# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

## Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

**"Patrones espaciales y temporales de la producción camaronera en el Golfo de Guayaquil"**

**Requisito para optar al grado de**

MAGISTER EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD ACUICULTURA MARINA

**Ernesto Regueira Linares**

**2001**

**TESIS ELABORADA CON EL SOPORTE DE:**

**FUNDACION CENAIM-ESPOL**

**COOPERACION TECNICA BELGA**

**UNIVERSIDAD DE GANTE - BELGICA**

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE LOBAINA - BELGICA**

**PROYECTO CRN-038 de IAI-TC3**

# VITA

Ernesto Regueira Linares, hijo de Benigno y Ernestina, nació el 5 de marzo de 1964 en Ciudad de la Habana, Cuba. Se graduó de Licenciado en Ciencias Biológicas en la Universidad de la Habana en 1986. Posteriormente comenzó a trabajar como Jefe del Departamento de Maduración y Banco de Reproductores en la Empresa Nacional de Camaronicultura de Santa Cruz del Sur (CULTISUR) en Camaguey, Cuba. En 1993, pasó a formar parte del Grupo de Investigación y Desarrollo de dicha entidad hasta 1999. En octubre de 1999 fue aceptado para realizar su grado de Maestría en la Escuela Politécnica Superior del Litoral (ESPOL) y el Centro Nacional de Acuicultura y Investigaciones Marinas (CENAIM) en Ecuador, concluyéndola en Octubre del 2001. El se casó con Diana Lamas, el 27 de Mayo de 1988 y tiene dos hijos: Ernesto, nacido el 3 de noviembre de 1988 y Andy, nacido el 20 de noviembre de 1992.

# DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL."

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

…………………………

Ernesto Regueira Linares

# TRIBUNAL DE TESIS

| | |
|---|---|
| **Ing. Eduardo Cervantes**<br>**Presidente del Tribunal** | **Jorge Calderón V., Ph.D.**<br>**Director de Tesis** |
| **María del Pilar C., Ph.D.c**<br>**Miembro del Tribunal** | **Laurence Massaut, Ph.D.**<br>**Miembro del Tribunal** |

**Ocean. Bonny Bayot**
**Miembro del Tribunal**

## AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento al Doctor Jorge Calderón V. por haber confiado en mí para la realización de esta tesis. Un especial agradecimiento a Bonny por su continua y desinteresada ayuda durante todo este tiempo.

Deseo expresar mi gratitud al Gobierno de Bélgica, la ESPOL y el CENAIM por todo el apoyo y facilidades brindadas para la materialización de este programa de maestría.

Por último, a todo el personal del CENAIM que de una forma u otra colaboraron y compartieron conmigo durante estos dos años, muchas gracias y hasta siempre.

# DEDICATORIA

*A mi esposa Diana y a mis hijos Ernesto y Andy,*
*por todo su amor, comprensión y sacrificio.*

# RESUM

Un estudio de los patrones temporales y espaciales de la producción camaronera fue realizado en el Golfo de Guayaquil. Los datos crudos de 3.952 ciclos de producción fueron compilados y se calcularon diferentes índices de producción y manejo. Para el estudio espacial fueron seleccionados 1.063 ciclos de producción pertenecientes a 15 granjas camaroneras durante el período 1998-2000 y analizados con 2 técnicas estadísticas: análisis de componentes principales (ACP) y regresión múltiple usando el modelo lineal general (MLG), el cual permite la inclusión de variables continuas y discretas. Un puntaje de componentes fue realizado a los componentes principales (CP) más significativos y los valores calculados fueron utilizados para elaborar isolíneas que mostraran la tendencia de la producción. Para el estudio temporal, fueron seleccionados 2.990 ciclos de producción pertenecientes a 4 granjas camaroneras durante el período 1986-2000. Las series de tiempo de los promedios mensuales de rendimiento final ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$) y supervivencia (%) fueron analizadas utilizando ACP y análisis espectral (AE). Un análisis de espectro cruzado entre los componentes significativos de las series de rendimiento y supervivencia y la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2 fue realizado para encontrar relaciones entre la variabilidad climática y las variaciones en la producción. Los resultados del ACP en la parte espacial mostró que los 3 primeros componentes principales fueron los más importantes en describir los sistemas estudiados para cada uno de los años incluidos en el análisis (1998, 1999 y 2000) y juntos contaron con 87,4%, 87% y 82,2%, respectivamente de la varianza total. Esos CP fueron descritos como producción, crecimiento y supervivencia. La distribución espacial de la producción mostró que las zonas de mayor producción fueron observadas al sur del Estero Salado y la región nororiental del Río Guayas mientras que las zonas de menor producción fueron observadas al centro y norte del estuario interior del Golfo de Guayaquil. El análisis de los MLG para las variables dependientes rendimiento final ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$), tasa de crecimiento ($g.semana^{-1}$) y supervivencia (%) revelaron que el

alimento balanceado fue el factor que más influyó en el modelo de rendimiento final, con el 85% de la variabilidad observada, mientras que la duración del cultivo con el 68% y el año de producción con el 71% de la variabilidad fueron las variables que más influyeron en los modelos de tasa de crecimiento y supervivencia, respectivamente. Los efectos de las variables incluidas en los modelos fueron analizados. El análisis de las series de tiempo reflejaron una gran variabilidad en el registro mensual de los datos y a su vez fueron observados componentes cíclicos a escala interanual. Los mayores rendimientos y supervivencias coincidieron con los períodos cálidos de los eventos ENOS (El Niño), mientras que las más bajos fueron observadas durante la fase fría de los ENOS, especialmente durante 1999-2000. Las granjas camaroneras ubicadas en la Isla Puná y Sabana Grande alcanzaron los rendimientos promedios anuales más elevados con 1.127,3 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$y 1.156 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ respectivamente durante los años 1987 y 1988 mientras que los menores rendimientos se obtuvieron en las granjas camaroneras ubicadas en la región de Taura y Isla La Seca con 133,6 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ y 62,9 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ respectivamente en el año 2000. Los mayores valores de supervivencia promedios anuales fueron obtenidos en las granjas camaroneras ubicadas en la Isla Puná y Sabana Grande con valores de 77,8% y 74,3% respectivamente durante los años 1991 y 1992, mientras que las más bajas supervivencias fueron alcanzadas en las granjas camaroneras ubicadas en Isla La Seca y Sabana Grande con valores de 11,8% y 18% respectivamente en el año 2000. El AE mostró que los picos espectrales más energéticos se encontraron en los períodos entre 56 y 84 meses (4,7 y 7 años), lo que evidencia la alta contribución e influencia de los eventos ENOS sobre las variables de producción en las granjas camaroneras. Los espectros cruzados permitieron encontrar correlaciones significativas entre las series de tiempo (componentes principales) de rendimiento final en las 4 granjas camaroneras analizadas y la temperatura del mar en la región Niño 1+2 a varias escalas de tiempo (36, 12 y 6 meses), lo que indica que independientemente de la localización geográfica de la granja camaronera, parte de la variabilidad de su producción es explicada por factores ambientales como la variabilidad climática a escala estacional y anual y los fenómenos climáticos globales ENOS.

# INDICE GENERAL

# INDICE DE FIGURAS

# INDICE DE TABLAS

# 1. INTRODUCCION.

El cultivo de camarón constituye una de las actividades de la acuicultura que a nivel mundial ha tenido mas rápido crecimiento en los últimos años. En 1998, la producción mundial de camarón de cultivo fue estimada en 737.200 TM, lo que representó un incremento del 12% con respecto a 1997 (Rosenberry 1998). En 1998, el hemisferio occidental produjo 207.000 TM de camarón entero, representando el 28% de la producción mundial. De ese total, Ecuador alcanzó una producción estimada de 156.000 TM, que representó el 63% de la producción regional (Rosenberry 1998; CNA 1999a).

El cultivo de camarón en Ecuador se inició en 1968, dando paso a una industria que por más de treinta años se ha mantenido activa y que hasta 1999 constituyó la segunda actividad económica del país, y el camarón, el tercer producto exportable. El sector camaronero en Ecuador posee en la actualidad una infraestructura con altos niveles tecnológicos y de inversión. Hasta 1999, se reportaban 175.253 hectáreas de cultivos de camarón, repartidas en las cuatro provincias costeras del Ecuador (El Oro, Guayas, Manabí y Esmeraldas). Además, habían construidos 312 laboratorios que permitían la producción de larvas de camarón fundamentalmente de la especie *Litopenaeus vannamei* durante todo el año. La industria también cuenta con 76 empresas de exportación y 21 fábricas especializadas en elaboración de alimento balanceado para la alimentación del camarón (CNA 1999b). El Golfo de Guayaquil, en la provincia del Guayas, es la región del Ecuador de mayor producción camaronera y donde se concentra la mayor parte de la industria. En 1998, la provincia del Guayas contaba con el 49% del total del área destinada al cultivo del camarón, repartida en 976 granjas camaroneras (CNA en prensa).

Sin embargo, durante los últimos años, la producción de camarón ha afrontado diversos problemas que han provocado fluctuaciones del crecimiento de la producción con consecuencias negativas en lo económico y social. Los principales problemas han sido:
1) Epidemiológicos, provocados fundamentalmente por la aparición de enfermedades virales como el Síndrome de Taura (TSV) en 1992 (Brock *et al*. 1995; Hasson, *et al*. 1995), también descrito como TS por (Jimenez 1992) y el Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV) en 1999 (CNA 2001), que han ocasionado mortalidad masiva del camarón cultivado en las piscinas y un decrecimiento en la producción nacional.

2) Disminución de la productividad, especialmente durante la última década, por actividades antropogénicas, tales como: contaminación por efluentes industriales/urbanos y agricultura (CAAM 1996).

3) Cambios climáticos de variabilidad interanual, especialmente relacionado a los eventos ENOS, cuyos efectos sobre la actividad camaronera no han sido lo suficientemente estudiados ni documentados.

En 1997 y 1998, el CENAIM ejecutó un proyecto de monitoreo para obtener información sobre algunas variables de producción y manejo en piscinas camaroneras ubicadas en el estuario interior del Golfo de Guayaquil (Bayot 1998, 1999), encontrándose patrones espaciales y temporales del rendimiento final y ocurrencia de enfermedades con alta correlación geográfica.

Durante 1999, el CENAIM ejecutó dos monitoreos nacionales (Calderón *et al*. 1999; Calderón *et al*. 2000) para conocer la prevalencia (proporción de animales infectados) del WSSV. Durante ambos monitoreos, se encontraron patrones en la distribución espacial de la enfermedad en las camaroneras del estuario interior del Golfo de Guayaquil y el Archipiélago de Jambelí.

Con el desarrollo de esta tesis se pretende identificar los patrones espaciales y temporales de la producción camaronera en el Golfo de Guayaquil y las variables de manejo y ambientales asociadas al cultivo del camarón. Un objetivo secundario de esta tesis está dirigido a discernir si los patrones de producción encontrados son causados por variables de manejo o ambientales o por una combinación de ellos.

# 2. <u>ANTECEDENTES</u>.

## 2.1. <u>INICIO Y EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD CAMARONERA</u>.

La primera exportación de camarón ecuatoriano ocurrió en 1954, cuando se comercializaba únicamente el crustáceo obtenido de la pesca artesanal e industrial, siendo la producción total durante ese año de 660 TM (Mc Padden 1985).

La industria de camarón a escala comercial en Ecuador se inició en 1968, en las cercanías de Santa Rosa, en la provincia de El Oro, con la cría de las especies nativas *L. vannamei* y *Litopenaeus stylirostris*. Para 1976, se habían autorizado 439 ha para ser convertidas en piscinas camaroneras. Sin embargo, no es hasta fines de la década del 70 que la industria empezó su verdadera expansión con la utilización de grandes extensiones de tierras salitrosas y la abundancia de larvas salvajes de camarón en las zonas costeras de las provincias de El Oro y Guayas, que posibilitaron el rápido desarrollo de la industria con bajos costos de producción. En 1979, alrededor de 24.000 ha estaban siendo utilizadas para el cultivo de camarón (Sutinen *et al*. 1989).

Entre los años 1979 y 1985, la producción de camarón en Ecuador experimentó un gran crecimiento, registrándose en 1983 su mayor nivel de producción con 44.600 TM, con una exportación valorada en 183 millones de dólares. Dicho incremento fue el resultado de una expansión de las áreas dedicadas al cultivo y a las fluctuaciones climáticas asociadas a los eventos ENOS (El Niño/Oscilación Sur), que entre 1982 y 1983 favorecieron la disponibilidad de larvas de camarón del medio natural (Weidner *et al*. 1992).

Pese a que en la década pasada el cultivo de camarón afrontó diversos problemas que provocaron fluctuaciones en su producción, Ecuador mantuvo su producción por encima de las 105.000 TM, alcanzando en el año 1998 la más alta producción de su historia con 153.729 TM, exportando alrededor de 114.795 TM de camarón por un valor de 875 millones de dólares (CNA 1999a). Sin embargo, a partir de 1999 la industria camaronera ecuatoriana se ha visto enfrentada a un nuevo desafío, por la presencia del Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV), el cual ha ocasionado grandes pérdidas en los cultivos. Durante 1999 la industria registró un descenso de la producción de camarón de un 20% y en las exportaciones de ese año, que cayeron en el 18% en volumen y el 30% en valores FOB con respecto al año 1998. Los ingresos por concepto de exportaciones ascendieron en 1999 a casi 617 millones de dólares (CNA en prensa).

Para finales del año 2000 la situación de la industria no había cambiado de manera significativa y según estimaciones de la Cámara Nacional de Acuicultura (CNA), las pérdidas económicas provocadas por esta enfermedad ascendían a 1.200 millones de dólares, 130.000 plazas de trabajos reducidas y sólo 80,000 hectáreas de producción en actividad de las 175.000 existentes en el país (CNA 2000).

## 2.2. GEOGRAFÍA COSTERA DEL ECUADOR.

La República del Ecuador esta situada en el borde oriental del Océano Pacífico, al noroeste de Suramérica. Su superficie es de 270.657 km$^2$, con un área continental de 262.657 km$^2$ y 8.010 km$^2$ en la parte insular. La plataforma continental que medida hasta los 200 metros de profundidad tiene 24.000 km$^2$, no sigue una disposición paralela a la costa, su pendiente es de

0,16 y su profundidad promedio es de 150 metros. Sobre esta plataforma se encuentran la mayor parte de las pesquerías ecuatorianas (Crespo 1997).

El Ecuador tiene cuatro provincias costeras: Esmeraldas, Manabí, El Guayas y El Oro. La línea costera tiene 950 km de longitud y 2.860 km de costas exteriores e interiores, desde el Río Mataje en la frontera con Colombia hasta la Boca de Capones en la frontera con el Perú. La costa ecuatoriana esta bañada por una masa de agua superficial tropical del Pacífico Norte con temperaturas y salinidades promedios de 25°C y 34 ups y una masa de agua de mezcla formada de agua superficial tropical del Pacífico Sur y de agua superficial Ecuatorial fría (Crespo 1997). Estas características de tipo oceanográfico, tipifican el mar ecuatoriano como de gran fertilidad y de elevada producción primaria, facilitando el desarrollo de diversas especies marinas de peces, crustáceos y moluscos.

## 2.3 GOLFO DE GUAYAQUIL.

El área del Golfo de Guayaquil es la región más importante de Ecuador. Con apenas el 19% de la extensión territorial del país, asienta al 45% de la población nacional. Constituye el más grande potencial agropecuario del Ecuador y de la costa Pacífica de América del Sur, produciendo el 68% de todos los productos alimenticios nacionales con una producción anual superior a 50.000 TM que incluye el 90% del camarón de exportación (CAAM 1996).

El Golfo de Guayaquil se divide naturalmente en un estuario interior que se extiende desde el extremo occidental de la Isla Puná en dirección noreste hasta el borde de la ciudad de Guayaquil, incluyendo los sistemas del Estero Salado, Canal de Cascajal y Jambelí, y un estuario exterior comprendido entre el lado occidental de la Isla Puná (80°1'W) y el meridiano 81˚0'W. El estero y los dos canales mencionados constituyen las principales vías marítimas de acceso a la ciudad de Guayaquil.

