ANEXOS**



Cuadro A - 1. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 1 en la fase I con los parámetros físico químicos.

ESTANQUE 1												
SEMANAS	PROFUNDIDAD			TEMPERATURA			pH			OXIGENO DISUELTO		
	Profundidad maxima (cm)	Profundidad media (cm)	Profundidad minima (cm)	Temperatura maxima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura minima (°C)	pH maximo (H+)	pH media (H+)	pH minimo (H+)	oxigeno maximo (mg/L)	oxigeno medio (mg/L)	oxigeno minimo (mg/L)
1	110	80.9	50	27.6	27.58	27.5	8.0	7.96	7.9	5.2	4.8	4.5
2	110	80.9	50	28.1	28.02	27.9	8.9	8.03	7.6	5.1	4.55	4.1
3	110	80.9	50	29.5	29.08	28.8	8.3	8.07	7.9	4.7	3.85	3
4	110	80.9	50	30.5	30.12	30	8.1	7.98	7.8	4	3.39	3
5	110	80.9	50	31.1	30.91	30.8	8.1	7.89	7.6	4.5	3.95	3.6
6	110	80.9	50	30.1	30.03	30	8.1	7.93	7.7	4.8	3.67	2
7	110	80.9	50	30.1	29.86	29.5	8	7.96	7.9	4.3	3.7	2.8
8	110	80.9	50	31.9	30.98	30	8	7.61	7	5.1	4.39	3

Cuadro A - 2. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 4 en la fase I con los parámetros físico químicos.

ESTANQUE 4												
SEMANAS	PROFUNDIDAD			TEMPERATURA			pH			OXIGENO DISUELTO		
	Profundidad maxima (cm)	Profundidad media (cm)	Profundidad minima (cm)	Temperatura maxima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura minima (°C)	pH maximo (H+)	pH medio (H+)	pH minimo (H+)	oxigeno maximo (mg/L)	oxigeno medio (mg/L)	oxigeno minimo (mg/L)
1	100	75.4	45	28	27.4	27	8.1	8.04	8	3.3	3.16	3.1
2	100	75.4	45	28.9	28.71	28.3	8.1	8.02	7.8	5.1	4.16	2.3
3	100	75.4	45	29.5	29.07	28.7	8.3	8.09	8	4.2	3.34	2.6
4	100	75.4	45	30.5	30.41	30	8.1	7.98	7.9	4	3.27	2.6
5	100	75.4	45	31.1	30.6	30.1	8.1	7.93	7.5	4.3	2.6	2.5
6	100	75.4	45	31.1	30.44	30	8	7.98	7.9	4.4	3.5	2.5
7	100	75.4	45	31.6	31.36	31.1	8.1	8.04	7.9	4.5	3.71	3
8	100	75.4	45	31.9	31.57	31.3	8	8.03	8	5.5	3.97	2.7

Cuadro A - 3. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 5 en la fase I con los parámetros físico químicos.

ESTANQUE 5												
SEMANAS	PROFUNDIDAD			TEMPERATURA			pH			OXIGENO DISUELTO		
	Profundidad maxima (cm)	Profundidad media (cm)	Profundidad minima (cm)	Temperatura maxima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura minima (°C)	pH maximo (H+)	pH media (H+)	pH minimo (H+)	oxigeno maximo (mg/L)	oxigeno medio (mg/L)	oxigeno minimo (mg/L)
1	112	78	40	27.6	27.58	27.5	7.9	7.87	7.6	2.2	2.17	2.1
2	112	78	40	29.1	28.85	28	8.7	8.12	7.5	5	4.15	2.2
3	112	78	40	29.6	29.24	29	8.5	8.14	8	4.3	3.69	3.1
4	112	78	40	30.5	30.11	29.9	8.1	7.95	7.7	4.1	3.74	3
5	112	78	40	31	30.08	29.8	8.1	7.91	7.5	4.2	3.76	3
6	112	78	40	31	30.06	29.8	8.1	7.96	7.7	5.1	3.8	3
7	112	78	40	32.1	31.62	31	8	7.97	7.9	4.7	3.68	3.5
8	112	78	40	32	31.24	30.4	8.5	8.36	8	5.5	3.87	2

Cuadro A - 4. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 1 en la fase II con los parámetros físico químicos.

