

**Establecimiento de sistemas de control de
calidad en el laboratorio de reproducción y
mejoramiento de camarones Texcumar
S.A., San Pablo, Ecuador.**

Badith Omar Ponce Vásquez

Zamorano, Honduras
Carrera Gestión de Agronegocios
Diciembre, 2005

**ZAMORANO
CARRERA DE GESTIÓN DE AGRONEGOCIOS**

**Establecimiento de sistemas de control de
calidad en el laboratorio de reproducción y
mejoramiento de camarones Texcumar
S.A., San Pablo, Ecuador.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniería
en Gestión de Agronegocios en el grado académico de Licenciatura.

Presentado por:

Badith Omar Ponce Vásquez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

Badith Omar Ponce Vásquez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

**Establecimiento de sistemas de control de calidad en el
laboratorio de reproducción y mejoramiento de camarones
Texcumar S.A., San Pablo, Ecuador.**

Presentado por

Badith Omar Ponce Vásquez

Aprobada:

María Auxiliadora Pineda, M.A.E.
Asesor Principal

Ernesto Gallo, M.Sc.
Director Carrera de
Gestión de Agronegocios

Daniel Kaegi, M.B.A.
Asesor

George Pilz, Ph.D
Decano Académico

Guillermo Berlioz, B. Sc.
Coordinador de Proyectos Especiales
de Graduación y Pasantías

Kenneth Hoadley, D.B.A
Rector

DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante, por darme sabiduría, voluntad y perseverancia en cada momento de mi vida.

A mis padres por su invaluable y desinteresado apoyo para contribuir a mi desarrollo personal y profesional.

A mi hermana por darme aliento para seguir adelante en este proceso.

A mis asesores y demás profesores por su constante apoyo y dedicación para ayudarme a cumplir mis objetivos y metas.

A mi familia por su amor y confianza en mí.

A mis amigos de Zamorano que siempre me ayudaron sin interés alguno.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme las fuerzas necesarias, guiarme y por permitirme cumplir este gran paso mi vida.

A mis padres por todos sus consejos, apoyo y dedicación para ayudarme a cumplir mis metas y crecer como persona.

A mi hermana por su incondicional apoyo.

A toda mi familia por haber puesto todo su apoyo y confianza en mí.

Al Ing. Rafael Verduga por haberme dado la oportunidad de realizar mi pasantía externa en su establecimiento.

A todo el personal de Texcumar S.A. en especial a Bernado García por toda su colaboración para que el presente trabajo cumpla con sus objetivos.

A mis asesores: Lic. María Auxiliadora Pineda y al Ing. Daniel Kaegi por su apoyo y dedicación para que este trabajo sea un éxito.

A mis mentores de la Carrera de Agronegocios: Dr. Fredi Arias, Lic. Guillermo Berlioz, Ing. Marcos Vega, Ing. Daniel Kaegi, Ing. Héctor Vanegas, Ing. Moisés Molina, Lic. María Auxiliadora Pineda por sus valiosos consejos y por todos los conocimientos transmitidos.

A mis compañeros de la Carrera de Agronegocios por su apoyo desinteresado en la consecución de mis objetivos.

A mi grupo de amigos guayacos (Mafia G) en Zamorano por todas los momentos compartidos y todas las experiencias vividas.

A Cecil Montemayor por los momentos inolvidables que compartimos juntos y por todo su apoyo y sinceridad hacia mí.

A todos mis amigos de mi ciudad que a pesar de la distancia siempre me estuvieron apoyando y dando fuerzas para seguir adelante.

A mi Alma Mater por su formación y por enseñarme a afrontar mis retos con éxito.

RESUMEN

Ponce, B. 2005. Establecimiento de sistemas de control de calidad en el laboratorio de reproducción y mejoramiento de camarones Texcumar S.A., San Pablo, Ecuador. Tesis de Proyecto especial de Ingeniería en Gestión de Agronegocios, Valle del Yegüare, Zamorano, Honduras. 46p.

El mundo globalizado en el que nos encontramos, la alta competitividad y productividad que demandan las empresas y organizaciones para sobrevivir en el mismo hacen indispensable la ejecución de acciones y normativas que garanticen la eficiencia en los procesos y a su vez eliminen las causas y deficiencias de diversos problemas. El objetivo central del presente estudio fue el establecimiento de sistemas de control de calidad en las instalaciones de Texcumar S.A. Para ello se utilizaron herramientas de calidad y control estadístico como lo son: histogramas, diagramas de Pareto, diagramas de dispersión, cartas de control P, tabla de control, diagramas de Ishikawa, BAM, diagramas de flujo y diagramas de procesos con el objetivo de crear un plan bien fundamentado que facilite el entendimiento de las posibles causas de un problema. El proyecto abarcó un período de siete meses comprendidos entre los meses de febrero y agosto del año 2005. Mediante las herramientas que se utilizaron se pudo evaluar cada proceso y verificar si cada uno de éstos se encuentra dentro de los límites de control establecidos y al mismo tiempo realizar las correctivas necesarias enfocándose en un proceso específico si el mismo no cumple con los requisitos. Se recomendó la implementación de un sistema de control de calidad en Texcumar S.A. además de la creación de cartas de control X-R aunado del cálculo de los índices Cp, Cpk y Cpm para encontrar la tendencia central y la variabilidad que existe en la temperatura, salinidad y cantidad de oxígeno con el objetivo de reducir la incertidumbre de cada proceso respectivamente.

Palabras Clave: BAM, diagrama de dispersión, diagrama de flujo, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagrama de procesos, nauplio.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de cuadros.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 SITUACIÓN DEL ESTUDIO.....	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 ANTECEDENTES.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	3
1.5 ALCANCES Y LÍMITES DEL ESTUDIO.....	4
1.5.1 Alcances del estudio.....	4
1.5.2 Límites del estudio.....	4
1.6 OBJETIVOS.....	5
1.6.1 Objetivo General.....	5
1.6.2 Objetivos Específicos.....	5
2. MÉTODOS.....	6
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
3.1 BUSINESS ACTIVITY MAP (BAM).....	9
3.2 ANÁLISIS DE LOS PROCESOS.....	14
3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.....	18
3.4 DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE PROCESOS.....	24
3.4.1 Reproductores y ablación.....	24
3.4.2 Aclimatación de reproductores.....	24
3.4.3 Ablación de hembras y selección de machos.....	25
3.4.4 Alimentación.....	25
3.5.4.1.Reserva.....	26
3.5.4.2.Producción.....	26
3.4.5 Desove.....	27
3.4.5.1 Preparación de la sala de desove.....	28

3.4.5.2.Devolución de las hembras	28
3.4.5.3.Colecta de huevos	28
3.4.6 Eclosión	29
3.4.6.1.Preparación de Sala de Eclosión.....	30
3.4.6.2.Siembra de huevos.....	30
3.4.6.3.Cosecha de nauplios.....	30
3.4.7 Despacho.....	31
3.4.7.1.Segunda selección de nauplios.....	31
3.4.7.2.Despacho de nauplios	31
3.4.7.3.Empaque.....	32
3.4.8 Limpieza y desinfección de salas.....	32
3.4.8.1.Salas de producción.....	32
3.4.8.2.Sala de desove.....	32
3.4.8.3.Sala de eclosión.....	33
3.4.8.4.Despacho	33
3.5 HOJA DE VERIFICACIÓN (TABLA DE CONTROL)	33
Ubicación	35
Ubicación	36
Ubicación	37
3.6 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	38
3.7 HISTOGRAMAS Y DIAGRAMAS DE PARETO	41
3.8 DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN	42
3.9 CARTAS DE CONTROL	43
4. CONCLUSIONES	44
5. RECOMENDACIONES	45
6. BIBLIOGRAFÍA	46
7. ANEXOS	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Esquema de Calidad	4
2. Fórmula Carta P.....	7
3. BAM Texcumar S.A.....	13
4. Modelo de Procesos (SIPOC).....	17
5. Diagrama de flujo del proceso de producción de nauplios.....	23
6. Reproductores en sala de reserva.	24
7. Selección de hembras maduras.....	25
8. Sala de preparación de alimentos.	26
9. Hembra copulada.....	27
10. Sala de desove.	28
11. Tanque de la sala de desove durante cosecha de huevos.....	29
12. Tanque de la sala de eclosión	30
13. Conteo de nauplios en la sala de despacho.....	32
14. Tabla de control.....	37
15. Diagrama de Ishikawa 1	39
16. Diagrama de Ishikawa 2	40
17. Histograma y Diagrama de Pareto.....	41
18. Diagrama de Dispersión	42
19. Mortalidad de machos en la sala A de febrero a agosto del 2005, Texcumar.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Raciones Alimenticias	27
2. Frecuencia del porcentaje de cópulas (febrero y mayo de 2005)	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del porcentaje de cópulas (febrero-mayo 2005).....	48
2. Diagrama de dispersión del promedio de porcentajes de cópulas por día (febrero-mayo 2005).....	49
3. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del porcentaje de eclosión (febrero-mayo 2005).....	50
4. Diagrama de dispersión del promedio de porcentajes de eclosión por día (febrero-mayo 2005).....	51
5. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del número de huevos por hembra (febrero-mayo 2005).....	52
6. Diagrama de dispersión del número de huevos por hembra por día (febrero-mayo 2005).....	53
7. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del número de nauplios por hembra (febrero-mayo 2005).....	54
8. Diagrama de dispersión del número de nauplios por hembra por día (febrero-mayo 2005).....	55
9. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del porcentaje de cópulas (junio-agosto 2005).....	56
10. Diagrama de dispersión del promedio de porcentajes de cópulas por día (junio-agosto 2005).	57
11. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del porcentaje de eclosión (junio-agosto 2005).....	58
12. Diagrama de dispersión del promedio de porcentajes de eclosión por día (junio-agosto 2005).	59
13. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del número de huevos por hembra (junio-agosto 2005).	60
14. Diagrama de dispersión del número de huevos por hembra por día (junio-agosto 2005).....	61

15. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del número de nauplios por hembra (junio-agosto 2005).	62
16. Diagrama de dispersión del número de nauplios por hembra por día (junio-agosto 2005).	63
17. Mortalidad de machos en la sala A de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	64
18. Mortalidad de machos en la sala B de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	64
19. Mortalidad de machos en la sala C de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	65
20. Mortalidad de machos en la sala D de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	65
21. Mortalidad de machos en la sala E de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	66
22. Mortalidad de machos en la sala F de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	66
23. Mortalidad de machos en la sala G de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	67
24. Mortalidad de machos en la sala H de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	67
25. Mortalidad de machos en la sala H2 de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	68
26. Mortalidad de machos en la sala I de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	68
27. Mortalidad de machos en la sala J de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	69
28. Mortalidad de machos en la sala R de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	69
29. Mortalidad de hembras en la sala A de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	70
30. Mortalidad de hembras en la sala B de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	70
31. Mortalidad de hembras en la sala C de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	71
32. Mortalidad de hembras en la sala D de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	71
33. Mortalidad de hembras en la sala E de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	72
34. Mortalidad de hembras en la sala F de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	72
35. Mortalidad de hembras en la sala G de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	73
36. Mortalidad de hembras en la sala H de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	73
37. Mortalidad de hembras en la sala H2 de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	74
38. Mortalidad de hembras en la sala I de febrero a agosto de 2005, Texcumar.	74

39. Mortalidad de hembras en la sala J de febrero a agosto de 2005, Texcumar.....	75
40. Mortalidad de hembras en la sala R de febrero a agosto de 2005, Texcumar.....	75
41. Resultado del análisis de sólidos del agua según CSA.....	76
42. Nauplio.....	77
43. Instalación de las puntas en la costa de la playa.....	77
44. Transporte de reproductores desde camaronera,	77
45. Pesca de reproductores en camaronera.....	78
46. Cosecha de huevos en sala de desove.....	78
47. Fórmula Carta X-R.....	79

1. INTRODUCCIÓN

1.1 SITUACIÓN DEL ESTUDIO

La necesidad de que las empresas y organizaciones de todo el mundo mejoren su calidad y productividad, como una condición necesaria para poder competir y sobrevivir en los mercados globalizados, ha llevado a que las empresas ejecuten acciones tendentes a atacar las causas de sus diversos problemas y deficiencias. Sin embargo, a pesar de que se han llevado a cabo diversos intentos y acciones por mejorar la calidad, como seminarios de motivación y concientización, formación de equipos de calidad, control estadístico, exigencias a empleados y proveedores, cambios en mandos directivos, reducción de personal, automatización, incentivos al personal, etcétera, en no pocas empresas los resultados han sido francamente malos. (Gutiérrez, 1997).

Actualmente el sector camaronero de Ecuador se encuentra en considerable recuperación debido a que a inicios del año 1999 se vio afectado casi en su totalidad, 90% de las camaroneras, por el virus de la mancha blanca (WWSV) el cual arrasó significativamente con la producción total de las camaroneras.

Esta situación, ha motivado al desarrollo de sistemas tecnológicos de cultivos acuícolas de alto rendimiento en busca de un mejor aprovechamiento en el corto plazo. Para ello se diseñan y ensayan procedimientos de acuicultura más eficientes y tecnificados con bases científicas y biotecnología de punta.

El sector productor de camarones en cautiverio, siendo parte importante del engranaje productivo del país, convencido está que con la energía entregada a su desarrollo y el respaldo de todas las instancias gubernamentales, será parte de la fuerza vital que impulse al país hacia un futuro, que le permita a las generaciones venideras tener días más promisorios. (Aguilar, 2004)

La presente pujanza de la actividad camaronera muestra que se avanza, que los momentos de adversidad la han fortalecido y que se ve un futuro promisorio y con grandes expectativas de que el camarón continuará siendo un aportador importante de divisas para el país y un trascendental generador de empleo en el vivir de la nación.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Con el avance diario de la ciencia y de la tecnología se requiere estar en constante renovación y cambios que impulsen el desarrollo y crecimiento de toda empresa. El mundo globalizado en el que nos encontramos y la firme modernización de las industrias, han hecho que cada día los mercados se vuelvan más exigentes demandando a su vez un producto que les ofrezca mayor calidad y valor agregado.

El medio acuático representa en la actualidad una fuente importante de alimentos y de materia prima para la industria del Ecuador, por la intensidad con que se explotan los recursos pesqueros.

La falta de implementación de un sistema de control de calidad, la importancia de la administración de los procesos que se realizan a diario en el laboratorio, la alta incertidumbre y vulnerabilidad generadas en los mismos y los posteriores proyectos de exportación, hacen inevitable el establecimiento de algún sistema de control de calidad que garantice el producto final y que facilite el monitoreo del flujo de procesos que se realizan a diario en Texcumar S.A., determinando de mucha utilidad este estudio y a la vez aplicable en un futuro cercano.

1.3 ANTECEDENTES

Sus inicios datan desde el año 1999 cuando se empezó a trabajar con el objetivo de contribuir al desarrollo del sector camaronero de Ecuador mediante la implementación de nuevas estrategias y tecnologías en cada uno de los componentes de la cadena de proceso de producción generando un producto final de alta calidad.

Texcumar S.A. fue adquirida por la directiva actual, el mes de octubre del año 2003. Antes de este hecho, la empresa no gozaba del prestigio y calidad acreditada hasta el momento gracias al esfuerzo de sus dirigentes (27% del mercado), debido al mal manejo y falta de administración de todos sus procesos que forman parte de la cadena de producción.

La necesidad de expansión y crecimiento y las ineludibles mejoras que se necesitaban *a priori* obligaron a postergar la implementación de un sistema de control de calidad en dicho establecimiento (García, 2005).

Sin embargo, quienes están al frente de las actividades productivas en general reconocen que con la investigación, perseverancia y acciones planificadas hacia la consecución de importantes objetivos es fundamental para el desarrollo de cualquier tarea. Por esto las necesidades de cambio y las adaptaciones realizadas por la nueva directiva hoy en día, se han vuelto parte de la gestión administrativa para competir en el mercado, logrando levantar el nombre de Texcumar S.A., viéndose además favorecidos por la significativa mejora del sector camaronero en el país debido al control y erradicación de la mancha Blanca (WSSV).

Texcumar S.A. es un laboratorio dedicado a la reproducción de camarones en cautiverio de la variedad *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco), proceso conocido

también como maduración. La empresa está ubicada en el Km. 2,5 de la vía San Pablo-Monteverde en la Península de Santa Elena, Provincia del Guayas, zona que vive netamente de la pesca artesanal.

Posee una extensión de 15000 m^2 distribuidos en 14 salas con 100 tanques de producción con capacidad de una t (tonelada métrica) cada uno, 60 tanques de reserva para los reproductores provenientes de una camaronera ubicada en la Provincia de El Oro (outsourcing), dos salas para el desove de las hembras copuladas con capacidad para 850 hembras, tres salas de eclosión y dos salas para el despacho de los nauplios, generando alrededor de 60 millones de nauplios diarios.

Texcumar S.A. cuenta con la mejor infraestructura y con la mayor capacidad instalada del país para la producción de nauplios de excelente calidad, convirtiéndolo en el laboratorio con la mayor producción de América.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio pretende contribuir a un mejor manejo en todos los procesos de producción que se realizan en el laboratorio, estableciendo estándares, tablas de control y normas de calidad que garantizarán la eficacia y eficiencia de la cadena de producción.

La implementación de un sistema de control de la calidad permitirá a Texcumar S.A. como principal beneficiario, contar con un sistema de información que ayudará a mejorar significativamente en cada uno de los procesos de producción, además se contará con registros históricos de la producción que le permitirá a la empresa conocer la variabilidad y la causa de esta. A través del uso de las cartas de control, se busca establecer los límites permitidos para mantener la calidad. Una vez determinados dichos límites, Texcumar S.A. podrá conocer fácilmente en que proceso específico está fallando, cuales son sus causas y que debe hacer para mejorarlo.

Esto provocará que Texcumar S.A. mantenga una excelente imagen, ganando a la vez un mayor posicionamiento y participación en el mercado nacional siendo pieza fundamental para una futura expansión a nuevos nichos de mercado entre ellos los mercados internacionales.

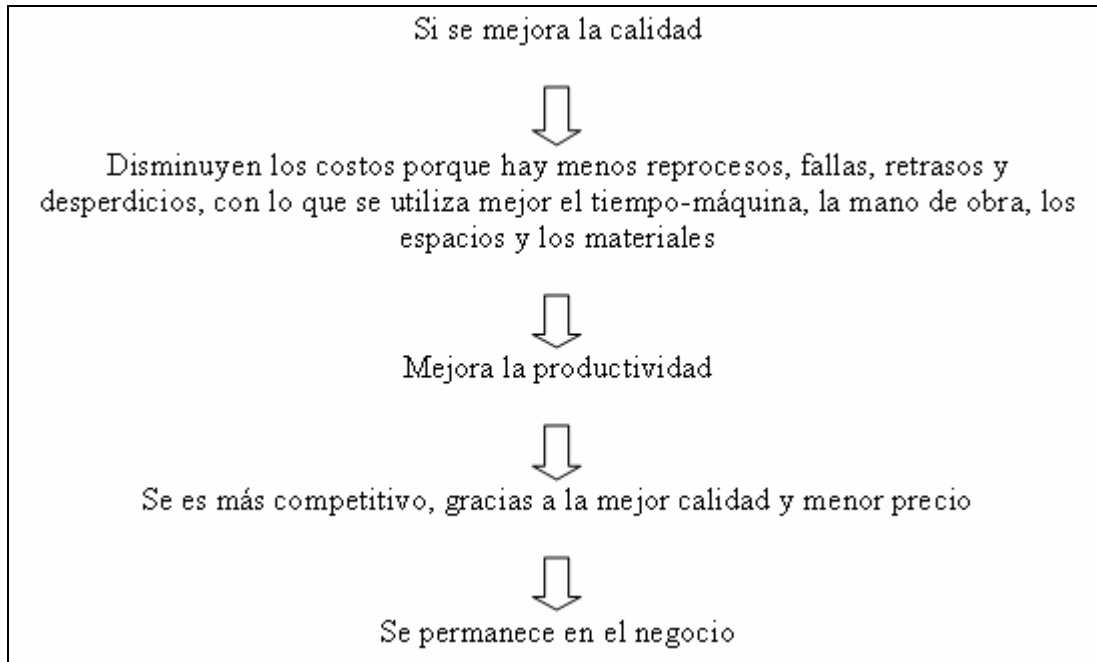


Figura 1. Esquema de Calidad

“No son los productos o servicios, sino los procesos que los crean los que llevan a las empresas al éxito a la larga. Los buenos productos o servicios no hacen ganadores, los ganadores hacen buenos productos o servicios” (tomado de la clase de Gestión de Calidad).

1.5 ALCANCES Y LÍMITES DEL ESTUDIO

1.5.1 Alcances del estudio

La elaboración del manual de control de calidad para la producción de nauplios en Texcumar S.A. es únicamente aplicable a dicho producto y empresa.

1.5.2 Límites del estudio

El presente estudio se desarrollará entre los meses de febrero de 2005 y agosto de 2005.

El estudio considerará la capacidad de planta actual del laboratorio y la producción actual del mismo, es decir, 180 tanques destinados para la producción y los 60 millones de nauplios obtenidos diariamente.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

- Elaborar un sistema de control de calidad en las instalaciones de Texcumar S.A., San Pablo, Ecuador para mejorar la competitividad de la empresa.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Determinar los puntos críticos en los procesos de producción
- Identificar niveles óptimos de Temperatura, oxígeno y salinidad en los tanques de las salas de reserva, producción, desove, eclosión y despacho
- Crear gráficos de procesos que describan la forma en que fluye el trabajo a través de la compañía
- Diseñar el Mapa de Procesos de Negocio (Business Activity Map), que identificarán la Cadena de Valor de la organización
- Identificar cual de los proceso necesita de control estadístico
- Utilizar herramientas para la administración de procesos tales como: SIPOC, flujogramas, tablas de control, Pareto, Ishikawa, cartas de control
- Realizar diagramas de dispersión para poder observar de mejor manera la variabilidad de los procesos que en Texcumar S.A. se realizan.

2. MÉTODOS

La base del presente trabajo fue la información generada en los procesos actuales tales como: peso de reproductores, índice de conversión alimenticia; calidad, salinidad y temperatura del agua, demanda biológica de oxígeno en las diversas etapas de la maduración, porcentaje de copulación, número de cópulas viables, porcentaje de fertilidad, porcentaje de eclosión y nauplios cosechados. Se pretende encontrar y definir la regularidad estadística de variabilidad haciéndose pruebas periódicas.

Para generar dicha información se aplicaron diversas metodologías de recolección de datos de acuerdo al proceso en cuestión como observaciones de los procesos y entrevistas con el personal de la empresa involucrado, además de la utilización de la información levantada hasta el momento.

Los parámetros de selección de los reproductores en la camaronera se basaron en las variables cuantitativas peso y tamaño. En condiciones ideales se espera tener un censo de los reproductores utilizando herramientas para su medición (balanza electrónica y regla); sin embargo, por limitante de tiempo, el personal encargado de la selección realiza su clasificación visualmente basado en su experiencia. Se planteó una metodología de muestreo estratificado con las herramientas adecuadas de medición para estimar los valores de estas variables para las hembras y machos.

La toma de datos para la salinidad se efectuó diariamente mientras que el control de temperatura de cada tanque se realizó cada dos horas. Una vez recolectados estos datos se utilizó un modelo censal diario.

El porcentaje de copulación, número de cópulas viables, porcentaje de fertilidad, porcentaje de eclosión y nauplios cosechados estuvieron sujetos a un registro diario para ser analizados mediante una carta de control para cada uno de estos procesos.

Desarrollar un procedimiento eficiente (preciso y exacto) para satisfacer a la vez los requerimientos tanto de los clientes internos como de los externos siguiendo pasos como:

- a. Identificar el producto o servicio
- b. Identificar al cliente
- c. Identificar al proveedor
- d. Identificar el proceso
- e. Hacer el proceso a prueba de errores
- f. Desarrollar mediciones y controles

Luego, se diseñó el Mapa de Procesos de Negocio (BAM) para identificar la cadena de valor de la organización. Los BAM son los diagramas que identifican los procesos que se realizan, y representan el flujo de trabajo y la relación entre las diferentes operaciones de la organización. Mediante su utilización se identificó y se definieron todas las actividades operacionales.

Posteriormente se utilizó el modelo SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) para clasificar o definir procesos los cuales fueron aprobados por el supervisor de planta encargado.

A continuación se dibujó un flujograma o mapa de proceso que permitió visualizar cómo fluye un proceso, es decir, el conjunto de actividades y sus interconexiones, herramienta que sirvió también para que la gerencia pudiera estudiar y revisar los procesos.

La tabla de control, elemento clave para el control del proceso, identificó todos los criterios y decisiones que regularon las actividades del proceso permitiendo a la vez, retroalimentar de manera oportuna asignándole a cada representante de un proceso la responsabilidad del monitoreo del mismo (autocontrol), asegurándose de que los resultados cumplen con los requerimientos operacionales y del cliente. Se debe considerar que los pasos de cada uno estén organizados en una secuencia lógica.

Con toda la información y datos generados y valiéndose de herramientas estadísticas tales como: media, mediana, desviación estándar, histogramas, rango, varianza, se procedió a construir un diagrama de pareto, herramienta fundamental para seleccionar el problema más importante que se centra sólo en atacar la causa más relevante basándose en la Regla 80-20, que plantea que el 80% de los resultados son efectos de un 20% de los factores causales, y un diagrama de Ishikawa utilizado para identificar las causas y efectos de un problema específico.

Los datos arrojados por el análisis de estos diagramas permitieron crear tablas de control P, las cuales muestran las variaciones en la fracción o proporción de artículos defectuosos. Esta carta permitió reportar la proporción ó porcentaje de productos defectuosos en un proceso mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Figura 2. Fórmula Carta P

Donde:

$$\text{LCS: } \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (\text{Límite de control superior})$$

$$\text{LC: } \bar{p} \quad (\text{Límite central})$$

$$\text{LCI: } \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (\text{Límite de control inferior})$$

\bar{p} : Proporción de artículos defectuosos

\bar{n} : Tamaño de la muestra

Es importante mencionar que para la realización de esta carta se utilizarán los datos de mortalidad existentes en cada una de las salas (12 en total) recopilados durante los siete meses que abarca el estudio.

El propósito fue visualizar gráficamente en que área del laboratorio está fuera de la especificación mínima para hacer más fácil el entendimiento y la toma de decisiones que ayuden a la optimización de los recursos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 BUSINESS ACTIVITY MAP (BAM)

El BAM muestra todas las decisiones y ramificaciones que resultan de los caminos seguidos por el flujo natural del proceso de producción de nauplios e identificó a la vez todas las actividades operacionales (Figura 2).

Mediante el BAM se busca visualizar de manera macro y micro la situación de los procesos, identificando posibles problemas de control que permitan diseñar propuestas acordes a las necesidades del laboratorio.

Texcumar S.A. tiene como directiva principal al Ing. Rafael Verduga y al Ing. Leonardo Cárdenas quienes son los socio-accionistas de dicho establecimiento, de los cuales el Ing. Rafael Verduga es quien dirige personalmente las actividades diarias del laboratorio.

Existen además un Departamento Administrativo el mismo que es liderado por el Ec. Bernardo García y del cual se origina el Departamento de Ventas dirigido por la Biol. Sonia Pizarro, un Departamento de Mantenimiento, un Departamento de Inventario y el Laboratorio como tal donde el presente estudio se enfocó.

El proceso inicia con la compra de reproductores mediante un convenio (outsourcing) que posee Texcumar S.A. con una camaronera ubicada en la Prov. de El Oro, la misma que provee la principal materia prima. Posteriormente los reproductores son colocados en las salas de reserva donde son ubicados en tanques según su sexo. Existen además dos reservorios para reproductores en los cuales se realizan pruebas experimentales con cierto número de animales para someterlos a dietas con algas fertilizadas naturalmente logrando así medir su incremento de peso semanal ó también son utilizados para reducir el stress del viaje ó para esperar que pase el tiempo de garantía que otorga el camaronero.