La Isla Puná constituye la barrera física que define dos canales: al noroeste el Canal del Morro de 8 km de ancho que conecta el estuario exterior con el Estero Salado y al sudeste el Canal de Jambelí, de ancho variable entre 11 y 28 km que conecta el estuario exterior con el Río Guayas. El extremo norte del Río Guayas y del Estero Salado están conectados por medio de una esclusa construida en el Estero Cobina; por el sur el Río Guayas y el Estero Salado se comunican a través del Canal de Cascajal de aproximadamente 4 km de ancho y 8 m de profundidad.

El origen del Estero Salado se debe al aporte sedimentario del Río Guayas. Los sedimentos han constituido un complejo sistema de islas separadas por canales de marea hasta llegar a separar los actuales cauces del Río Guayas y del Estero Salado, constituyendo una larga barrera desde la Ciudad de Guayaquil hasta las proximidades de la Isla Puná. El proceso de asolvamiento en el Río Guayas ha originado que el nivel del mismo sea superior al del Estero Salado. El único aporte de agua dulce desde el río hacia el Estero Salado se realiza a través del Canal de Cascajal. Su baja salinidad (12 a 23 ups), se debe a que las corrientes de marea empujan aguas de las dos cargas fluviales del Guayas hacia el estero.

## 2.4. HIDROLOGÍA.

El Golfo de Guayaquil constituye el estuario más grande de la costa suramericana. En el Golfo desembocan las aguas de numerosas cuencas hidrográficas cuya extensión aproximada es de 32.600 $km^2$, que representan el 55% de la superficie total de la vertiente occidental de los Andes ecuatorianos. El Río Guayas está conformado por la confluencia del Río Daule y el Río Babahoyo y constituye la mayor fuente de agua dulce que desemboca en el Golfo de Guayaquil. Esta agua dulce entra al estuario del río Guayas y en menor cantidad al Estero Salado y luego fluye a lo largo de 55 km en el Golfo de Guayaquil.

El Río Guayas tiene una descarga media de 1.143,7$m^3.seg^{-1}$, siendo la más alta entre los 30 ríos que se encuentran en la zona costera de Ecuador, representando el 39% del total descargado en la región. La descarga del Río Guayas varía según las estaciones, con rangos de 200 $m^3.seg^{-1}$ durante la estación seca a 1.600 $m^3.seg^{-1}$ en la estación húmeda. Las mareas son semidiurnas y tienen igual amplitud (1,8 metros) en el Golfo de Guayaquil, pero se amplifican a 3-5 metros en el estuario del río Guayas, cerca de la ciudad de Guayaquil. El tiempo de renovación en el Golfo de Guayaquil es alrededor de 21 días (Twilley 1989).

## 2.5. CLIMATOLOGÍA.

En el Ecuador existen tres zonas climáticas a lo largo de la costa. Un moderado clima húmedo en el sur con abundantes agua de escorrentías alrededor de Guayaquil, una zona central árida en la provincia de Manabí con muy poca vegetación y una zona tropical húmeda con abundante precipitación y escorrentías en la parte norte, cerca de Esmeraldas. Más del 95% de las precipitaciones anuales caen durante la estación húmeda (cálida) de enero a mayo y varían entre 500 mm en las provincias centrales y la costa de las provincias sureñas, hasta cerca de 3.000 mm en Santo Domingo de los Colorados en el norte. Las temperaturas medias anuales son de 24˚C a 27˚C y varían poco a lo largo de la costa, siendo el potencial de transpiración de alrededor de 1.300 mm por año (Twilley 1989).

### 2.5.1. **Variaciones estacionales.**

El Golfo de Guayaquil está localizado en una región de clima tropical que presenta marcadas variaciones estacionales: un período lluvioso de enero a abril, dos períodos de transición climática: de mayo a junio y de noviembre a diciembre y un período seco de julio a octubre (Cornejo com. pers.; Pesantes 1998). La precipitación media en el Río Guayas es de 885 $mm.año^{-1}$, que varia durante el año entre menos de 400 mm y más de 1.800 mm (Twilley 1989; Pesantes 1998).

La temperatura superficial del agua en el Golfo de Guayaquil exhibe una fuerte variación estacional. Durante la época seca la temperatura varía de 22˚C en la entrada del Golfo a 25˚C en el estuario interior mientras que en la estación húmeda ésta se incrementa a alrededor de 28˚C. La salinidad también esta sometida a cambios estacionales. Durante la época seca la salinidad decrece de 34 ups en el estuario exterior a 30 ups en el estuario interior, mientras que en la estación húmeda esta puede decrecer hasta 20 ups en el estuario interior, debido fundamentalmente a un incremento de la descarga en el río Guayas (Stevenson 1981; Jimenez *et al*. 2000).

### 2.5.2. Variaciones interanuales.

Los patrones normales del clima en Ecuador se ven alterados por fenómenos climáticos de variabilidad interanual, especialmente relacionado al evento ENOS. El fenómeno El Niño ha repercutido intensamente sobre las pesquerías y la acuicultura de camarón en Ecuador. Durante El Niño 1982-1983 la pesca industrial de camarón obtuvo grandes beneficios con el incremento de las temperaturas producidas por las condiciones oceanográficas anómalas. Las capturas totales de camarón reportadas por la flota camaronera en 1983 se incrementaron en más de un 200% en comparación con años anteriores, produciéndose 8.900 TM de camarón. Debido a la abundancia de hembras reproductoras y de postlavas de camarón silvestre la producción de camarón de cultivo también registró un incremento durante 1983, alcanzándose una producción de 35.700 TM (Mc Padden 1985).

El fenómeno El Niño 1982-1983 tuvo un impacto negativo desde el punto de vista socio-económico en las regiones costeras del Ecuador, causado por un incremento de las precipitaciones que ocasionaron inundaciones y deslizamientos de tierra, daños en las carreteras, agricultura y pesquerías costeras. Los daños causados por este fenómeno en 1983 fueron calculados en 400 millones de dólares (Weidner *et al*. 1992).

Se considera que el fenómeno El Niño de 1997-1998 es el segundo más fuerte calentamiento registrado en el siglo XX en el océano Pacífico. El impacto negativo sobre las pesquerías durante 1997 fue considerable, reportándose una disminución entre un 10% y 20% de las capturas totales de pescado (FAO 1998). Los efectos de El Niño 1997-1998 sobre la acuicultura de camarón en Ecuador fueron tanto negativos como positivos. Por un lado la producción de camarón se incrementó en más de un 30% en 1997 y 1998 (159.729 TM) con relación a 1996 (116.043 TM). Esto se debió fundamentalmente a una gran abundancia de larvas de camarón en el medio natural que influyó directamente en un incremento en el número de hectáreas de cultivo. Por otro lado se registraron grandes afectaciones como el colapso de laboratorios de larvas de camarón debido a inundaciones provocadas por las intensas lluvias que ocasionaron la destrucción de puentes y carreteras con las consiguientes dificultades en el transporte de larvas de camarón y la falta de insumos y un incremento en los precios del alimento balanceado por la reducción de las capturas de especies de peces pelágicos utilizados para la producción de harina de pescado. La CNA (1998) reportó grandes afectaciones en el sector camaronero, donde 3.400 ha de cultivos sufrieron pérdidas de productos y daños en su infraestructura en alrededor de 8 millones de dólares.

En general, los eventos de El Niño son seguidos por períodos excepcionalmente fríos denominados La Niña. Durante La Niña, se observan anomalías en el océano y la atmósfera opuestas a las de El Niño. La temperatura del Océano Pacífico ecuatorial decrece entre 2 y 3°C bajo lo normal y los vientos Alisios se intensifican en la misma franja favoreciendo el proceso de afloramiento a lo largo de las costas de Ecuador y Perú así como en la zona ecuatorial (Cornejo 1998).

Los efectos de La Niña sobre las pesquerías son generalmente positivos, incrementándose las capturas de especies pelágicas comerciales como las sardinas y otras especies utilizadas para la elaboración de la harina de pescado; mientras que la pesca de camarón se restringe a la zona norte de la costa ecuatoriana, donde las temperaturas permanecen generalmente cálidas. Durante el fenómeno de La Niña en los años 1988 y 1995 la pesca de camarón disminuyó alrededor de un 44% con relación a los años El Niño precedentes. La producción en piscinas camaroneras disminuyó solo un 6% durante 1988, mientras que durante 1995 no hubo afectación, debido en parte a la capacidad de los laboratorios de producción de camarón de suministrar larvas de camarón cuando la colecta de larvas silvestres disminuyó por efecto de las temperaturas frías (Cornejo 1998).

## 2.6. FACTORES ANTROPOGÉNICOS.

Durante los últimos años, los recursos pesqueros renovables, el ecosistema que los soporta y la calidad de agua en el Golfo de Guayaquil, incluyendo los ríos y estuarios que allí confluyen, se han visto afectado por actividades antropogénicas (CAAM 1996). El Estero Salado y parte de los ríos Guayas, Daule y Babahoyo demuestran fuertes evidencias de eutroficación (Rendón *et al*. 1993; Solórzano 1989). Las principales causan de deterioro son: los desechos urbanos e industriales de la Ciudad de Guayaquil, las actividades minera, agrícola, acuícola, sistemas de irrigación y drenaje y explotación de petróleo y gas.

Debido a la falta de facilidades para el tratamiento de los desechos, el 70-80% de los desechos domésticos totales de la ciudad de Guayaquil ingresan al río Guayas y al Estero Salado introduciendo nitrógeno, fósforo, bacteria fecal y virus, creando una alta demanda biológica de oxígeno (DBO) e hipernitrificación (Twilley 1989). Las diversas actividades industriales de la ciudad también resultan en la descarga de un amplio rango de químicos, incluyendo blanqueadores y cloraminas, metales pesados y orgánicos de alto peso molecular, originados de aceites y plásticos (Callejas y Ormaza 1993).

La agricultura, que es la segunda actividad económica del Ecuador, esta dominada en la provincia del Guayas por los cultivos de banano, cacao y arroz. La utilización de grandes cantidades de fertilizantes, herbicidas y fungicidas, incluyendo algunos agroquímicos cuyo uso están prohibidos en otros países (ej. DDT) han provocado que parte de estas sustancias lleguen a los cursos de agua de los ríos que desembocan en el Golfo de Guayaquil con el consiguiente deterioro de la misma (Solórzano 1989).

Aunque la construcción de piscinas camaroneras ha provocado la destrucción de manglares con consecuencias negativas sobre la producción de larvas de peces y camarones, el impacto de la acuicultura sobre la calidad de agua en las aguas estuarinas y costeras del Ecuador no ha sido ampliamente estudiado (CAAM 1996).

Grandes proyectos hidráulicos como el trasvase Daule-Peripa han cambiado el flujo de agua hacia el Golfo, reduciendo la tasa de renovación y limpieza de contaminantes, y afectando los procesos biogeoquímicos (CAAM 1996). Otros proyectos de ingeniería de gran escala dentro de la cuenca del Golfo, que incluye el dragado del Río Guayas y del Estero Salado para fines de navegación y extracción, la construcción de nuevas carreteras principales y de circunvalación de la ciudad, así como la construcción en zonas inter-mareales de obras residenciales tienen grandes impactos negativos para el medio ambiente.

## 2.7. GRANJAS CAMARONERAS.

El 96% del camarón que Ecuador produce actualmente proviene del cultivo en piscinas. En 1999, el Centro de Levantamiento Integrados de Recursos por Sensores Remotos (CLIRSEN) detectó que la superficie ocupada por las instalaciones camaroneras en ese año fue de 175.254 ha (CNA en prensa). Hasta 1998, la Subsecretaria de Recursos Pesqueros registró 2.006 granjas, de las cuales 916 están ubicadas en zonas altas y 1.090 en zonas de playas localizadas en las cuatro provincias costeras del Ecuador (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de las granjas camaroneras en Ecuador de acuerdo a las zonas de localización

| Provicias | Total de camaroneras | Distribución por superficies | Zonas de localización | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Altas | De Playa |
| Guayas | 976 | 49% | 456 | 520 |
| El Oro | 448 | 22% | 154 | 294 |
| Manabí | 407 | 20% | 211 | 196 |
| Esmeraldas | 175 | 9% | 95 | 80 |
| Total | 2.006 | 100% | 916 | 1.090 |

Fuente: Subsecretaría de Recursos Pesqueros, 1998.

Aunque el cultivo de camarón se originó en la provincia de El Oro, la más grande concentración de granjas camaroneras se encuentra situada en la provincia del Guayas, en las islas entre el Estero Salado y el Río Guayas y sobre el banco noroeste del Estero Salado. En 1999, la provincia del Guayas tenía el 49% de la superficie de todas las camaroneras, seguida por las provincias de El Oro, Manabí y Esmeraldas (CNA en prensa). El tamaño de las granjas camaroneras también varía considerablemente (Tabla 2). La mayoría de las granjas son pequeñas, produciendo pequeñas cantidades de camarón, mientras que pocas granjas tienen algunos cientos de hectáreas y tienen altos niveles de producción.

Tabla 2. Distribución de granjas camaroneras en Ecuador por superficie

| Tamaño de las granjas | Porcentaje (%) |
|---|---|
| 0 a 50 ha | 63,3 |
| 50 a 150 ha | 21,5 |
| 150 a 250 ha | 11,9 |
| 250 o más ha | 3,2 |

Fuente: Cámara Nacional de Acuacultura, 1998.

## 2.8. SISTEMAS DE CULTIVO.

La acuicultura de camarón del Ecuador emplea tres métodos de cultivo fundamentalmente:

### **2.8.1. Extensivo.**

El método extensivo es el más simple. Este tipo de cultivo es común en las pequeñas y viejas granjas de la provincia de El Oro, donde se originó el cultivo de camarón en Ecuador (Mc Padden 1985). Este sistema tiene bajos niveles tecnológicos y utiliza bajas densidades de siembra (< 3 animales.$m^{-2}$), sin alimentación (Tabla 3). Los estanques utilizados en este tipo de cultivo son de superficie variable, aunque es frecuente encontrarlos de gran tamaño, que en algunos casos exceden las 50 ha. Este método no usa fertilización y la producción se basa en la productividad natural y en los blooms de fitoplancton para administrar la alimentación requerida. El intercambio de agua y la demanda de oxígeno es baja, pues la biomasa de animales no es significativa.

Los rendimientos en esta clase de operación son bajos, alrededor de 270 kg.$ha^{-1}$.$año^{-1}$ de cola de camarón y la demanda de mano de obra es de una persona por cada 30 ha. Esta forma de cultivo puede arrojar rendimientos relativamente satisfactorios cuando existe un manejo apropiado, pero resulta poco rentable (Weidner *et al*. 1992).

En 1998, el 60% de las hectáreas en producción en Ecuador estaban bajo el método extensivo de cultivo, pero esas granjas camaroneras solo producían el 40% de la producción total de camarón (Hirono y Leslie 1992; Rosenberry 1998).

### 2.8.2. <u>Semi-intensivo</u>.

Este tipo de sistema se desarrolla en las provincias de Manabí, Guayas, El Oro y Esmeraldas. El número de granjas en la cual se aplica ha aumentado progresivamente desde 1998, cuando alrededor del 30% de estas tenían superficies medianas y producían el 60% de la producción camaronera (Rosenberry 1998). La CNA (en prensa) indicaba que los cultivos de tipo semi-intensivo representaban el 46% del total del área camaronera de Ecuador en 1999. El sistema semi-intensivo se distingue por el uso de mas altas densidades de siembra (4 a 12 animales.$m^{-2}$). Se utiliza alimentación suplementaria y fertilización a través del ciclo de cultivo y hay un monitoreo de las variables ambientales y la biomasa de los camarones.

Los rendimientos promedios de este sistema son de alrededor de 1.000 kg.$ha^{-1}$.$año^{-1}$, con una duración de cultivo entre 120 y 140 días por cosecha (Tabla 3). En las granjas de camarón donde se prefiere usar alimento suplementario durante el ciclo de crecimiento, se obtienen mejores índices de conversión, los cuales se encuentran entre 1,8 a 2,3 libras de alimento por libra de camarón. El nivel tecnológico de este sistema es de moderado a alto y la demanda de mano de obra es de 1 persona por ha.

### 2.8.3. <u>Intensivo</u>.

El método de cultivo intensivo solo ha sido usado experimentalmente en Ecuador y ha despertado poco interés dentro de los productores debido fundamentalmente a los altos niveles de inversión requeridos y a los beneficios que se obtienen con los métodos extensivo y semi-intensivo (Tabla 3).