ESTANQUE 1												
Dias	PROFUNDIDAD			TEMPERATURA			pH			OXIGENO DISUELTO		
	Profundidad maxima (cm)	Profundidad media (cm)	Profundidad minima (cm)	Temperatura maxima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura minima (°C)	pH maximo (H+)	pH media (H+)	pH minimo (H+)	Oxigeno maximo (ml/L)	Oxigeno medio (ml/L)	Oxigeno minimo (ml/L)
1	110	80.9	50	32.1	31.45	30.7	8	8	8	7	4.04	3
2	110	80.9	50	32.6	31.66	31	8.4	8.32	8.3	6.6	4.02	2
3	110	80.9	50	32.5	31.55	31	8.7	8.68	8.6	4.5	2.7	0.75
4	110	80.9	50	31.6	30.98	30.6	8.7	8.69	8.6	6.4	3.99	2.1
5	110	80.9	50	33.2	31.98	31.1	8.8	8.77	8.7	7.6	3.75	1.8
6	110	80.9	50	32.8	32.11	31.9	8.7	8.63	8.5	5	2.33	0.75
7	110	80.9	50	33.1	32.4	31.9	8.6	8.47	8.4	3.9	2.25	0.9
8	110	80.9	50	32.5	31.44	31.5	8.7	8.66	8.5	3.5	2.28	1.2
9	110	80.9	50	32	31.34	31	8.7	8.61	8.6	4.1	2.09	0.67
10	110	80.9	50	32.1	31.94	31.8	8.5	8.45	8.4	3.6	2.02	0.7
11	110	80.9	50	31.9	31.64	31.5	8.4	8.38	8.3	4.1	2.29	0.6
12	110	80.9	50	32.4	31.39	31.5	8.5	8.49	8.4	3.3	1.87	0.9
13	110	80.9	50	33.4	32.6	31.2	8.3	8.18	8	5.6	2.26	0.75
14	110	80.9	50	32.5	31.88	31.7	8.6	8.56	8.5	4	2.12	0.7
15	110	80.9	50	32.1	31.64	31.5	8.7	8.69	8.6	3.5	1.98	0.7
16	110	80.9	50	32.5	31.96	31.7	8.7	8.64	8.6	4	2	0.75
17	110	80.9	50	31.8	31.75	31.7	8.8	8.64	8.5	3.1	1.6	0.8
18	110	80.9	50	32.2	32.18	32.1	8.6	8.56	8.5	3.7	2	0.8
19	110	80.9	50	32.5	32.15	32	8.7	8.68	8.6	4.1	2.22	0.95
20	110	80.9	50	31.9	31.56	31.2	8.6	8.6	8.6	3.1	1.82	1
21	110	80.9	50	32.5	32.1	32	8.6	8.57	8.5	4	2.26	0.87

Cuadro A - 5. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 4 en la fase II con los parámetros físico químico.