Los reproductores ubicados en las salas de reserva son sometidos a un proceso de aclimatación el cual dura 5 días. Seguidamente las hembras son ablacionadas con el objetivo de acelerar su madurez sexual siendo aquí suspendido el alimento durante dos días.

Luego de 10 días aproximadamente de haber llegado los reproductores a Texcumar S.A., los operarios son los encargados de realizar la selección de hembras maduras y machos para inmediatamente ser ubicados en las salas de producción, colocando 90 hembras y 80 machos por tanque (densidad de 1,2:1 hembras/macho)

Las hembras que resultan copuladas son trasladadas a las salas de desove donde son colocadas en tanques de una t (tonelada métrica). La densidad de siembra en esta sala es de aproximadamente cinco a siete hembras copuladas por tanque. Esto con el objetivo de reducir el estrés del animal y obtener un mayor porcentaje de desove.

Una vez que las hembras han culminado el proceso de desove son devueltas a los tanques de origen. A continuación los huevos son cosechados y lavados con una solución desinfectante para luego calcular por medio de muestras el porcentaje de desove. Estos huevos son transportados en tanques de 20 l hacia las salas de eclosión donde son sembrados en tanques a una densidad de 60,000 huevos/l.

Luego de diez horas aproximadamente de haber sido sembrados los huevos en la sala de eclosión se realiza la primera selección (cosecha) de nauplios mediante estimulación fototrópica y a su vez se cuantifica los nauplios a través de técnicas de muestreo. Dichos nauplios son trasladados a la sala de pre-despacho donde se realiza una segunda selección, doce horas después de la primera, para darle mayor valor agregado y garantizar el producto final.

Posteriormente estos nauplios, ya en su estadio cuatro, son trasladados hacia la sala de despacho siendo colocados en bolsas de polietileno con agua y ocho lb. de presión de oxígeno por bolsa las cuales son selladas con ligas para su subsiguiente despacho en cartones. Cabe recalcar que además de los nauplios despachados se entregan al cliente biomasa de artemia la que constituye el primer alimento de los nauplios en esta etapa.

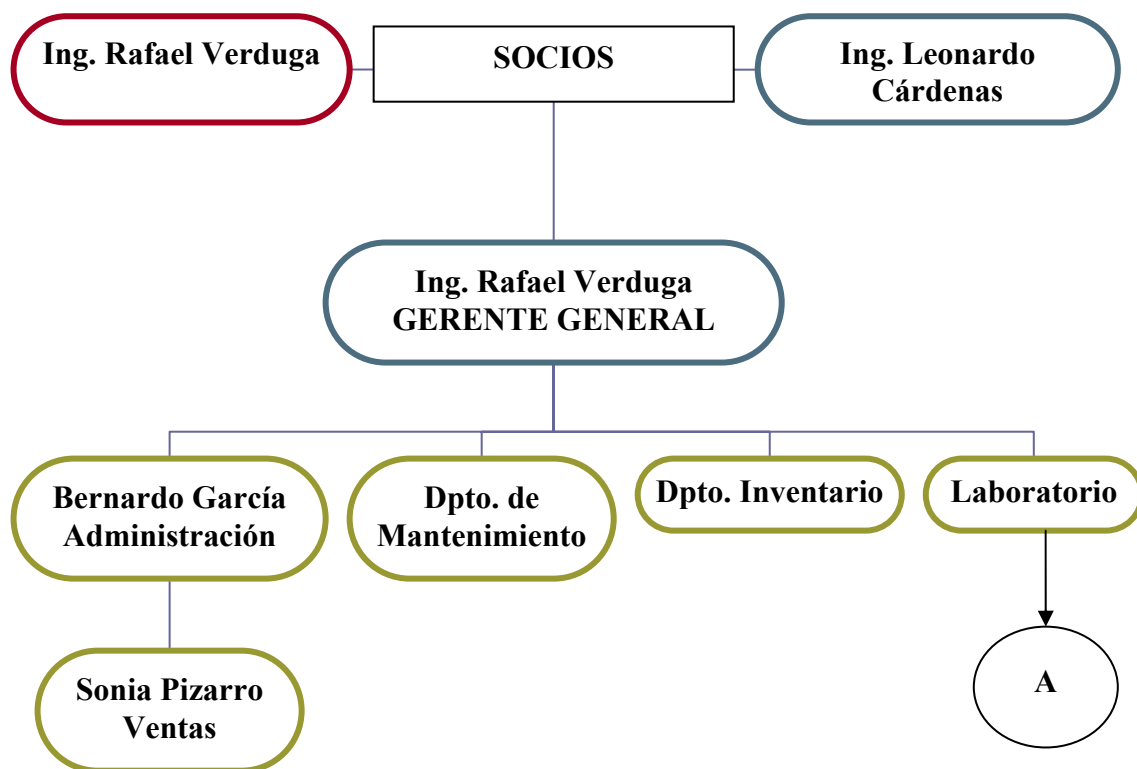


Figura 2. BAM Texcumar S.A.

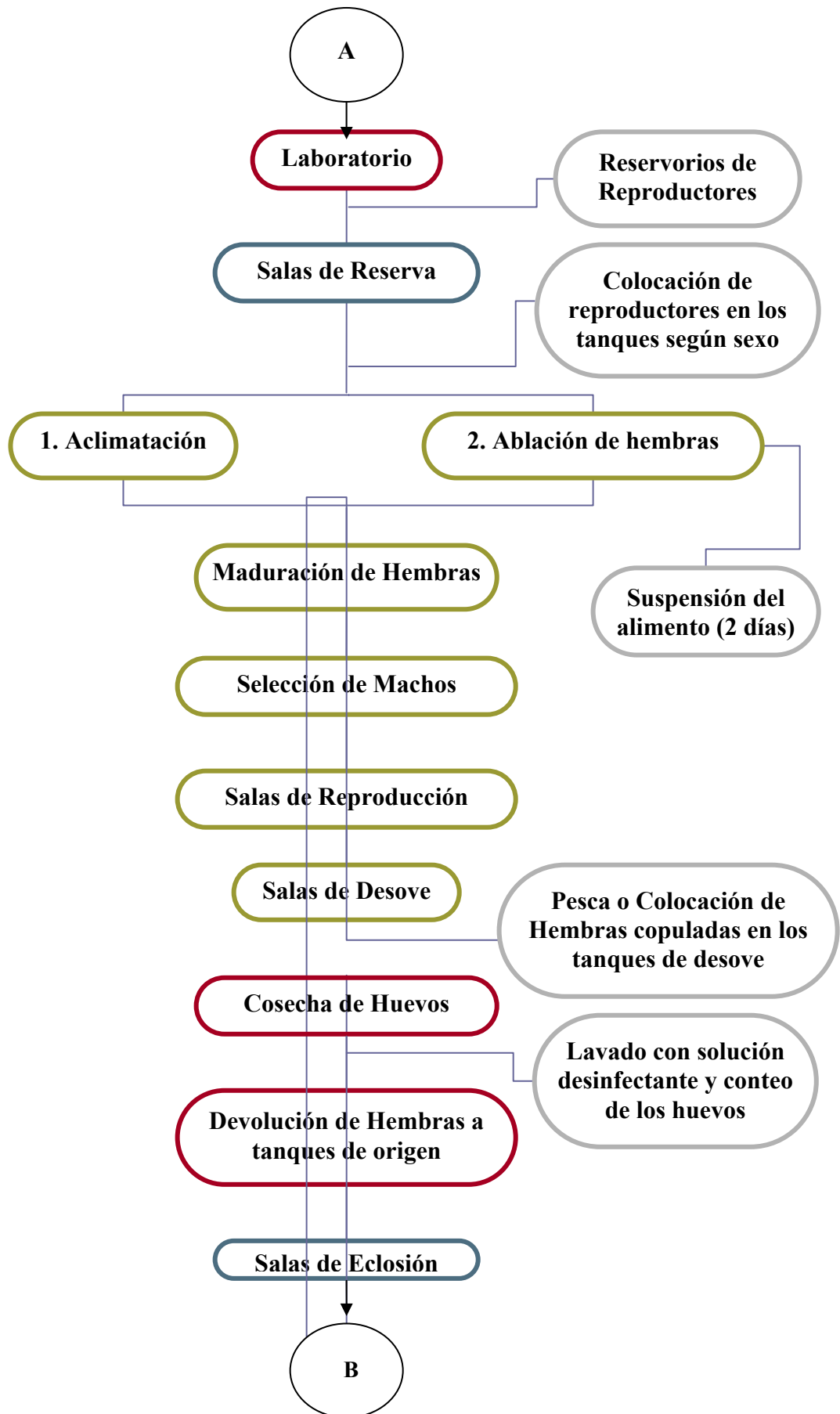


Figura 2. BAM Texcumar S.A. (continuación)

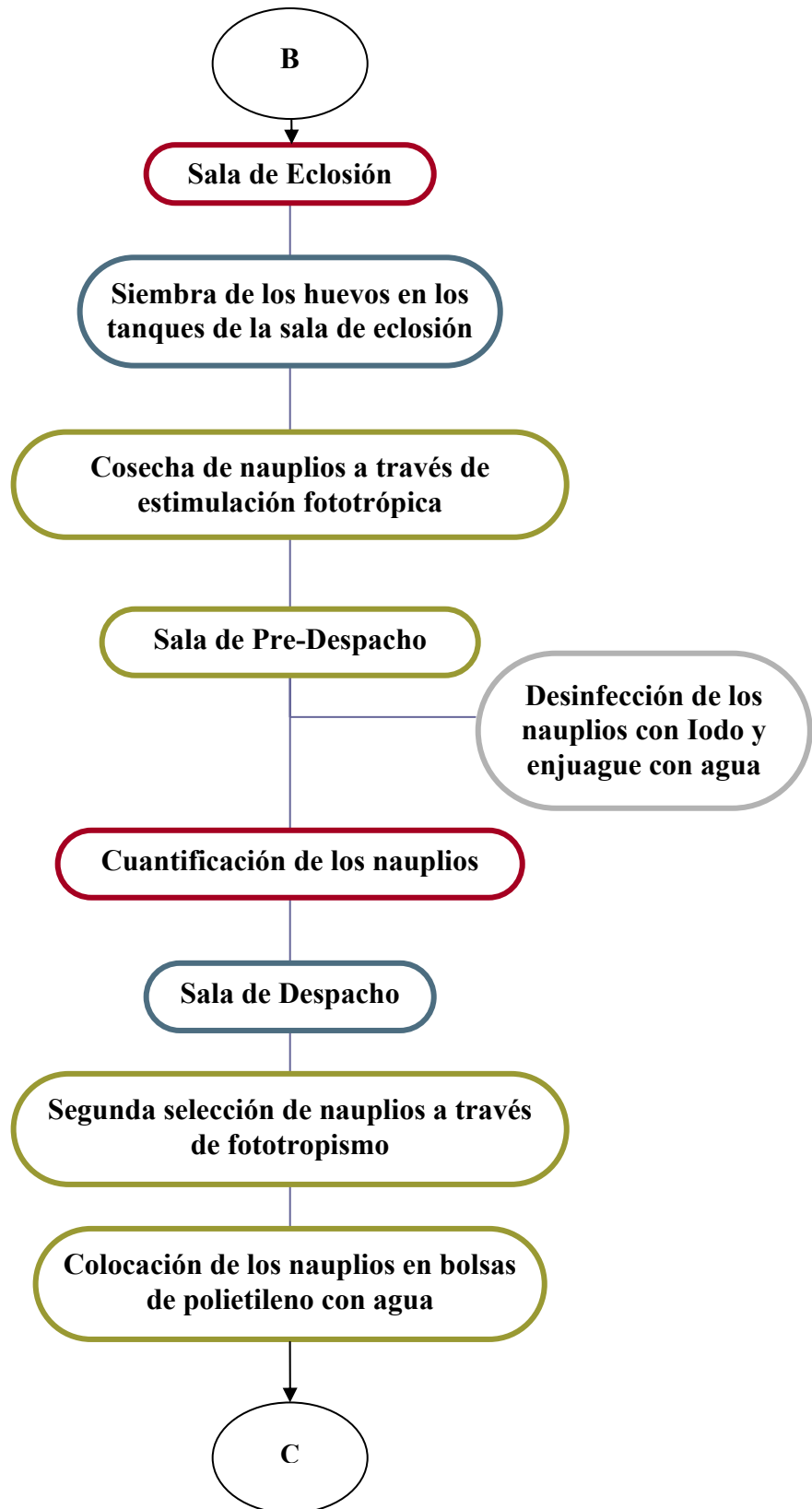


Figura 2. BAM Texcumar S.A. (continuación)

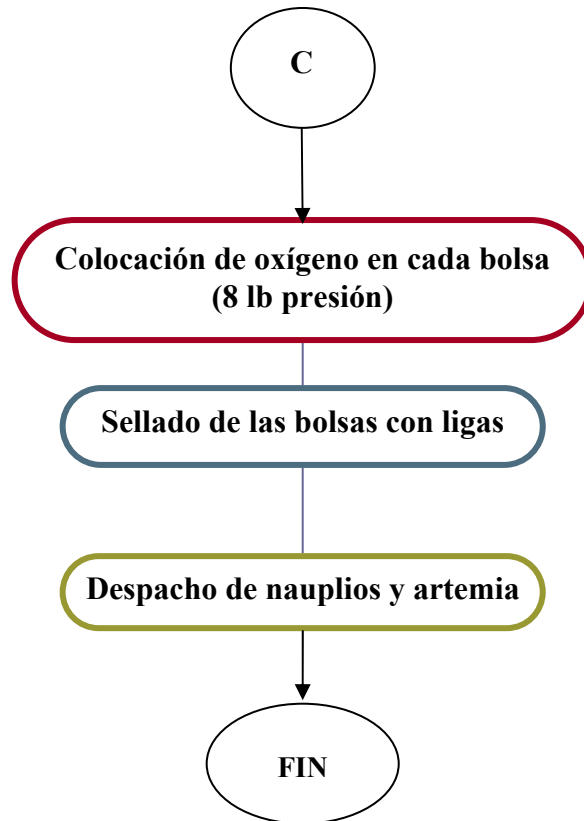


Figura 3. BAM Texcumar S.A.

Las dietas según las especificaciones de Texcumar S.A., son preparadas en la sala de alimentación la cual calcula las raciones y a su vez se encarga de proveer todos los días de alimento a las salas de reserva y reproducción dependiendo de los requerimientos que ellas demandan siendo la misma suspendida en las salas de desove. Si alguno de los reproductores provenientes de la camaronera con la que Texcumar S.A. maneja una especie de outsourcing ingresa al laboratorio en malas condiciones (movilidad, aspecto, vitalidad, etc.) es trasladado directamente al contenedor donde se almacenan además de camarones ciertos insumos que requieren refrigeración para su conservación a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Existe además un Departamento de Inventario en donde se almacenan aquellos insumos que no requieren de refrigeración, el área de calefacción, un reservorio para combustible, un taller para reparaciones y una cocina para la alimentación de todo el personal que labora en Texcumar S.A.

3.2 ANÁLISIS DE LOS PROCESOS

El modelo que se utilizó en la estructura documental para clasificar ó definir procesos es el SIPOC (Supplier Input Process Output Customer) el mismo que permitió analizar cada uno de los procesos que se realizan en Texcumar S.A. y los evaluó de la siguiente manera (Figura 3):

- **Supplier (Proveedor):** Que corresponden a las entidades, personas o departamentos que proporcionan “entradas” al proceso. Los proveedores tienen que corresponder con las entradas.
- **Input (Entradas):** Que corresponden a los insumos que suministran los proveedores, tales como: materiales, información, recursos humanos y financieros, etc., que se requieren para llevar a cabo el proceso.
- **Process (Procesos):** Que corresponden a las actividades o acciones que van a transformar los insumos en una salida o resultado valioso para el cliente. Entre éstas tenemos:
- **Output (Salidas):** Que corresponden a un resultado tangible del proceso. Cada “salida” debe indicar las especificaciones o requisitos que debe satisfacer.
- **Customer (Cliente):** Que corresponden a las entidades, personas o departamentos para las que se ha generado la “salida” del proceso.

Cabe recalcar que en el modelo de procesos propuesto se detallan los materiales, accesorios, herramientas, maquinaria y equipo indispensables ó de mayor relevancia para la producción de nauplios. A estos pueden sumarse otros dependiendo de las necesidades que se presenten en el laboratorio.

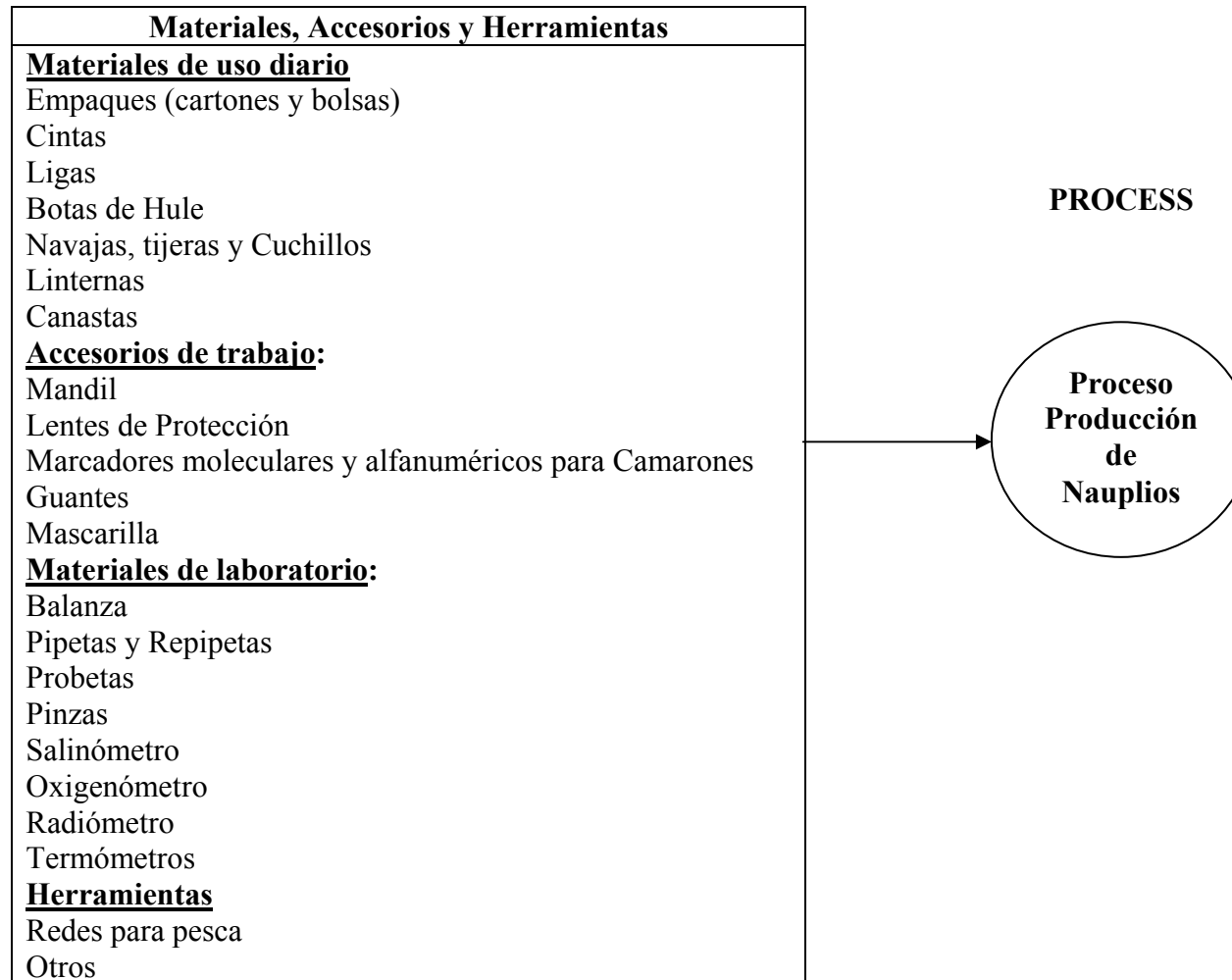
INPUT

Figura 3. Modelo de Procesos (SIPOC).

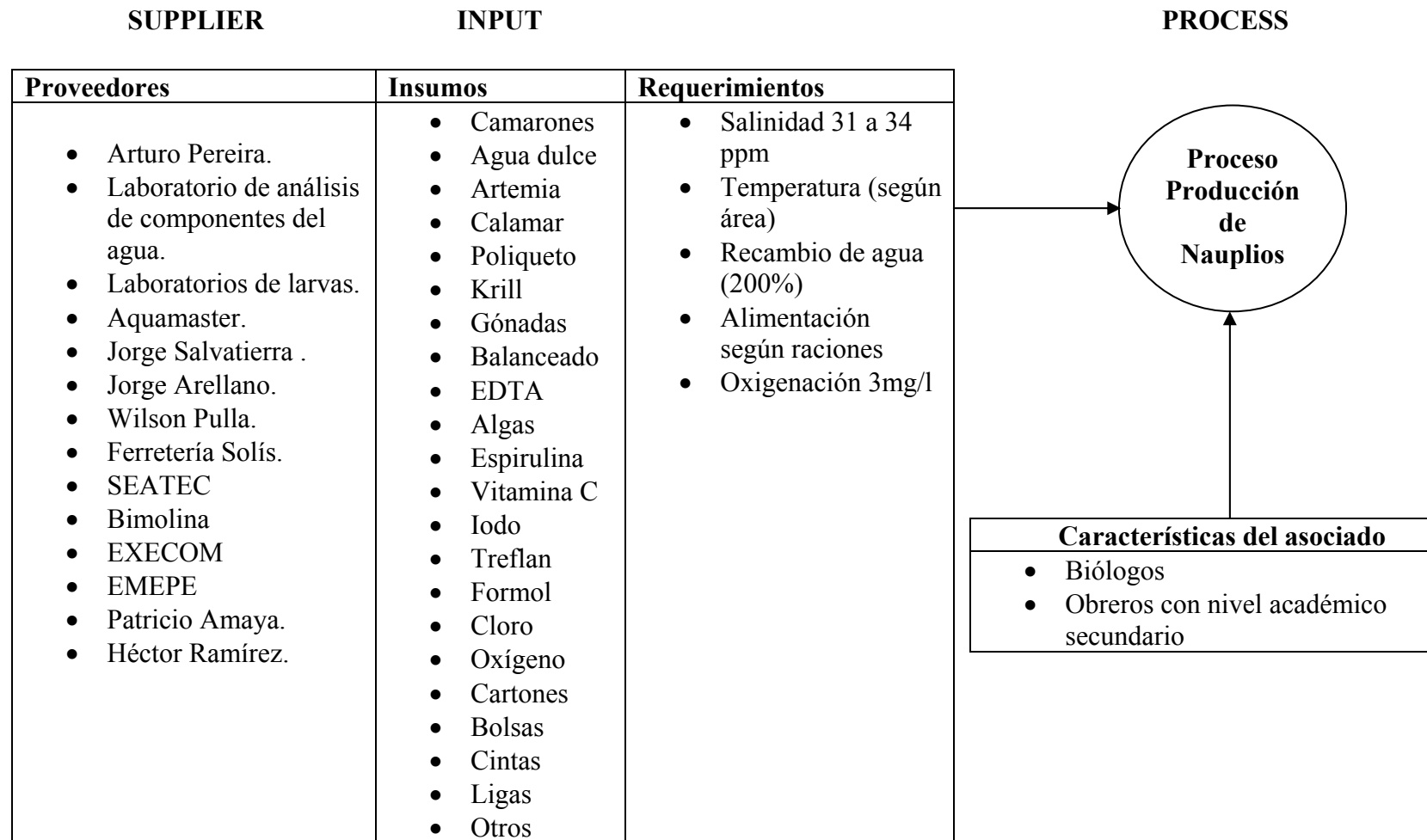


Figura 3. Modelo de Procesos (SIPOC). (continuación).

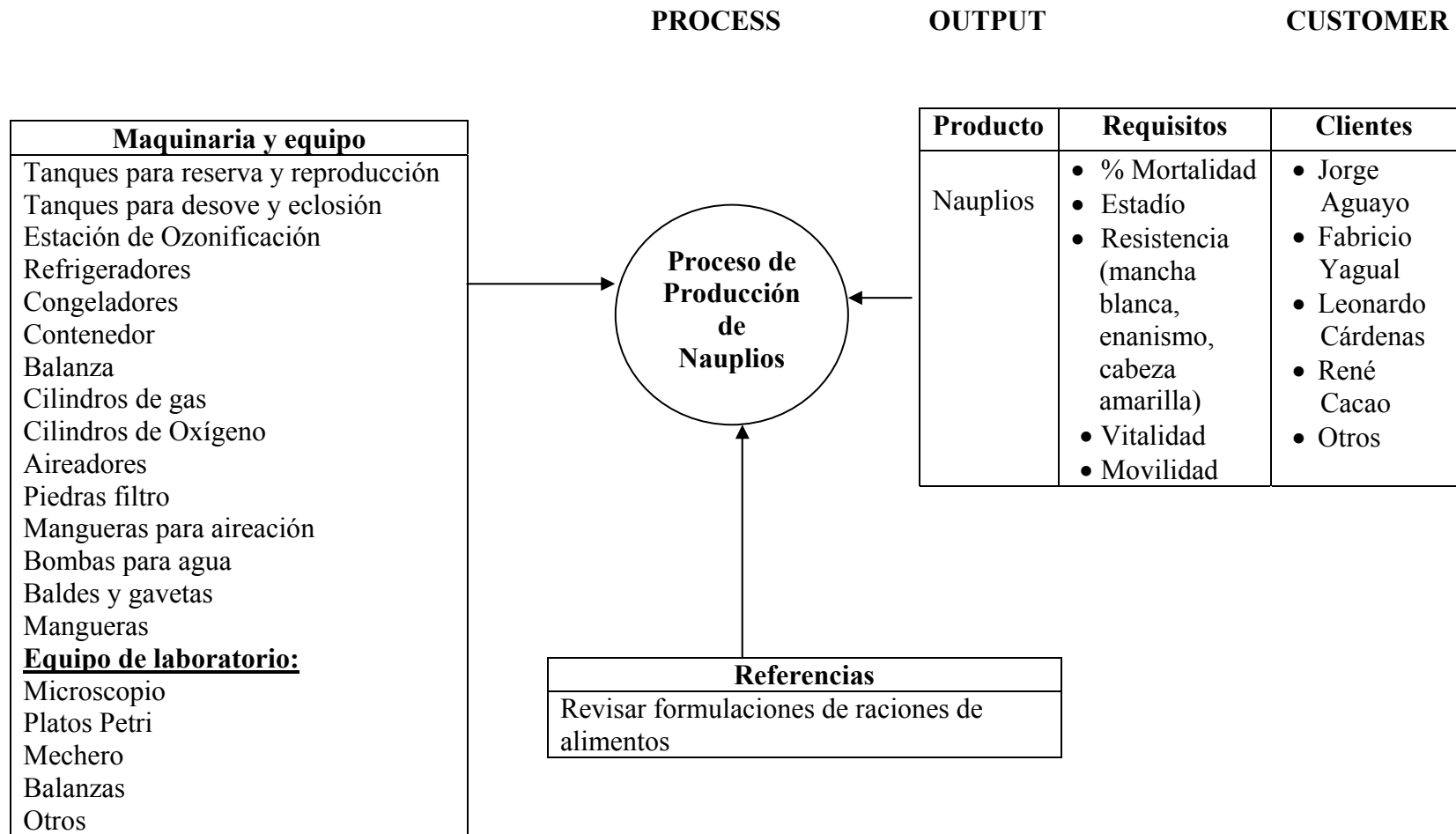


Figura 4. Modelo de Procesos (SIPOC)

3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Se diseñó el diagrama de flujo de procesos para la producción de nauplios en Texcumar S.A., el cual es una representación gráfica que permite visualizar como fluye un proceso ó como fluye el conjunto de actividades y sus interconexiones (Figura 4).