En este método de cultivo el nivel tecnológico es alto y se requiere personal especializado en varias disciplinas. La superficie empleada es pequeña, con estanques entre 0,1 y 5 ha y altas densidades de siembra (80 a 500 animales.m$^{-2}$) (Weidner *et al*. 1992). Algunos aspectos en el manejo de las piscina como alimentación, calidad de agua, temperatura y aireación son cuidadosamente monitoreados y controlados. En este tipo de cultivo hay un alto riesgo de enfermedades, las que están relacionadas con la calidad de la larvas, fuente de estrés y otros. En este sistema hay una demanda de mano de obra de 1 persona por cada 0,3 ha. En 1997, se reportaron algunas prácticas intensivas en Ecuador, pero estas solo totalizaron el 10% del área dedicada al cultivo de camarón, representando alrededor de un 0,2% de la producción (Rosenberry 1997). Durante los años 2000 y 2001 varias granjas dedicadas al cultivo de langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* han sido convertidas al cultivo intensivo de camarón (Calderón, com. pers.)

Tabla 3. Características principales de los diferentes sistemas utilizados para el cultivo de peneidos alrededor del mundo (Hirono 1983; Hirono y Leslie, 1992; Clifford 1992; Rosenberry 1995)

| **Características** | **Extensivo** | **Semi-intensivo** | **Intensivo** |
|---|---|---|---|
| Tamaño de los estanques (ha) | > 10 | 5-25 | 0,1-5 |
| Fuente de semillas | Silvestre | Silvestre o laboratorio | Laboratorio |
| Estanques de precría | No | Sí | Sí |
| Densidad de siembra (animales. m$^{-1}$) | < 3 | 4-20 | > 20 |
| Recambio de agua (%) | 0-5 | 5-10 | > 30 |
| Aereación | No | A veces | Si |
| Tipo de Alimento | Alimento natural y fertilización | Alimento suplementado y fertilización | Alimento formulado |
| Rendimientos (TM.ha$^{-1}$) | 0,05-0,5 | 0,5-5 | 5-20 |
| Costos de Producción (USD.kg$^{-1}$) | 1-3 | 2-6 | 4-8 |

## 2.9. ENFERMEDADES.

Las enfermedades son uno de los mayores problemas que enfrenta hoy en día el cultivo de camarón alrededor del mundo. El rápido desarrollo de la industria ha ido acompañado del impacto negativo de las enfermedades, las cuales han ocasionado altas mortalidades y grandes pérdidas económicas (Treece y Yates 1988; Lightner 1993). En Asia, la aparición de virus asociados con mortalidades masivas ha ocurrido de forma frecuente como los registrados en Taiwán entre 1987-1988, ocasionados por el Baculovirus del *Penaeus monodon,* de acuerdo con lo reportado por Liao en 1992 (Flegel y Pasharawipas, 1998). Eventos similares se produjeron en Tailandia e India donde se reportaron pérdidas en los cultivos de *P. monodon* ocasionadas por el Virus de la Cabeza Amarilla (YHV), reportado inicialmente por Chalor Limsuwan en 1990 (Pasharawipas *et al.* 1997) y el virus de la Mancha Blanca (WSSV) (Wongteerasupaya *et al.* 1995; Hameed *et al.* 2000). Más recientemente, a finales de 1998, se reportó en Taiwán la aparición de mortalidades severas en cultivos de *L. vannamei* debido al Virus del Síndrome de Taura (TSV) (Tu *et al.* 1999).

La primera enfermedad de camarones registrada en la historia del Ecuador fue causada por el Síndrome de la Gaviota entre los años 1989 y 1990 (Stern 1995). Fue denominado así debido a la presencia de gaviotas y otras aves marinas que capturaban a los camarones moribundos en los bordes de las piscinas. Estudios realizados determinaron que las mortalidades se debieron a bacterias, principalmente del género *Vibrio sp*, que originaron infecciones en los camarones, caracterizadas por bacteremia-septicemia (Lightner *et al.* 1992). Las principales mortalidades de camarones se presentaron en camaroneras localizadas en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, en áreas aledañas a la zona que estaba siendo dragada para permitir la libre navegación en los canales de comunicación al Puerto Marítimo de la ciudad de Guayaquil. La suspensión de grandes cantidades de sedimentos, ricos en materia orgánica y bacterias productos del dragado del canal de acceso al Puerto Marítimo, contribuyeron a incrementar la biomasa bacteriana en la columna de agua, la misma que fue bombeada a las piscinas camaroneras, originando grandes mortalidades en los camarones (Jimenez 1997).

En 1992 se presentó un nuevo evento que afectó el crecimiento de la industria. A finales de ese año se comenzaron a observar mortalidades significativas en las camaroneras, principalmente en los camarones entre 0,5 y 3 g de peso en la zona de Taura, provincia del Guayas (Jimenez 1992; Wigglesworth 1994). Debido a las características histopatológicas que presentaban los animales afectados, las cuales se caracterizaban por necrosis multifocal de la epidermis cuticular y por el lugar en que apareció, se le denominó a esta patología Síndrome de Taura. Esta enfermedad se extendió paulatinamente hasta afectar en 1993 las granjas camaroneras en el interior del Golfo de Guayaquil, provocando tasas de mortalidades entre 60% y 90% en juveniles de *L. vannamei.* Se calcula que las pérdidas en la producción provocadas por este Síndrome durante los años 1993-1994 estuvieron entre 15% y 30% y las pérdidas económicas valoradas en alrededor de 300 millones de dólares (CNA 1995; Rosenberry 1999).

En 1999 se presentó en Ecuador el Virus de la Mancha Blanca (WSSV). Los primeros brotes de la enfermedad fueron observados a finales de mayo del 1999 en la provincia de Esmeraldas, expandiéndose rápidamente hacia zonas de otras provincias costeras del Ecuador donde se desarrolla el cultivo de camarón. Este virus fue observado por primera vez en Asia durante los años 1992-1993 (Huang *et al.* 1994; Inouye *et al*. 1994; Nakano *et al*. 1994; Chen 1995). La enfermedad tuvo una rápida propagación y para 1995 ya se reportaba su presencia en el hemisferio occidental, en camarones infectados de Texas (Durand *et al*. 1996; Lightner 1996) y durante 1997 y 1998 en Carolina del Sur, América Central y Sur América (Lightner 1999; Jory y Dixon 1999).

Durante 1999, el CENAIM ejecutó dos monitoreos nacionales (Calderón *et al*. 1999; Calderón *et al*. 2000) para conocer la proporción de animales infectados con WSSV y determinar el impacto de la enfermedad en las granjas camaroneras. En ese estudio se determinó que el 70% de las muestras analizadas por Polymerase Chain Reaction (PCR) de un total de 240 piscinas en 79 camaroneras, resultaron positivas para WSSV. La provincia con la prevalencia más alta fue Esmeraldas con un 83% y la más baja fue Manabí con un 59%. También fueron monitoreados 51 laboratorios de producción de larvas donde se encontró que la prevalencia más alta de la enfermedad se encontró en Esmeraldas con un 92%. En una segunda etapa del monitoreo, entre septiembre y octubre de 1999 el 70% de las muestras analizadas en las camaroneras resultaron positivas para WSSV, produciéndose un incremento de piscinas infectadas en las provincias de Guayas y El Oro con respecto al primero. Estimaciones realizadas en 1999 por personal técnico de CENAIM, durante el monitoreo nacional de Mancha Blanca, reveló que aproximadamente un 50% de las granjas camaroneras estaban paralizadas y que del grupo que estaban trabajando, sólo el 54% de las piscinas estaban cultivadas (Bayot, com. pers.).

Los daños ocasionados por el WSSV a la industria camaronera del Ecuador han sido severos. Según estimaciones de la CNA, hasta octubre del 2000, las exportaciones del crustáceo llegaron a 68 millones de libras con ingresos de 249 millones de dólares, lo que representó una caída de 65% con relación al período enero-octubre de 1999, en que se generaron 567 millones de libras y 193 millones de dólares. De las 75 plantas de proceso que operaban antes de la aparición de la enfermedad, más de 50 habían cerrado y las restantes trabajaban al 20% de su capacidad. Alrededor del 60% de los laboratorios de producción de larvas de camarón estaban paralizados y las empresas proveedoras de insumos para la acuicultura disminuyeron sus ventas entre un 50 y 70% (CAN 2000).

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 3.1. ÁREA DE ESTUDIO.

El estudio fue realizado en 15 granjas camaroneras, ubicadas en diferentes regiones del estuario interior del Golfo de Guayaquil (Figura 1), donde está localizada el área de mayor producción camaronera en Ecuador.

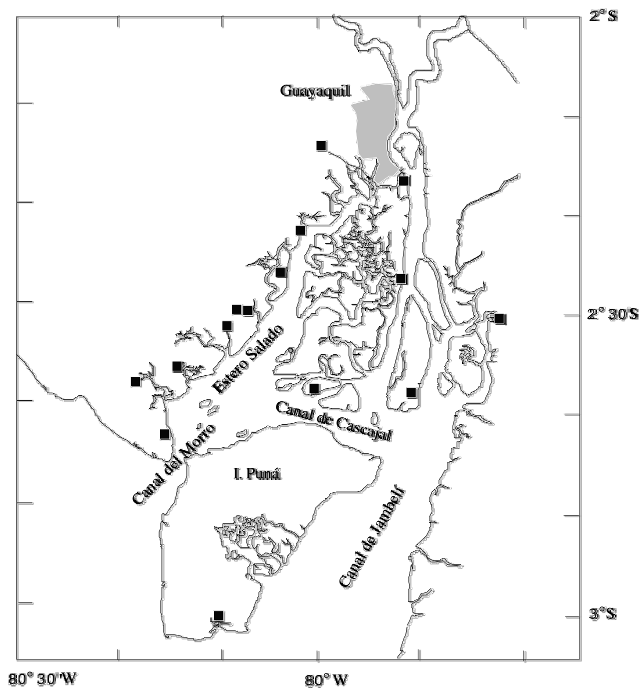



Figura 1. Ubicación de las 15 granjas camaroneras en el Golfo de Guayaquil

### 3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS.

Los datos crudos de 3.592 ciclos de producción, cultivados con camarón blanco *L. vannamei* fueron compilados en una base de datos. Con esta información se calcularon los siguientes índices productivos: 1) rendimiento final, calculado como biomasa final de camarones por hectárea, expresado en $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$; 2) rendimiento diario, calculado como biomasa promedio diaria de camarones, expresado en $kg.ha^{-1}.día^{-1}$; 3) tasa de supervivencia de los camarones, expresado en porcentaje; 4) tasa promedio de crecimiento, expresado en g.semana$^{-1}$ y 5) peso promedio de los camarones al finalizar el ciclo de cultivo, expresado en gramos. Los índices de manejo calculados incluyeron: 1) balanceado suministrado durante el ciclo de cultivo, expresado en kg.ha$^{-1}$.ciclo$^{-1}$; 2) densidad de camarones al inicio y al final del ciclo de producción, calculado como animales.m$^{-2}$; 3) duración del cultivo, expresado en días; 4) tipo de siembra (clasificada como directa o transferencia) y 5) origen de la larva (clasificada como silvestre o laboratorio). Otras variables incluidas en la base de datos fueron año de producción y tamaño de piscina. Adicionalmente, se incluyó una variable relacionada con el ambiente y se refería a la época del año en que fueron sembradas las piscinas y fue dividida en 2 períodos (húmedo y seco).

## 3.3. METODOLOGÍA EMPLEADA.

### 3.3.1. Análisis espacial.

Para el estudio espacial de los patrones de producción se seleccionaron y analizaron datos de 1.063 ciclos de producción pertenecientes a 15 granjas camaroneras, para el período comprendido entre 1998 y el 2000.

Debido a que en el período de estudio el comportamiento de la producción había sido marcadamente diferente y la base de datos contenía variables que describían diferentes aspectos de la producción y el manejo del cultivo de camarones, un análisis de componentes principales (ACP) para cada año fue utilizado para examinar patrones de correlación entre las variables. Este análisis fue seleccionado porque permite explorar datos de sistemas complejos como son las piscinas camaroneras, donde hay un alto grado de interacción entre los diferentes elementos del sistema. El ACP permite identificar estructuras dentro de un conjunto de variables y reducir el número de variables originales en un nuevo conjunto de variables o factores que cuentan con la mayoría de la varianza de los datos (Dillon y Goldstein 1984). Este análisis asume que las nuevas variables son combinaciones lineales de las variables originales, siendo independientes unas de otras. Para la selección de los componentes principales mas significativos se utilizó el criterio de retener las componentes cuyos valores propios fueran mayores que 1 (Mardia *et al.* 1979). Para la interpretación de las variables originales con cada componente, sólo los coeficientes de correlación mayores a 0.5 fueron considerados significativos (Milstein 1993).

Un puntaje de componentes fue realizado a las 15 granjas camaroneras en estudio a partir de los componentes principales retenidos (Dillon y Goldstein 1984). En el análisis de los componentes por años, algunas granjas camaroneras presentaron pocas observaciones (ciclos de producción). Para eliminar el problema, estas granjas fueron agrupadas, tratando de que estuvieran ubicadas en la misma zona geográfica. Los valores individuales obtenidos para cada una de las granjas camaroneras fueron utilizados para elaborar isolíneas de producción, que mostraran la tendencia de la producción para cada uno de los años del período analizado.

Para analizar el efecto de las variables de manejo (explicatorias) sobre 3 variables de producción: 1) rendimiento final, medido en $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$; 2) tasa de crecimiento promedio, expresado en $g.semana^{-1}$ y 3) tasa de supervivencia, expresada en porcentaje, fue aplicado un análisis de regresión múltiple utilizando un modelo lineal general (MLG) (Milstein *et al.* 1993). Estos modelos utilizan el método de mínimos cuadrados para fijar MLG (regresión, análisis de varianza y covarianza) y proporcionan la ventaja que las variables independiente pueden ser continuas o discretas (Rao 1998; Zar 1999).

Para cada variable dependiente analizada fueron probadas varias combinaciones de variables independientes hasta seleccionar el modelo representativo en base a los criterios siguientes: 1) el efecto de todas las variables en el modelo son significativos ($p < 0.05$); 2) la suma de cuadrados (tipo III) asociada con cada variable del modelo sirve como una aproximación del peso relativo de cada variable para la explicación total del modelo; 3) un coeficiente de determinación de la regresión múltiple ($R^2$) alto y 4) el modelo sea balanceado, es decir, que el valor del intercepto este cercano a la media de los valores de la variable dependiente y los coeficientes de las variables independientes no sean extremos.

Durante el manejo y procesamiento de los datos se verificó la relación lineal entre las variables dependientes y explicatorias. Algunas de las variables continuas fueron divididas en rangos para tratarlas como variables discretas. Estas variables permanecen en el modelo si mantienen el valor de $R^2$ y si el valor de los estimados en los niveles adyacentes mantienen el signo. Para las variables discretas, el procedimiento seguido por el MLG es hacer 0 el nivel más alto (nivel de referencia) y los valores de los otros niveles están dados como desviaciones de este, en unidades de la variable dependiente.

Las variables cualitativas fueron codificadas de la siguiente manera:

6. Tipo de siembra: directa = 0; transferencia = 1
7. Origen de larva: laboratorio = 0; salvaje = 1
8. Época de cultivo: seca = 0; húmeda = 1

### 3.3.2. <u>**Análisis temporal**</u>.

Para el análisis temporal se escogieron 2.990 ciclos de producción en 4 de las 15 granjas camaroneras cubriendo el período 1986-2000. Las granjas se encontraban ubicadas en La Isla Puná, región de Taura, Isla La Seca y Sabana Grande.

Análisis de series de tiempo (15 años) de las variables, rendimiento final y supervivencia fueron realizadas para cada una de las 4 granjas camaroneras. Para la obtención de intervalos regulares en las series, se generaron promedios mensuales de los datos. Los vacíos en las series fueron llenados con la media de los valores adyacentes. Mediante el análisis de varianza se comprobó que las series conservaban sus propiedades estadísticas iniciales (Cornejo 1993). Posteriormente, se utilizó un análisis de componentes principales para extraer la variabilidad común entre las series de rendimiento y supervivencia en las 4 granjas camaroneras analizadas siguiendo la metodología descrita con anterioridad.