ESTANQUE 4												
Dias	PROFUNDIDAD			TEMPERATURA			pH			OXIGENO DISUELTO		
	Profundidad maxima (cm)	Profundidad media (cm)	Profundidad minima (cm)	Temperatura maxima (C°)	Temperatura media (C°)	Temperatura minima (C°)	pH maximo (H+)	pH media (H+)	pH minimo (H+)	oxigeno maximo (mg/L)	oxigeno medio (mg/L)	oxigeno minimo (mg/L)
1	100	75.4	45	33	32.37	31.9	8.4	8.28	8.1	6	4.08	2
2	100	75.4	45	33.1	32.32	31.8	8.4	8.31	8.1	7.9	3.79	1.18
3	100	75.4	45	33	32.6	31.5	8.5	8.48	8.3	7.6	3.23	1.2
4	100	75.4	45	31.3	31.09	31	8.7	8.52	8.4	5.4	3.17	1.5
5	100	75.4	45	32.7	32.03	31.4	8.5	8.47	8.4	5.5	3.42	1.9
6	100	75.4	45	33.5	32.81	31.7	8.5	8.5	8.5	5.3	2.62	0.7
7	100	75.4	45	33	32.6	32	8.6	8.49	8.4	6.5	2.77	0.9
8	100	75.4	45	32.6	32.09	32	8.7	8.63	8.6	3.7	1.98	0.6
9	100	75.4	45	32.9	32.1	31.8	8.5	8.44	8.4	4.5	2.69	1.2
10	100	75.4	45	33.5	32.8	32.2	8.6	8.55	8.5	5.5	2.77	1.4
11	100	75.4	45	33.8	32.31	32	8.5	8.44	8.3	6	2.62	0.9
12	100	75.4	45	33.6	32.83	32.7	8.5	8.44	8.4	6.2	2.63	1.2
13	100	75.4	45	32.7	31.94	31.7	8.4	8.39	8.3	5.2	2.11	0.7
14	100	75.4	45	33.1	32.71	32.5	8.6	8.53	8.5	4.5	1.99	0.85
15	100	75.4	45	32.1	31.87	31.7	8.7	8.65	8.6	4	1.99	0.6
16	100	75.4	45	33.4	32.88	32.5	8.8	8.7	8.6	5.5	2.21	0.67
17	100	75.4	45	32	31.76	31.7	8.7	8.64	8.6	5.3	2.62	1.2
18	100	75.4	45	32.4	32.2	32.1	8.5	8.48	8.4	4.7	2.29	0.9
19	100	75.4	45	32	31.62	31.1	8.5	8.5	8.5	3.9	2.06	0.95
20	100	75.4	45	32.1	32.05	32	8.6	8.54	8.4	3.7	2.23	0.9
21	100	75.4	45	32.5	31.71	31.5	8.6	8.6	8.6	4	1.71	0.76

Cuadro A - 6. Relación de máximos, promedios y mínimos entre profundidades del estanque 5 en la fase II con los parámetros físico químicos.

ESTANQUE 5												
Dias	PROFUNDIDAD			TEMPERATURA			pH			OXIGENO DISUELTO		
	Profundidad maxima (cm)	Profundidad media (cm)	Profundidad minima (cm)	Temperatura maxima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura minima (°C)	PH maximo (H+)	pH media (H+)	pH minimo (H+)	oxigeno maximo (mg/L)	oxigeno medio (mg/L)	oxigeno minimo (mg/L)
1	112	78	40	32.6	31.57	31	9.1	8.26	8.1	5	2.87	0.9
2	112	78	40	32.5	31.17	30.3	8.4	8.32	8.3	7	3.17	0.95
3	112	78	40	33.1	32.01	31.4	8.7	8.67	8.6	6.8	3.03	0.94
4	112	78	40	31.1	30.94	30.8	8.5	8.45	8.4	5.5	3.45	1.9
5	112	78	40	31.5	31.07	30.8	8.6	8.54	8.4	6	2.65	0.89
6	112	78	40	32.2	31.78	31.4	8.6	8.55	8.5	6.1	3.02	0.65
7	112	78	40	31.8	31.09	30.1	8.6	8.47	8.4	7.1	2.71	0.95
8	112	78	40	33.7	32.66	32.2	8.6	8.58	8.5	6.1	2.79	1
9	112	78	40	33.6	32.92	32.4	8.7	8.66	8.6	5.1	2.43	0.9
10	112	78	40	34	33.74	33.5	8.1	7.98	7.8	4	2.1	0.8
11	112	78	40	32.5	32.15	32	8.1	7.97	7.9	3.1	1.76	0.65
12	112	78	40	34	33.62	33.5	8.3	8.24	8.2	4	2	0.8
13	112	78	40	33.4	32.83	32.7	8.4	8.35	8.3	5.6	2.6	1
14	112	78	40	33.6	32.95	32.7	8.6	8.57	8.5	5.8	1.16	0.75
15	112	78	40	33.8	33.07	32.7	8.7	8.62	8.6	4.7	2.07	0.8
16	112	78	40	33.6	33.1	32.9	8.7	8.69	8.6	5.1	2.32	0.95
17	112	78	40	32	31.91	31.7	8.8	8.77	8.7	5	2.14	0.55
18	112	78	40	33.2	32.8	32.7	8.7	8.65	8.6	4.7	2.51	1
19	112	78	40	32.7	32.32	31.9	8.8	8.72	8.6	4	1.83	1
20	112	78	40	32.5	32.06	31.7	8.6	8.6	8.6	3.7	1.97	1
21	112	78	40	31.9	31.64	31.5	8.6	8.54	8.5	4.5	2.19	1