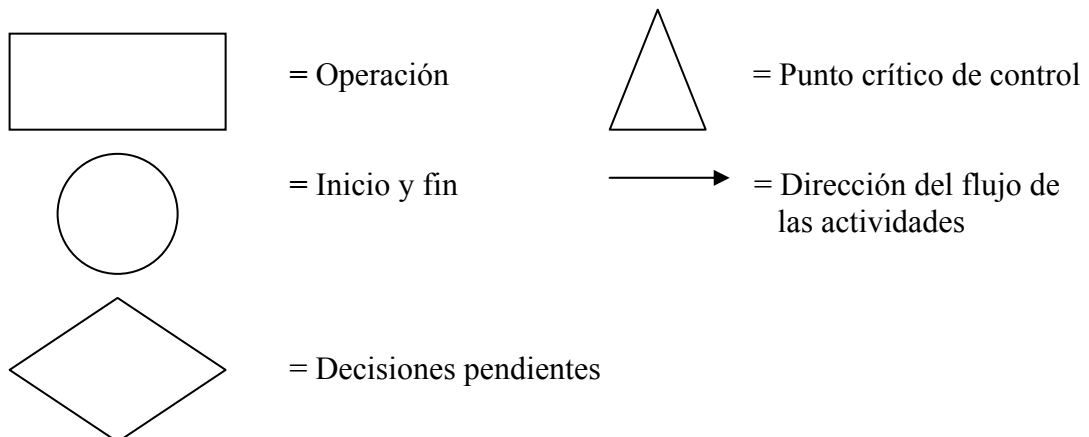
Estas actividades agregan valor y tareas específicas a la producción de nauplios siendo al mismo tiempo un excelente dispositivo de comunicación para visualizar y comprender el proceso.

Mediante la creación de esta herramienta se logró visualizar como fluye cada proceso y cual es su secuencia con el objetivo de mejorar continuamente los procesos. Entre otras ventajas que se alcanzaron están:

- Texcumar S.A. podrá estimar el recurso humano que se necesitará para un determinado proceso
- La información que se requerirá o se generará en cada proceso
- El equipo y las necesidades de instalaciones
- Permite a la gerencia estudiar y revisar los procesos
- Identificar los puntos críticos de control
- Identificar los procesos ó puntos estratégicos

A continuación se describen los pasos a seguir para hacer un diagrama de flujo:

1. Definir el proceso específico para el que se va a elaborar un diagrama de flujo.
2. Identificar los principales componentes del proceso: materiales, máquinas y personas que intervienen en el flujo de las operaciones.
3. Representar la secuencia de actividades desde la primera hasta la última, incluyendo las que se realizan de manera simultánea.
4. Identificar cada una de las operaciones mediante los siguientes símbolos:



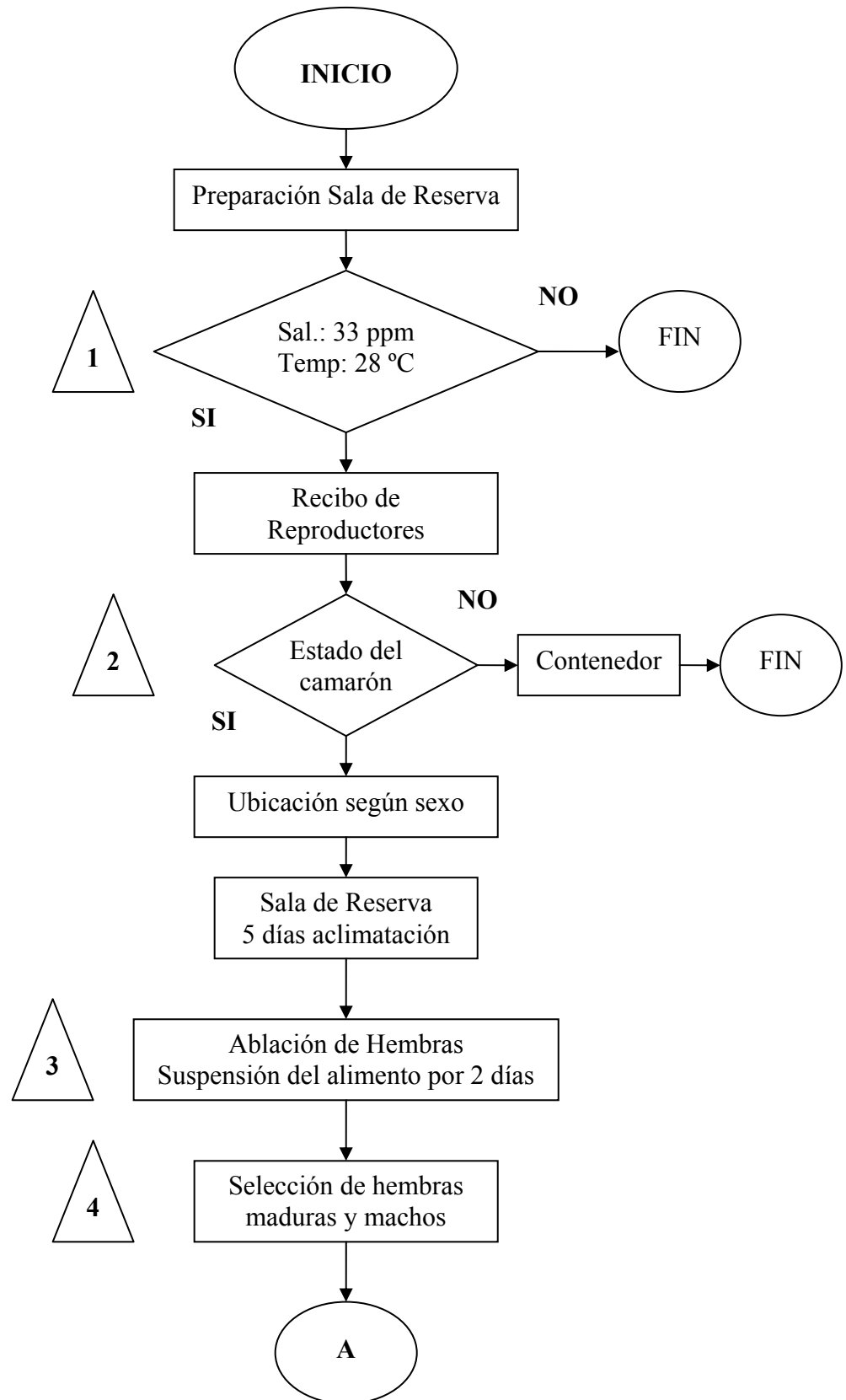


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de producción de nauplios.

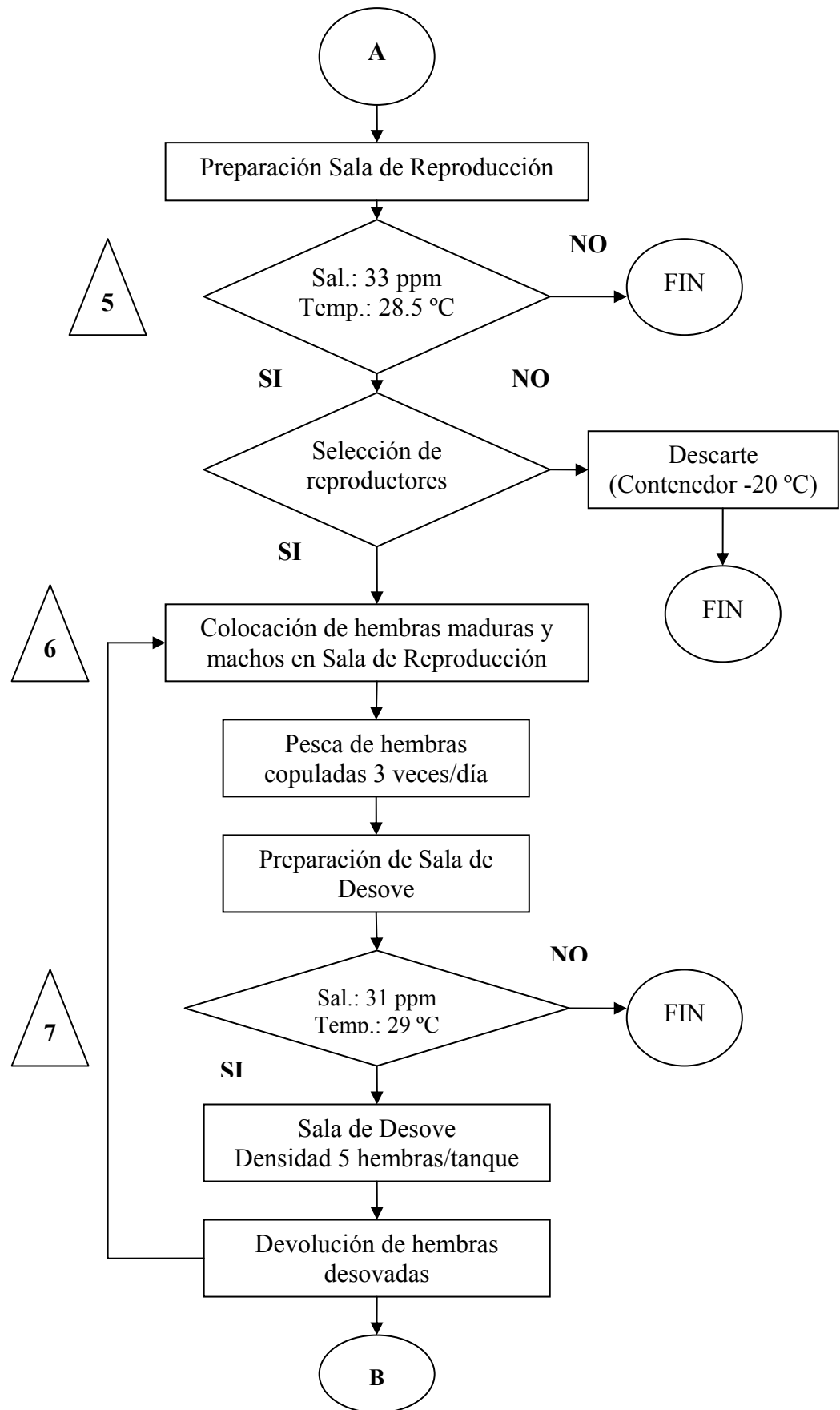


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de producción de nauplios (continuación).

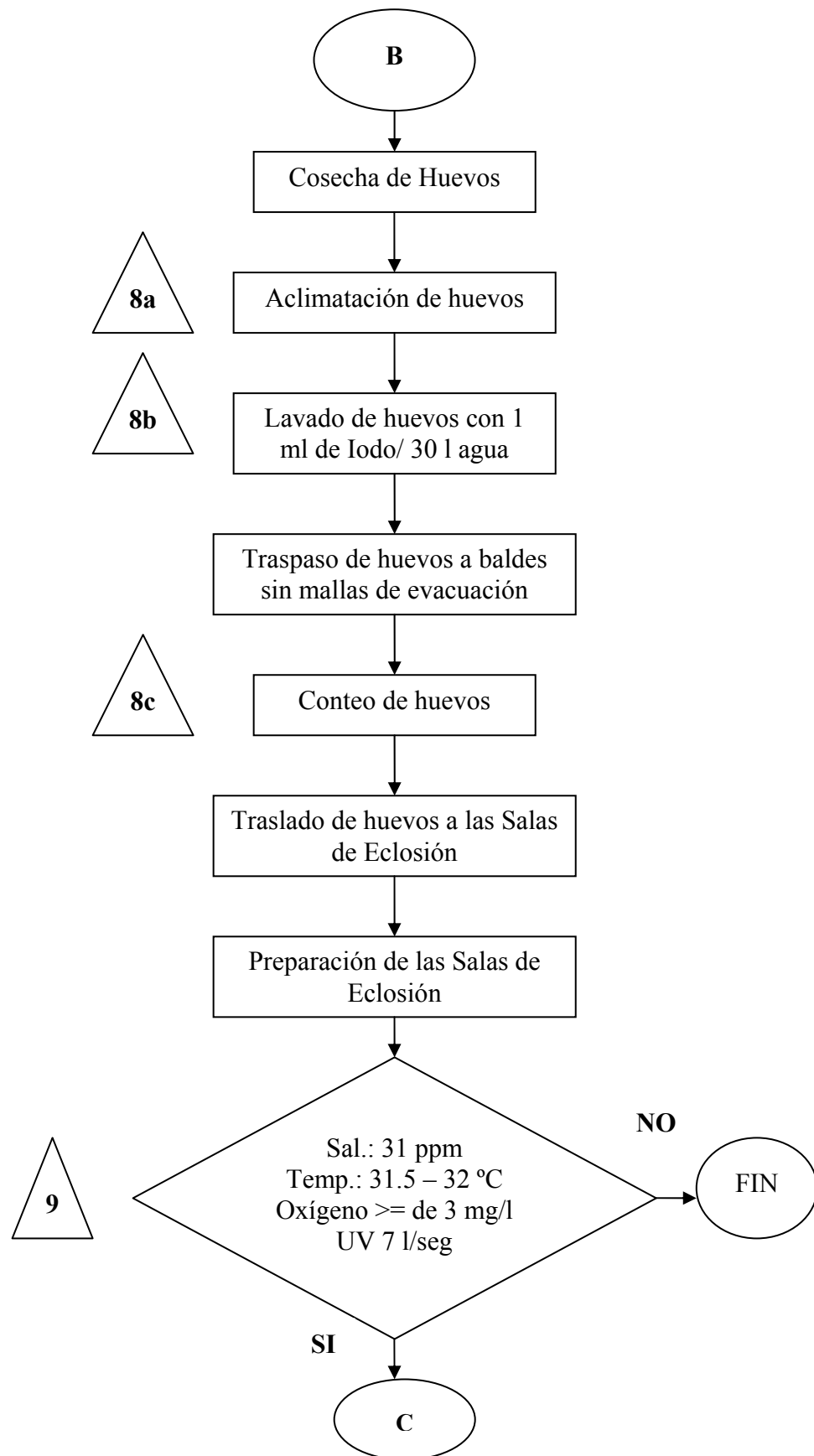


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de producción de nauplios (continuación).

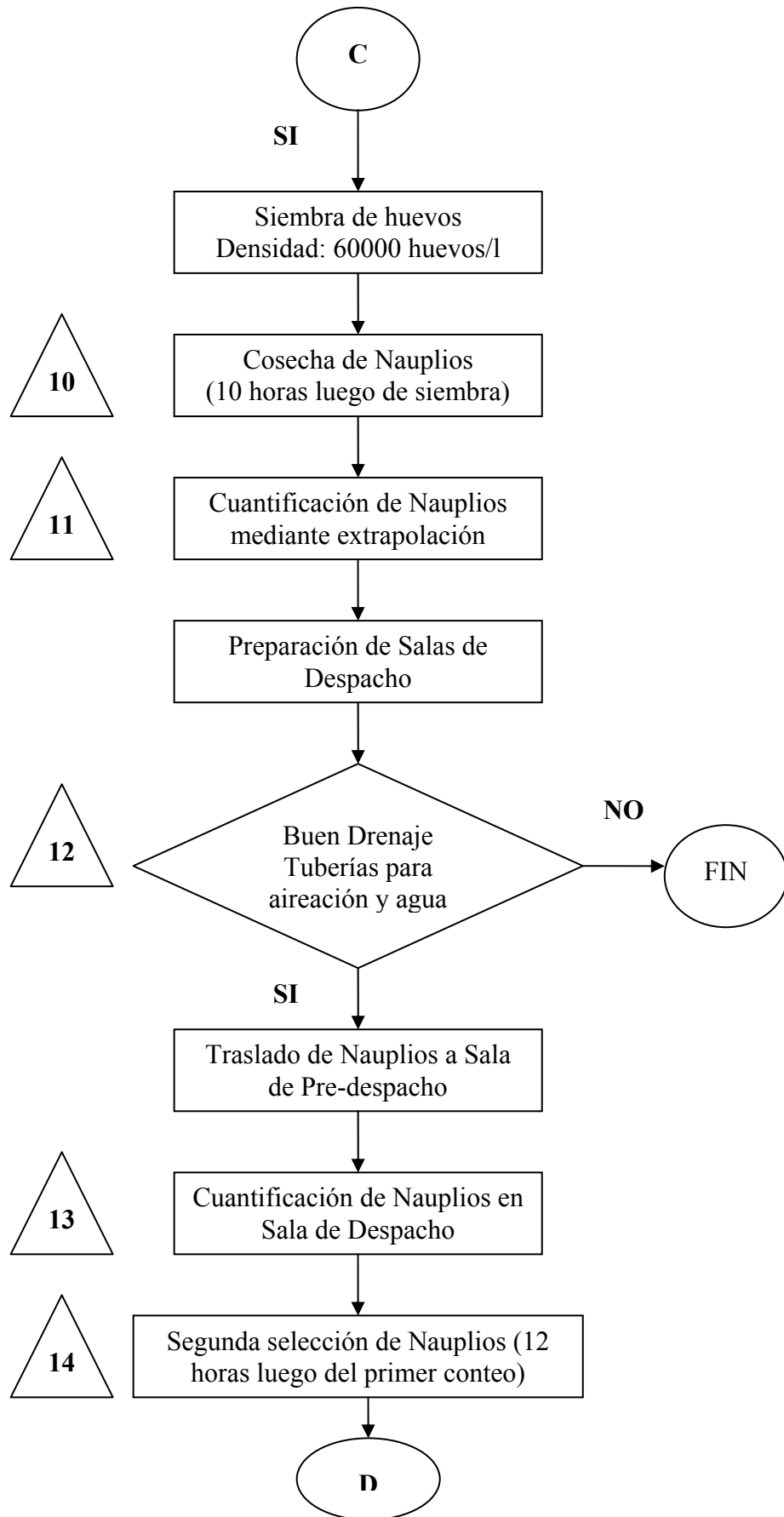


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de producción de nauplios (continuación).

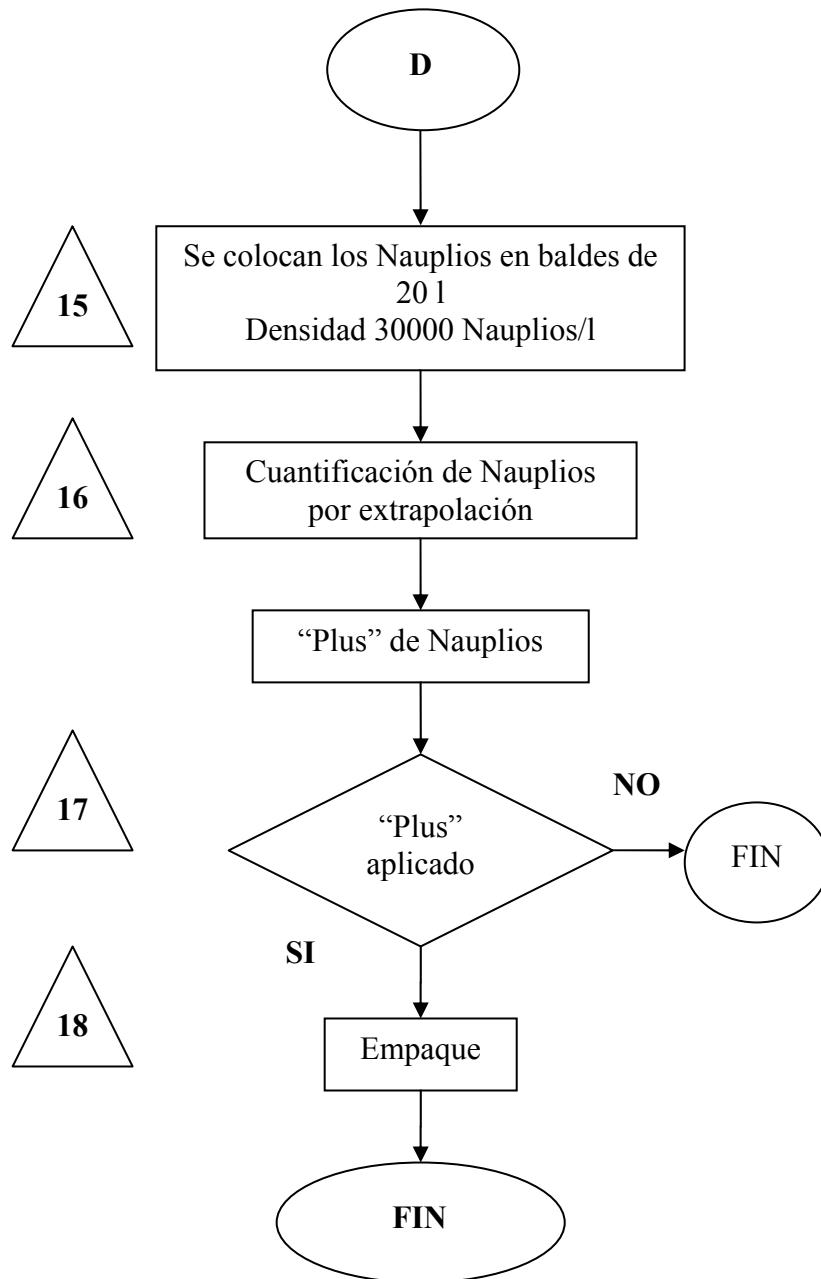


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de producción de nauplios

3.4 DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE PROCESOS

3.4.1 Reproductores y ablación

Los reproductores requieren un periodo de tiempo para recuperarse del estrés al cual fueron sometidos durante el transporte desde la camaronera hasta el laboratorio de maduración, por lo tanto es necesario aclimatar los animales.

Para estimular un rápido desarrollo sexual del individuo se realiza una ablación ocular unilateral (quitar un ojo). El ojo extirpado generalmente es el derecho sin embargo esto dependerá de las condiciones en las que se encuentre el órgano (Meyer, 2004).

3.4.2 Aclimatación de reproductores

Los reproductores se clasifican de acuerdo a su sexo: hembras y machos, para ser colocados en tanques diferentes que son preparados a una salinidad de 33 ppm y a una temperatura de 28 °C , en el área de reserva permaneciendo aquí por cinco días para su aclimatación (Figura 5). En total permanecen en reserva diez días dependiendo del espacio disponible en el laboratorio, pero no debe exceder los treinta días. La alimentación de los camarones en estas salas es de calamar al 10% de su peso vivo (el peso del camarón) durante nueve veces por día.



Figura 6. Reproductores en sala de reserva.

Las condiciones a las cuales deben ser preparadas las salas de reserva dependerán de las condiciones en las que lleguen los animales. Los factores a considerar son: salinidad y temperatura.

La salinidad diferenciada entre el agua disponible en los tanques de reserva y la de las piscinas de producción de la camaronera tratará de ser mínima con el fin de reducir el impacto de transferencia. El mismo efecto se cumple con la temperatura.

3.4.3 Ablación de hembras y selección de machos

Luego del período de aclimatación se realiza la ablación ocular unilateral a las hembras, para lo cual se toma cuidadosamente el pedúnculo ocular del ojo a extirpar y se ata fuertemente en el primer tercio del pedúnculo devolviéndola al tanque de origen. Luego de su ablación, el alimento es suspendido durante dos días con el fin de acelerar y ayudar el efecto de la ligación. Luego, se retomará la dieta normal a los días anteriores.

Al cabo de 3-4 días se espera que estas hembras hayan completado su maduración y estén listas para iniciar su reproducción (Figura 6). Esto se refiere a la formación de óvulos maduros en el tracto reproductivo de la hembra (el proceso de oogénesis) (Meyer 2004). Las características físicas para su selección dependerán del grado de intensidad de la coloración de su dorso siendo las tonalidades de amarillo a rojo.



Figura 7. Selección de hembras maduras.

A los machos se los elige considerando que contengan la cantidad óptima de esperma y buena formación del cacho, el cual es necesario para la colocación correcta del esperma cuando realiza la cópula.

Una vez que los reproductores han alcanzado su madurez reproductiva se los coloca en los diferentes tanques de las salas de producción. En las salas de producción permanecerán durante 120 días con una alimentación basada en calamar, poliqueto, krill y artemia. La densidad de hembras y machos será de 1,2:1 sembrándose 90 hembras por tanque de 8 t (tonelada métrica) de agua.

3.4.4 Alimentación

El organismo con insuficiencia alimenticia trata de abastecer sus necesidades de macro y micros elementos secuestrando nutrientes destinados para otros propósitos biológicos (reproducción, crecimiento, movimiento, etc.). El primero en ser sacrificado es la parte reproductiva, por lo tanto, todo proyecto enfocado a este

proceso biológico debe llevar siempre de la mano la alimentación de sus reproductores.

Texcumar S.A. se caracteriza por proveer nauplio de excelente calidad, esto gracias a la calidad alimenticia. La ración total consta de 36 % de proteína (con base en la biomasa) y lo constituye: alimento fresco (poliqueto, krill, artemia calamar y gónadas) y balanceado, el cual se distribuye durante todo el día (Cuadro 1) a partir de las cero horas (los intervalos dependerán del tipo de alimento que se suministre) y es elaborado en la sala de alimentos (Figura 7)



Figura 8. Sala de preparación de alimentos.

El alimento fresco deberá ser almacenado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y al distribuirlo convendrá descongelarlo y picarlo (en el caso de alimentar con calamar) para facilitar su consumo, mientras que el balanceado deberá permanecer en un lugar seco y fresco. Para que la distribución en el tanque sea más uniforme se deberá agregar agua en el alimento ya pesado.

El tipo de alimentación que reciban los reproductores dependerá del lugar que ocupen en el ciclo de producción así:

3.5.4.1.Reserva. La alimentación para la zona de reserva difiere al de producción puesto que aquí solo se realiza la adaptación de los animales, por lo cual se suministra balanceado y 10 % de calamar (con base en la biomasa total del tanque), no se distribuye poliqueto. Dos días después de realizar ablación (en hembras) se alimenta sólo con calamar para evitar infecciones.

3.5.4.2.Producción. Se provee alimento fresco y balanceado nueve veces al día, la cantidad depende de la biomasa del tanque. El poliqueto se deberá suministrar en doble ración los primeros días de producción, puesto que estos actúan como afrodisíaco para el macho aumentando la cantidad de cópulas.

Cuadro 1. Raciones Alimenticias

Alimento	Hora de distribución	Porcentaje (36%)	Cantidad (biomasa 350 g)
Pellet	6:00 a.m.	0.5	1.75
Biomasa	8:00 a.m.	4.0	14.00
Poliqueto	9:00 a.m.	9.2	32.20
Calamar	10:00 a.m.	6.5	22.75
Krill	11:00 a.m.	3.0	10.50
Krill	1:00 p.m.	3.0	10.50
Biomasa	5:00 p.m.	5.0	17.50
Pellet	9:00 p.m.	0.3	1.050
Calamar	12:00 a.m.	5.5	19.25

Tabla de raciones alimenticias según especificaciones (Texcumar S.A.)

3.4.5 Desove

Una de las etapas más delicadas en la reproducción del camarón es el desove. La sala de desove es el lugar donde, las hembras copuladas (Figura 8), encuentran el ambiente adecuado para poder desovar sus huevos, los mismos que han sido fecundados al momento de pasar por el paquete de espermias (espermatóforo de quitina) que el macho ha colocado en el tégico de la hembra. Lo que se conoce como el proceso de copulación.



Figura 9. Hembra copulada.