El análisis espectral (AE) fue utilizado para determinar los patrones cíclicos en los componentes principales más significativos de las series analizadas. El AE está basado en la descomposición de la serie de tiempo en funciones sinusoidales. Estas funciones de senos y cosenos son normalmente expresadas en términos de su frecuencia (Dunstan 1993). El análisis de las series en el dominio de las frecuencias tiene una serie de ventajas ya que se obtiene información cuantitativa de los procesos repetitivos y las comparaciones son más directas que en el dominio del tiempo (Cornejo 1993).

Las series de tiempo fueron suavizadas con una media móvil de 12 meses para eliminar el ruido y las variaciones estacionales. La tendencia de las series se eliminaron usando modelos de regresión (Young y Young 1992). Los estimados espectrales fueron graficados en una escala logarítmica ya que permiten reducir o acomodar la variabilidad y por otra parte permite representar los intervalos de confianza a intervalos constantes (Jenkins y Watts 1968). El intervalo de confianza, a un nivel de significancia del 95%, fue calculado para los espectros.

Debido a que en este estudio se plantea la hipótesis que la producción de camarón en Ecuador presenta variaciones que pueden ser explicadas por la variabilidad climática interanual, un análisis de espectro cruzado fue realizado entre los componentes significativos de las series de rendimiento y supervivencia con la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2. El Niño 1 representa la región de surgencia frente a las costas de Perú y Ecuador, siendo sensible a cambios estacionales, especialmente durante los eventos El Niño, mientras que la región El Niño 2, representa la zona de las Islas Galápagos en el Pacífico ecuatorial. Esta región es también sensible a los cambios estacionales en el ambiente marino durante El Niño (Glantz 1996 prueba de significancia fue realizada a los espectros cruzados siguiendo la metodología descrita por Cornejo (1993).

El manejo y procesamiento de los datos fueron realizados con los paquetes estadísticos Statistic® (versión 6.0) y Data Desk® (versión 6.1). Un nivel de significancia del 95% fue utilizado para todas las pruebas estadísticas.

# 4. **RESULTADOS.**

## 4.1. PATRONES ESPACIALES.

El resumen de los principales indicadores de la producción en las 15 granjas camaroneras son presentados en la Tabla 4.

### **4.1.1. Componentes principales.**

Los componentes con valores propios mayores que 1 fueron seleccionados para cada uno de los tres años analizados. Los tres primeros componentes principales explicaron el 87,4% , 87% y 82,2% de la varianza total (Tabla 5).

Los coeficientes de correlación entre las 9 variables originales y los 3 CP seleccionados para cada uno de los años incluidos en el estudio (Tabla 6) mostraron que en 1998 el primer componente, explicó el 52,1% de la variabilidad de los datos y representó la producción de camarones, al mostrar una alta contribución del rendimiento final, rendimiento promedio diario, supervivencia y densidad de cosecha. Entre las variables de manejo, el alimento balanceado mostró una alta correlación mientras que la densidad de siembra y los días de cultivo no mostraron una correlación significativa. El peso promedio y tasa de crecimiento mostraron coeficientes negativos, lo que indica que cuando se obtuvieron altas producciones la tasa de crecimiento y el peso promedio de cosecha disminuyeron. Las granjas camaroneras con valores elevados del primer componente estuvieron asociadas con valores elevados de producción.

El segundo componente, el cual explicó el 20% de la variación total, mostró una alta contribución del peso promedio y los días de cultivo y un coeficiente negativo para densidad de siembra, lo que indicó que los mayores pesos promedios se obtuvieron en aquellas granjas camaroneras con ciclos de producción más largos y densidades de siembra bajas. El tercer componente presentó una contribución significativa de la tasa de crecimiento y contó con el 15,2% de la variabilidad de los datos. Un coeficiente de correlación negativo fue observado para la variable duración del cultivo lo que indicó que las granjas camaroneras con las mayores tasas de crecimiento fueron aquellas con los menores tiempos de cultivo.

En 1999 al igual que 1998, el primer componente, el cual explicó el 56,1% de la variabilidad, describió características productivas. El segundo componente describió características de crecimiento de los camarones y explicó el 18% de la varianza. La tasa de crecimiento y el peso promedio tuvieron coeficientes significativos y las demás variables productivas y de manejo no mostraron una contribución significativa. El tercer componente en 1999 a diferencia de 1988 estuvo asociado a supervivencia. La correlación inversa de la variable densidad de siembra indicó que las mejores supervivencias fueron obtenidas en las granjas camaroneras donde las densidades de siembra fueron bajas.

En el año 2000, el primer componente al igual que en los años anteriores describió la producción de camarones y explicó el 51,2% de la variación total, sin embargo, la variable supervivencia, que había contribuido significativamente al primer componente en los años 1998 y 1999, no mostró una correlación significativa esta vez. El segundo componente estuvo asociado a crecimiento y al igual que en 1999 mostró altas correlaciones para la tasa de crecimiento y el peso promedio. El tercer componente explicó el 11,3% de la varianza de los datos y estuvo asociado con supervivencia, siendo su coeficiente de correlación mayor que en 1999, lo que indica que esta variable tuvo una mayor influencia sobre la producción. Las correlaciones negativas mostradas por las variables de manejo densidad de siembra y días de cultivo indicaron que mayores supervivencias se obtuvieron en las granjas camaroneras con mas bajas densidades de siembra y menos tiempos de cultivo.

Tabla 4. Principales indicadores del cultivo en las 15 granjas camaroneras analizadas durante el período 1998-2000

| **Granjas camaroneras** | **N** | **Duración (d)** | **Densidad (animales.m$^{2}$)** | **Peso (g)** | **Rendimiento (kg.ha$^{-1}$.ciclo$^{-1}$)** | **Crecimiento (g.semana$^{-1}$)** | **Supervivencia (%)** | **FCA** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 117 | 129 | 11.7 | 10.0 | 427.0 | 0.58 | 32.4 | 2.2 |
| B | 84 | 126 | 15.3 | 11.3 | 565.5 | 0.65 | 26.7 | 1.5 |
| C | 122 | 122 | 14.8 | 11.3 | 568.6 | 0.67 | 34.6 | 2.3 |
| D | 104 | 128 | 12.7 | 11.3 | 506.4 | 0.65 | 35.3 | 1.5 |
| E | 55 | 139 | 10.5 | 11.3 | 401.7 | 0.60 | 36.8 | 1.3 |
| F | 70 | 157 | 12.0 | 13.1 | 571.6 | 0.61 | 40.1 | 2.3 |
| G | 27 | 124 | 14.5 | 10.6 | 431.9 | 0.65 | 26.5 | 3.0 |
| H | 124 | 124 | 16.1 | 11.1 | 748.1 | 0.67 | 42.2 | 1.4 |
| I | 118 | 130 | 15.0 | 11.7 | 554.4 | 0.65 | 31.2 | 2.7 |
| J | 44 | 143 | 10.1 | 11.5 | 443.3 | 0.58 | 39.1 | 1.4 |
| K | 37 | 113 | 9.2 | 11.7 | 467.8 | 0.76 | 46.6 | 1.7 |
| L | 92 | 126 | 12.9 | 10.5 | 338.2 | 0.68 | 22.3 | 2.2 |
| M | 14 | 123 | 13.7 | 11.7 | 525.1 | 0.68 | 32.1 | 2.3 |
| N | 13 | 148 | 11.6 | 12.7 | 653.5 | 0.61 | 47.6 | 3.0 |
| O | 42 | 118 | 13.8 | 11.0 | 510.0 | 0.69 | 36.4 | 2.3 |
| Promedio total | 1063 | 130 | 13.0 | 11.5 | 520.4 | 0.65 | 35.5 | 2.1 |

N= número de ciclos de producción
FCA= Factor de Conversión Alimentaria

Tabla 5. Valores propios y la varianza explicada por cada uno de los componentes principales de la matriz de correlación. Resultados por años

| **Años** | **Componentes principales** | **Valores propios** | **Varianza %** | **Valores propios acumulados** | **Acumulado %** |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 4.69 | 52.11 | 4.69 | 52.11 |
| | 2 | 1.81 | 20.06 | 6.50 | 72.17 |
| | 3 | 1.37 | 15.18 | 7.87 | 87.35 |
| | 4 | 0.75 | 8.32 | 8.62 | 95.67 |
| **1998** | 5 | 0.25 | 2.77 | 8.87 | 98.44 |
| | 6 | 0.06 | 0.63 | 8.93 | 99.07 |
| | 7 | 0.04 | 0.46 | 8.97 | 99.52 |
| | 8 | 0.03 | 0.29 | 8.99 | 99.81 |
| | 9 | 0.02 | 0.19 | 9.00 | 100.00 |
| | 1 | 5.05 | 56.12 | 5.05 | 56.12 |
| | 2 | 1.62 | 18.00 | 6.67 | 74.12 |
| | 3 | 1.16 | 12.93 | 7.83 | 87.05 |
| | 4 | 0.80 | 8.88 | 8.63 | 95.93 |
| **1999** | 5 | 0.26 | 2.85 | 8.89 | 98.78 |
| | 6 | 0.06 | 0.69 | 8.95 | 99.47 |
| | 7 | 0.02 | 0.23 | 8.97 | 99.70 |
| | 8 | 0.02 | 0.17 | 8.99 | 99.86 |
| | 9 | 0.01 | 0.14 | 9.00 | 100.00 |
| | 1 | 4.61 | 51.24 | 4.61 | 51.24 |
| | 2 | 1.77 | 19.62 | 6.38 | 70.86 |
| | 3 | 1.02 | 11.32 | 7.40 | 82.18 |
| | 4 | 0.93 | 10.37 | 8.33 | 92.55 |
| **2000** | 5 | 0.47 | 5.26 | 8.80 | 97.81 |
| | 6 | 0.11 | 1.21 | 8.91 | 99.02 |
| | 7 | 0.05 | 0.53 | 8.96 | 99.55 |
| | 8 | 0.03 | 0.28 | 8.99 | 99.83 |
| | 9 | 0.01 | 0.15 | 9.00 | 100.00 |

Tabla 6. Coeficientes de correlación entre las variables de producción/manejo y los componentes principales (CP) significativos. Solo coeficientes de correlación mayores a 0.5 fueron considerados

| | 1998 | | | 1999 | | | 2000 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | **CP1** | **CP2** | **CP3** | **CP1** | **CP2** | **CP3** | **CP1** | **CP2** | **CP3** |
| RENDF | <u>0.90</u> | 0.35 | 0.15 | <u>0.99</u> | 0.02 | 0.02 | <u>0.92</u> | 0.33 | 0.03 |
| RENDD | <u>0.87</u> | 0.16 | 0.43 | <u>0.92</u> | 0.14 | 0.02 | <u>0.88</u> | 0.41 | 0.08 |
| SUPV | <u>0.87</u> | 0.23 | 0.07 | <u>0.81</u> | -0.23 | <u>0.49</u> | 0.43 | 0.08 | <u>0.60</u> |
| TASA C | <u>-0.57</u> | 0.32 | <u>0.74</u> | -0.12 | <u>0.95</u> | 0.13 | <u>-0.53</u> | 0.84 | 0.02 |
| PESO P | <u>-0.52</u> | <u>0.78</u> | 0.15 | <u>-0.54</u> | <u>0.73</u> | 0.02 | <u>-0.39</u> | 0.82 | 0.15 |
| DENSI | 0.46 | <u>-0.65</u> | 0.00 | 0.31 | -0.01 | <u>-0.93</u> | 0.32 | 0.10 | <u>-0.91</u> |
| DCULT | 0.03 | <u>0.61</u> | <u>-0.76</u> | 0.34 | -0.19 | 0.01 | 0.45 | -0.30 | <u>-0.58</u> |
| DENSC | <u>0.97</u> | -0.04 | 0.01 | <u>0.94</u> | -0.24 | 0.03 | <u>0.97</u> | 0.07 | -0.03 |
| ALIM | <u>0.79</u> | 0.31 | -0.07 | <u>0.85</u> | 0.15 | -0.21 | <u>0.77</u> | 0.07 | -0.11 |
| Varianza explicada | 52.11% | 20.06% | 15.18% | 56.12% | 18.00% | 12.93% | 51.24% | 19.62% | 11.32% |

RENDF= rendimiento final ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$); RENDD= rendimiento promedio diario ($kg.ha^{-1}.día^{-1}$); SUPV= supervivencia;
TASA C= tasa de crecimiento ($g.semana^{-1}$); PESOP= peso promedio de cosecha (g); DENSI= densidad inicial ($animales.m^2$);
DCULT= duración del cultivo (d); DENSC= densidad de cosecha ($animales.m^2$); ALIM= alimento balanceado ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$).

### 4.1.2. <u>Distribución espacial de la producción</u>.

En la Tabla 7 se presenta los valores de las componentes para cada una de las granjas camaroneras incluidas en el análisis con respecto al primer componente que representa la producción.

Los valores de los componentes anuales de cada una de las granjas camaroneras fueron graficados y representan áreas de igual producción. En 1998 (Figura 2) se observa una zona de alta producción al sur del Estero Salado y la Isla Puná, la producción que va disminuyendo a medida que se acerca a las islas del centro y hacia el norte del estuario, cerca de la ciudad de Guayaquil. También se observó una zona de alta producción en la región nororiental del río Guayas, alrededor de la zona de Taura. Una zona particularmente de baja producción fue observada en las granjas camaroneras ubicadas alrededor del Canal de Cascajal.

En 1999 (Figura 2), se observó al igual que 1998 una zona de alta producción al sur del Estero Salado y en la margen nororiental del Río Guayas. Sin embargo, a diferencia de 1998 en que la producción disminuyó en dirección norte del estuario, se observó un núcleo más concentrado de granjas camaroneras con bajas producciones en la región norcentral del estuario. Un incremento de las producciones con respecto a 1998 fue observado en las granjas ubicadas alrededor del Canal de Cascajal.

En el año 2000 (Figura 2), la producción mostró patrones similares a los de 1999 en relación a las zonas de mayor producción, pero se observa un desplazamiento hacia la márgen noroccidental del Estero Salado de las granjas con bajas producciones.