Cuadro A - 7. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 1 fase I.

ESTANQUE 1 FASE I			
SEMANAS	TEMPERATURA (°C)	pH (H+)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)
1	27.5	7.58	4.8
2	28	8.03	4.5
3	29	8.07	3.8
4	30.1	7.98	3.3
5	30	7.93	3.6
6	29.8	7.96	3.7
7	30.9	7.61	4.3
8	31.3	8.05	4.2
<b>PROMEDIOS</b>	<b>29.6</b>	<b>7.9</b>	<b>4.0</b>

Cuadro A - 8. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 4 fase I.

<b>ESTANQUE 4 FASE I</b>			
<b>SEMANAS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>pH (H+)</b>	<b>OXIGENO DISUELTO (mg/L)</b>
1	27.4	7.58	3.1
2	28.7	8.03	4.1
3	29	8.07	3.3
4	30.4	7.98	3.2
5	30.4	7.93	3.5
6	31.3	7.96	3.7
7	31.5	7.61	3.9
8	31.6	8.05	4
<b>PROMEDIOS</b>	<b>30.0</b>	<b>7.9</b>	<b>3.6</b>

Cuadro A - 9. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 5 fase I.

<b>ESTANQUE 5 FASE I</b>			
<b>SEMANAS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>pH (H+)</b>	<b>OXIGENO DISUELTO (mg/L)</b>
1	27.5	7.87	2.1
2	28.8	8.12	4.1
3	29.2	8.14	3.6
4	30.1	7.95	3.6
5	30	7.96	3.8
6	31.6	7.97	3.6
7	31.2	8.36	3.8
8	31.9	8.09	3.5
<b>PROMEDIOS</b>	<b>30.0</b>	<b>8.1</b>	<b>3.5</b>

Cuadro A - 10. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 1 fase II.

<b>ESTANQUE 1 FASE II</b>			
<b>DIAS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>pH (H+)</b>	<b>OXIGENO DISUELTO (mg/L)</b>
Dia 1	31.4	8	4
Dia 2	31.6	8.32	4
Dia 3	31.5	8.68	2.7
Dia 4	30.9	8.64	3.9
Dia 5	31.9	8.77	3.7
Dia 6	32.1	8.63	2.3
Dia 7	32.4	8.47	2.2
Dia 8	31.9	8.66	2.2
Dia 9	31.3	8.61	2
Dia 10	31.9	8.45	2
Dia 11	31.6	8.38	2.2
Dia 12	31.8	8.49	1.87
Dia 13	32.6	8.18	2.2
Dia 14	31.8	8.56	2.1
Dia 15	31.6	8.69	1.9
Dia 16	31.9	8.64	2
Dia 17	31.7	8.64	1.6
Dia 18	32.1	8.56	2
Dia 19	32.1	8.68	2.2
Dia 20	31.6	8.6	1.8
Dia 21	32.1	8.57	2.2
<b>PROMEDIOS</b>	<b>31.8</b>	<b>8.5</b>	<b>2.4</b>

Cuadro A - 11. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 4 fase II.