Las condiciones de la sala de desove (Figura 9) deben brindar a la hembra un ambiente de total tranquilidad para no causar ningún tipo de estrés en el animal. Los tanques de desove al momento de recibir a las hembras copuladas deberán estar a una temperatura de 29 °C con total oscuridad la misma que varía al terminar el desove a 28 °C. Esta pérdida se debe a que Texcumar S.A. no posee de un sistema de calentamiento dentro de los tanques de desove. El agua contenida en cada una de los tanques, 400 l aproximadamente, deberá tener una salinidad de 31 ppm. La densidad

de hembras en los tanques será de preferencia, de cuatro a cinco hembras para evitar choques entre estas.



Figura 10. Sala de desove.

La pesca en los tanques de producción se realizará tres veces por día iniciando a las 18:30 horas con intervalos de 30 minutos para seleccionar las hembras que hayan sido copuladas y que serán trasladadas a las tinas de desove, donde expulsarán sus huevos, los cuales serán cosechados a partir de la media noche, para ser lavados (solución desinfectante), aclimatados, contados mediante un muestreo extrapolado y transportados inmediatamente a los tanques de eclosión. Las hembras desovadas serán devueltas a sus tanques de producción de origen. Tardarán de cuatro a siete días recuperar su condición para la próxima copulación.

3.4.5.1 Preparación de la sala de desove. La sala destinada para esta actividad no debe permitir el paso de la luz para simular la oscuridad de la noche, mantener la temperatura (29 ° C) y tener buenos desagües para evitar la excesiva acumulación de agua en la sala. La estimulación de la hembra dependerá de las condiciones, de luz y temperatura, brindadas en la sala.

Las tapas colocadas en los tanques evitan el paso de luz y que las hembras salten fuera del tanque hasta la cosecha de sus huevos. Los tanques y baldes deben ser lavados con cloro tres veces por semana (lunes, miércoles y sábado) para evitar la propagación de patógenos, la concentración es a 0,1 ppm. Los huevos deben ser lavados en iodo a una concentración de 0,2 ppm. Los tanques de desove deben ser preparados con agua a 31 ppm de salinidad y cinco gramos de ethylenediaminetetraacetic acid Na₄ salt (EDTA) en 180 l.

3.4.5.2. Devolución de las hembras. Los baldes en los cuales se colocan las hembras para ser trasladadas a las salas de origen, deben ser oscuros o forrados con lyner negro para evitar el contraste de luz al salir de las tinas. Los baldes deberán contar con tapas para evitar que las hembras salten hacia fuera de estos.

3.4.5.3. Colecta de huevos. Luego de seis horas (01:30 a.m.) de haber colocado las hembras fecundadas en los tanques, se procede a la cosecha de los huevos. Después de retirar a las hembras de los tanques, se abren las llaves de desagüe de cada uno y se

coloca un balde (capacidad para. 20 l.) diseñado para que el agua evacue del mismo, mientras los huevos son detenidos por mallas colocadas en las paredes del balde (Figura 10). Al terminar el agua de cada tanque se debe enjuagar para que todos los huevos sean retirados.

Los baldes que contienen los huevos se los somete a un sistema de aclimatación, para ser trasladados a la sala de eclosión. Esta aclimatación se la realiza durante media hora en la misma sala y consiste en someter a un flujo continuo de agua a 31 ppm de salinidad y 32 °C de temperatura, el chorro que caiga no debe ser muy brusco para evitar golpes y maltrato a los huevos. Se lavan los huevos con 1 ml de iodo por 30 l de agua. Al concluir la aclimatación los huevos serán trasladados la sala de eclosión.

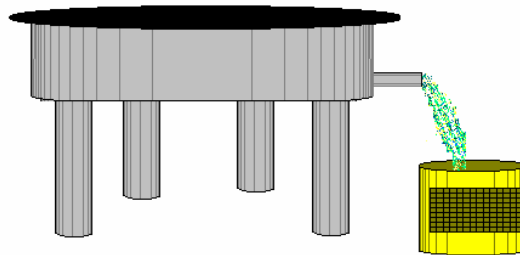


Figura 11. Tanque de la sala de desove durante cosecha de huevos.

Para obtener la cantidad de huevos que existen en cada cosechador se homogeneiza el agua a través de aireación, y con una pipeta de 1 ml se toman 2 muestras y se cuenta el número de huevos, y así estimar el número total de huevos.

3.4.6 Eclosión

Eclosión es la etapa en la que el organismo rompe el cascarón del huevo y se desarrolla como nauplio. Es decir, pasa por la primera etapa larvaria del camarón, en la cual se nutre del vitelo y nada libremente en la columna de agua; longitud de unos 0.3 mm., hay cinco subetapas del nauplio; son plantónicos y son positivamente fototóxicos; nadan activamente por periodos breves” (Meyer, 2004).

En la sala de eclosión el agua que se emplea para preparar los tanques recibe un tratamiento de asepsia especial. El agua pasa por tres procesos de desinfección: filtros de hilo, rayos ultravioletas (UV) y filtro de malla; para garantizar que el medio en donde se desarrollen los nauplios sea de excelente calidad.

Los filtros de hilo y de malla retiran todo tipo de basura o partícula que pueda interrumpir el ciclo normal de los nauplios, mientras que los rayos UV matan cualquier organismo patógeno esterilizando el agua (7 l/seg.) contenida en los tanques.

La sala de eclosión debe cumplir con algunas características fundamentales para que esta actividad sea realizada con éxito:

- Mantener el calor, 31.5 - 32 ° C.
- Contar con tuberías para: agua, aireación y desagües
- No permitir el paso de la luz del exterior.

En épocas de frío, para poder mantener la temperatura de la sala se debe emplear calentadores a gas. Los tanques deberán ser preparados a 35 °C para que al momento de siembra tengan la temperatura idónea.

3.4.6.1. Preparación de Sala de Eclosión. La preparación de tanques (Figura 11) se la realiza entre las 16:00 y 18:00 horas. La temperatura debe ser de 31.5 a 32 ° C en la época cálida y a 35° C en época fría. Los tanques que almacenarán los huevos y nauplios, deben tener 31 ppm de salinidad, para lo cual se colocan 180 litros de agua dulce y 820 litros de agua salada (considerando la salinidad de 34 ppm). La concentración de oxígeno no debe bajar de tres mg/l.



Figura 12. Tanque de la sala de eclosión

3.4.6.2. Siembra de huevos Los huevos aclimatados se colocan en los tanques de eclosión a una densidad de hasta 60.000 huevos/l. Es recomendable revisar y poner atención en la temperatura (31.5 - 32 ° C) y la permanente aireación a partir de este momento.

3.4.6.3. Cosecha de nauplios Los nauplios, en el momento de la cosecha, se encuentran en un estadio muy delicado, N1, para lo cual se deberá tener mucho cuidado durante el manejo de los mismos. Este estadio se alcanza 10 horas después de haber sido sembrados. La cosecha y selección de los mejores nauplios se realiza a través de una estimulación fototrópica, la cual consiste en concentrar un haz de luz por medio de un foco en el centro del tanque a través de un agujero en la tapa. El haz de luz entra en el agua y se refleja en un disco de PVC blanco colocado a 15 cm. bajo la superficie del agua, esta distancia servirá de patrón para coleccionar los nauplios que se encuentren en este espacio. Para iniciar la colección y selección se debe agitar el agua y esperar aproximadamente 15 min. de reposo, tiempo en el cual se considera que sólo los nauplios más fuertes podrán nadar hacia la luz. Inmediatamente después se abren $\frac{3}{4}$ de la llave de cada tanque y se colocan los “cascos” para recolectar los nauplios, ser trasladados en baldes de 20 l hasta la sala de despacho y desinfectados con una solución de iodo a una concentración de 100 ppm, durante 30 segundos para luego ser enjuagados con abundante agua. Se debe recordar que los tanques o baldes que contengan los nauplios deben contar siempre con aireación. Posteriormente se

procede a cuantificar los nauplios mediante técnicas de muestreo por extrapolación y se determina el porcentaje de eclosión y fertilidad.

3.4.7 Despacho

La sala de despacho es el lugar donde se afinan los detalles de selección para garantizar el nivel de calidad del producto.

Esta sala debe contar con buen drenaje, tuberías para aireación y tuberías de agua. La temperatura entre 29 a 30 °C para realizar selección, conteo y el despacho de los nauplios. En época fría es necesario instalar calentadores a gas.

Durante el conteo de los nauplios para su despacho, las pipetas muestrales son dirigidas hacia la pared donde se encuentra un rectángulo de color negro para hacer contraste con la luz de la sala y poder optimizar el conteo de los animales.

Para estimar la cantidad de nauplios (N1) se utiliza un muestreo de dos pipetas de 1 ml para el conteo de cada tanque de 20 l y poder estimar mediante promedio el valor total a ser despachado. Se estima que la tasa de mortalidad de nauplios hasta el cuarto estadio oscila entre el uno ó dos por ciento.

3.4.7.1. Segunda selección de nauplios. Texcumar S.A., manteniendo sus parámetros de calidad en la producción de nauplios, realiza una segunda selección fototrópica de nauplios 12 horas después del primer conteo siguiendo la misma técnica utilizada.

3.4.7.2. Despacho de nauplios. Los nauplios en su cuarto estadio (N4) son colocados en baldes de 20 litros a una densidad de aproximadamente 30.000 nauplios/l y con constante aireación. A cada balde se agrega 0.5 ml de iodo durante 30 segundos y se enjuaga con abundante agua. Además se realiza 2 sifones para extraer basura y alguna partícula no deseada.

La cuantificación de los nauplios se la realiza mediante extrapolación (Figura 12). Se toman dos muestras por cada tanque de 15 l. con una pipeta de 1 ml. Se promedia y se extrapola para el número total de tanques y de litros. La toma de estos datos se la realiza al final del proceso, los cuales serán registrados para poder determinar el porcentaje de eclosión y fertilidad diario. Por lo general, el cliente participa en el proceso permitido por las políticas de comercialización y confiabilidad de la empresa.

Para mantener la calidad de sus nauplios, Texcumar S.A. realiza una segunda selección de sus nauplios mediante fototropismo positivo 12 horas después de la segunda cosecha. Una vez aplicado el “plus” (porcentaje subsidiado por la empresa a la cantidad a ser comprada por el cliente) de nauplios al cliente se procede a su embalaje.



Figura 13. Conteo de nauplios en la sala de despacho.

3.4.7.3. Empaque. El contenido de cada balde, con aproximadamente 300.000 nauplios, es colocado dentro de dos bolsas de polietileno, se le agrega oxígeno (Texcumar S.A. agrega 8 lb. de presión de oxígeno suficiente para 12 horas de transporte), y se cierra herméticamente con ligas para ser transportados a su destino final.

Cada bolsa con producto es colocada en cajas de cartón o en gavetas, según la distancia al laboratorio de siembra, para su protección.

3.4.8 Limpieza y desinfección de salas

En un laboratorio es importante la limpieza y desinfección de todas las áreas de trabajo para evitar contaminación por patógenos y cualquier brote de enfermedades que afecte a la producción.

En Texcumar se tiene especial cuidado de realizar el respectivo procedimiento y limpieza para cada una de las salas que conforman el laboratorio, por lo cual emplea diferentes métodos de asepsia.

3.4.8.1. Salas de producción. Se realiza una limpieza completa cada 120 días, es decir, cada vez que se descarta un lote de reproductores. Esta consiste en quitar el techo, tuberías y lavar con ácido y cloro todos los tanques.

La limpieza parcial consiste en lavar los tubos centrales, piedras, mangueras de aireación y el piso con una vileda sin detergente. Una vez a la semana se lavan las piedras de aireación con cepillo evitando el uso de cloro ya que pueden quedar residuos que pueden provocar la muerte de los camarones. La tubería central se lava con cloro y se realiza sifón a los tanques todos los días.

3.4.8.2. Sala de desove. La limpieza de los tanques se realiza diariamente por la mañana basándose en la siguiente rotación:

- Lunes con cloro
- Martes con jabón industrial
- Miércoles con iodo.

Los tanques son expuestos al sol cada 15 días por 3 a 4 horas para evitar la proliferación de patógenos.

3.4.8.3. Sala de eclosión. El procedimiento de limpieza de la sala de eclosión es similar a la limpieza que se realiza en la sala de desove. La limpieza de tuberías se realiza cada 15 días, primero se lava la tubería y después se enjuaga con ácido (1 l ácido en 2 l de agua dulce). Cada miércoles se exponen al sol 5 tanques por 3 días, para eliminar cualquier patógeno que pueda existir.

3.4.8.4. Despacho. Para la limpieza de esta sala se emplea cloro, iodo y treflan. Para lavar 200 baldes con iodo se realiza una solución 20 ml de iodo en 10 l de agua, esto ayuda a eliminar la mayoría de bacterias.

Treflan es un fungicida que se aplica durante la mañana los días lunes, jueves y sábado. Este compuesto químico se usa para desinfectar baldes y los nauplios que se cosechan de la resiembra. Para desinfectar con Treflan en primer lugar se hace la solución madre que es 1 ml de Treflan por 1 l de agua, de esta solución se utiliza 10 ml para lavar los “cascos”.

3.4.8.5. Sala de resiembra. Se desocupa toda la sala y se desinfecta con cloro (1 g/l de cloro) techo, paredes y piso, luego se sella la sala durante dos días. Al cabo de este tiempo se realiza un enjuague de la sala. Para verificar que la sala ha sido bien enjuagada y no hay residuos de cloro se realiza la prueba de cloro con ortotodoline.

3.5 HOJA DE VERIFICACIÓN (TABLA DE CONTROL)

Se diseñó la tabla de control de procesos (Figura 13) la misma que es el elemento clave para el control de las actividades que se realizan dentro de cada uno de ellos. Consiste en una tabla cuyo formato debe identificar todos los criterios y decisiones que regularán las actividades del proceso.

En la tabla de control se detallan los puntos críticos establecidos en el flujo de proceso, las variables terminales y el equipo necesario para mantener los procesos dentro de los parámetros permitidos

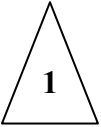




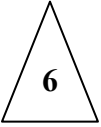

Además permitió retroalimentar el sistema de manera oportuna asignándole a cada dueño de procesos la responsabilidad del monitoreo del mismo, esto es, implantar de manera natural “el autocontrol”.


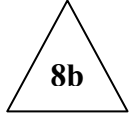
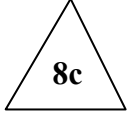

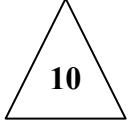
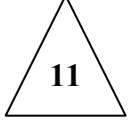
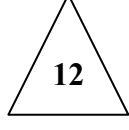
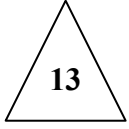
Es responsabilidad de los encargados de cada proceso asegurarse de que los resultados cumplen con los requerimientos operacionales y del cliente.

El control es necesario principalmente por dos razones:

- 1 Texcumar S.A. necesita mantener el desempeño de sus procesos.
- 2 Texcumar S.A. debe tener los procesos bajo control antes de que pueda efectuar cualquier mejora.

Es importante mencionar que la tabla de control debe estar al alcance de todos los usuarios y en un lugar visible. Además es necesario establecer la mayor cantidad de puntos críticos de control que garanticen la efectividad en cada proceso y a la vez aseguren una buena producción de nauplios (volumen y calidad).

Ubicación	Punto de control	Variable Terminal	Unidad	Equipo	Responsable
	Salinidad Temperatura Oxígeno	33 28 3	ppm °C mg/l	Salinómetro Termómetro Oxigenómetro	Pedro Conforme/ Armando Vera
	Estado del camarón	Movilidad, vitalidad	Número de camarones descartados	Según criterio del supervisor de turno	Pedro Conforme/ Armando Vera
	Ablación de hembras	Condiciones en las que se encuentre el órgano de preferencia ojo derecho	Número de hembras ablacionadas	Hilo, cuchilla	Pedro Conforme/ Armando Vera
	Selección de hembras maduras y machos	Grado de intensidad de coloración del dorso (amarillo y rojo) en el caso de hembras, cantidad óptima de esperma y buena formación del cacho en los machos	Número de hembras maduras y machos	Linterna, red para pesca, tubos para traslado, tinas	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Salinidad Temperatura Oxígeno	33 28.5 3	ppm °C mg/l	Salinómetro Termómetro Oxigenómetro	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Colocación de hembras maduras y machos en Sala de Reproducción	Densidad: 1,2 : 1 90 hembras por tanque	Hembras/macho Número de hembras maduras/tanque	Personal de turno	Pedro Conforme/ Armando Vera Obreros
	Cloro Salinidad Temperatura EDTA	0.1 31 29 5	ppm ppm °C g	Balanza Salinómetro Termómetro Balanza	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios

Ubicación	Punto de control	Variable Terminal	Unidad	Equipo	Responsable
	Salinidad Temperatura Oxígeno	31 32 3	ppm °C mg/l	Salinómetro Termómetro Oxigenómetro	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Iodo	1	ml	Pipeta	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Conteo de huevos	1	ml	Pipeta	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Salinidad Temperatura Oxígeno Rayos UV	31 31.5 – 32 3 7	ppm °C mg/l l/seg.	Salinómetro Termómetro Oxigenómetro Radiómetro	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Iodo Cosecha	100 Nauplio	ppm N1	Balanza Obreros	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Eclosión Mortalidad	≥ 70 ≤ 30	% %	Pipeta Supervisor	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Temperatura	29 - 30	°C	Termómetro	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	#Nauplios Mortalidad	Unidades 1-2	Unidades %	Supervisor Supervisor	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios

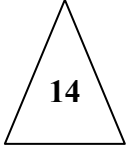
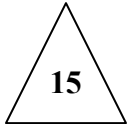
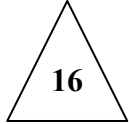
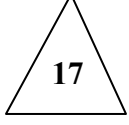
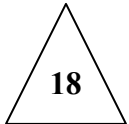
Ubicación	Punto de control	Variable terminal	Unidad	Equipo	Responsable
	Segunda selección	Nauplio	N4	Obreros	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Densidad Iodo	30000 0.5	Nauplios/l ml	Obreros Pipeta	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Conteo Nauplios	1	ml	Pipeta	Pedro Conforme/ Armando Vera Operarios
	Plus	Millar	%	Supervisor	Bernardo García
	Oxígeno	8	lb.	Oxigenómetro	Pedro Conforme/ Armando Vera

Figura 14. Tabla de control

3.6 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Para analizar todas las causas potenciales del problema se utilizó el Diagrama de Ishikawa el cual es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad y los factores que posiblemente contribuyen a que exista.

Se utilizó el método de las 6M (materiales, medición, medio ambiente, métodos, mano de obra y maquinaria) para determinar los problemas más relevantes identificando el porcentaje de cópulas y la calidad del agua como los de mayor importancia.

En el primer problema descrito, porcentaje de cópulas (Figura 14), se detallaron en la parte de materiales los utensilios y materia prima los mismos que se encuentran en buenas condiciones y son los adecuados para garantizar la reproducción de los camarones en cautiverio. Además se menciona a los reproductores los cuales deben provenir de una exhaustiva selección masal y genética.

Es importante mencionar que el clima es una variable de suma importancia en cuánto a medio ambiente se refiere debido a que en temporada de invierno el porcentaje de cópulas tiende a bajar ya que el calor no favorece a la calidad del agua y el ambiente caso contrario a la temporada de verano en el cual el porcentaje de cópulas se incrementa.

En la parte de métodos se mencionan las técnicas de muestreo y el tipo de modelo que se utiliza para estimar la producción en cada proceso y la selección de reproductores respectivamente. Con respecto a la mano de obra, cabe recalcar que la misma es semicalificada pero con varios años de experiencia esto ya que la mayoría de los operarios son personas aledañas al laboratorio y que viven principalmente de la pesca artesanal por lo que al menos poseen un nivel académico de secundaria.

La maquinaria se encuentra en buen estado y sólo si alguna máquina presenta determinado problema se procede a su reparación o cambio. En la parte de medición se detallan las variables a ser medidas que afectarán al porcentaje de cópulas.

En el segundo Diagrama de Ishikawa (Figura 15) se describió a la calidad del agua como problema más relevante siendo éste el de mayor importancia dentro del proceso productivo de Texcumar S.A.

Los materiales se encuentran en buenas condiciones pero deben estar sujetos a los métodos de medición descritos para su óptimo uso y a su vez obtener óptimos resultados. Debido a que Texcumar S.A. no posee un laboratorio para análisis de sólidos del agua éstos se los realiza a través de un laboratorio externo el cual le brinda el servicio y que posee equipos tecnificados y mano de obra calificada.

En época de aguaje la cantidad de microorganismos contenidos en el agua se incrementa afectando directamente a la calidad del agua del laboratorio. El pegamento utilizado en la instalación de las “puntas” en temporada de aguaje para absorber el agua del mar y los desechos sólidos en las playas son otros factores importantes que influyen en la calidad del agua.

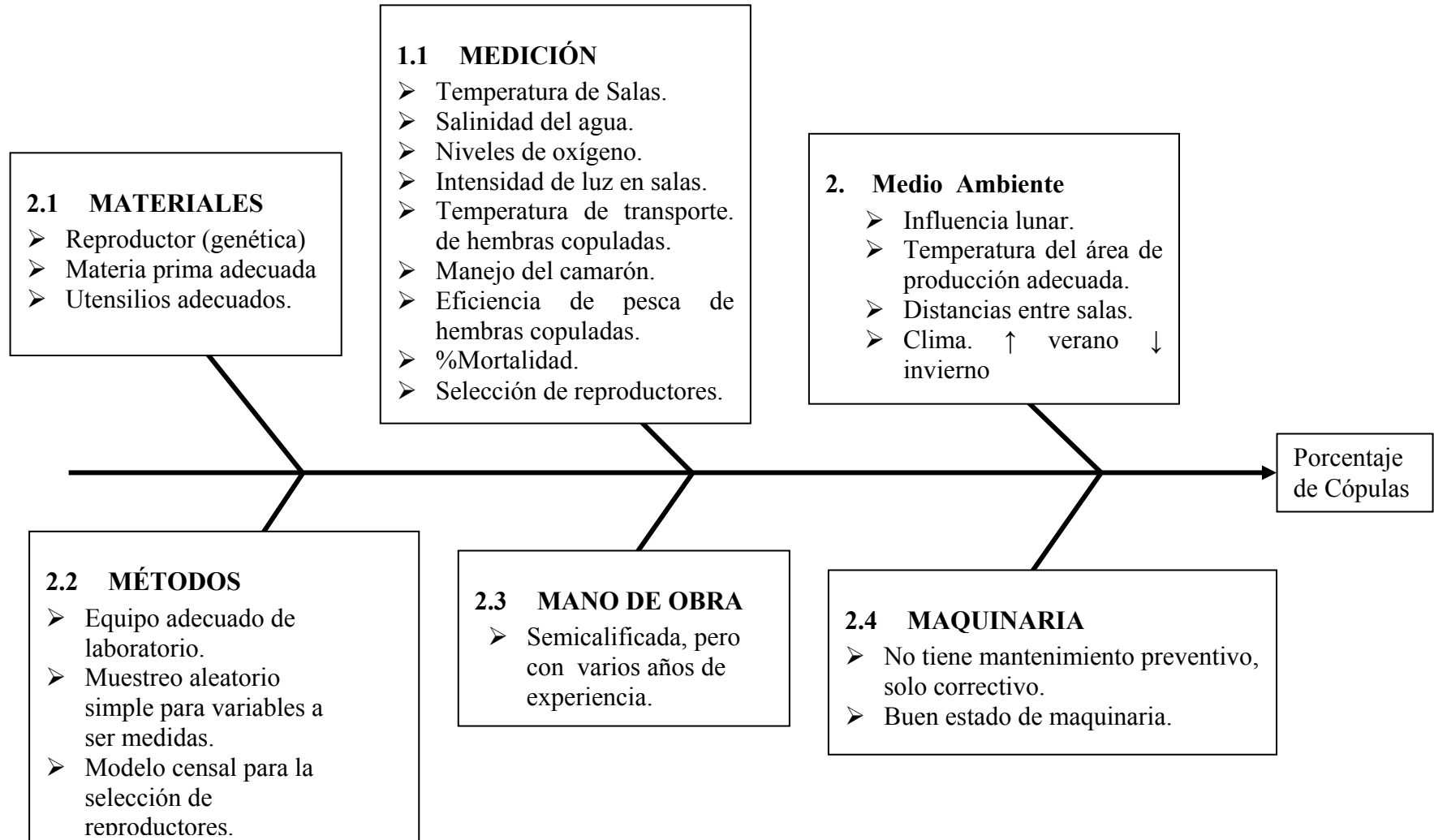


Figura 15. Diagrama de Ishikawa 1

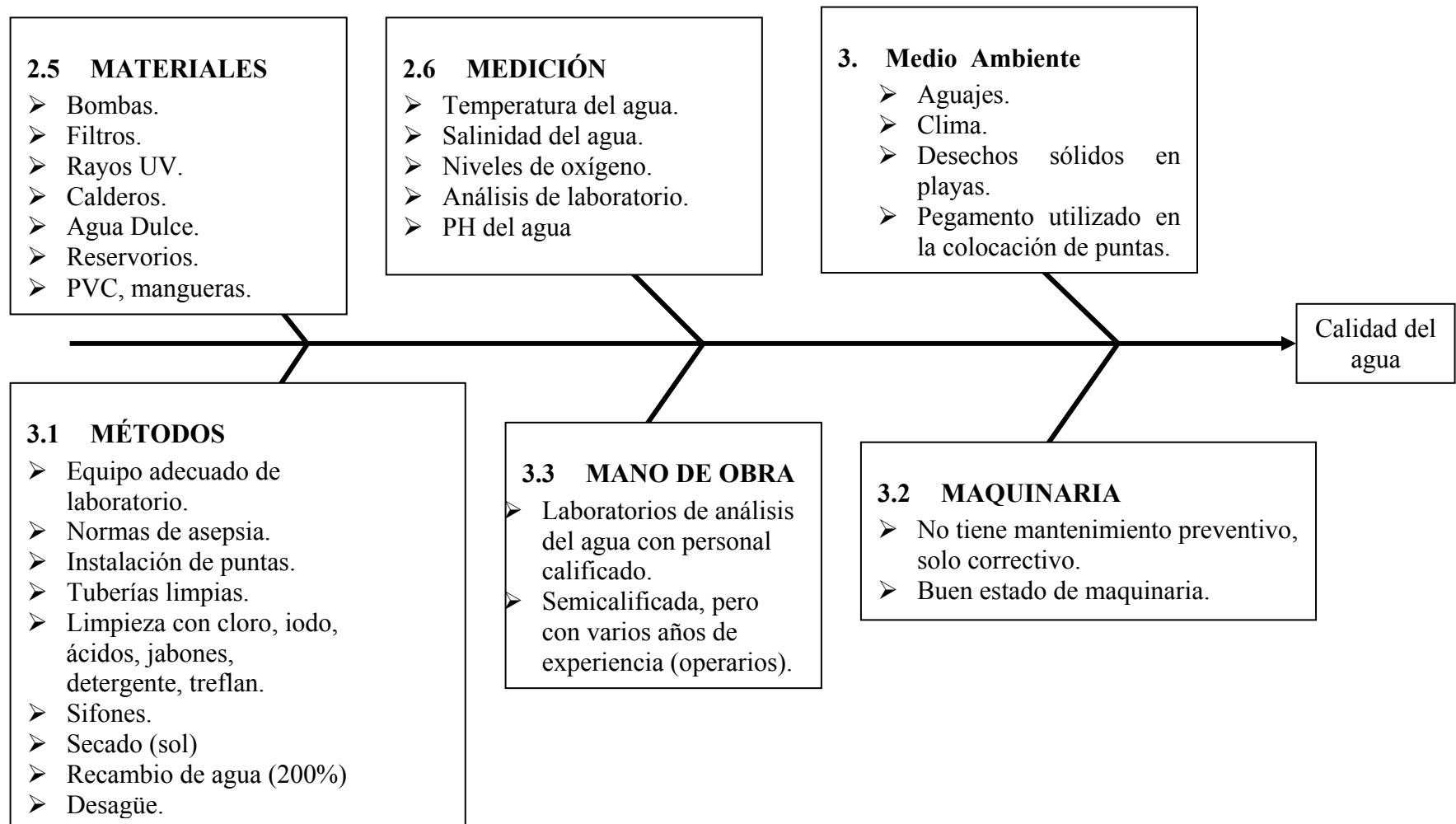


Figura 16. Diagrama de Ishikawa 2

Puntas: Instalación de absorbentes de agua del mar en las costas de la playa.