Tabla 12. Estimado de los efectos de las variables independientes en los tres modelos analizados

| | | Modelo de Rendimiento | | | Modelo de Tasa de crecimiento | | | Modelo de Supervivencia | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables independientes | Niveles (rangos) | N | Coef. de regresión[a] | Prob | N | Coef. de regresión[b] | Prob | N | Coef. de regresión[c] | Prob |
| Intercepto | | 819 | 488.6 | ≤ 0.0001 | 808 | 0.51 | ≤ 0.0001 | 817 | 39.5 | ≤ 0.0001 |
| Alimento | | 819 | 0.21 | < 0.0001 | | 0.001 | 0.034 | 817 | 0.05 | ≤ 0.0001 |
| Duración del cultivo | 60-90 | | | | 75 | 0.43 | ≤ 0.0001 | | | |
| | 90-120 | | | | 242 | 0.24 | ≤ 0.0001 | | | |
| | 120-150 | | | | 247 | 0.14 | ≤ 0.0001 | | | |
| | 150-180 | | | | 164 | 0.06 | ≤ 0.0001 | | | |
| | 180-250 | | | | 80 | 0 | n.ref | | | |
| Densidad de siembra | 1- 5 | 18 | -241.50 | ≤ 0.0001 | | | | 18 | 13.84 | 0.0013 |
| | 5-10 | 220 | -237.90 | ≤ 0.0001 | 235 | 0.06 | 0.001 | 218 | 13.89 | ≤ 0.0001 |
| | 10-15 | 287 | -87.61 | 0.0015 | 282 | 0.02 | 0.2699 | 287 | 11.77 | ≤ 0.0001 |
| | 15-20 | 224 | -37.63 | 0.1564 | 221 | 0.01 | 0.7658 | 224 | 4.80 | 0.018 |
| | 20-25 | 70 | 0 | n.ref | 70 | 0 | n.ref | 70 | 0 | n.ref |
| Período | 1998 | 284 | 150.90 | ≤ 0.0001 | | | | 281 | 32.56 | ≤ 0.0001 |
| | 1999 | 313 | 100.40 | ≤ 0.0001 | | | | 294 | 16.94 | ≤ 0.0001 |
| | 2000 | 222 | 0 | n.ref | | | | 202 | 0 | n.ref |
| V. cualitativas | | | | | | | | | | |
| Origen de larva | | 819 | 87.32 | ≤ 0.0001 | 808 | 0.04 | 0.0132 | 817 | 3.7 | 0.02 |
| Tipo de siembra | | 819 | 57.09 | 0.0175 | | | | 817 | 8.4 | 0.0003 |
| Epoca de cultivo | | | | | 808 | 0.09 | ≤ 0.0001 | 817 | 5.2 | ≤ 0.0001 |

n. ref= nivel de referencia
[a] expresado en $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$
[b] expresado en $g.semana^{-1}$
[c] expresado en %
N= número de observaciones

Tabla 7. Puntaje de componentes en las 15 granjas camaroneras a partir del primer componente principal retenido. Resultados por años

**1998**

| | | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** | **H** | **I** | **J** | **K** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** |
| RENDF | 0.90 | 0.22 | 0.03 | 0.19 | 0.16 | -0.28 | -0.12 | 0.24 | 0.19 | 0.19 | 0.22 | 0.20 |
| RENDD | 0.87 | 0.21 | 0.02 | 0.18 | 0.16 | -0.26 | 0.00 | 0.22 | 0.16 | 0.19 | 0.23 | 0.24 |
| SUPV | 0.87 | 0.23 | -0.38 | 0.15 | 0.15 | -0.21 | 0.26 | 0.16 | 0.09 | 0.20 | 0.18 | 0.22 |
| TASAC | -0.57 | -0.10 | 0.36 | -0.07 | -0.13 | 0.00 | -0.30 | -0.01 | -0.13 | -0.16 | 0.03 | 0.11 |
| PESO | -0.52 | -0.05 | 0.35 | -0.15 | -0.12 | 0.00 | -0.35 | 0.07 | -0.07 | -0.09 | -0.04 | -0.01 |
| DENSI | 0.46 | 0.02 | -0.05 | 0.15 | 0.10 | -0.12 | -0.19 | 0.14 | 0.16 | 0.05 | 0.09 | -0.12 |
| DIASC | 0.03 | 0.10 | -0.08 | -0.08 | 0.04 | 0.01 | 0.11 | 0.09 | 0.12 | 0.05 | -0.14 | -0.11 |
| DENCOS | 0.97 | 0.23 | 0.03 | 0.21 | 0.17 | -0.28 | -0.12 | 0.22 | 0.20 | 0.20 | 0.21 | 0.20 |
| ALIM | 0.79 | 0.15 | -0.10 | 0.16 | 0.16 | 0.03 | -0.23 | 0.19 | 0.19 | 0.16 | 0.18 | 0.19 |
| Puntaje | | 1.02 | -0.76 | 0.98 | 0.88 | -0.98 | 0.09 | 0.94 | 0.92 | 0.99 | 0.94 | 0.81 |

**1999**

| | | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** | **H** | **I** | **J** | **L** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** |
| RENDF | 0.99 | 0.18 | 0.05 | 0.19 | 0.20 | 0.22 | 0.00 | 0.20 | 0.15 | 0.18 | 0.15 | 0.15 |
| RENDD | 0.92 | 0.17 | 0.06 | 0.18 | 0.17 | 0.23 | -0.22 | 0.19 | 0.13 | 0.18 | 0.13 | 0.14 |
| SUPV | 0.81 | 0.15 | -0.33 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.23 | 0.15 | 0.12 | 0.15 | 0.12 | 0.14 |
| TASAC | -0.12 | -0.08 | -0.11 | 0.02 | 0.01 | 0.13 | 0.04 | 0.01 | -0.12 | -0.01 | -0.12 | -0.10 |
| PESO | -0.54 | 0.08 | -0.40 | 0.10 | 0.14 | 0.03 | 0.18 | 0.10 | -0.07 | 0.11 | -0.07 | 0.10 |
| DENSI | 0.31 | 0.08 | -0.16 | 0.10 | -0.08 | 0.03 | -0.23 | 0.11 | 0.14 | 0.10 | 0.14 | 0.11 |
| DIASC | 0.34 | 0.15 | -0.29 | 0.15 | 0.14 | -0.12 | 0.21 | 0.10 | 0.12 | 0.14 | 0.12 | 0.14 |
| DENCOS | 0.94 | 0.17 | -0.21 | 0.16 | 0.18 | 0.21 | 0.05 | 0.19 | 0.15 | 0.18 | 0.15 | 0.15 |
| ALIM | 0.85 | 0.16 | -0.06 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.28 | 0.19 | 0.15 | 0.17 | 0.15 | 0.14 |
| Puntaje | | 0.79 | -0.33 | 0.80 | 0.74 | 0.84 | 0.17 | 0.85 | 0.77 | 0.79 | 0.77 | 0.69 |

**2000**

| | | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** | **H** | **I** | **L** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** | **CP1** |
| RENDF | 0.92 | 0.21 | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.22 | -0.25 | 0.21 | 0.20 | 0.20 | 0.22 |
| RENDD | 0.88 | 0.21 | -0.15 | 0.17 | 0.16 | 0.23 | -0.03 | 0.18 | 0.21 | 0.20 | 0.20 |
| SUPV | 0.43 | 0.18 | 0.34 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | -0.07 | 0.21 | 0.17 | 0.18 | 0.04 |
| TASAC | -0.53 | -0.08 | 0.46 | -0.12 | -0.12 | 0.13 | 0.34 | -0.07 | 0.12 | -0.11 | -0.04 |
| PESO | -0.39 | -0.05 | 0.11 | -0.08 | -0.16 | 0.03 | 0.30 | 0.13 | 0.08 | -0.05 | 0.04 |
| DENSI | 0.32 | 0.13 | -0.01 | 0.02 | 0.12 | 0.03 | -0.15 | -0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.15 |
| DIASC | 0.45 | 0.08 | -0.35 | 0.12 | -0.03 | -0.12 | -0.14 | 0.13 | -0.05 | 0.11 | 0.16 |
| DENCOS | 0.97 | 0.21 | -0.02 | 0.19 | 0.19 | 0.21 | 0.15 | 0.20 | 0.20 | 0.22 | 0.22 |
| ALIM | 0.77 | 0.16 | 0.05 | 0.17 | 0.17 | 0.14 | -0.18 | 0.14 | 0.20 | 0.16 | 0.21 |
| Puntaje | | 0.92 | -0.24 | 0.88 | 0.82 | 0.68 | -0.70 | 0.76 | 0.68 | 0.93 | 0.90 |

RENDF= rendimiento final ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$); RENDD= rendimiento promedio diario ($kg.ha^{-1}.día^{-1}$); SUPV=supervivencia (%); TASAC= tasa de crecimiento ($g.semana^{-1}$); DENSI= densidad inicial ($animales.m^{-2}$); DIASC= días de cultivo; DENCOS= densidad de cosecha ($animales.m^{-2}$); ALIM= alimento balanceado ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$).

### 4.1.3. Análisis de los modelos lineales generales.

Tres modelos fueron desarrollados para explicar la variabilidad del rendimiento, la tasa de crecimiento y la supervivencia. La Tabla 8 muestra los valores que describen las variables de producción y el coeficiente de correlación de los modelos para las variables: rendimiento, tasa de crecimiento y supervivencia, los cuales fueron seleccionados entre otros modelos probados con diferentes combinaciones y niveles de las variables explicatorias y que mejor representan los sistemas estudiados. El modelo para rendimiento final explicó el 62% de la varianza observada en la producción mientras que los modelos para tasa de crecimiento y supervivencia explicaban el 44% y 50% respectivamente.

Tabla 8. Descripción de los 3 modelos lineales generales

| **Variable dependiente** | **Unidades** | **Promedio** | **Rango** | | **$R^2$** | **CV** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **mínimo** | **máximo** | | **(%)** |
| Rendimiento final | $Kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$ | 568,6 | 15,1 | 1.416,8 | 0,62 | 54,5 |
| Tasa de crecimiento | $g.semana^{-1}$ | 0,62 | 0,24 | 1,3 | 0,44 | 27,8 |
| Supervivencia | % | 36,7 | 2,0 | 99,4 | 0,50 | 35,3 |

$R^2$ = coeficiente de correlación
CV= coeficiente de variación.

#### 4.1.3.1. Modelo representativo para rendimiento final.

La tabla 9 presenta los estimados de los pesos relativos de las variables independientes que afectan el rendimiento y los niveles de significancia de los efectos de las variables sobre el rendimiento final. El alimento balanceado fue el factor que mas influyó en el rendimiento final obtenido, con el 85% de la variabilidad observada, seguido de densidad de siembra (6%), año de producción (6%), mientras que origen de larva y tipo de siembra contribuyeron en conjunto con el 4%.

Tabla 9. Modelo lineal general que explica la contribución de las variable independientes a la variabilidad en el rendimiento final

| **Variables** | **df** | **SS (tipo III) ( * 100000)** | **MS (*100000)** | **F-ratio** | **Prob** |
|---|---|---|---|---|---|
| ALIM | 1 | 200,9 | 200,9 | 539 | ≤ 0,0001 |
| DENS | 4 | 14,7 | 3,7 | 9,9 | ≤ 0,0001 |
| AÑO | 2 | 13,3 | 6,6 | 17,9 | ≤ 0,0001 |
| ORIGL | 1 | 6,5 | 6,5 | 5,6 | ≤ 0,0001 |
| TSIEM | 1 | 2,1 | 2,1 | 17,6 | 0,0175 |
| Total | | 237,5 | | | |

ALIM= alimento balanceado ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$); DENS= densidad de siembra ($animales.m^{-2}$); AÑO= año de producción; ORIGL= origen de larva; TSIEM= tipo de siembra.

4.1.3.2. Modelo representativo para tasa de crecimiento.

Los estimado de los pesos relativos de las variables afectando la tasa de crecimiento y los niveles de significancia de esos efectos (Tabla 10), mostraron que en este modelo la duración de cultivo fue el factor principal en explicar la varianza en la variable dependiente, contando con el 68% de la variabilidad. Las otras variables que contribuyeron al modelo de acuerdo a su peso relativo fueron época de cultivo (16,4%), mientras que año de cultivo, densidad de siembra, origen de larva y tipo de siembra contribuyeron en conjunto con el 15%.

Tabla10. Modelo lineal general que explica la contribución de las variables independientes a la variabilidad de la tasa de crecimiento

| **Variables** | **df** | **SS(tipo III)** | **MS** | **F-ratio** | **Prob** |
|---|---|---|---|---|---|
| DCULT | 1 | 5,0 | 5,0 | 292 | ≤ 0,0001 |
| EPCULT | 1 | 1,18 | 1,18 | 69,1 | ≤ 0,0001 |
| AÑO | 2 | 0,46 | 0,23 | 13,4 | ≤ 0,0001 |
| DENS | 3 | 0,38 | 0,13 | 7,4 | ≤ 0,0001 |
| ORIGL | 1 | 0,11 | 0,11 | 6,4 | 0,0117 |
| TSIEM | 1 | 0,10 | 0,1 | 6,0 | 0,0139 |
| Total | | 7,3 | | | |

DCULT= duración de cultivo (d); EPCULT= época de cultivo; AÑO= año de producción; DENS= densidad de siembra ($animales.m^{-2}$); ORIGL= origen de larva; TSIEM= tipo de siembra

4.1.3.3. Modelo representativo para supervivencia.

Los pesos estimados de las variables seleccionadas en el modelo que afectan la supervivencia y los niveles de significancia de los efectos (Tabla 11) mostraron que el año de producción fue la variable individual que más influyó en la supervivencia observada, contando con el 72% de la varianza. El alimento balanceado tuvo el segundo mayor efecto sobre la supervivencia, explicando el 13% de la variabilidad. Las otras variables independientes que aportaron significativamente a la variabilidad observada en la supervivencia fueron la densidad de siembra (9%), tipo de siembra (4%) y época de cultivo (2%).

Tabla11. Modelo lineal general que explica la contribución de las variables independientes a la variabilidad de la supervivencia

| Variables | df | SS(tipo III) (*1000) | MS (*1000) | F-ratio | Prob |
|---|---|---|---|---|---|
| AÑO | 2 | 71,6 | 35,8 | 173,2 | ≤ 0,0001 |
| ALIM | 1 | 13,1 | 13,1 | 63,1 | ≤ 0,0001 |
| DENS | 3 | 8,6 | 2,9 | 13,9 | ≤ 0,0001 |
| TSIEM | 1 | 4,1 | 4,1 | 19,7 | ≤ 0,0001 |
| EPCULT | 1 | 1,9 | 1,9 | 9,0 | 0,0027 |
| Total | | 99,3 | | | |

AÑO= año de producción; ALIM= alimento balanceado ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$); DENS= densidad de siembra ($animales.m^{-2}$); TSIEM= tipo de siembra; EPCULT= época de cultivo

4.1.4. Efectos de las variables independientes en los 3 modelos lineales generales.

El estimado de los efectos de cada variable independiente sobre los modelos representativos se muestran en la Tabla 12.

Para el modelo de rendimiento final, el alimento balanceado, el cual explicó el mayor porcentaje de la variabilidad en la variable dependiente, presentó un coeficiente de 0,21 lo que significó que por cada $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$ de balanceado adicionado durante el cultivo, un incremento de 0,21 $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$ de biomasa de camarón con un intervalo de confianza entre 0,19 y 0,23 fue alcanzado sobre el rendimiento promedio representado en el intercepto (304 $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$).

La densidad de cultivo fue usada como una variable discreta en el modelo y fue dividida en 5 niveles cuyos rangos variaron de 1 a 25 $animales.m^{-2}$. Un incremento en los rendimientos fue observado a medida que aumentó la densidad de siembra. El promedio de los rendimientos en los ciclos de producción que fueron sembrados con densidades de siembra entre 1-5 $animales.m^{-2}$, fue inferior en 104 $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$ (diferencia entre los coeficientes) con respecto a los que fueron sembrados con rangos entre 5-10 $animales.m^{-2}$, mientras que en los niveles de 5-10 y 10-15 $animales.m^{-2}$ solo tuvieron rendimientos inferiores en 50 $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$ en relación a los ciclos sembrados con densidades entre 10-15 y 15-20 $animales.m^{-2}$ respectivamente.

El año de producción sobre el rendimiento mostró una tendencia a disminuir a partir de 1998. Una disminución de 25 $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$ fue observada en 1999 con relación a 1998. Las diferencias significativas observadas en los coeficientes de 1998 y 1999 con respecto a el 2000 (nivel de referencia), indica que en ese año los rendimientos disminuyeron con relación a los años precedentes. El efecto de las variables cualitativas incluidas en el modelo de rendimiento indicaron que mejores rendimientos fueron alcanzados cuando los camarones fueron sembrados en las piscinas mediante transferencia con un incremento de 57 $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$, mientras que 87 $kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$ cuando fueron utilizadas larvas salvajes.

En el modelo representativo para tasa de crecimiento un efecto negativo significativo de la variable días de cultivo fue observado, lo que indica que la tasa de crecimiento disminuyó a medida que los ciclos de cultivo fueron mas largos.

En el modelo de tasa de crecimiento la densidad de siembra fue dividida en 4 niveles. Mayores tasas de crecimiento fueron observadas en el rango de 5-10 animales. $m^{-2}$, la que fue disminuyendo a medida que la densidad se incrementó. Sin embargo, en los rangos de 10-15 y15-20 animales. $m^{-2}$ el crecimiento no fue significativamente diferente con relación al rango de 20-25 animales. $m^{-2}$(nivel de referencia).

Para la variable cualitativa origen de larva en el modelo de tasa de crecimiento, un incremento significativo de 0,04 g.semana$^{-1}$ fue observado cuando los ciclos de producción fueron sembrados con larvas silvestres. Valores similares fueron observados cuando las piscinas fueron sembradas con animales provenientes de precriaderos, mientras que para la variable época de cultivo un incremento de 0,09 g.semana$^{-1}$ fue obtenido cuando las piscinas fueron sembradas en la época húmeda.

En el modelo de supervivencia el alimento balanceado presentó un coeficiente de regresión de 0,05. El valor del coeficiente y su significancia indican el efecto positivo del balanceado sobre la supervivencia de los camarones obtenidas en los ciclos de producción analizados. El año de producción fue la variable que más contribuyó a la explicación de la supervivencia observada en el modelo. Los resultados muestran que hubo una clara tendencia al decrecimiento de la supervivencia de 1998 a el 2000. La diferencia entre los coeficientes indica que la supervivencia fue un 20% menor en 1999 con relación a 1998.