<b>ESTANQUE 4 FASE II</b>			
<b>DIAS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>pH (H+)</b>	<b>OXIGENO DISUELTO (mg/L)</b>
Dia 1	32.3	8.28	4
Dia 2	32.3	8.31	3.7
Dia 3	32	8.48	3.2
Dia 4	31	8.52	3.1
Dia 5	32	8.47	3.4
Dia 6	32.8	8.5	2.6
Dia 7	32.6	8.49	2.7
Dia 8	32	8.63	1.9
Dia 9	32.1	8.44	2.6
Dia 10	32.8	8.55	2.7
Dia 11	32.3	8.44	2.6
Dia 12	32.8	8.44	2.6
Dia 13	31.9	8.39	2.1
Dia 14	32.7	8.53	1.9
Dia 15	31.8	8.65	1.9
Dia 16	32.8	8.7	2.2
Dia 17	31.7	8.64	2.6
Dia 18	32.2	8.48	2.2
Dia 19	31.6	8.5	2
Dia 20	32	8.54	2.2
Dia 21	31.7	8.6	1.7
<b>PROMEDIOS</b>	<b>32.2</b>	<b>8.5</b>	<b>2.6</b>

Cuadro A - 12. Promedios de parámetros físico químicos en estanque 5 fase II.

<b>ESTANQUE 5 FASE II</b>			
<b>DIAS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>pH (H+)</b>	<b>OXIGENO DISUELTO (mg/L)</b>
Dia 1	31.5	8.26	2.8
Dia 2	31.1	8.32	3.1
Dia 3	32	8.67	3
Dia 4	30.9	8.45	3.4
Dia 5	31	8.54	2.6
Dia 6	31.7	8.55	3
Dia 7	31	8.47	2.7
Dia 8	32.6	8.58	2.7
Dia 9	32.9	8.66	2.4
Dia 10	33.7	7.98	2.1
Dia 11	32.1	7.97	1.6
Dia 12	33.6	8.24	2
Dia 13	32.8	8.35	2.6
Dia 14	32.9	8.57	2.1
Dia 15	33	8.62	2
Dia 16	33.1	8.69	2.3
Dia 17	31.9	8.77	2.1
Dia 18	32.8	8.65	2.5
Dia 19	32.3	8.72	1.8
Dia 20	32	8.6	1.9
Dia 21	31.6	8.53	2.1
<b>PROMEDIOS</b>	<b>32.2</b>	<b>8.5</b>	<b>2.4</b>

Cuadro A - 13. Especies producidas en la acuicultura.

<b>ESPECIES PRODUCIDAS EN LA ACUICULTURA</b>	
Peces de Escama	354 especies, con 5 híbridos
Moluscos	102
Crustáceos	59
Anfibios y Reptiles	6
Invertebrados Acuáticos	9
Algas Marinas y Agua Dulce	37
<b>TOTAL</b>	<b>567</b>

Cuadro A - 14. Actividades previas a la siembra de la post larva.

<b>ACTIVIDAD</b>	
• Vaciado y secado	
• Sellado de compuertas	
• Arado	
• Desinfección	• Clorado • Encalado
• Colocación de filtros	
• Llenado	
• Aditivos	• Pro biótico • Medicación
• Plan de Fertilización	• Dosificación (según el área y análisis técnico)



Cuadro A - 15. Equipo utilizado para la toma de datos.

<b>EQUIPO</b>	<b>UTILIZACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
Peachimetro	Utilizado para la toma de dato de pH durante el desarrollo de la investigación (Figura A - 5).	1
Sonda multiparámetros	Mide la temperatura ambiental, corporal, atmosférica, este equipo es utilizado en los estanques para corroborar muestras del Metler Toledo Modelo: MP 220, el cual muestrea ambos parámetros (Figura A – 6).	1
Báscula de reloj	Usada para hacer la toma de peso de los camarones en gramos	1
Balsas	Para la toma de datos dentro de los estanques	3
Cinta métrica	Para el seccionamiento de los estanques.	1
Metro de madera	Para medir la profundidad de los estanques.	1
Atarraya de 9 m <sup>2</sup>	Para tomar las muestras de camarones	1
Báscula gramera	Para pesar los camarones estimados por libra (Figura A – 7).	1
Cubeta		1
Cuaderno		1
Frasco de vidrio		3
Agua destilada (L)		1
Bolígrafo		1