3.7 HISTOGRAMAS Y DIAGRAMAS DE PARETO

Mediante el uso de histogramas se describió el comportamiento de un conjunto de datos en cuanto a su tendencia central, forma y dispersión ilustrando en los mismos el comportamiento del porcentaje de cópulas, porcentaje de eclosión, el número de huevos por hembra y el número de nauplios por hembra logrando así tener una idea objetiva sobre la calidad de un producto, el desempeño de un proceso y el impacto de una acción de mejora.

El uso correcto de los histogramas permitió tomar decisiones no sólo con base en la media, sino también con base en la dispersión y formas especiales de comportamiento de los datos.

Con la información antes mencionada se construyeron además diagramas de Pareto en los cuales se muestra que unos pocos elementos (el 20%) generan la mayor parte del efecto (el 80%). La idea central de los diagramas de Pareto es localizar los pocos defectos, problemas o fallas vitales para concentrar los esfuerzos de solución o mejora en éstos. También apoya la identificación de las pocas causas fundamentales de los problemas vitales con los que se podrá reducir de manera importante las fallas y deficiencias de la empresa (Figura 16).

El cuadro 2 muestra la frecuencia del porcentaje de cópulas existentes entre los meses de febrero y mayo de 2005. Para su elaboración se tomaron todos los porcentajes de cópulas del período antes mencionado para luego calcular el número de clases y la frecuencia con la que ocurren estos porcentajes.

Cuadro 2. Frecuencia del porcentaje de cópulas (febrero y mayo de 2005)

Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
0,101167	6	5,00	0,115702	38	31,67
0,108434	36	35,00	0,108434	36	61,67
0,115702	38	66,67	0,122970	20	78,33
0,122970	20	83,33	0,130237	16	91,67
0,130237	16	96,67	0,101167	6	96,67
0,137505	4	100,00	0,137505	4	100,00
y mayor...	0	100,00	y mayor...	0	100,00

En la figura 17 se puede observar que en el período comprendido entre los meses de febrero y mayo de 2005 el porcentaje que tuvo una mayor incidencia fue el 11,57 % seguido del 10,84 %, lo que quiere decir que la mayoría de las cópulas oscilaron en ese rango y que estuvieron por debajo del porcentaje de cópulas aceptable en maduración (12 %). Esto fue ilustrado mediante un diagrama de Pareto por medio del cual se comprobó su enunciado.

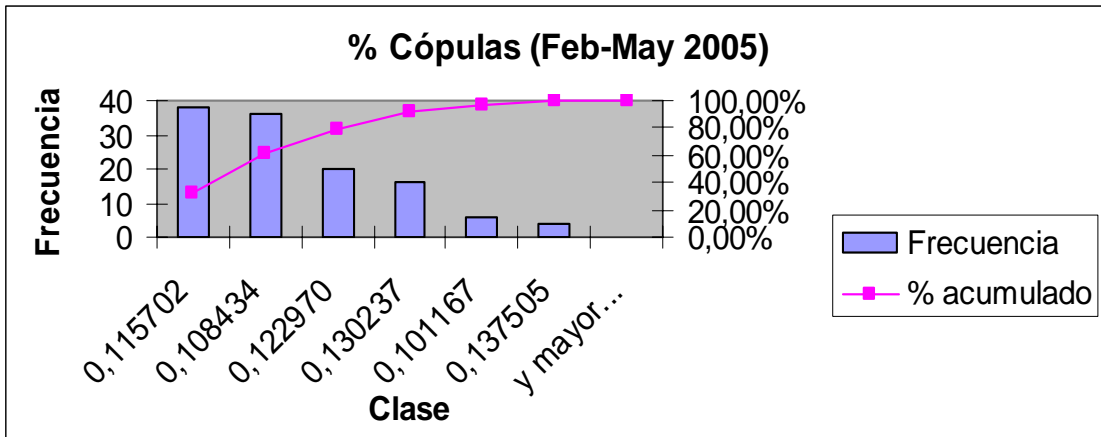


Figura 17. Histograma y Diagrama de Pareto

3.8 DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN

En la búsqueda de las causas de un problema de calidad y en el reto de innovar un proceso de producción es necesario analizar la relación entre dos variables por lo que se realizaron diagramas de dispersión para permitir hacer una comparación o análisis gráfico de dos factores que se manifiestan simultáneamente en un proceso concreto.

Se promediaron los porcentajes por día del porcentaje de copulas, porcentaje de eclosión, número de huevos por hembra y número de nauplios por hembra de los datos recolectados durante los 7 meses del estudio para realizar las comparaciones a través de diagramas de dispersión.

En la figura 18 se graficó el porcentaje promedio de copulas diario durante los meses de febrero y agosto de 2005. Se puede observar la variabilidad de las copulas y la tendencia de las mismas.

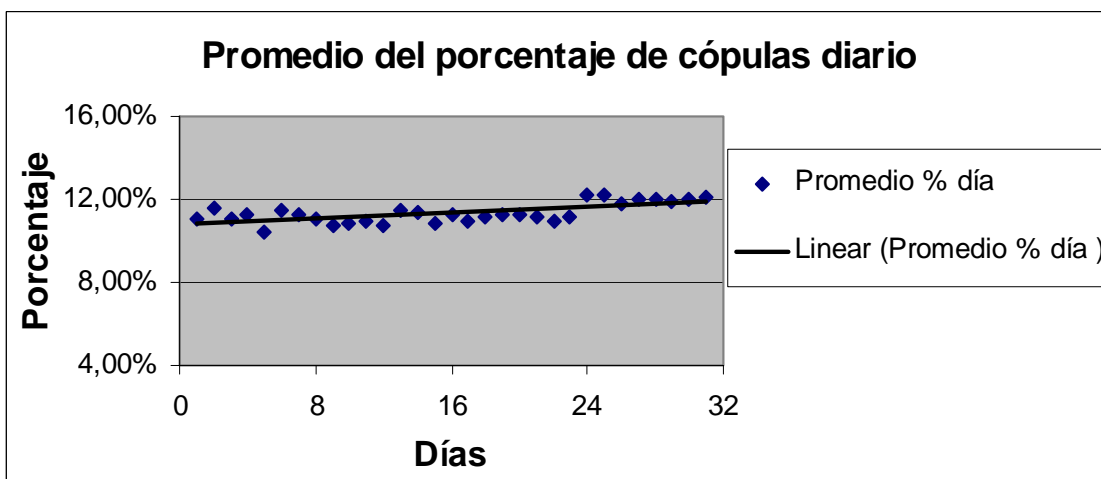


Figura 18. Diagrama de Dispersión

3.9 CARTAS DE CONTROL

Se crearon cartas de control P para la ilustrar las variaciones de mortalidad de las salas de reserva y reproducción (12 salas en total) durante los siete meses que comprendió el proyecto (Figura 19). Para su elaboración se tomó en cuenta el total de machos y hembras muertos por cada sala y por cada mes. Cabe recalcar que en cada tanque existen 80 machos y 90 hembras y en cada sala existen 8 tanques. Es decir que el tamaño de la muestra fue de 640 machos y de 720 hembras por sala.

Es importante mencionar que los datos mortalidad utilizados incluyen los descartes de reproductores (cada 120 días se realiza el descarte de reproductores) por lo que en ciertos períodos se observan valores significativos que superan los límites de control superior establecidos.

En la figura 19 se muestra una carta P elaborada para los reproductores machos de la sala A en la que se observan las variaciones de mortalidad durante los siete meses del proyecto y su comportamiento de acuerdo a los límites de control establecidos.

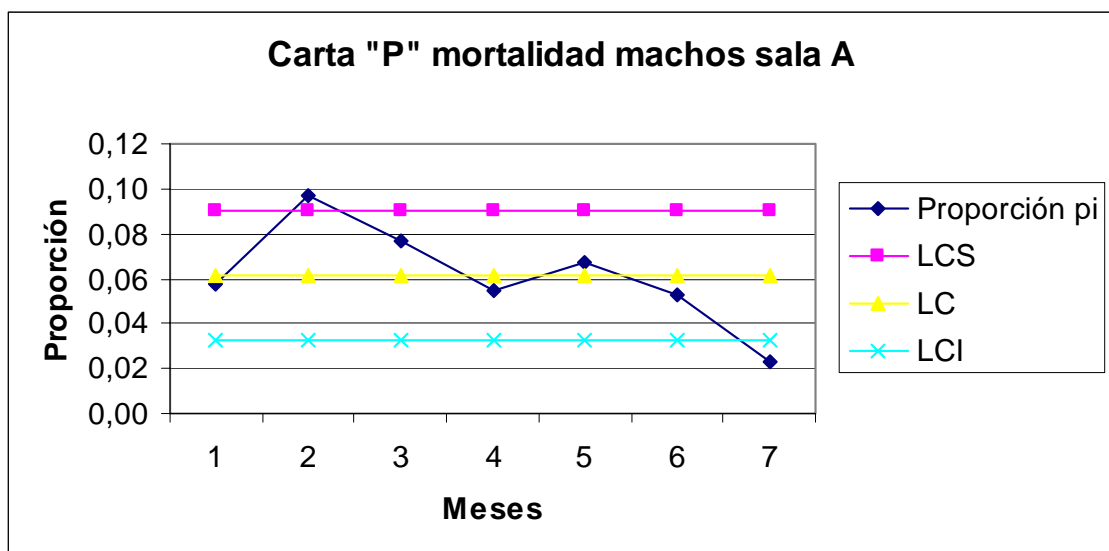


Figura 19. Mortalidad de machos en la sala A de febrero a agosto del 2005, Texcumar.

4. CONCLUSIONES

Se demostró que un sistema de calidad es aplicable a cualquier proceso y para cualquier tipo de industria.

Se determinaron los puntos críticos de control mediante el uso de tablas de control.

Se diseñó el BAM (Business Activity Map), que identificó la Cadena de Valor de la organización.

Se determinaron los principales problemas que afectan a la producción de nauplios de Texcumar S.A. a través de un diagrama de Ishikawa

Mediante el uso de diagramas de dispersión se mostró la variabilidad existente entre el % cópulas, % eclosión, huevos/hembra, nauplios/hembra

Se demostró el principio de la Ley de Pareto en los porcentajes de cópulas y eclosión así como también en la cantidad de huevos y nauplios por hembra.

Mediante la creación de cartas de control “p” se pudo graficar la mortalidad existente en las 12 salas y compararlas con los límites de control establecidos

Debido a que Texcumar S.A. no lleva un registro adecuado de los datos de salinidad, temperatura y oxígeno de cada sala del laboratorio no se pudieron aplicar cartas de control X-R.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar el registro diario de temperatura, salinidad y oxígeno para ser evaluado mediante cartas de control.

La creación de cartas X y R para encontrar la tendencia central y la variabilidad que existe en la temperatura, salinidad y la cantidad de oxígeno.

La creación de cartas P para mostrar las variaciones en la fracción o proporción de cópulas por sala.

Se recomienda a Texcumar S.A. la implementación de un sistema de control de la calidad para la mejora de sus procesos.

Se recomienda el cálculo de índices C_p , C_{pk} y C_{pm} los mismos que ayudan a enfatizar la necesidad de mejoras para reducir la variabilidad del proceso.

Se recomienda que los índices resultantes de elementos inertes que componen el agua se grafiquen en cartas de control estadístico.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, O. 2004. El camarón tiene futuro. Ecuacamarón. Vol. 4/Nº2: p.4

Texcumar, 2005. Acerca de Nosotros (en línea). Consultado 4 de marzo del 2005. Formato html. Disponible en: www.texcumar.com

García, B. 2005. Comunicación personal. Realizada personalmente. 3 de marzo del 2005.

Mitra, A. 1998. Fundamentals of quality control and improvement. 2da. ed. Prentice Hall. EE.UU., NJ, 723 p.

Conforme, P. 2005. Comunicación personal. Realizada personalmente. 6 de marzo del 2005.

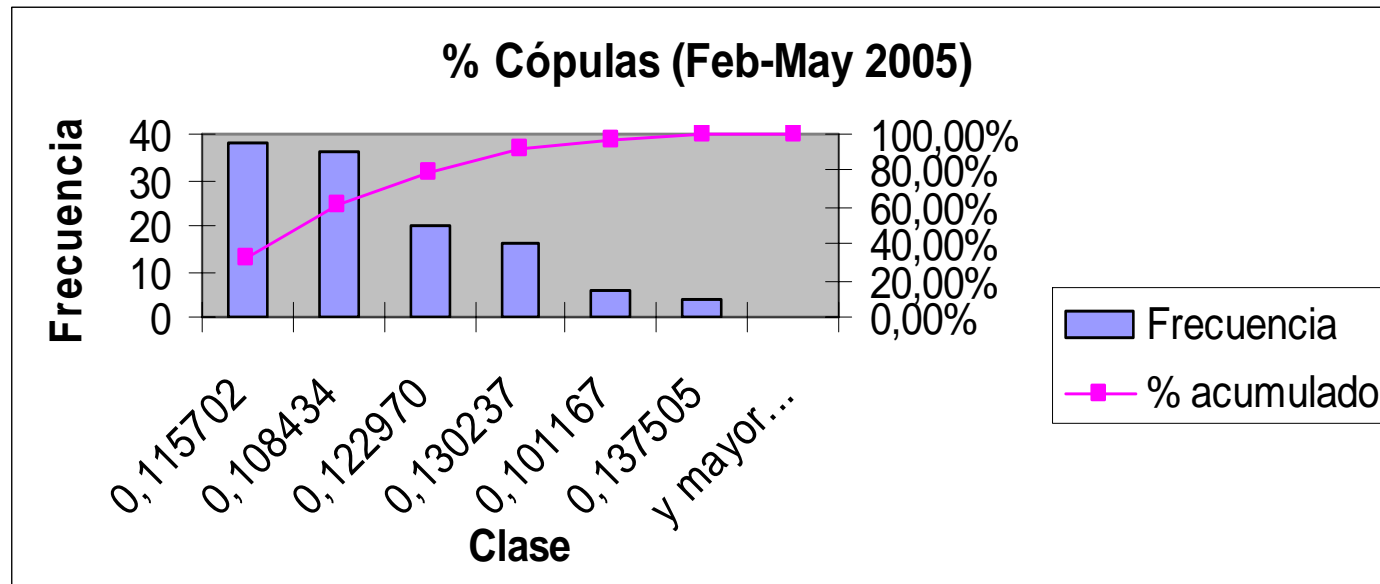
Webster, A. 2000. Estadística aplicada a los negocios y la economía. 3era. ed. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia. 640 p.

Gutiérrez, H. 1997. Calidad Total y Productividad. 1era ed. McGraw-Hill. México D.F., México. 403 p.

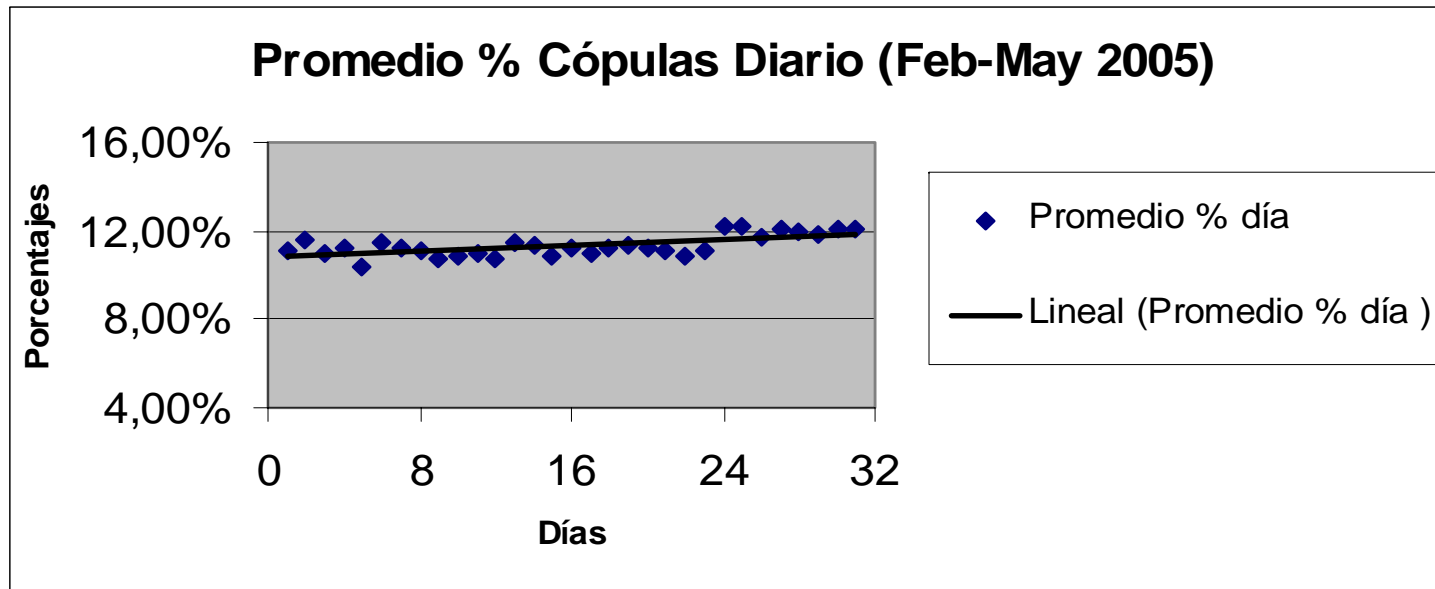
7. ANEXOS

Anexo 1. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del porcentaje de cópulas (febrero-mayo 2005).

Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
0,101167	6	5,00%	0,115702	38	31,67%
0,108434	36	35,00%	0,108434	36	61,67%
0,115702	38	66,67%	0,122970	20	78,33%
0,122970	20	83,33%	0,130237	16	91,67%
0,130237	16	96,67%	0,101167	6	96,67%
0,137505	4	100,00%	0,137505	4	100,00%
y mayor...	0	100,00%	y mayor...	0	100,00%

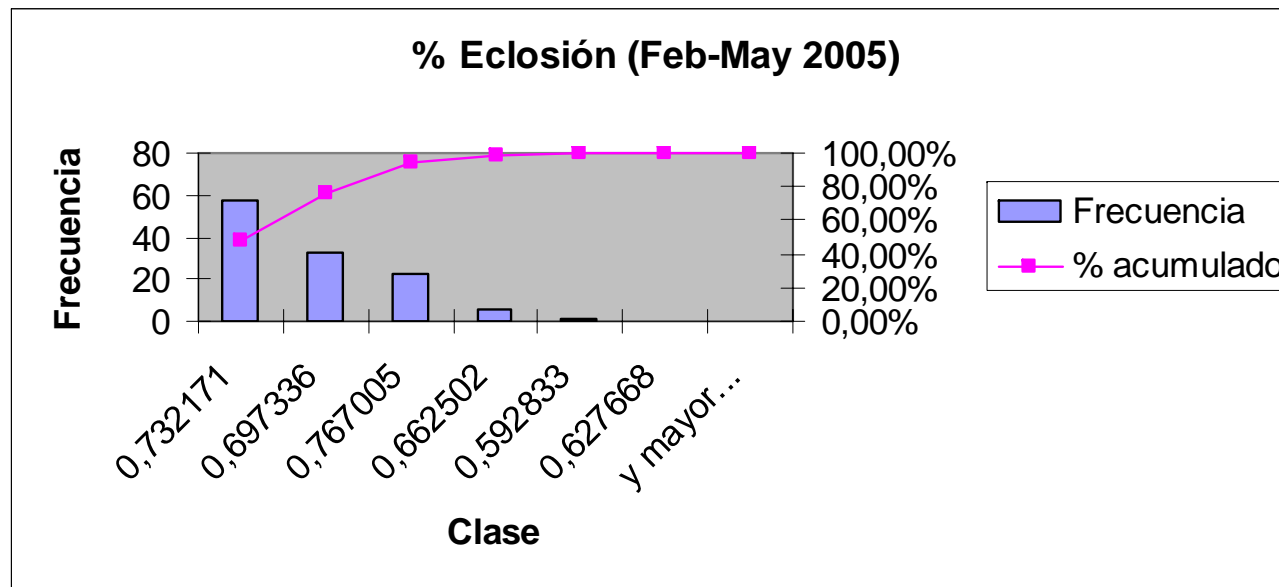


Anexo 2. Diagrama de dispersión del promedio de porcentajes de cópulas por día (febrero-mayo 2005).

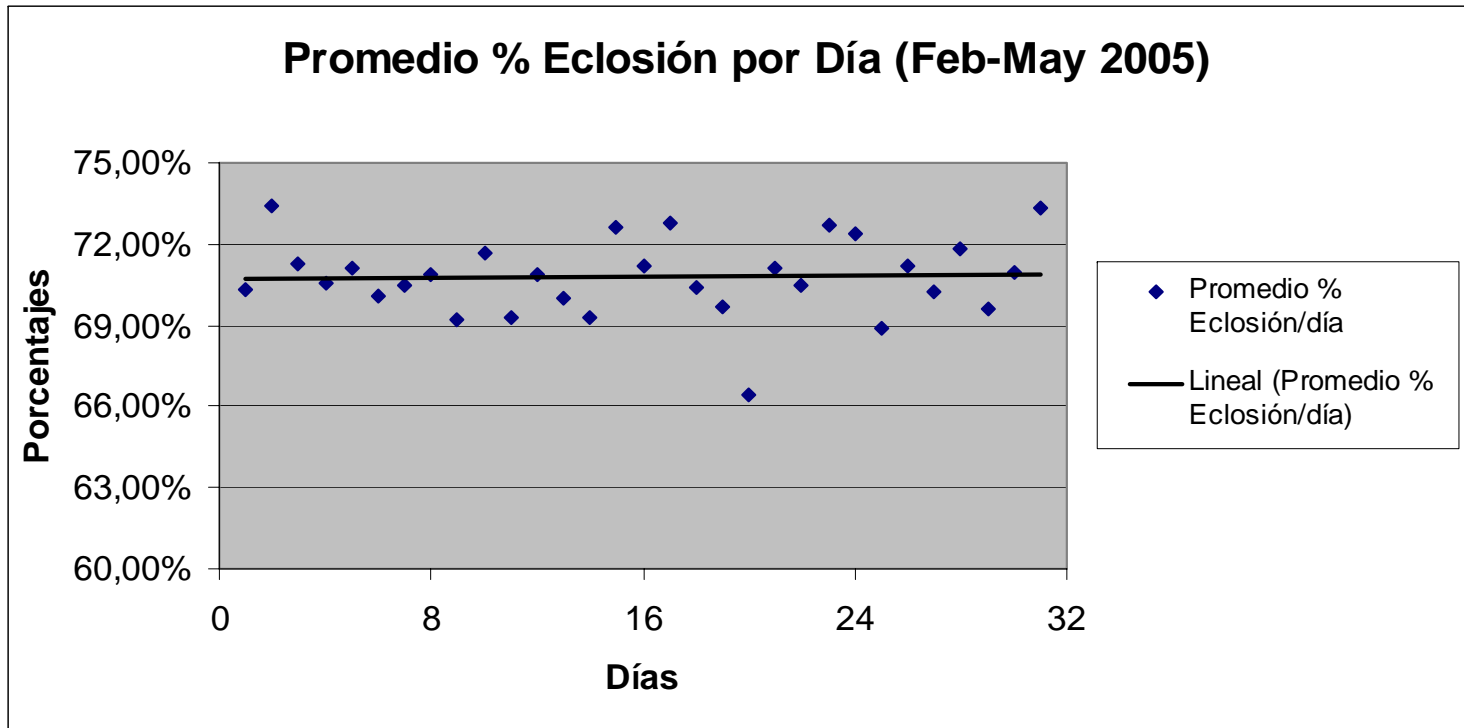


Anexo 3. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del porcentaje de eclosión (febrero-mayo 2005).

Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
0,592833	1	0,83%	0,732171	58	48,33%
0,627668	0	0,83%	0,697336	33	75,83%
0,662502	6	5,83%	0,767005	22	94,17%
0,697336	33	33,33%	0,662502	6	99,17%
0,732171	58	81,67%	0,592833	1	100,00%
0,767005	22	100,00%	0,627668	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%	y mayor...	0	100,00%

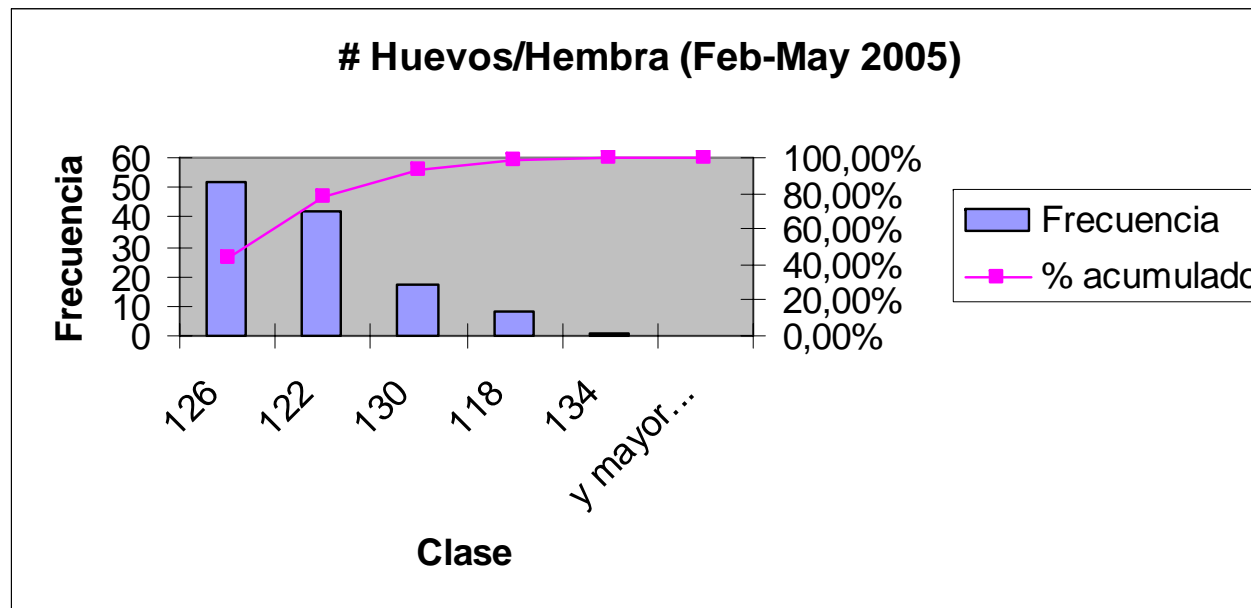


Anexo 4. Diagrama de dispersión del promedio de porcentajes de eclosión por día (febrero-mayo 2005).