La densidad de siembra en el modelo de supervivencia mostró un comportamiento similar al observado en el modelo de tasa de crecimiento. La supervivencia disminuyó a medida que se incrementó la densidad de siembra inicial. Los efectos de las variables cualitativas incluidas en el modelo de supervivencia indica que un incremento de 8% en la supervivencia fue obtenido cuando las piscinas fueron sembradas con animales provenientes de precriaderos, mientras que fue observado una disminución en la supervivencia (3%) durante la época húmed

## 4.2. PATRONES TEMPORALES.

Las características productivas de cada una de las 4 granjas camaroneras analizadas son descritas en la Tabla 13.

### **4.2.1. Series de tiempo.**

Las series de tiempo estandarizadas de las variables de producción rendimiento final y supervivencia en las 4 granjas camaroneras analizadas reflejaron una gran variabilidad en el registro mensual de los datos y a su vez fueron observados componentes cíclicos a escala interanual (Figuras 3 y 4).

#### 4.2.1.1. Series de rendimiento final.

Las series estandarizadas de rendimiento final en las 4 granjas camaroneras (Figura 3) mostraron variaciones cíclicas interanuales bien definidas. En las 4 series se observaron que los mayores rendimientos obtenidos coincidieron con los períodos cálidos de los eventos

ENOS (EL Niño), siendo más marcado en las granjas camaroneras ubicadas en la Isla Puná y la región de Taura, mientras que una tendencia a la disminución fue observada durante los períodos fríos (La Niña), siendo particularmente bajos durante el período 1999-2000. Al comparar los promedios anuales de rendimiento final en las 4 granjas camaroneras (Tabla 14), se observó que las granjas camaroneras ubicadas en la Isla Puná y Sabana Grande alcanzaron los rendimientos promedios anuales mas elevados con 1.127,3 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ y 1.156 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ respectivamente durante los años 1987 y 1988, mientras que los menores rendimientos, se obtuvieron en las granjas camaroneras ubicadas en la región de Taura y Isla La Seca con 133,6 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ y 62,9 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ respectivamente en el año 2000.

4.2.1.2. Series de supervivencia.

Las series estandarizadas de supervivencia (Figura 4) mostraron un comportamiento similar en las cuatro granjas camaroneras, con variaciones cíclicas a escala interanual y una tendencia a disminuir en el período. Las mayores supervivencias fueron alcanzadas durante los años 1991-1992 y 1997-1998, coincidiendo con el fenómeno El Niño ocurrido en esos años. A diferencia de las series de rendimiento, no se observó una clara tendencia a la disminución de la supervivencia luego del fenómeno El Niño 1986-1987, sin embargo, una marcada disminución fue observada luego del fenómeno El Niño de 1991-1992 y 1997-1998. Al comparar los promedios anuales de supervivencia (Tabla 14) se observó que los mayores valores de supervivencia promedio anuales fueron obtenidos en las granjas camaroneras ubicadas en la Isla Puná y Sabana Grande con valores de 77,8% y 74,3% respectivamente durante los años 1991 y 1992, mientras que las más bajas supervivencias fueron observadas en las granjas camaroneras ubicadas en Isla La Seca y Sabana Grande con valores de 11,8% y 18% respectivamente en el año 2000.

Tabla 13. Principales indicadores productivos en las 4 granjas camaroneras analizadas durante el período 1986-2000

| Granja camaronera<br>Ubicación | **A**<br>Isla Puná | | | **B**<br>Región de Taura | | | **C**<br>Isla La Seca | | | **D**<br>Sabana Grande | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **N** | **Media** | **Desv. est.** | **N** | **Media** | **Desv. est.** | **N** | **Media** | **Desv. est.** | **N** | **Media** | **Desv. est.** |
| Duración del cultivo (d) | 834 | 158 | 48 | 719 | 155 | 45 | 877 | 159 | 48 | 560 | 157 | 41 |
| Densidad inicial (animales.$m^2$) | 834 | 12.6 | 5.3 | 719 | 12.6 | 6.8 | 877 | 12.1 | 7.9 | 560 | 13.5 | 5.5 |
| Peso promedio (g) | 834 | 14.5 | 4.0 | 719 | 15.0 | 4.5 | 877 | 14.5 | 5.0 | 560 | 15.0 | 4.1 |
| Supervivencia (%) | 834 | 44.8 | 23.5 | 719 | 42.8 | 23.9 | 877 | 38.7 | 24.3 | 560 | 43.1 | 22.2 |
| FCA | 834 | 2.3 | 1.1 | 719 | 2.3 | 1.2 | 877 | 2.5 | 1.7 | 560 | 2.5 | 1.5 |
| Tasa de crecimiento (g.$semana^{-1}$) | 834 | 0.67 | 0.20 | 719 | 0.71 | 0.21 | 877 | 0.67 | 0.29 | 560 | 0.67 | 0.27 |
| Densidad final (animales.$m^2$) | 834 | 5.2 | 2.6 | 719 | 4.9 | 2.7 | 877 | 4.4 | 2.8 | 560 | 5.5 | 2.7 |
| Incremento de biomasa diario (kg.$ha^{-1}d^{-1}$) | 834 | 4.7 | 2.1 | 719 | 4.6 | 2.2 | 877 | 3.8 | 2.1 | 560 | 5.0 | 2.3 |
| Producción total (kg.$ha^{-1}$.$ciclo^{-1}$) | 834 | 735.4 | 352.4 | 719 | 714.0 | 374.4 | 877 | 624.8 | 371.7 | 560 | 801.5 | 402.2 |

N= número de ciclos de producción
FCA= factor de conversión alimentaria

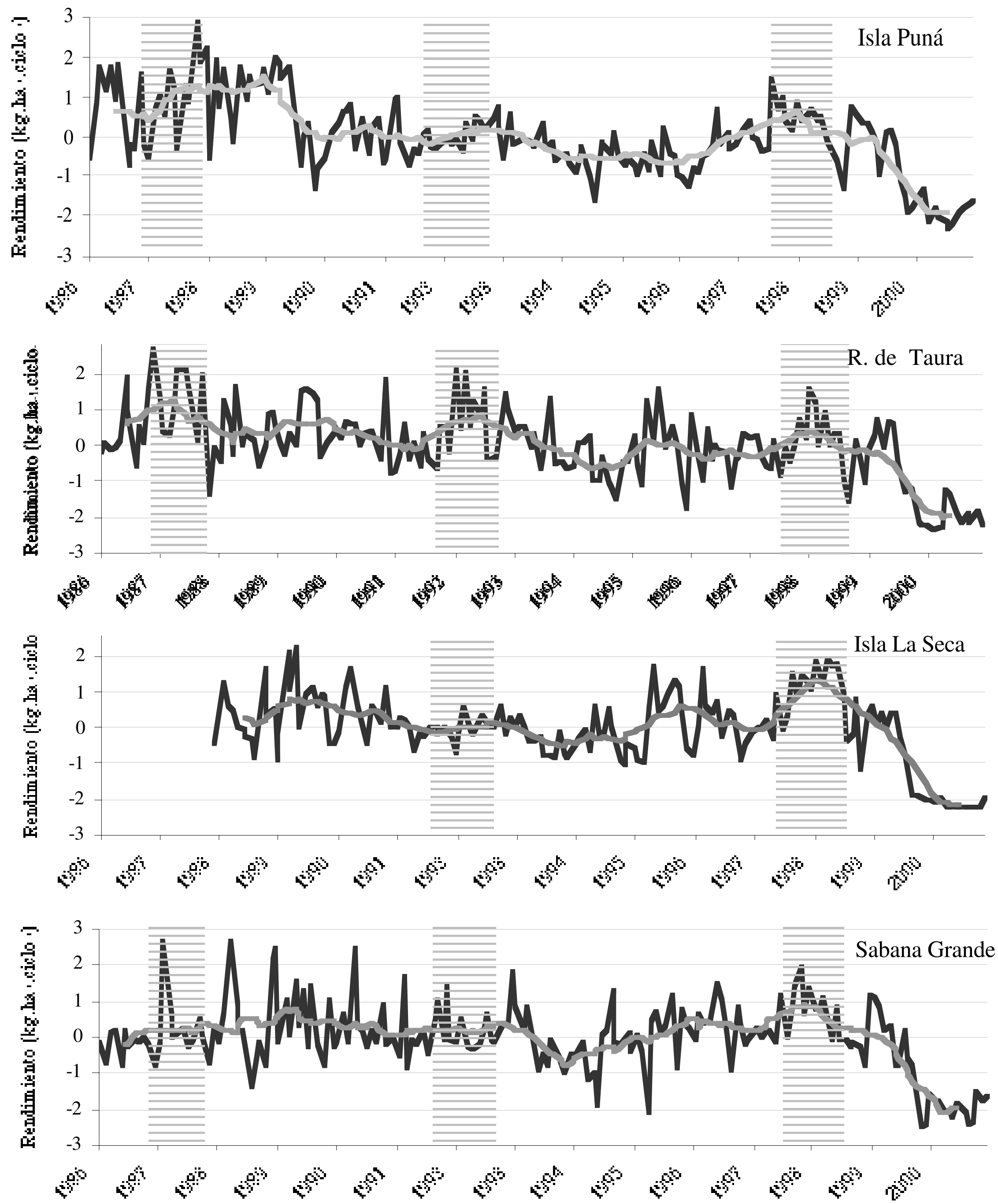



Figura 3 Comportamiento del rendimiento final en las 4 granjas camaroneras en el período 1986-2000. Series estandarizadas y suavizadas con medias móviles de 12 meses. Las bandas en gris representan los eventos El Niño.

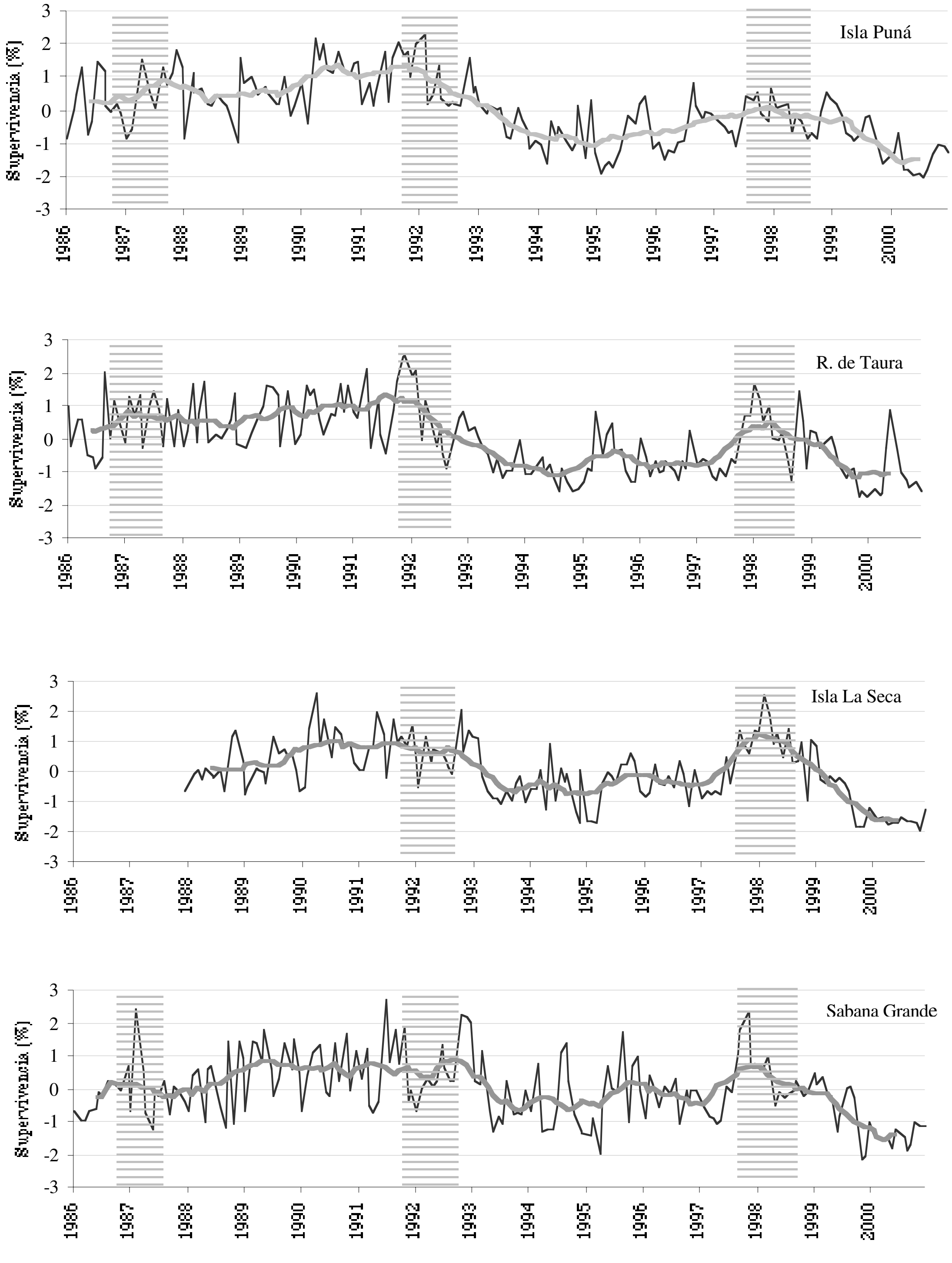



Figura 4. Comportamiento de la supervivencia en las 4 granjas camaroneras en el período 1986-2000. Series estandarizadas y suavizadas con medias móviles de 12 meses. Las bandas en gris representan los eventos El Niño.

Tabla 14. Promedios anuales de rendimiento y supervivencia en las 4 granjas camaroneras del Golfo de Guayaquil.

| G. camaronera (Ubicación) | **A** Isla Puná | | **B** Región de Taura | | **C** Isla La Seca | | **D** Sabana Grande | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Años | Rendimiento ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$) | Supervivencia (%) | Rendimiento ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$) | Supervivencia (%) | Rendimiento ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$) | Supervivencia (%) | Rendimiento ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$) | Supervivencia (%) |
| 1986 | 1,127.3 | 60.4 | 943.1 | 58.3 | | | 674.4 | 36.3 |
| 1987 | 1,202.1 | 67.0 | 993.3 | 65 | | | 993.7 | 47.3 |
| 1988 | 1,153.5 | 63.7 | 1,121.1 | 72.8 | 694.6 | 43.5 | 1,156.8 | 54.2 |
| 1989 | 967.3 | 62.3 | 872.0 | 60.2 | 977.9 | 49.5 | 907.3 | 66.8 |
| 1990 | 841.6 | 76.1 | 888.4 | 68.4 | 834.5 | 66.3 | 1,053.4 | 67.6 |
| 1991 | 805.7 | 77.8 | 786.6 | 67.5 | 672.5 | 60.9 | 1,020.0 | 66.8 |
| 1992 | 951.4 | 65.0 | 1,120.2 | 61.2 | 715.0 | 59.9 | 930.7 | 74.3 |
| 1993 | 806.2 | 44.0 | 719.0 | 37.2 | 562.4 | 32.9 | 700.0 | 32.9 |
| 1994 | 633.6 | 33.0 | 606.2 | 25.1 | 611.4 | 33.5 | 688.2 | 37.5 |
| 1995 | 695.3 | 35.2 | 756.7 | 33.5 | 832.7 | 28.3 | 916.2 | 44.6 |
| 1996 | 659.0 | 37.9 | 637.1 | 28.1 | 839.3 | 38.1 | 951.5 | 39.0 |
| 1997 | 905.3 | 48.1 | 707.9 | 35.8 | 817.0 | 44.9 | 1,041.7 | 49.3 |
| 1998 | 810.9 | 46.1 | 669 | 45.4 | 903.9 | 61.1 | 853.5 | 44.9 |
| 1999 | 654.9 | 37.7 | 606.6 | 34.3 | 532.3 | 31.4 | 689.7 | 35.7 |
| 2000 | 259.7 | 22.2 | 133.6 | 20.5 | 62.9 | 11.8 | 223.9 | 18.0 |
| Promedio total | 735.4 | 44.8 | 714.0 | 23.9 | 624.8 | 24.3 | 801.5 | 43.1 |

#### 4.2.2. Componentes principales.

La Tabla 15 muestra los resultados del ACP para las series de tiempo de rendimiento final y supervivencia en las 4 granjas camaroneras. Siguiendo el criterio de seleccionar los componentes que retienen la mayor cantidad de varianza, se observó que el primer componente en ambas series explicó la mayor varianza con el 68,1% y 66,5% respectivamente. Los altos coeficientes de correlación mostrados por las series de rendimiento final y supervivencia en las 4 granjas camaroneras con relación al primer componente indica que este representó la variabilidad interanual común de las 4 granjas camaroneras.