Figura A - 1. Principales países productores de camarón *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

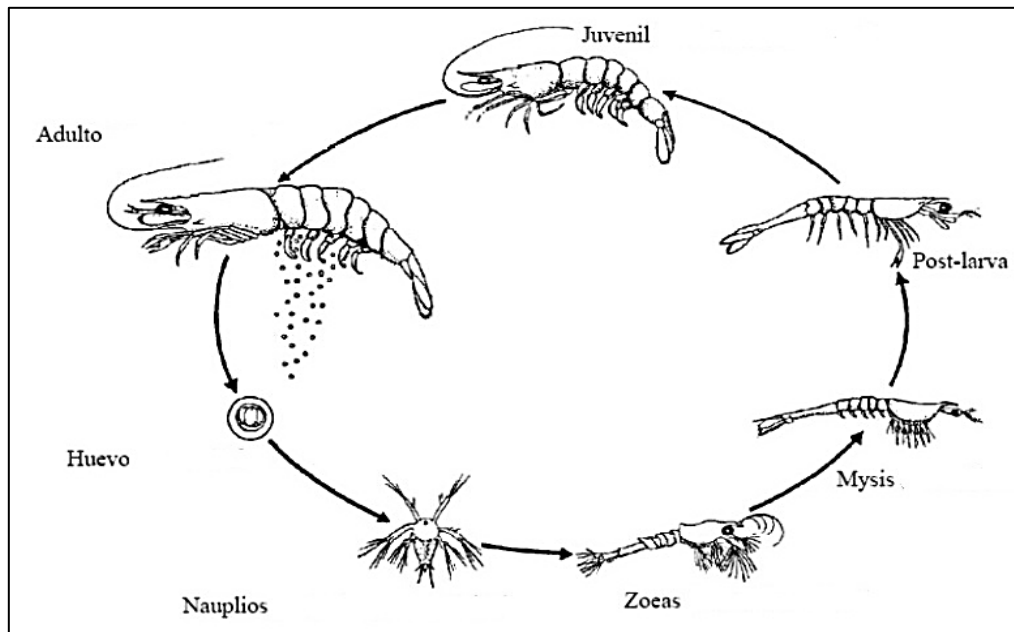


Figura A - 2. Ciclo de vida del camarón *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

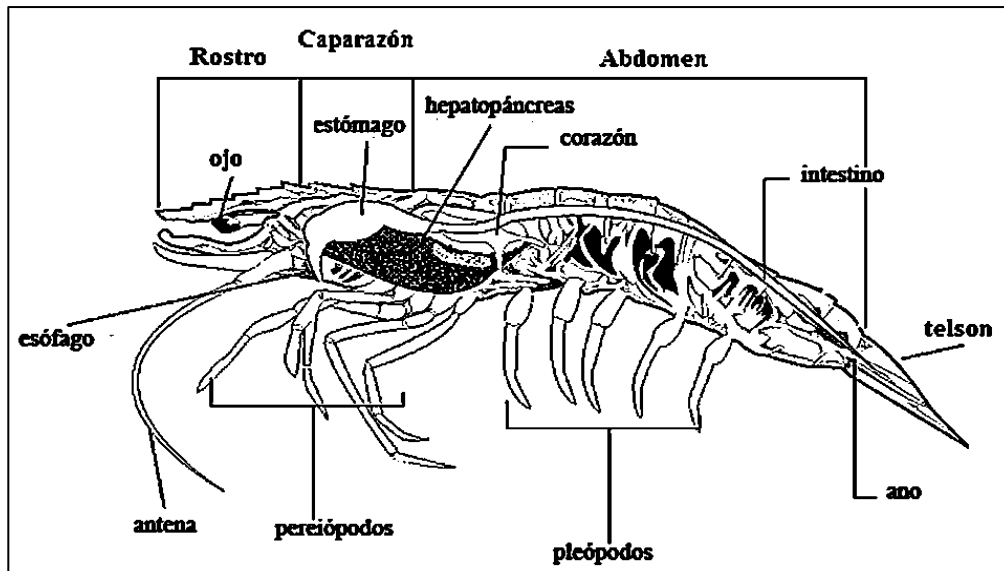


Figura A - 3. Anatomía de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) adulto.