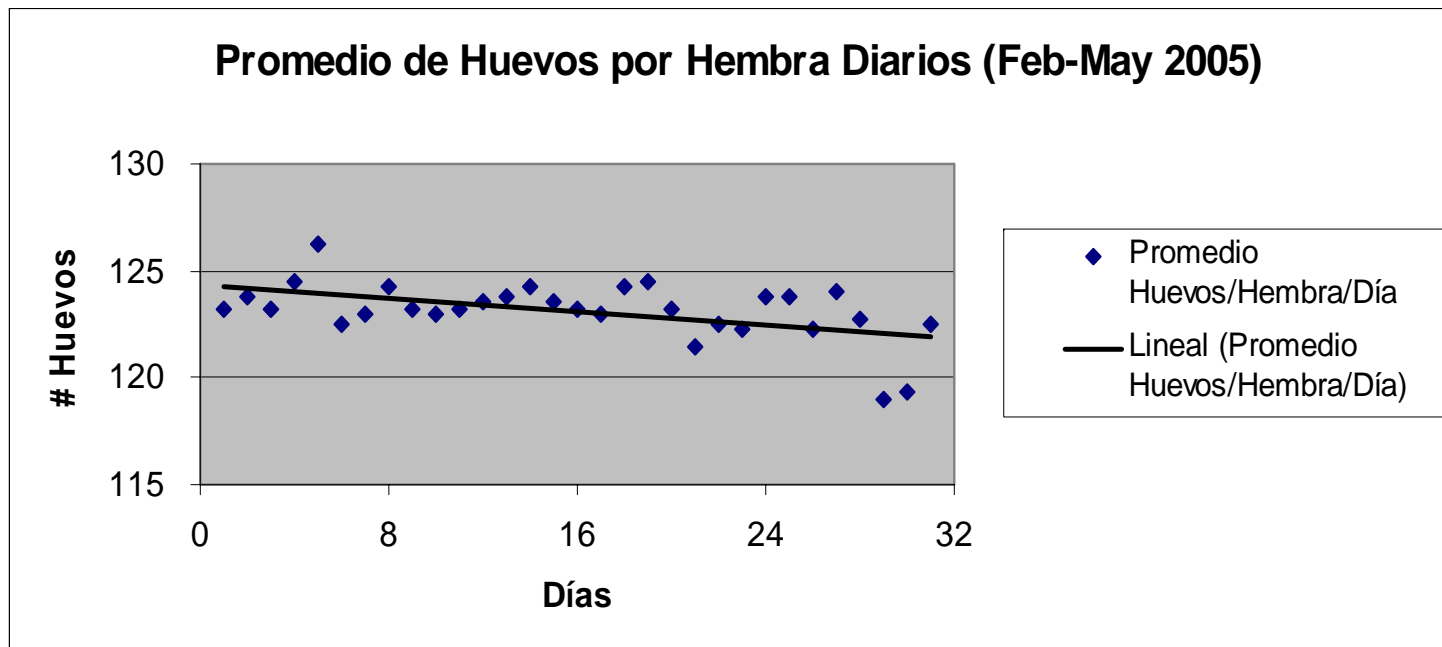


Anexo 5. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del número de huevos por hembra (febrero-mayo 2005).

Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
118	8	6,67%	126	52	43,33%
122	42	41,67%	122	42	78,33%
126	52	85,00%	130	17	92,50%
130	17	99,17%	118	8	99,17%
134	1	100,00%	134	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%	y mayor...	0	100,00%

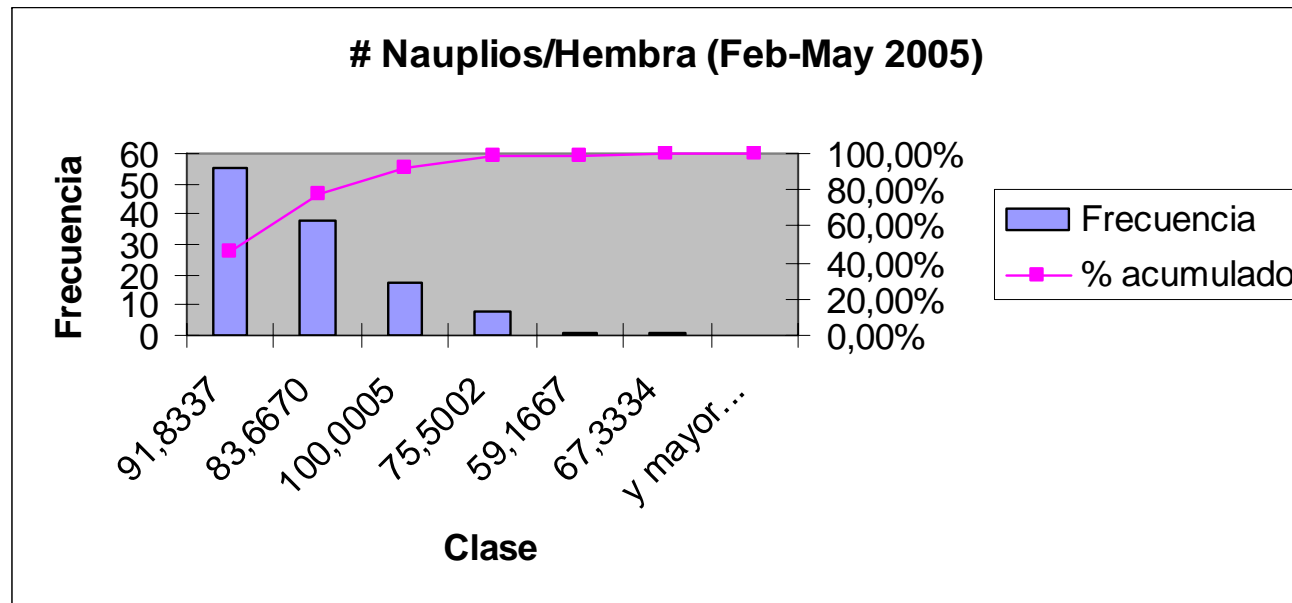


Anexo 6. Diagrama de dispersión del número de huevos por hembra por día (febrero-mayo 2005).

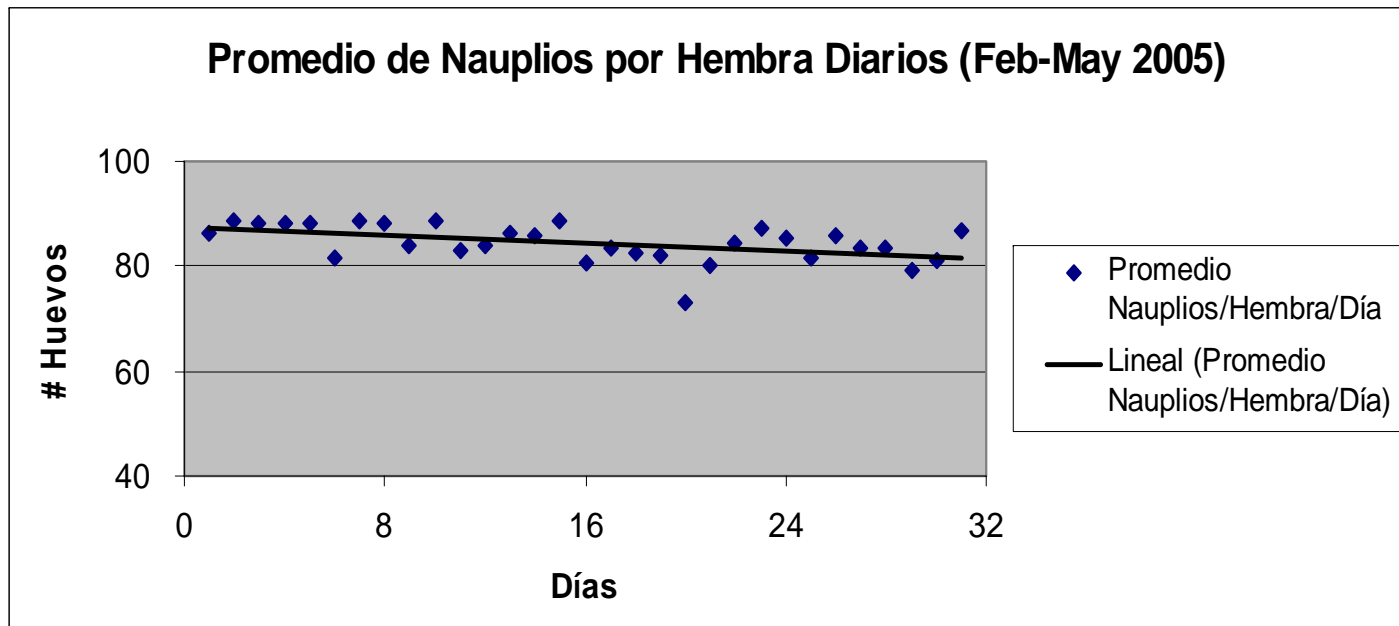


Anexo 7. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del número de nauplios por hembra (febrero-mayo 2005).

Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
59,1667	1	0,83%	91,8337	55	45,83%
67,3334	1	1,67%	83,6670	38	77,50%
75,5002	8	8,33%	100,0005	17	91,67%
83,6670	38	40,00%	75,5002	8	98,33%
91,8337	55	85,83%	59,1667	1	99,17%
100,0005	17	100,00%	67,3334	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%	y mayor...	0	100,00%

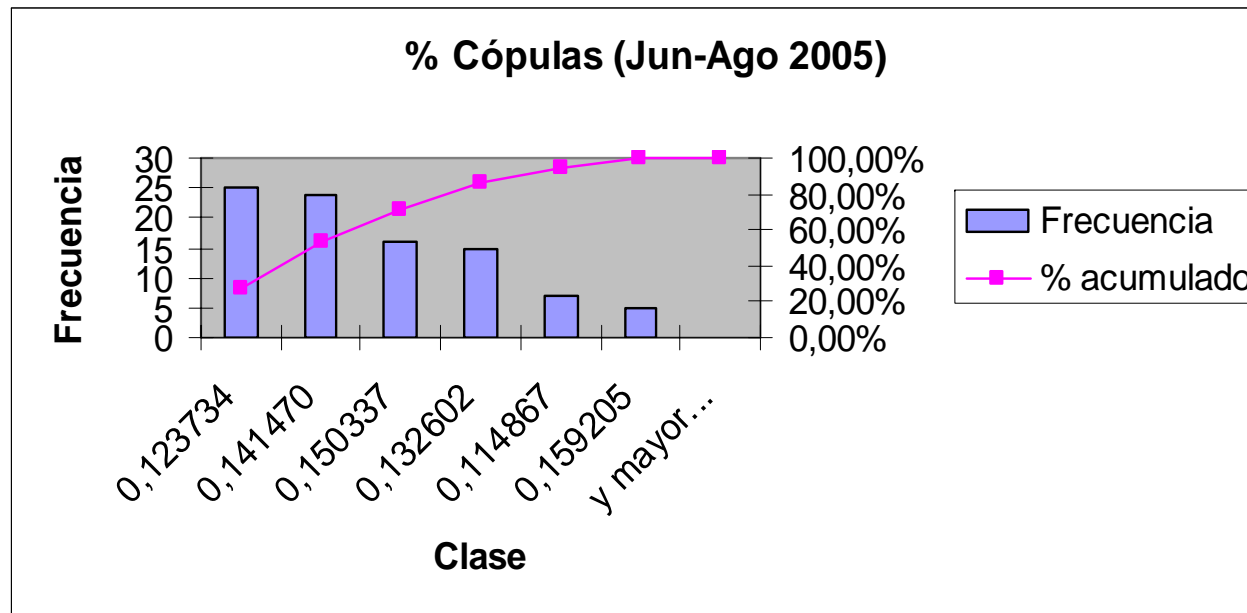


Anexo 8. Diagrama de dispersión del número de nauplios por hembra por día (febrero-mayo 2005).

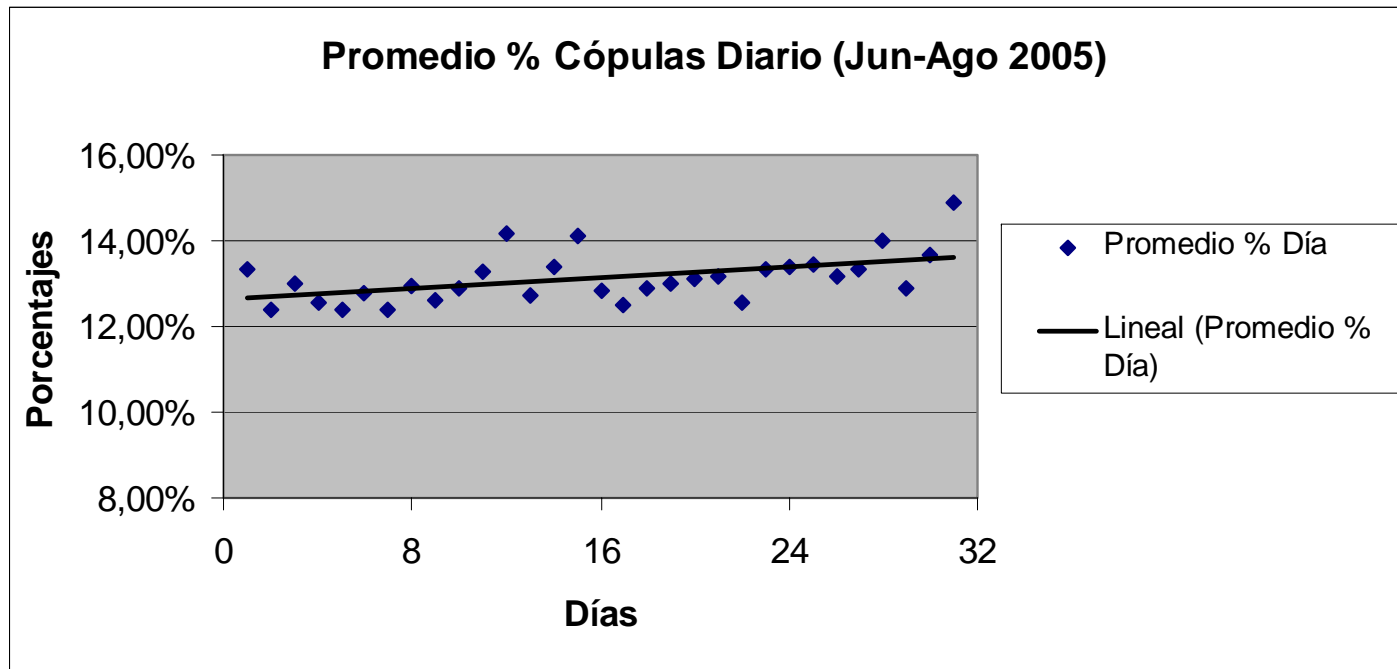


Anexo 9: Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del porcentaje de cópulas (junio-agosto 2005).

Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
0,114867	7	7,61%	0,123734	25	27,17%
0,123734	25	34,78%	0,141470	24	53,26%
0,132602	15	51,09%	0,150337	16	70,65%
0,141470	24	77,17%	0,132602	15	86,96%
0,150337	16	94,57%	0,114867	7	94,57%
0,159205	5	100,00%	0,159205	5	100,00%
y mayor...	0	100,00%	y mayor...	0	100,00%

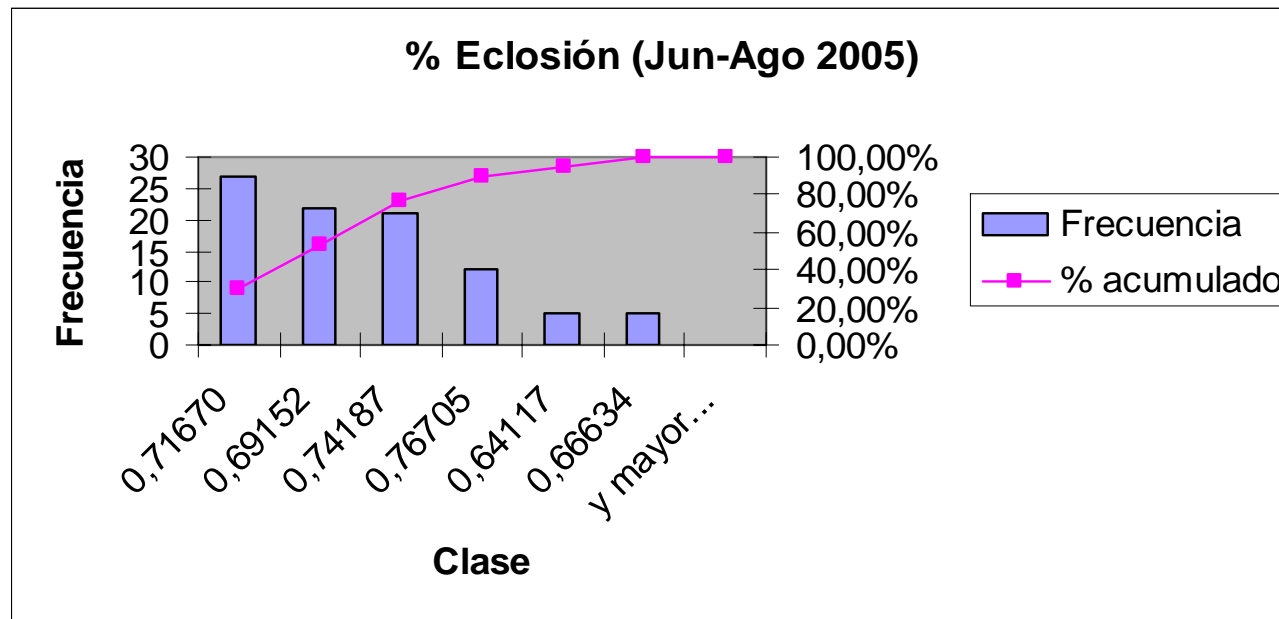


Anexo 10. Diagrama de dispersión del promedio de porcentajes de cópulas por día (junio-agosto 2005).

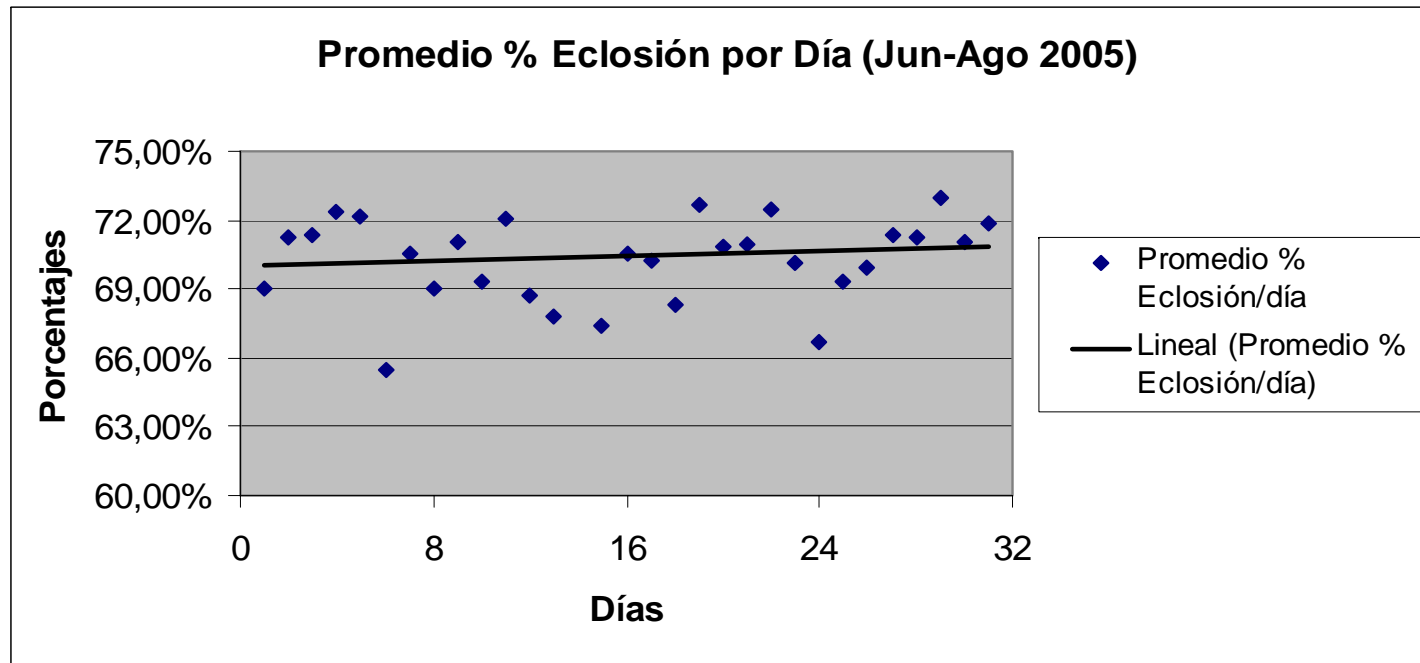


Anexo 11. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del porcentaje de eclosión (junio-agosto 2005).

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,64117	5	5,43%	0,71670	27	29,35%
0,66634	5	10,87%	0,69152	22	53,26%
0,69152	22	34,78%	0,74187	21	76,09%
0,71670	27	64,13%	0,76705	12	89,13%
0,74187	21	86,96%	0,64117	5	94,57%
0,76705	12	100,00%	0,66634	5	100,00%
y mayor...	0	100,00%	y mayor...	0	100,00%

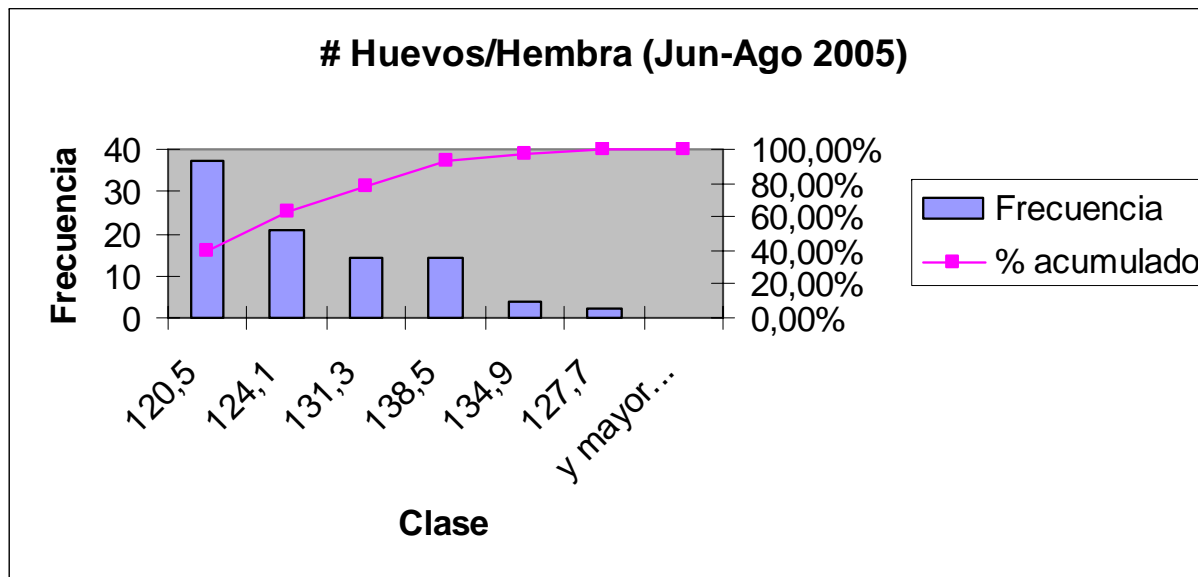


Anexo 12. Diagrama de dispersión del promedio de porcentajes de eclosión por día (junio-agosto 2005).

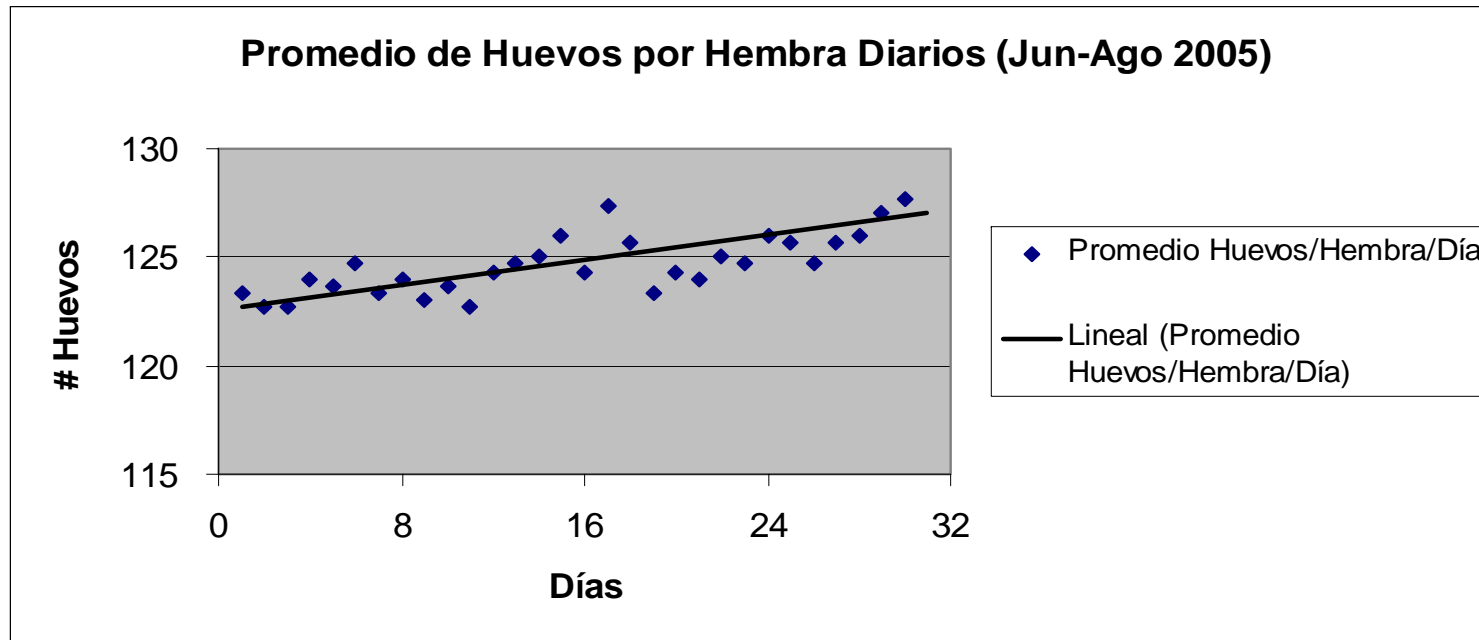


Anexo 13. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del número de huevos por hembra (junio-agosto 2005).

Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
120,5	37	40,22%	120,5	37	40,22%
124,1	21	63,04%	124,1	21	63,04%
127,7	2	65,22%	131,3	14	78,26%
131,3	14	80,43%	138,5	14	93,48%
134,9	4	84,78%	134,9	4	97,83%
138,5	14	100,00%	127,7	2	100,00%
y mayor...	0	100,00%	y mayor...	0	100,00%

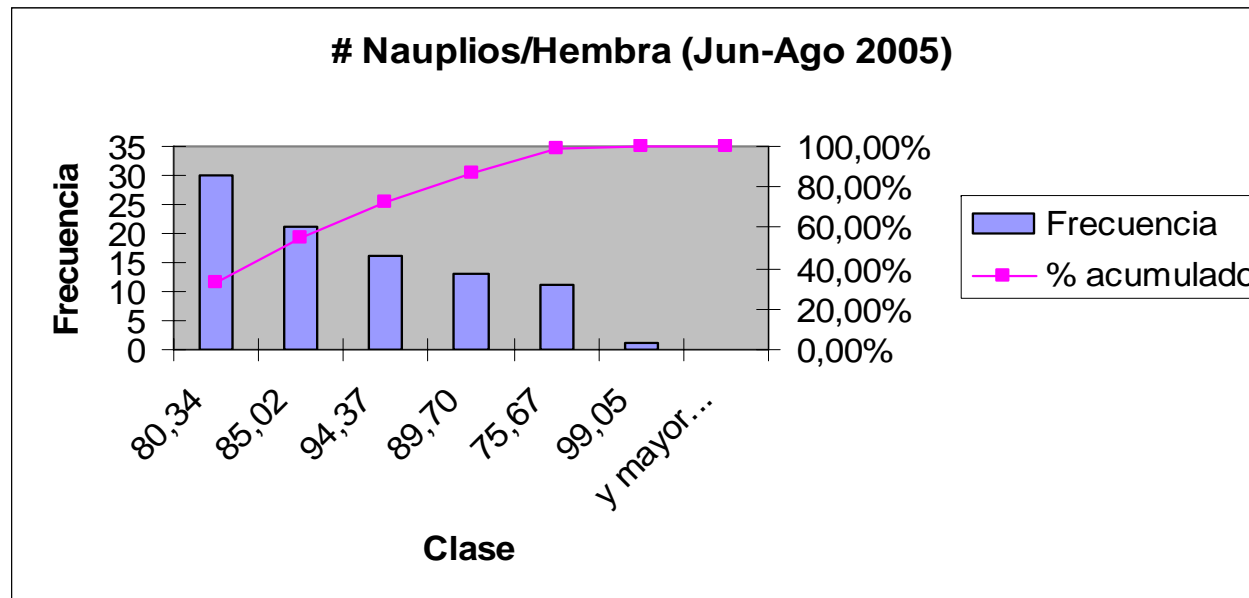


Anexo 14. Diagrama de dispersión del número de huevos por hembra por día (junio-agosto 2005).