Tabla 15. Análisis de los componentes principales para las series de rendimiento y supervivencia a partir de la matriz de correlación. Resultados por granjas camaroneras

| | **Rendimiento final ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$)** | | | | **Supervivencia (%)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ubicación | CP1 | CP2 | CP3 | CP4 | CP1 | CP2 | CP3 | CP4 |
| Isla Puná | 0,81 | 0,06 | -0,58 | -0,01 | 0,86 | 0,15 | 0,34 | -0,36 |
| Región de Taura | 0,79 | -0,58 | 0,14 | -0,16 | 0,79 | 0,46 | -0,40 | 0,00 |
| Isla La Seca | 0,87 | 0,08 | 0,19 | 0,45 | 0,87 | -0,04 | 0,22 | 0,44 |
| Sabana Grande | 0,83 | 0,41 | 0,24 | -0,31 | 0,74 | -0,62 | -0,23 | -0,11 |
| Varianza explicada | 68,10% | 12,70% | 11,20% | 8% | 66,50% | 15,60% | 9,50% | 8,40% |

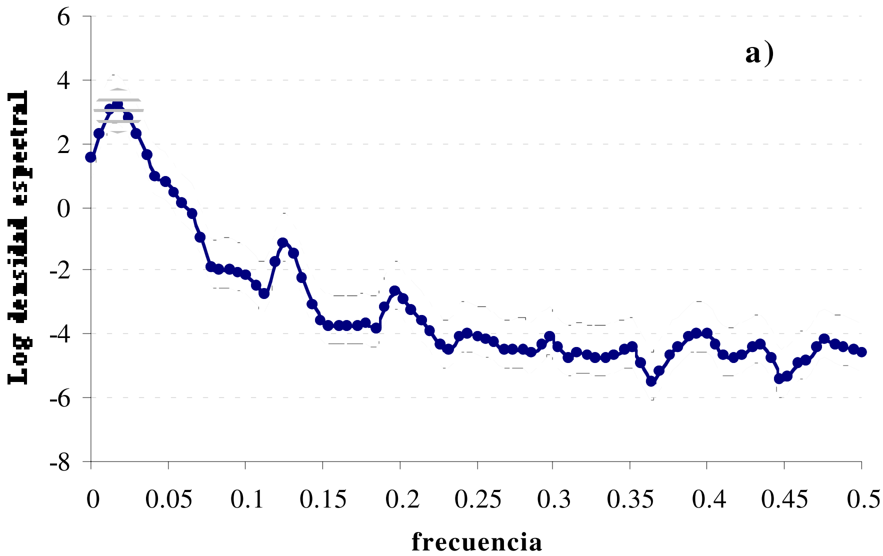
#### 4.2.3. Análisis espectral.

##### 4.2.3.1. CP1 de las series de rendimiento final.

El espectro para el primer componente, el cual representaba la variabilidad común del rendimiento en las 4 granjas camaroneras (Figura 5a) mostró un pico espectral de máxima energía centrado en la frecuencias de 0,017, que correspondió a un período de 56 meses. El segundo mayor pico fue observado en la frecuencia de 0,125 que correspondió a un período de 8 meses. Otros picos y bandas espectrales fueron observados a mayores frecuencias pero no eran particularmente grandes comparados con la variabilidad del espectro.

4.2.3.2. CP1 de las series de supervivencia.

El espectro para el componente principal 1, el cual representaba la variabilidad común de la supervivencia en las 4 granjas camaroneras (Figura 5b) mostró similitud en las frecuencias más bajas con respecto al espectro para el CP de rendimiento final. Los picos espectrales más energéticos fueron observados en las frecuencias que correspondían a un período de 84 y 56 meses. Otro pico que destaca fue observado a la frecuencia de 0,065 que correspondió a un período de 16 meses mientras que otros picos y bandas a mayores frecuencias no eran particularmente grandes comparados con la variabilidad del espectro.



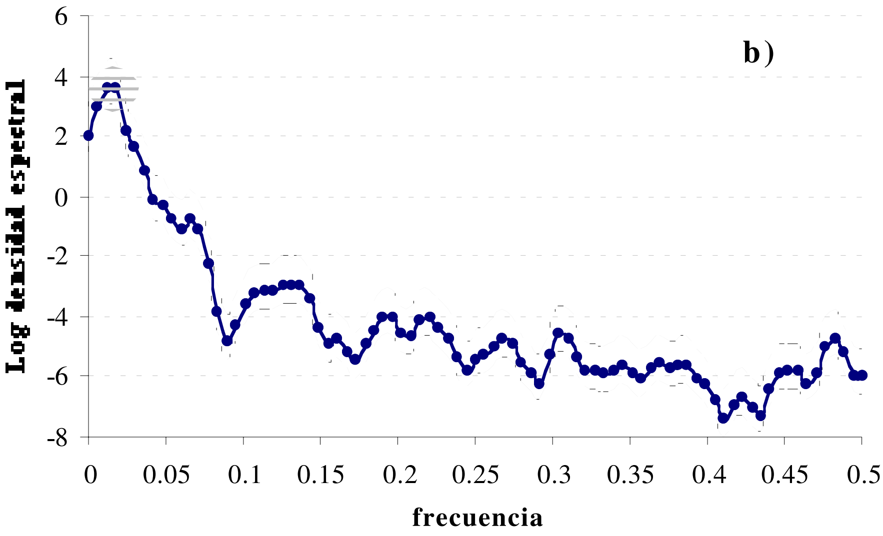
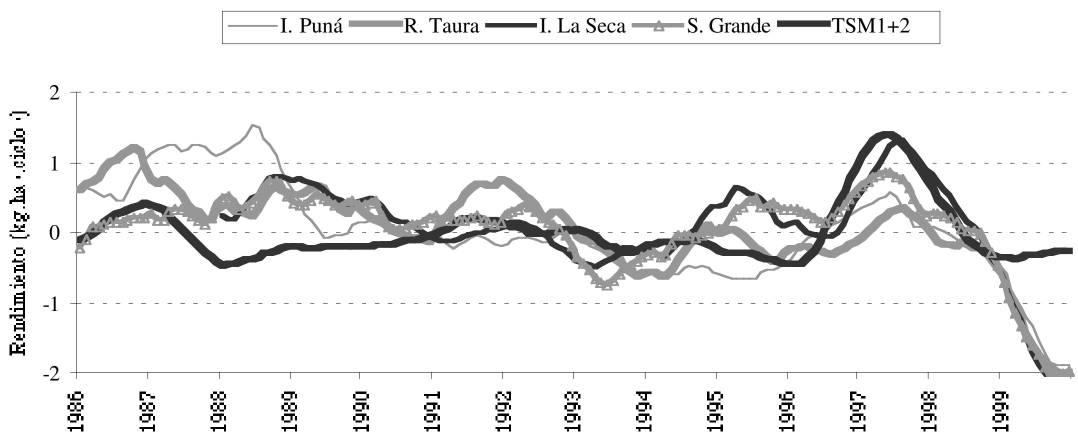



Figura 5. Densidad espectral para el CP1 que representa la variabilidad interanual de a) rendimiento final y b) supervivencia.

### 4.2.4. <u>Espectros cruzados</u>.

Las series temporales de rendimiento final y supervivencia en las cuatro granjas camaroneras con relación a la serie de tiempo de la TSM en la región Niño 1+2 son mostradas en la Figura 6.



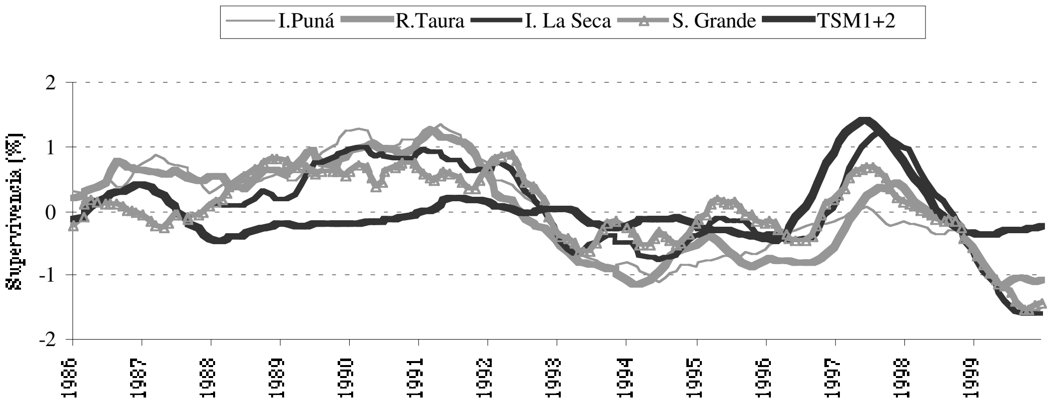



Figura 6. Relación de las series de tiempo de rendimiento final y supervivencia en las 4 granjas camaroneras y TSM en la región Niño 1+2 durante el período 1986-2000. Series estandarizadas y suavizadas con medias móviles de 12 meses.

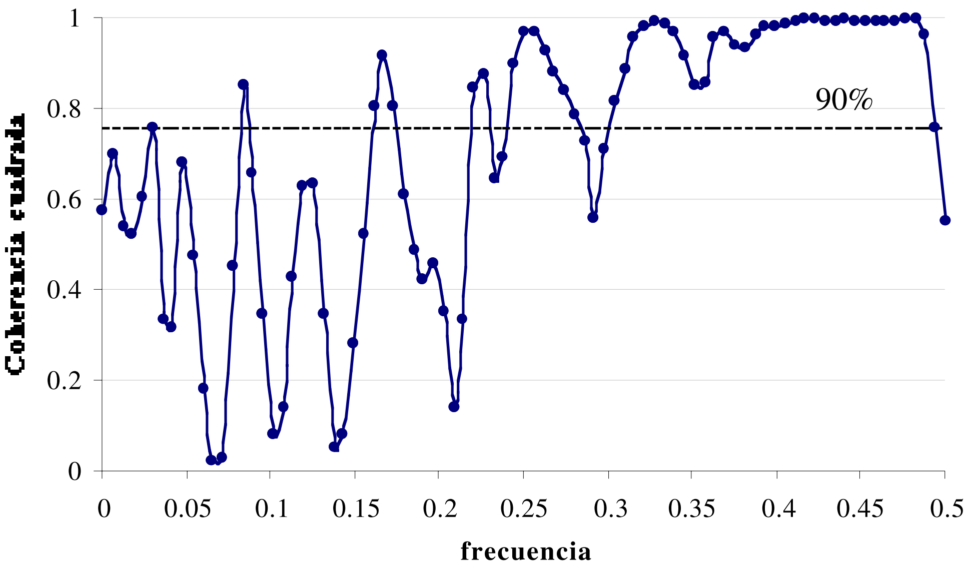
4.2.4.1. Espectro cruzado de TSM y el CP1 de las series de rendimiento final.

El análisis de espectro cruzado (Figura 7a) mostró que las coherencias mas significativas con respecto a la TSM a un nivel de confianza de 95% fueron observadas en las frecuencias de 0,083 y 0,16 que correspondieron a un período de 12 y 6 meses respectivamente. Sin embargo, cuando fue utilizado un nivel de confianza del 90%, una coherencia significativa fue encontrada en la frecuencia de 0,029 que correspondió a un período de 34 meses (alrededor de 3 años). Otras coherencias significativas fueron observadas a frecuencias mas altas pero estas fueron asociadas con ruidos en la serie.

4.2.4.2. Espectro cruzado de TSM y el CP1 de las series de supervivencia.

El análisis de espectro cruzado (Figura 7b) mostró que coherencias significativas fueron observadas con un nivel de confianza del 95% en las frecuencias de 0,029 que correspondió a un período de 34 meses, mientras que otras coherencias significativas fueron asociadas con ruidos en la serie.

**(a)**




**(b)**

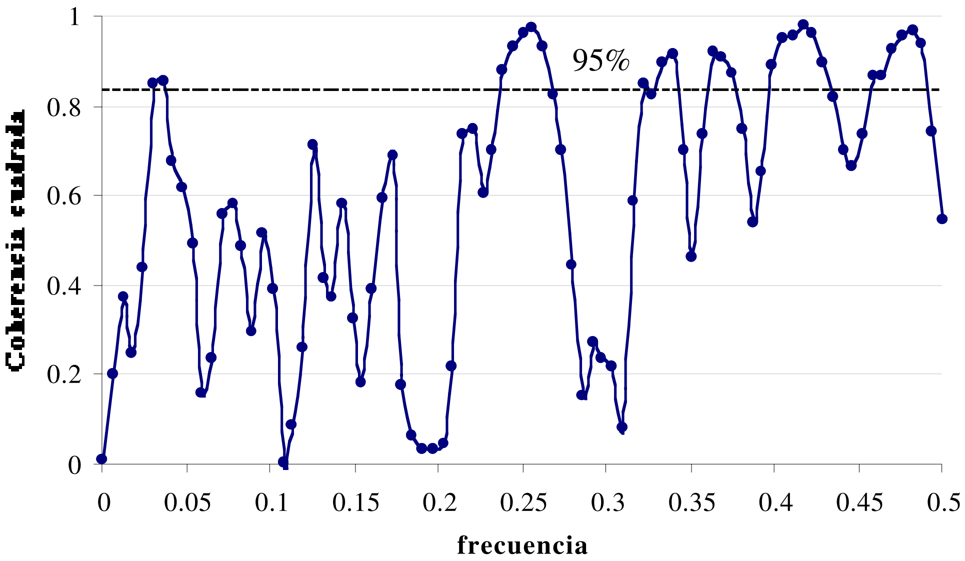



Figura 7. Coherencia cuadrada entre el CP1 de las series de: a) rendimiento final y b) supervivencia y TSM en la región Niño 1+2. La línea discontinua representa el nivel de confianza.

## 5. DISCUSION.

Los análisis multivariados presentados en este trabajo permitieron estudiar sistemas complejos como son las granjas camaroneras y simultáneamente considerar las distintas variables involucradas en los mismos. Los resultados del análisis de componentes principales por años, mostraron que las relaciones entre las variables cambiaron entre los distintos años. La supervivencia, que había mostrado una alta correlación con el rendimiento (componente principal 1) en 1998, tuvo a partir de 1999 una menor correlación la cual está asociada a la aparición del WSSV. A partir de mayo de 1999, el virus de la Mancha Blanca empezó a provocar grandes mortalidades en las piscinas camaroneras del Golfo de Guayaquil. En el año 2000, la correlación inversa de las variables de manejo densidad de siembra y días de cultivo con respecto a la supervivencia (componente principal 3), demuestra un cambio en las prácticas de manejo en las granjas para mitigar el impacto de las altas mortalidades provocadas por el WSSV. Córdova y de Wind (2000) encontraron mayores supervivencias en piscinas camaroneras sembradas a densidades menores de 5 animales.$m^{-2}$ comparado con siembras entre 10-15 animales.$m^{-2}$. Por otro lado, la necesidad de disminuir el riesgo obligó a los productores a disminuir el tiempo del ciclo de cultivo.