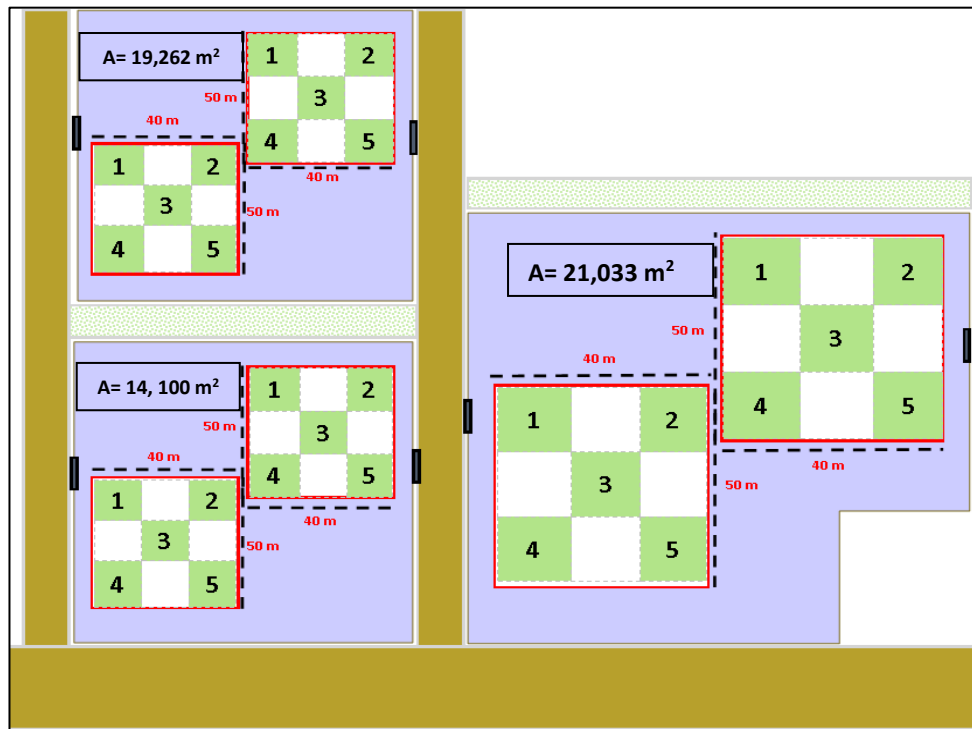


Figura A - 4. Dimensiones de los estanques, distribución de las secciones y puntos para la toma de datos.

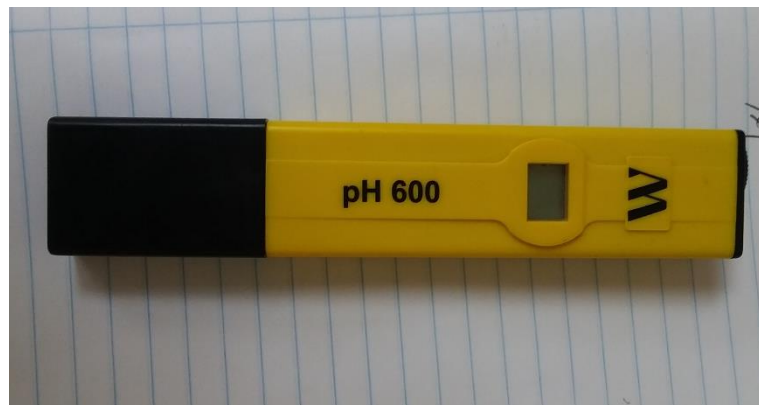


Figura A - 5. Peachímetro.