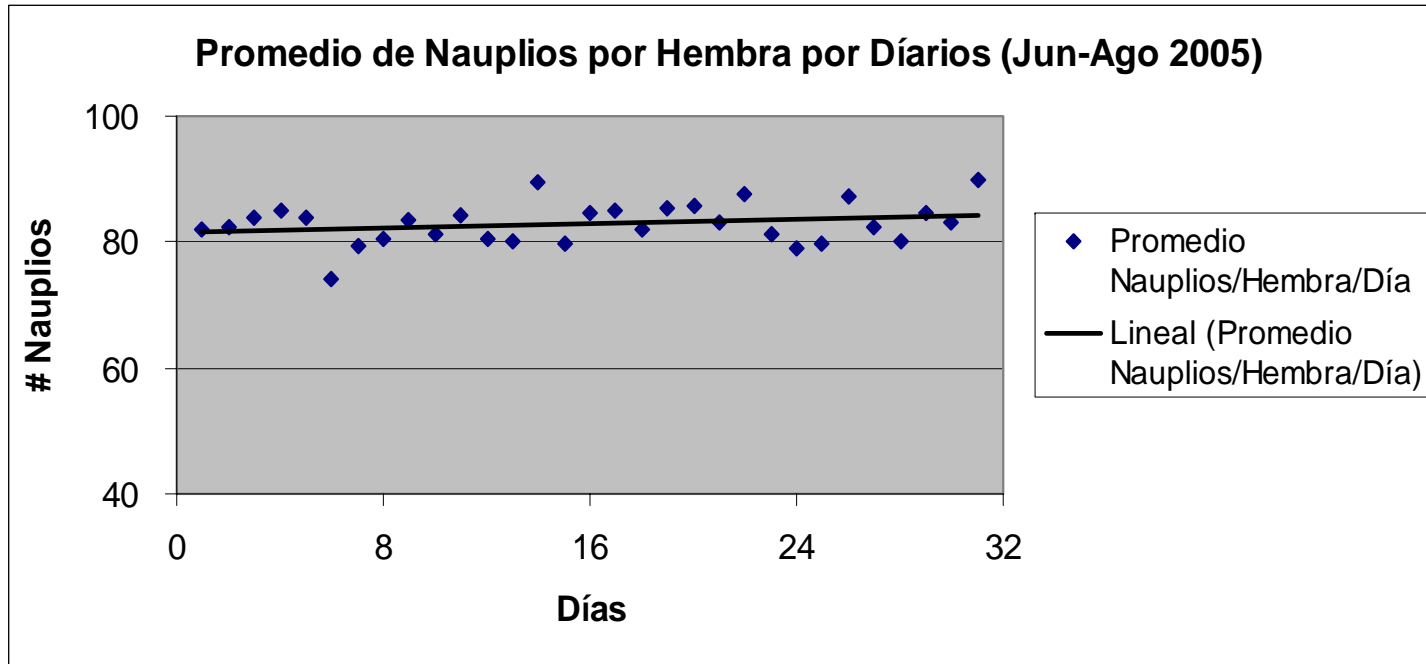


Anexo 15. Histograma y Diagrama de Pareto (DP) del número de nauplios por hembra (junio-agosto 2005).

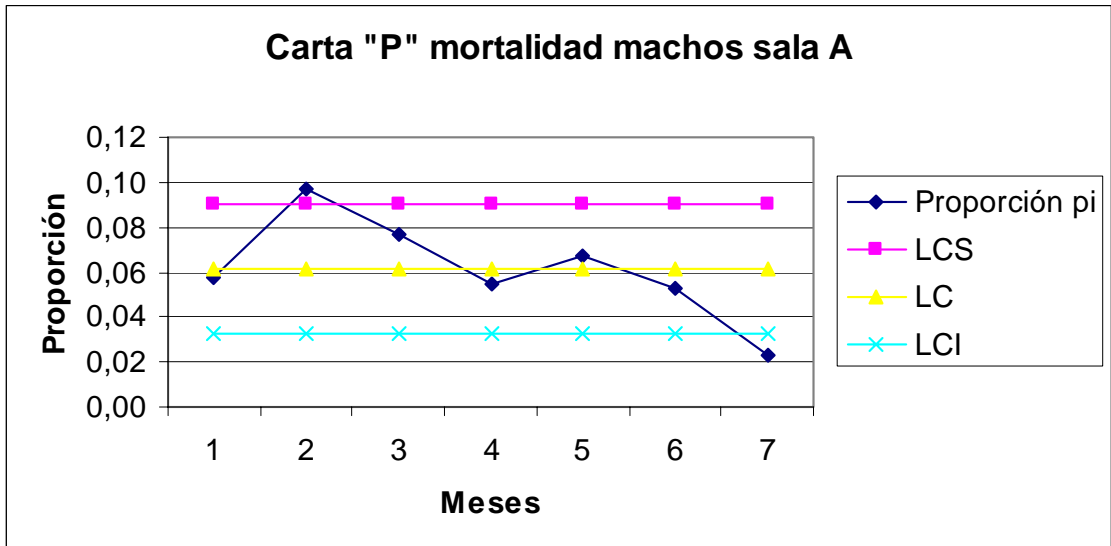
Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
75,67	11	11,96%	80,34	30	32,61%
80,34	30	44,57%	85,02	21	55,43%
85,02	21	67,39%	94,37	16	72,83%
89,70	13	81,52%	89,70	13	86,96%
94,37	16	98,91%	75,67	11	98,91%
99,05	1	100,00%	99,05	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%	y mayor...	0	100,00%



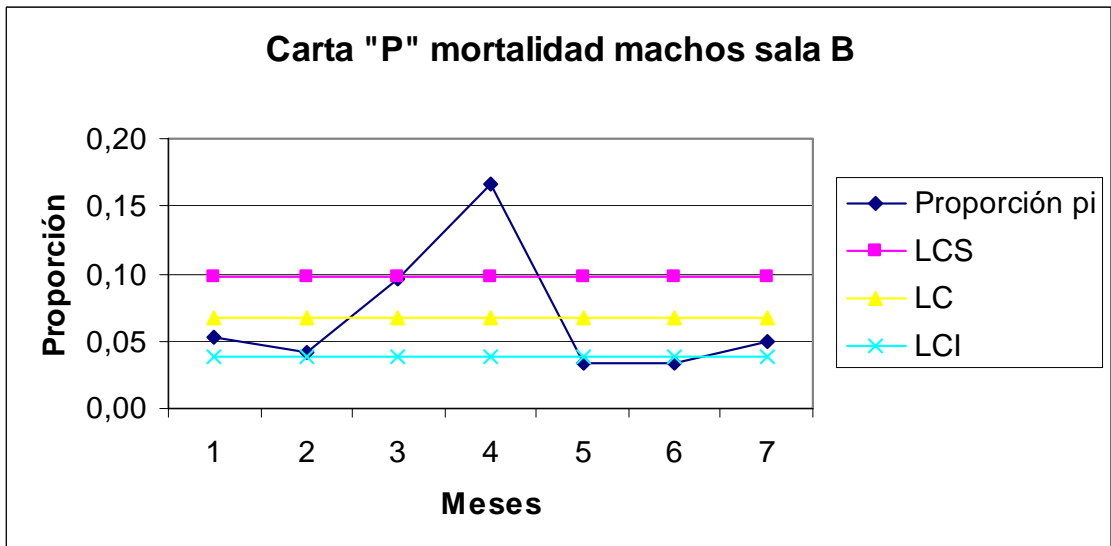
Anexo 16. Diagrama de dispersión del número de nauplios por hembra por día (junio-agosto 2005).



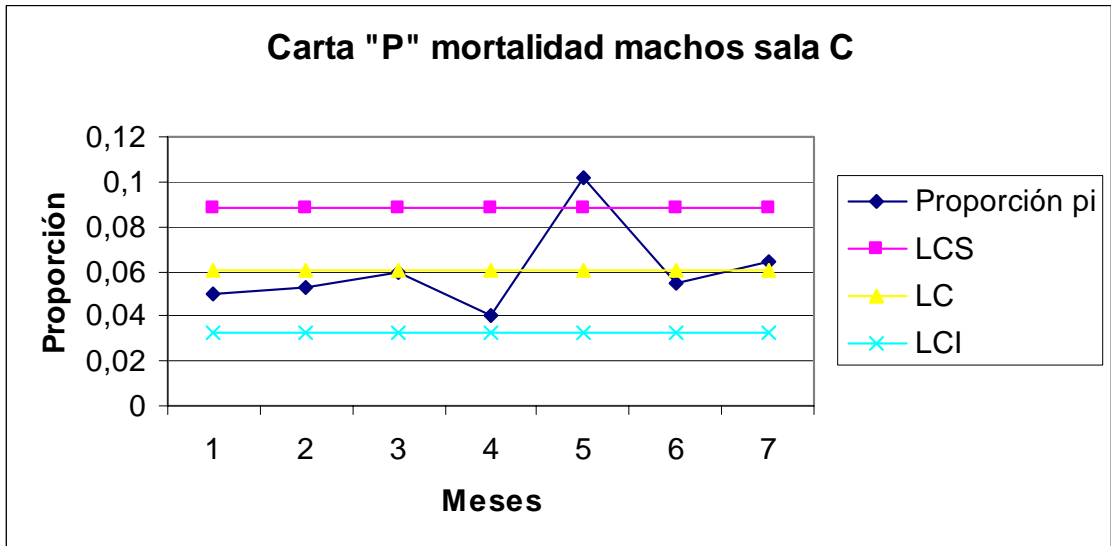
Anexo 17. Mortalidad de machos en la sala A de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



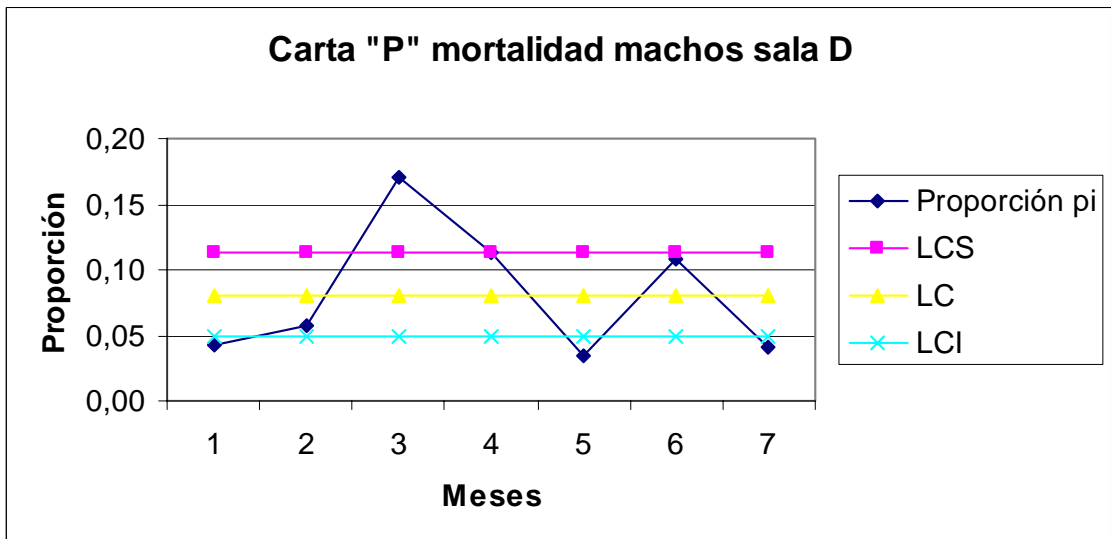
Anexo 18. Mortalidad de machos en la sala B de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



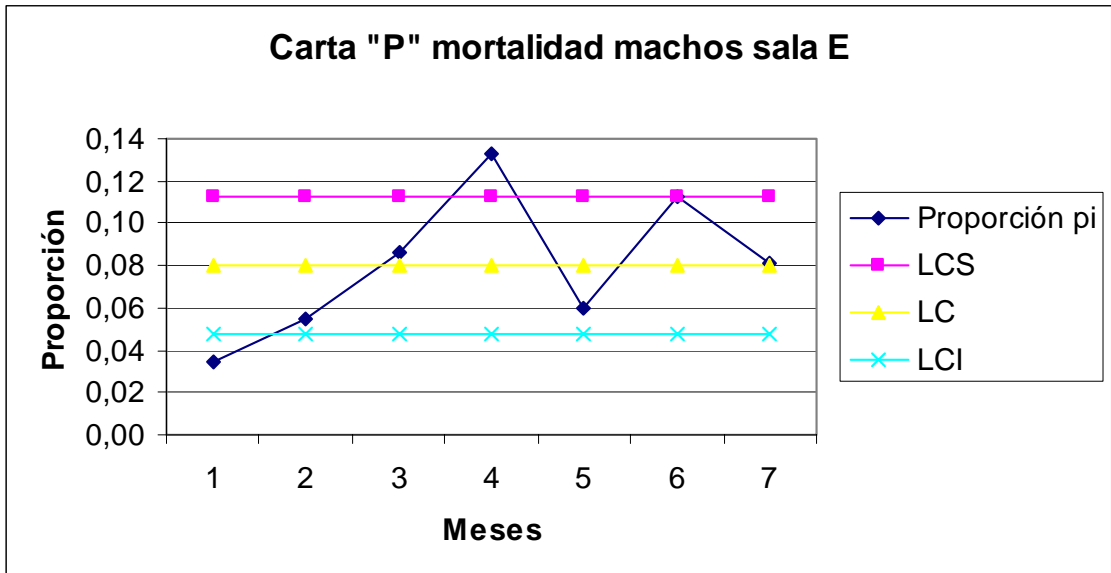
Anexo 19. Mortalidad de machos en la sala C de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



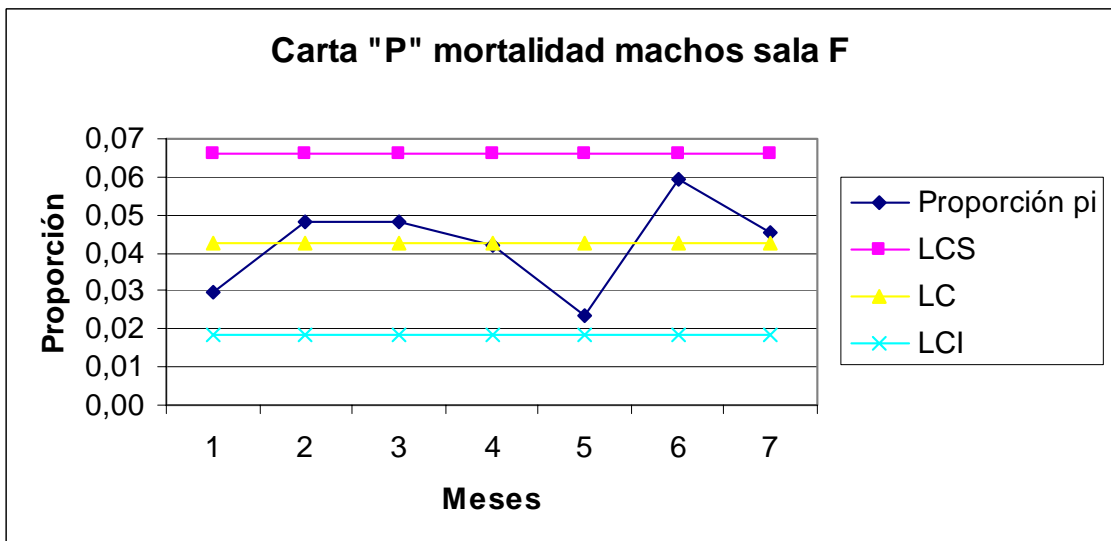
Anexo 20. Mortalidad de machos en la sala D de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



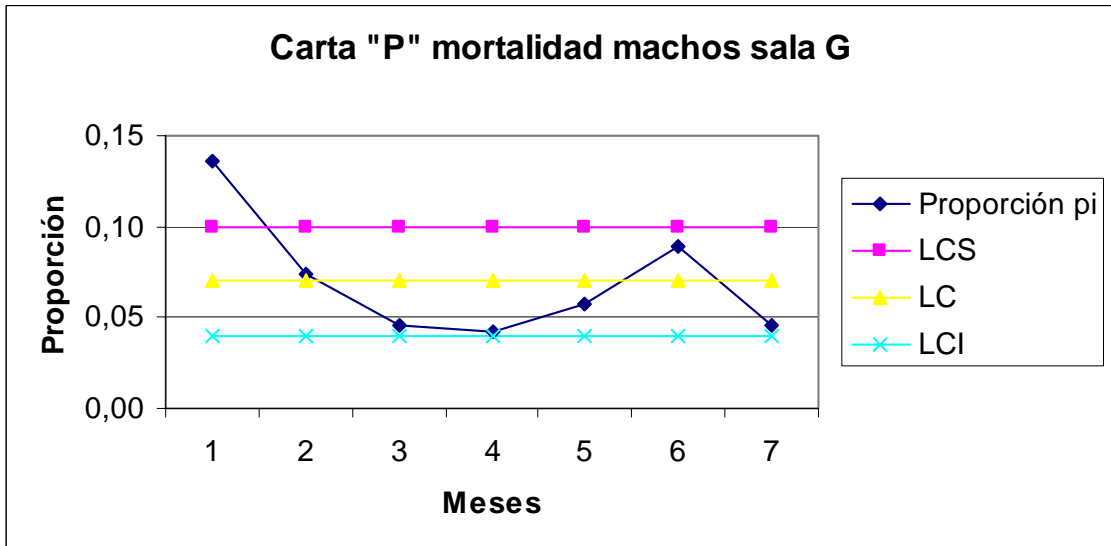
Anexo 21. Mortalidad de machos en la sala E de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



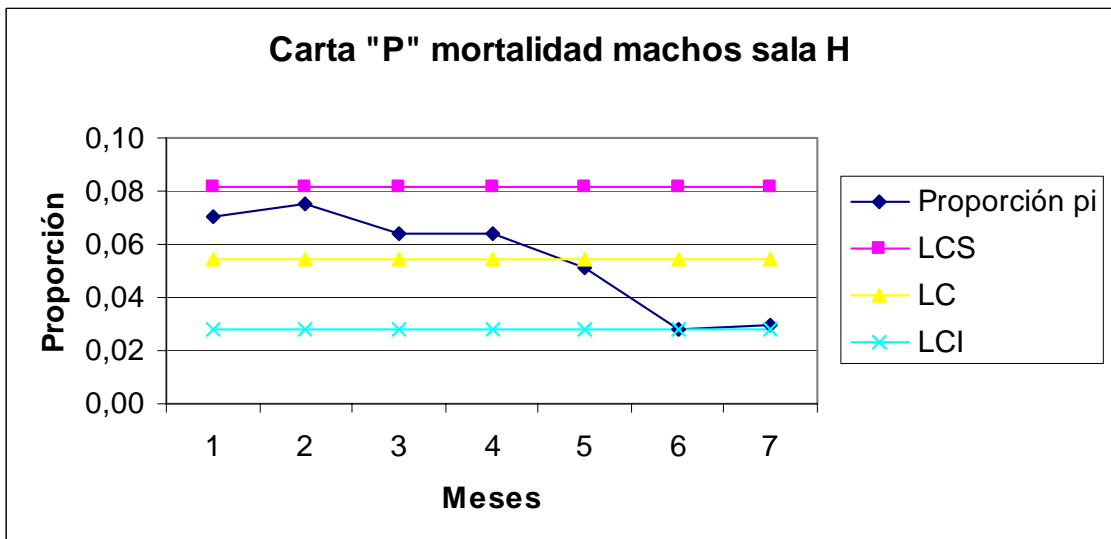
Anexo 22. . Mortalidad de machos en la sala F de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



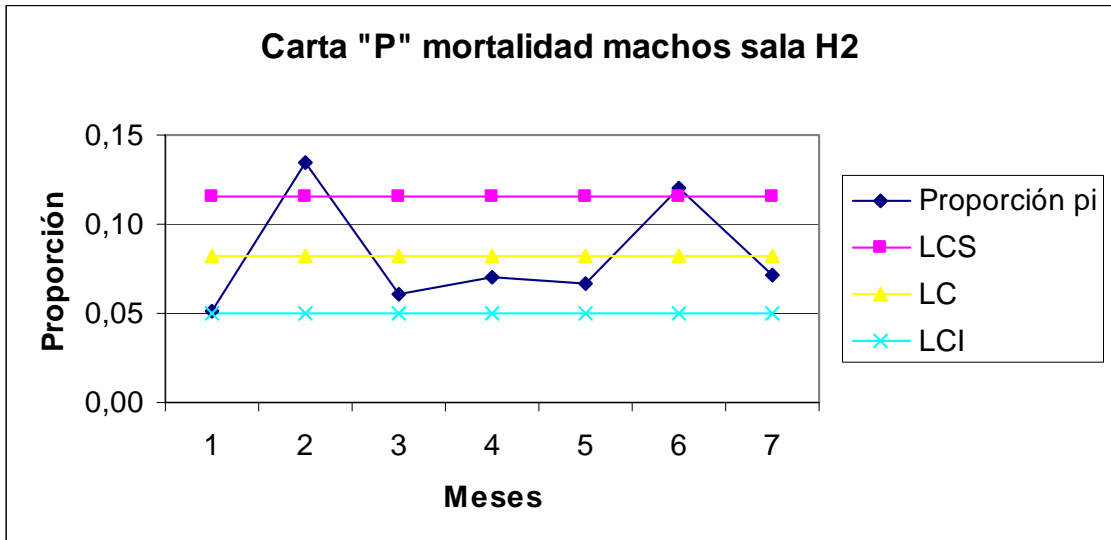
Anexo 23. Mortalidad de machos en la sala G de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



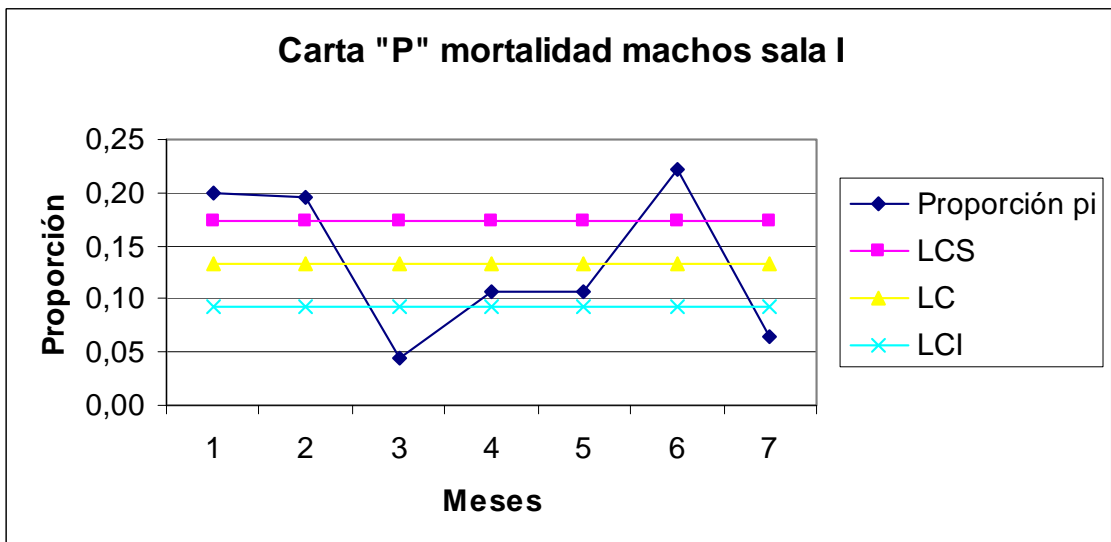
Anexo 24. Mortalidad de machos en la sala H de febrero a agosto de 2005, Texcumar



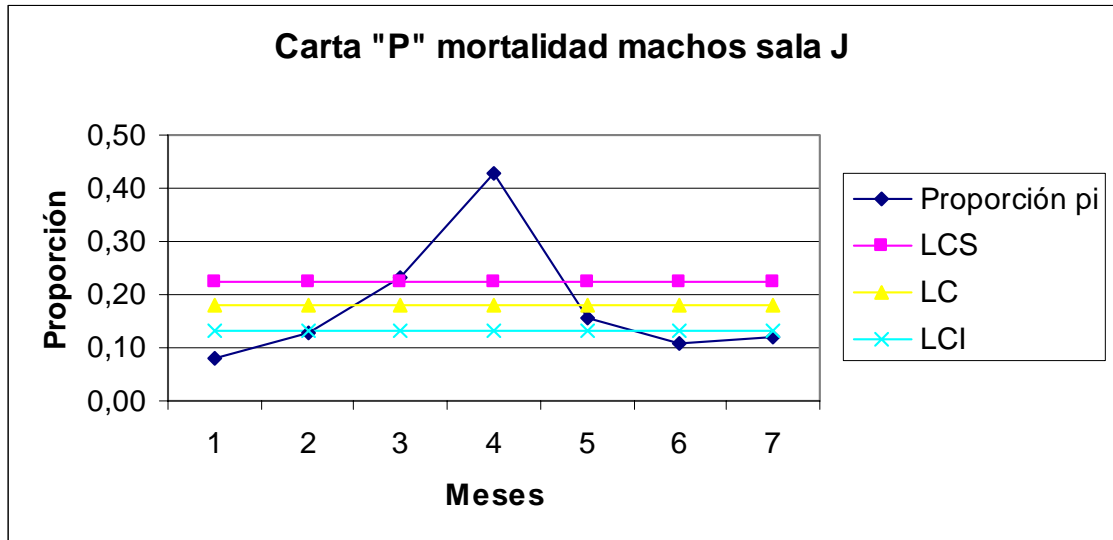
Anexo 25. Mortalidad de machos en la sala H2 de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



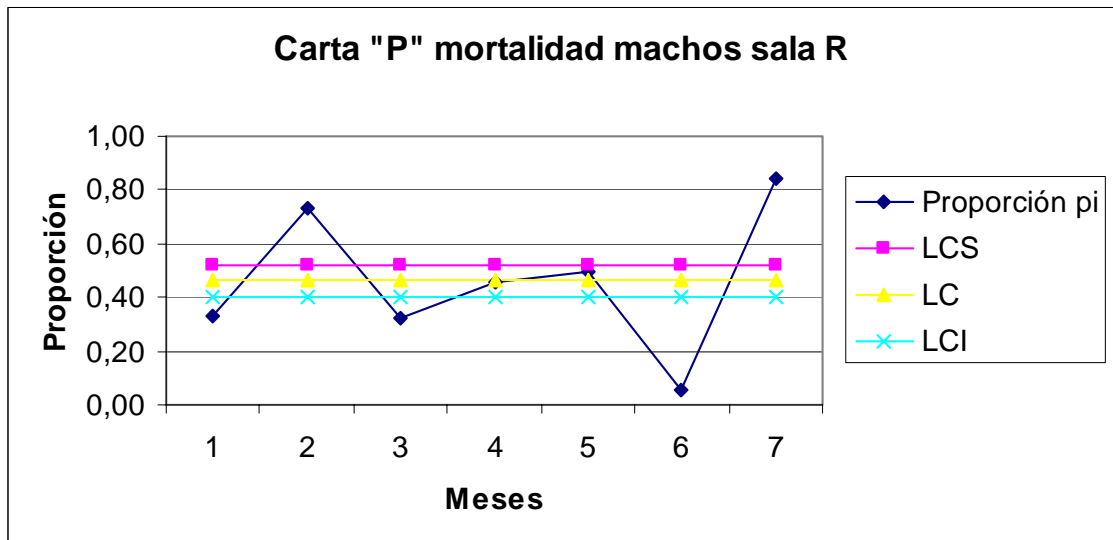
Anexo 26. . Mortalidad de machos en la sala I de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