Figura A - 6. Sonda multiparámetros.



Figura A - 7. Báscula gramera para la toma de peso de los camarones.



Figura A - 8. Muestreo de temperatura y oxígeno disuelto.



a)



b)



c)

Figura A - 9. Muestreo de pH.





Figura A - 10. Extracción de camarones.



a)



b)



c)

Figura A - 11. Toma de peso de los camarones.



Figura A - 12. Seccionamiento del estanque 1.



Figura A - 13. Seccionamiento del estanque 1.





Figura A - 14. Seccionamiento del estanque 4.

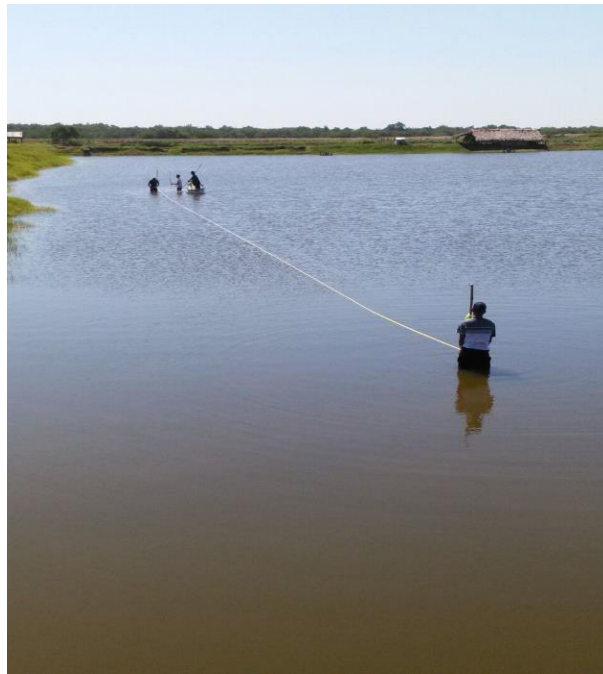


Figura A - 15. Seccionamiento del estanque 5.



a)



b)

Figura A - 16. Colocación de estacas para la división de las secciones en los estanques.

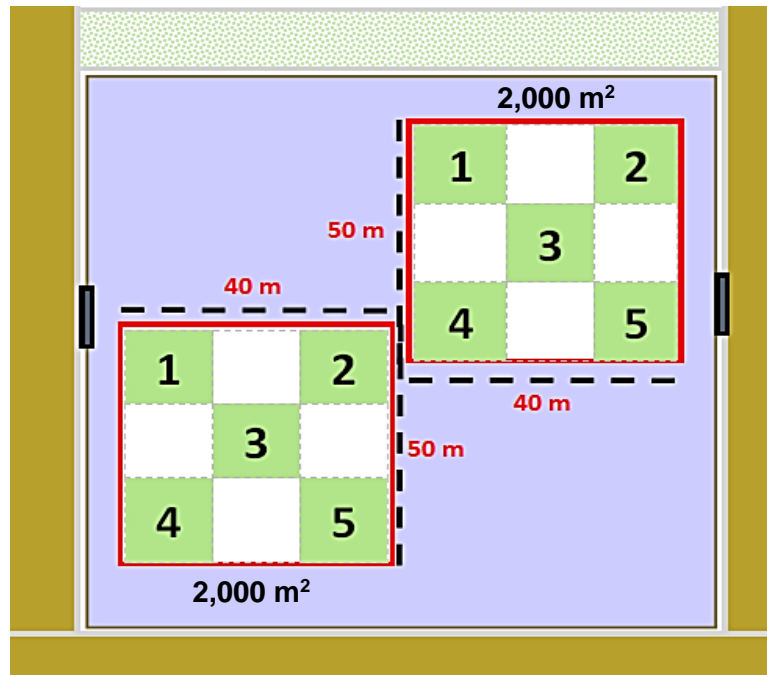


Figura A - 17. Área investigada.



a)



b)

Figura A - 18. Lectura de parámetros físico químicos.



Figura A - 19. Aireadores de paleta.