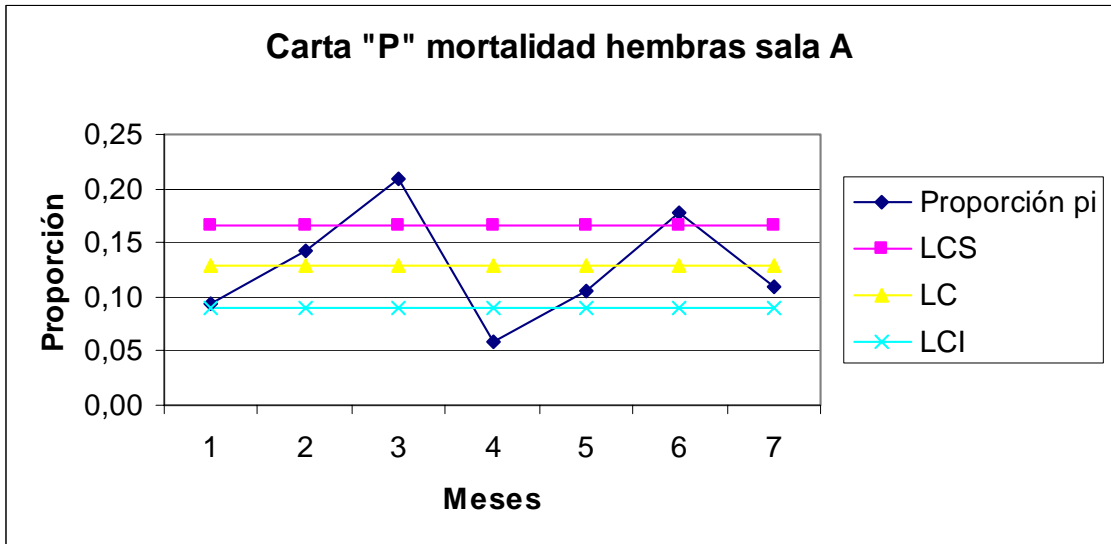
Anexo 27. Mortalidad de machos en la sala J de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



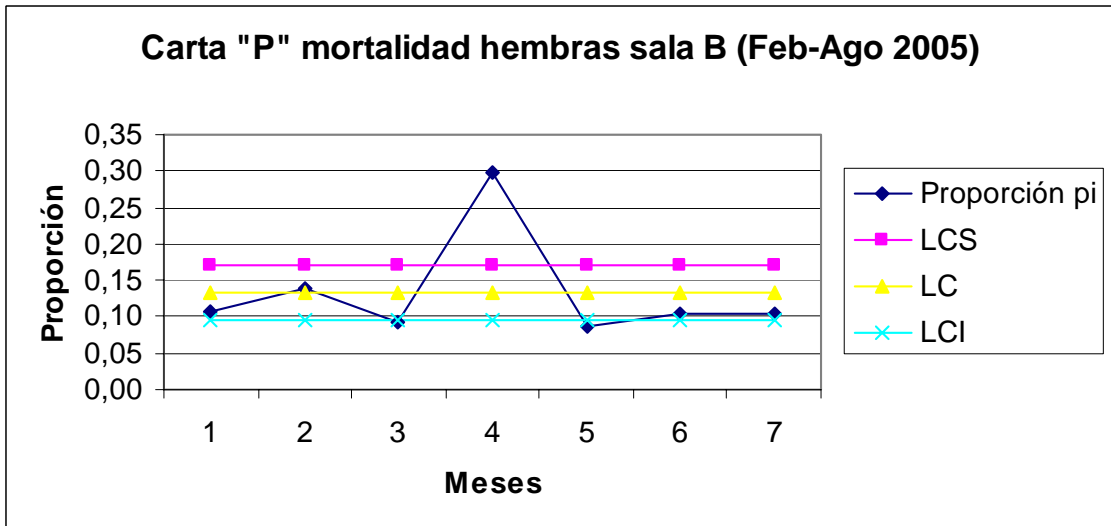
Anexo 28. Mortalidad de machos en la sala R de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



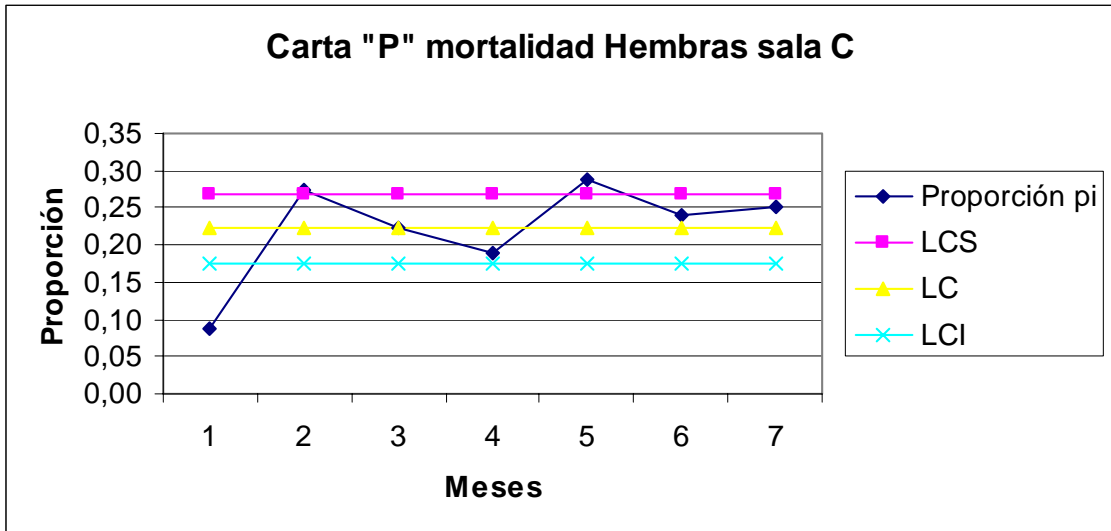
Anexo 29. Mortalidad de hembras en la sala A de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



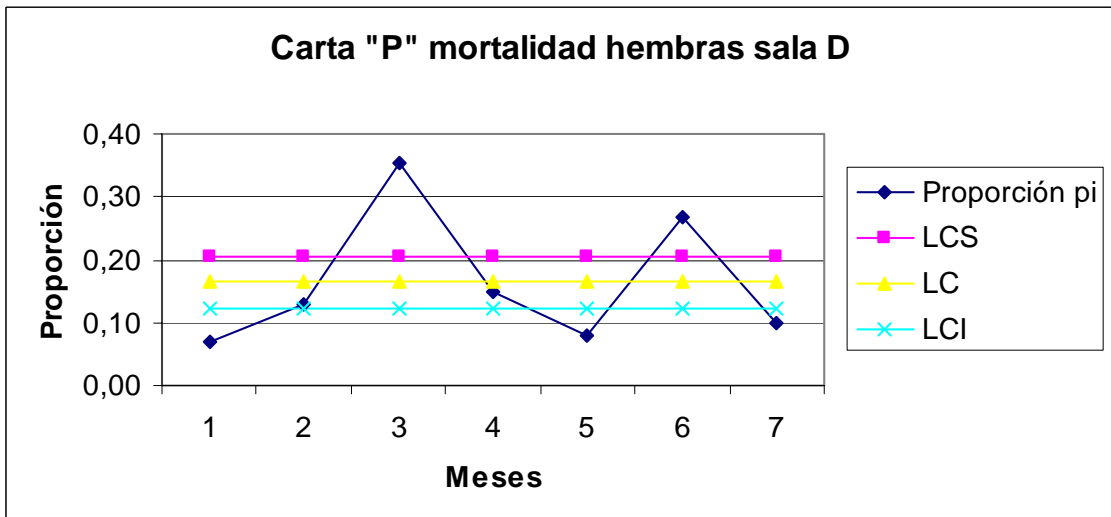
Anexo 30. Mortalidad de hembras en la sala B de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



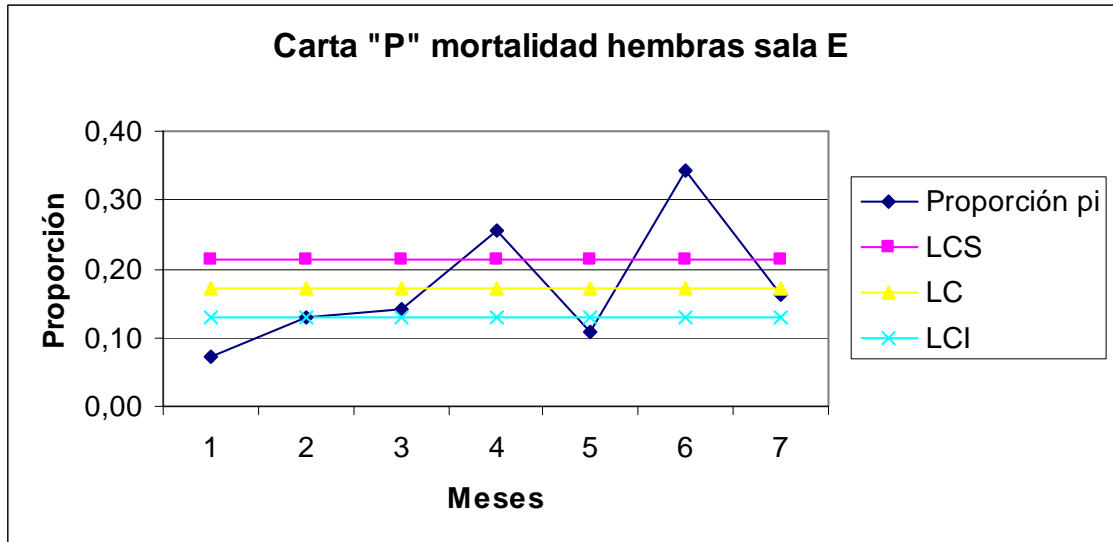
Anexo 31. Mortalidad de hembras en la sala C de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



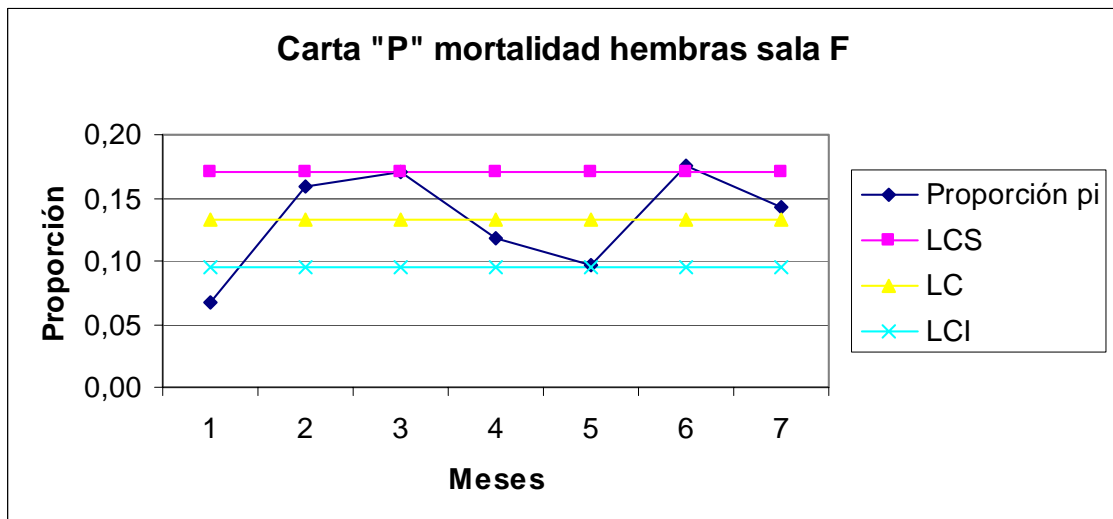
Anexo 32. Mortalidad de hembras en la sala D de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



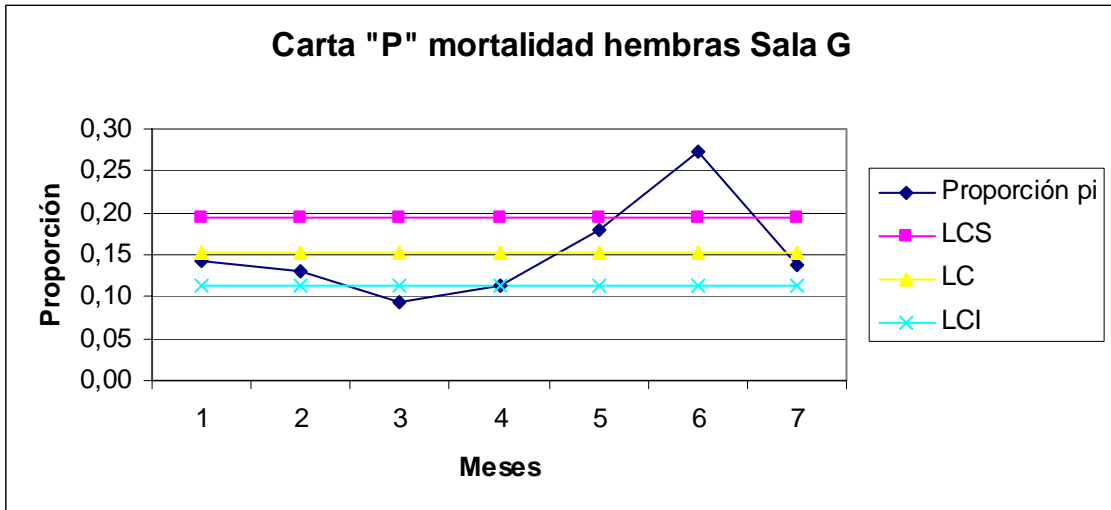
Anexo 33. Mortalidad de hembras en la sala E de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



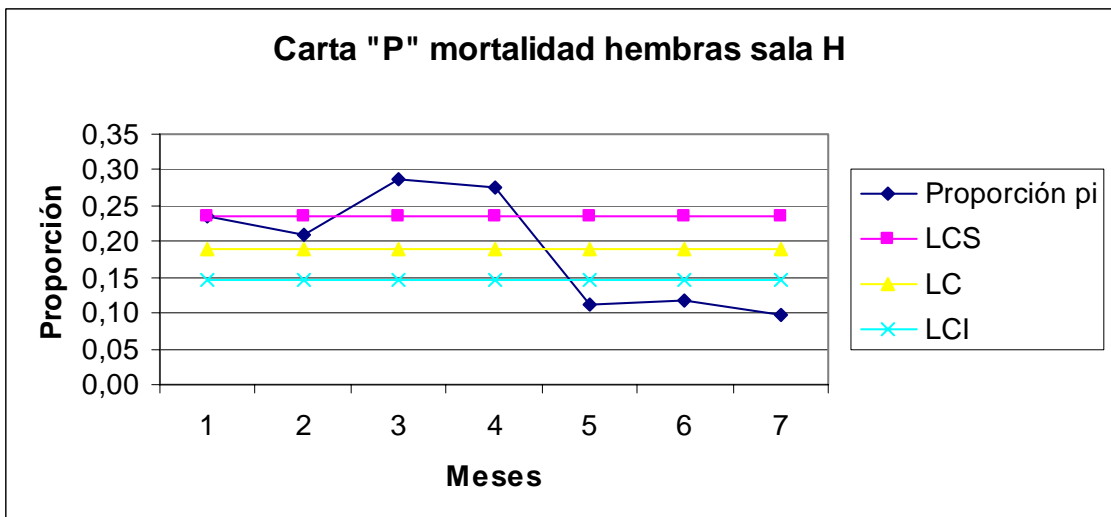
Anexo 34. Mortalidad de hembras en la sala F de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



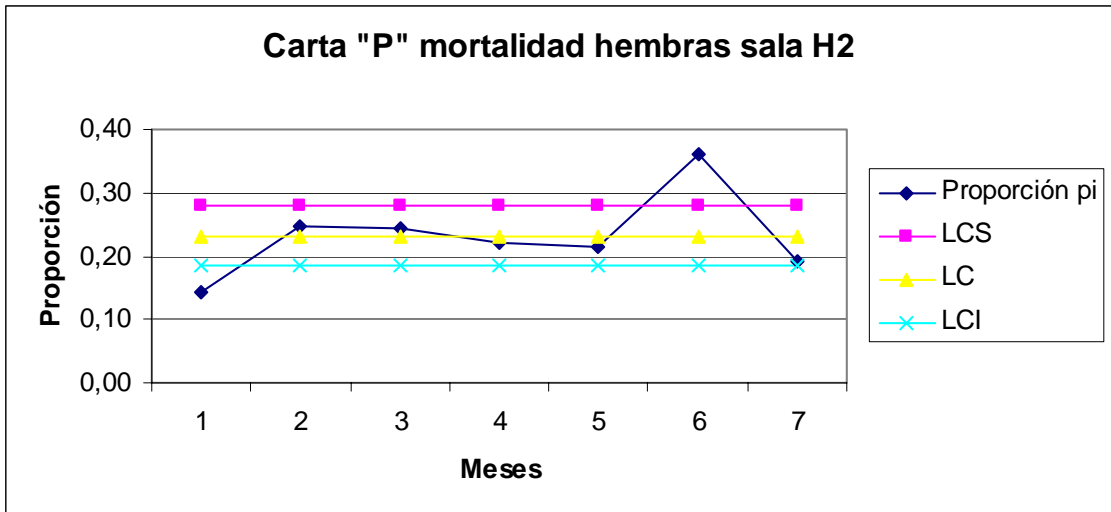
Anexo 35. Mortalidad de hembras en la sala G de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



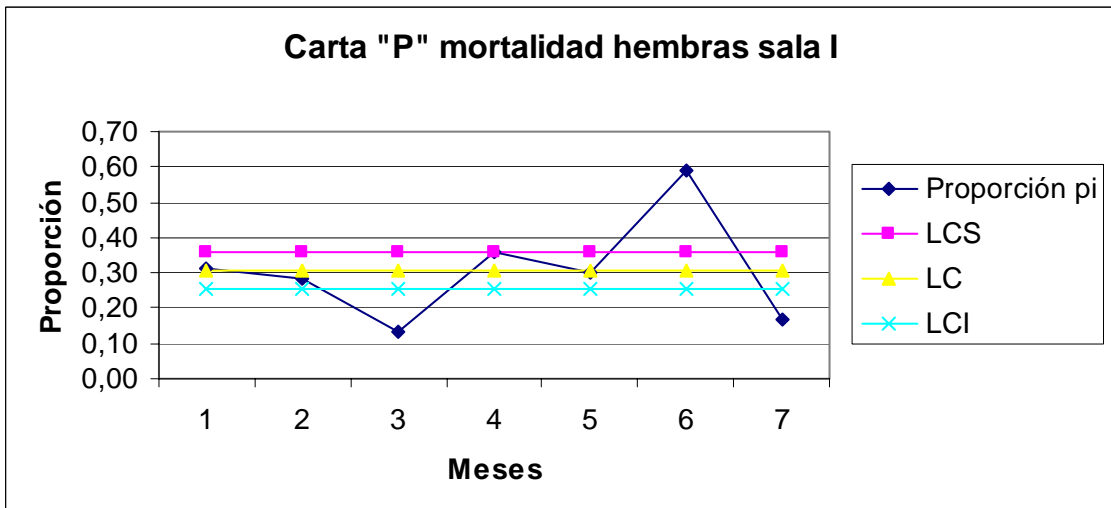
Anexo 36. Mortalidad de hembras en la sala H de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



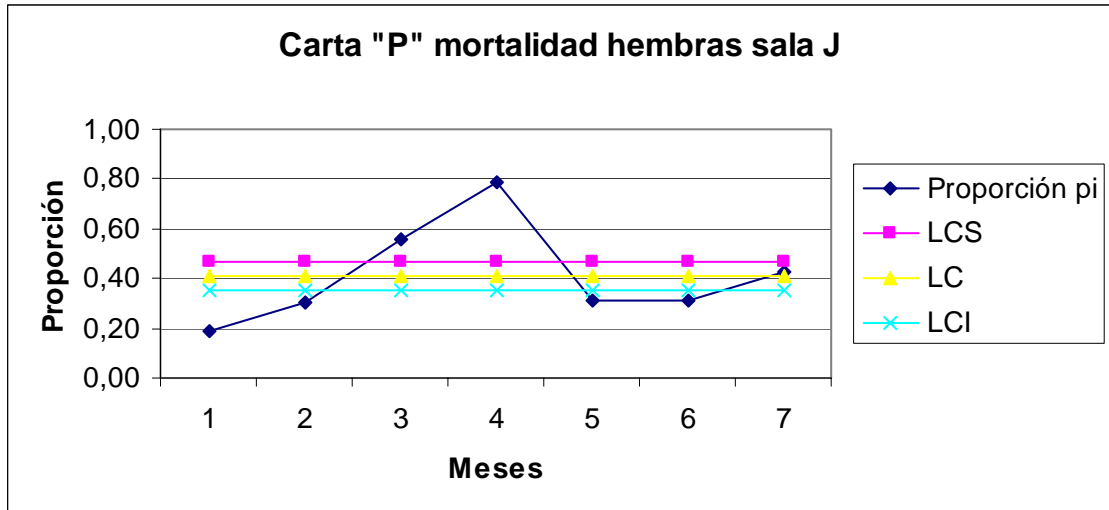
Anexo 37. Mortalidad de hembras en la sala H2 de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



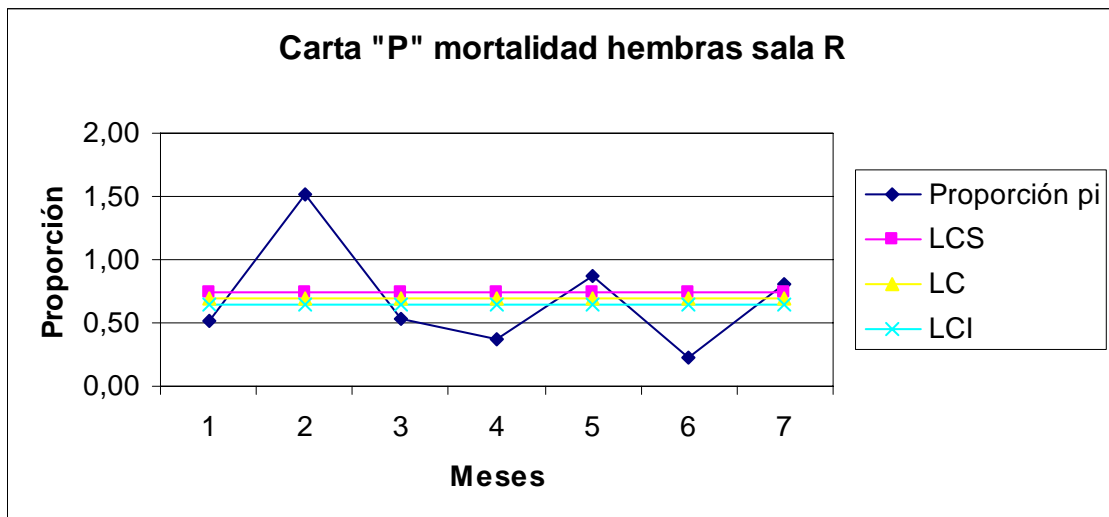
Anexo 38. Mortalidad de hembras en la sala I de febrero a agosto de 2005, Texcumar.




Anexo 39. Mortalidad de hembras en la sala J de febrero a agosto de 2005, Texcumar.




Anexo 40. Mortalidad de hembras en la sala R de febrero a agosto de 2005, Texcumar.



Anexo 41. Resultado del análisis de sólidos del agua según CSA.



CSA
CENTRO DE SERVICIOS
PARA LA ACUICULTURA




UNIDAD DE DIAGNOSTICO
UNION EUROPEA

RESULTADOS DE ANALISIS

Tipo de muestra:	AGUA
Análisis solicitado:	METALES PESADOS
Empresa:	TEXCUMAR
Fecha de recepción de la muestra:	16-marz-04
Fecha de envío al laboratorio:	16-marz-04
Fecha del resultado:	23-marz-04

Solicitud de análisis ESP - 004 - 2004

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO			METODO DE ANALISIS
		M 1	M 2	M 3	
HIERRO	mg/L	0,30	0,32	0,33	Absorción Atómica



Dra. Mariej-Gullian K.
Gerente General

Campus "Gustavo Galindo Velasco", Km. 30.5 Vía Perimetral • Telf.: (04) 2269471 / 45 / 55
Fax: (04) 2269445 • E-mail: csa@espol.edu.ec • P.O.Box: 09-01 4519 Guayaquil - Ecuador

Anexo 42. Nauplio.



Anexo 43. Instalación de las puntas en la costa de la playa.



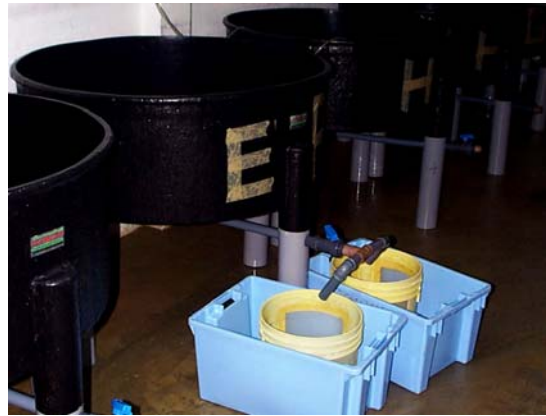
Anexo 44. Transporte de reproductores desde camaronera,



Anexo 45. Pesca de reproductores en camaronera.



Anexo 46. Cosecha de huevos en sala de desove.



Anexo 47. Fórmula Carta X-R

Carta X

$$\text{LCS} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{LC} = \bar{X}$$

$$\text{LCI} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

Donde:

LCS= Límite de control superior

LC = Límite central

LCI= Límite de control inferior

A₂= Factor de control de límite (ver tabla)

R= Rango

X= Media

Carta R

$$\text{LCS} = D_4 \bar{R}$$

$$\text{LC} = \bar{R}$$

$$\text{LCI} = D_3 \bar{R}$$

Donde:

LCS= Límite de control superior

LC= Límite central

LCI= Límite de control inferior

D₄= Factor de control de límite (ver tabla)

D₃= Factor de control de límite (ver tabla)

R= Rango

Tamaño de Subgrupo	Carta X	Carta R		Estimación
	A2	D3	D4	d2
2	1,880	0	3,267	1,128
3	1,023	0	2,575	1,693
4	0,729	0	2,282	2,059
5	0,577	0	2,115	2,326
6	0,483	0	2,004	2,534
7	0,419	0,076	2,924	2,704
8	0,373	0,136	1,864	2,847
9	0,337	0,184	1,816	2,970
10	0,308	0,223	1,777	3,078
11	0,285	0,256	1,744	3,173
12	0,266	0,283	1,717	3,258
13	0,249	0,307	1,693	3,336
14	0,235	0,328	1,672	3,407
15	0,223	0,347	1,653	3,472
16	0,212	0,363	1,637	3,532
17	0,203	0,378	1,622	3,588
18	0,194	0,391	1,608	3,640
19	0,187	0,403	1,597	3,689
20	0,180	0,415	1,585	3,735
25	0,153	0,459	1,541	3,931