Los patrones espaciales de la producción observados en este estudio (Figura. 2) revelaron zonas de altos rendimientos en la región sur del Estero Salado y nororiental del Río Guayas. Las zonas de rendimientos bajos se encuentran en las áreas noroccidental y central del estuario interior del Golfo de Guayaquil. Este comportamiento podría estar asociado a factores que alteran la calidad de agua, tanto de origen antropogénico como natural, patrones de circulación de agua, así como a características propias de las granjas camaroneras. Estudios realizados por Ayarza *et al.* (1993) determinaron que la calidad de agua en el Golfo se está deteriorando. Niveles altos de eutroficación y desoxigenación fueron localizadas en la parte superior del Estero Salado. El Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) (1998) en un estudio de impacto ambiental previo al dragado del canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil encontró altos niveles de contaminación en la zonas aledañas a la ciudad de Guayaquil. Esto se explicaría por un incontrolado incremento poblacional, una insfraestructura no adecuada de los servicios básicos y el incremento de la navegación por la instalación de un puerto receptor de combustible y otro receptor de gas. Por otro lado, la CAAM (1996) en un estudio de calidad de agua en el Golfo de Guayaquil planteó que en el Estero Salado se distinguen dos ambientes, el que rodea la Ciudad de Guayaquil y el que sigue desde las afueras de la ciudad hasta Posorja. El primero se encuentra fuertemente contaminado con niveles altos de OD (oxígeno disuelto), DBO (demanda biológica de oxígeno), $PO_4$ y coliformes fecales.

En un levantamiento de datos históricos (1991-1997) de camaroneras en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, Bayot (1999) encontró que las mayores producciones fueron observadas en las granjas camaroneras que se encontraban al interior del continente y las menores producciones en las camaroneras más cercanas a la línea costera del Estero Salado. En esa misma zona se observó una tendencia a mayores producciones en el norte que hacia el sur. Esos resultados difieren de los encontrados en este trabajo, lo que podría ser explicado por cambios en los patrones de producción registrados fundamentalmente a raíz de la aparición del virus de la Mancha Blanca en 1999. La zona ubicada al norte del Estero Salado en la actualidad presenta grandes afectaciones por la presencia del virus, lo que ha provocado que muchas de las granjas camaroneras estén cerradas o produciendo parcialmente (Bayot, com. pers.).

Los modelos lineales generales mostraron que los niveles más altos de explicación fueron obtenidos para el modelo de rendimiento total y el más bajo para tasa de crecimiento. El bajo nivel de explicación del modelo de tasa de crecimiento refleja la alta complejidad de esta variable, la cual pudo estar siendo afectada por factores nutricionales, ambientales y genéticos que no fueron analizadas en este trabajo.

El análisis de los efectos de las variables explicatorias sobre los tres modelos representativos mostraron que el alimento balanceado fue la variable de manejo más importante para explicar la variabilidad en el rendimiento final, contribuyendo con el 85% de la variabilidad total del modelo. El coeficiente de la variable alimento reflejó que entre un 20 y 30% del alimento balanceado fue convertido en tejido de camarón. Anderson *et al*. (1987) en experimentos sobre crecimiento de camarón *P. vannamei* llevados a cabo en sistemas semi-intensivos, determinaron que entre un 60-70% del crecimiento fue producto del consumo de alimento natural mientras que alimento formulado solo contribuyó entre un 30 y 40%. Por otro lado, Primavera (1994) basada en datos de estudios de digestibilidad en dietas y tasas de conversión alimentaria en camarones, estimó que solo un 17% del alimento adicionado a las piscinas intensivas era cosechado como tejido de camarón.

La variable densidad de siembra fue incluída en los tres modelos. En el modelo para rendimiento final los mejores rendimientos fueron obtenidos para las densidades de siembra mas altas. Caillouet *et al.* (1974) en un experimento sobre crecimiento y rendimiento de *Penaeus duorarum* a dos densidades de siembra (7,5 y 15 animales.$m^{-2}$) encontraron que los mejores rendimientos fueron alcanzados a la densidad mas alta (15 animales.$m^{2}$). Teichert-Coddington *et al.* (1994) evaluando dietas con altos niveles de proteínas en camarones *P. vannamei* encontraron que los mejores rendimientos fueron alcanzados cuando la densidad de siembra fue incrementada de 5 a 11 animales.$m^{-2}$, mientras que el crecimiento y la supervivencia disminuyeron. Por otra parte, en los modelos de tasa de crecimiento y supervivencia los mejores resultados fueron observados a las densidades de siembra más bajas. Hernandez-Llamas *et al.* (1993) en un estudio sobre crecimiento y supervivencia de camarón *P. stylirostris* encontraron que mayores crecimientos y supervivencia fueron observadas a densidades entre 5,0-5,3 post-larvas 5.$m^{-2}$ que a densidades entre 12-15 post-larvas 5.$m^{-2}$.

El efecto de la variable año de producción en los modelos de rendimiento y supervivencia indica que hubo una disminución de los rendimientos y la supervivencia de 1998 al 2000. Estos resultados reflejan el comportamiento de la producción camaronera en Ecuador a partir de la aparición del WSSV. Bayot *et al.* (2001) en un trabajo de monitoreo de patologías de camarón reportan una disminución significativa de la producción, supervivencia y densidad de cosecha en las cuatro provincias productoras de camarón desde la aparición del WSSV, siendo más marcada en las granjas camaroneras de la provincia del Guayas.

Este estudio confirmó que un incremento en los rendimientos y la supervivencia fue obtenido cuando los camarones fueron sembrados mediante transferencia. Peterson y Griffith (1999) plantean que la siembra de juveniles de camarón (0,1g-2,0g) en las piscinas de engorde después de haber crecido en raceways o precriaderos intensivos tiene la ventaja que reduce el tiempo para alcanzar la talla comercial y aumentan el número de cosechas por años, lo que significa una mayor rentabilidad al compararlo con la siembra directa. Samocha *et al*. (2000) encontraron que mejores rendimientos y supervivencias fueron alcanzados en piscinas de engorde cuando fueron sembradas con juveniles de camarón después de haber crecido en precriaderos intensivos. Cordova y De Wind (2000) señalan que mejores supervivencias fueron obtenidas en las piscinas cuando fueron sembradas con post-larva 30 provenientes de precriaderos, "raceways" o tanques de larvicultura que cuando fueron sembradas post-larvas 10-12 de forma directa.

Un incremento del rendimiento, tasa de crecimiento y supervivencia fue observado cuando los ciclos de producción fueron sembrados con larvas silvestres. Se conoce que las larvas silvestres son altamentes preferidas por los productores y existe la opinión general de que la larva de laboratorio muestra más bajo desempeño que las larvas silvestre en términos de supervivencia y tasa de crecimiento (Silva y Santos, no publicado).
Aunque en la base de datos no fueron incluidos parámetros abióticos por no estar disponible esa información en las granjas camaroneras analizadas, la variable época de cultivo fue relacionada con el ambiente ya que es conocido que la temperatura y la salinidad varían según las estaciones y a su vez juegan un papel importante en el crecimiento y supervivencia de los camarones peneidos (Goddard 1996; Pillay 1997). Los resultados obtenidos indicaron que las mejores tasas de crecimiento se observaron en la estación húmeda, que corresponde a la época donde las temperaturas promedios son más altas (28°C) y las salinidades son mas bajas (21ups). El efecto de la temperatura y la salinidad ha sido ampliamente estudiado en los camarones peneidos. Swingle *et al.* (1994) demostraron que las diferencias en el crecimiento entre camarones *P. vannamei* provenientes de cruces de familias maternales y cultivados en dos sitios diferentes fueron atribuidos a la temperatura. El crecimiento promedio fue de 1,2 y 1,8 g.semana$^{-1}$ a temperaturas de 24,6°C y 28,1°C respectivamente. Por otra parte, en experimentos llevados a cabo por Kumlu *et al.* (2000) para determinar el efecto de la temperatura y salinidad sobre el crecimiento, supervivencia y desarrollo larval de *Penaeus semisulcatus* encontraron que el doble de crecimiento fue alcanzado en las larvas cuando estas fueron cultivadas a 30°C que cuando lo fueron a 22°C.

Los efectos de la salinidad sobre el crecimiento de los camarones peneidos han sido poco definidos, debido principalmente a su capacidad para osmoregular en un amplio rango de salinidades. Se asume que el crecimiento del camarón es mejor a salinidades isosmóticas cuando la energía no tiene que ser utilizada en la osmoregulación. Sin embargo, el camarón es hiposmóticos con respecto a su medio ambiente y sus requerimientos metabólicos no son normalmente modificados a bajas salinidades (Gaudy y Sloane, 1981).

El comportamiento temporal de las variables rendimiento y supervivencia en las 4 granjas camaroneras analizadas indicaron que las variaciones cíclicas de la producción a escala interanual estuvieron fuertemente correlacionadas con factores ambientales como los fenómenos climáticos globales ENOS y las enfermedades. En acuacultura, el productor camaronero tiene la percepción que los períodos normalmente cálidos (estación húmeda) y en especial los eventos anormalmente cálidos tipo El Niño propician un mejor esquema de producción (mayor rendimiento, crecimiento y supervivencia). En este estudio, los más altos valores de rendimiento y supervivencia observados coincidieron con la fase cálida de los eventos ENOS (Eventos El Niño de 1987, 1991-1992 y 1997-1998) ocurridos en el período analizado, mientras que los valores más bajos ocurrieron durante la fase fría de los ENOS, particularmente durante el período 1999-2000. Durante estos períodos anormalmente fríos se han presentado enfermedades, como la producida por el virus de la Mancha Blanca (WSSV), que ha ocasionado grandes pérdidas en los cultivos. En Ecuador, la fase fría de los ENOS estaría relacionada con la mayor incidencia de enfermedades de camarón. Al respecto, se ha señalado que uno de los factores que actúan como detonante de una epidemia son los cambios en la susceptibilidad del hospedero, debido a cambios ambientales bruscos, los cuales deprimen el sistema inmune y lo hacen más susceptible a desarrollar la enfermedad (Alday 2000). Jimenez *et al.* (2000), en un estudio sobre la ocurrencia de brotes periódicos de necrosis epitelial viral (ICENV), llamado también como TSV en *P. vannamei*, encontraron una correlación negativa significativa entre prevalencia del ICENV y un incremento de las temperaturas, mientras que correlaciones positivas significativas fueron encontradas cuando los camarones estuvieron sujetos a cambios de salinidades, lo que podrían estar relacionados a variaciones climáticas y oceanográficas reportadas en el Pacífico este durante el período analizado.

Las variaciones observadas en la producción también podrían estar asociados a otros factores como disponibilidad de larvas silvestres y reproductores de camarón que provocan un incremento en los precios y por consiguiente una disminución en las siembras de las piscinas camaroneras. Cornejo *et al.*(1997) plantearon que la industria camaronera es altamente dependiente y vulnerable a las variaciones climáticas y que aspectos como la maduración, el desove, el reclutamiento de post-larvas y la migración de juveniles están fuertemente correlacionados con la variabilidad estacional e interanual de las temperaturas oceánicas en la costa Ecuatoriana. En ese mismo estudio, el precio de la larva de laboratorio (tomado como índice de disponibilidad) mostró una correlación negativa con relación a las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3, siendo más elevado durante los años 1989-1990 y 1994 (períodos fríos) comparado con 1986-1987 y 1992 (períodos cálidos).

A pesar de que conocemos empíricamente que para que un evento sea detectado por el análisis espectral y tenga validez estadística, requiere que la serie de tiempo contenga al menos 10 realizaciones del mismo dentro del intervalo de tiempo que se esté analizando y las periodicidades que se esperan encontrar en este estudio están limitadas al rango entre 2 a 18 meses, los picos espectrales más energéticos se encontraron en los períodos entre 56 y 84 meses (4,7 y 7 años). La presencia de un pico de alta energía en estas periodicidades, evidencia la alta contribución e influencia de los eventos ENOS sobre las variables de producción en las granjas camaroneras.

Los espectros cruzados permitieron encontrar correlaciones significativas entre las series de tiempo (componentes principales) de rendimiento y supervivencia en las 4 granjas camaroneras analizadas y la temperatura del mar en la región Niño 1+2 a varias escalas de tiempo, lo que indica que independientemente de la localización geográfica de la granja camaronera, parte de la variabilidad de su producción es explicada por factores ambientales como la variabilidad climática a escala estacional y anual y los fenómenos climáticos globales ENOS.

## 6. CONCLUSIONES.

1.- Los análisis multivariados presentados en este trabajo permitieron estudiar sistemas complejos como son las piscinas camaroneras y simultáneamente considerar las distintas variables involucradas en el mismo. El ACP fue usado como una técnica exploratoria y permitió identificar los procesos que estaban impactando sobre la producción camaronera en el período 1998-2000.

2.- La distribución espacial de la producción en el período de 1998 al 2000 mostró que zonas de mayor producción fueron observadas al sur del Estero Salado y la región nororiental del Río Guayas, mientras que las zonas de menor producción fueron observadas al centro y norte del estuario interior del Golfo de Guayaquil.

3.- El análisis de regresión múltiple usando el modelo lineal general (MLG) fue utilizado como una técnica confirmatoria y reveló la contribución y los efectos de las variables explicatorias sobre las variables dependientes rendimiento final ($kg.ha^{-1}.ciclo^{-1}$), tasa de crecimiento ($g.semana^{-1}$) y supervivencia (%).

4.- El alimento balanceado fue el factor más importante en explicar la variabilidad en el rendimiento. El coeficiente de la variable alimento reflejó que entre un 20 y 30% del alimento balanceado fue convertido en tejido de camarón.

5.- Un efecto negativo fue observado en los modelos de tasa de crecimiento y supervivencia cuando fue incrementada la densidad de siembra. En el modelo para supervivencia, el año de producción fue el factor más importante en explicar la variabilidad, observándose una disminución a partir de 1998.

6.- Un incremento en los rendimientos fue observado cuando las piscinas fueron sembradas con larvas silvestres y fueron utilizados animales provenientes de precriaderos, mientras que mejores tasas de crecimiento se obtuvieron en la época húmeda.

7.- El análisis de las series de tiempo reveló que los mayores valores de rendimientos final y supervivencias coincidieron con los períodos cálidos de los eventos ENOS (El Niño), mientras que las más bajos fueron observadas durante el período frío (La Niña) de 1999 y 2000.

8.- Las granjas camaroneras ubicadas en la Isla Puná y Sabana Grande alcanzaron los rendimientos promedios anuales más elevados con 1.127 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$y 1.156 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$

respectivamente durante los años 1987 y 1988 mientras que los menores rendimientos se obtuvieron en las granjas camaroneras ubicadas en la región de Taura y Isla La Seca con 134 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$ y 63 $kg.ha^{-1}.año^{-1}$, respectivamente, en el año 2000.

9.- Los mayores valores de supervivencia promedios anuales fueron obtenidos en las granjas camaroneras ubicadas en la Isla Puná y Sabana Grande con valores de 78% y 74%, respectivamente, durante los años 1991 y 1992, mientras que los mas bajas supervivencias fueron alcanzadas en las granjas camaroneras ubicadas en Isla La Seca y Sabana Grande con valores de 12% y 18%, respectivamente, en el año 2000.

10.- El AE mostró que los picos espectrales más energéticos se encontraron en los períodos entre 56 y 84 meses (4,7 y 7 años), lo que evidencia la alta contribución e influencia de los eventos ENOS sobre las variables de producción en las granjas camaroneras objeto del estudio.

11.- Los espectros cruzados mostraron correlaciones significativas entre rendimiento final y TSM en la región Niño 1+2 a los 34, 12 y 6 meses, mientras que con relación a la supervivencia, correlaciones significativas fueron observadas solo a los 34 meses, lo que indica que la variabilidad de la producción esta influenciada por factores ambientales como la variabilidad climática a escala estacional y anual y los fenómenos climáticos globales ENOS.

## 7. **BIBLIOGRAFIA**.

Alday, V. 2000. The White Spot Syndrome Virus is not new in Ecuador. Global Aquaculture Advocate, 3(1): 17-18.

Ayarza, W., S. Coello, N. Chalén, P. Garces, L. García, M. L. García, F. Ormaza, F. Pérez, F. Pesantes, y L. Solórzano. 1993. Estudios geobioquímicos de la sección urbana del Estero Salado. Revista de Ciencias Marinas y Limnología, 3(1): 1-19.

Anderson, R. K., P. L. Parker, y A. Lawrence. 1987. A 13C/12C trace study of the utilisation of presented feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growout system. Journal of the World Aquaculture Society, 18: 148-155.

Bayot, B. 1998. Prácticas de producción camaroneras. El Mundo Acuícola. Fundación CENAIM-ESPOL, 4(1): 21- 24.

Bayot, B. 1999. Levantamiento de datos históricos de camaroneras en el estuario interior del Golfo de Guayaquil. El Mundo Acuícola. Fundación CENAIM-ESPOL, 4(2): 26-27.

Bayot, B., I. Betancourt, y F. Panchana, 2001. Monitoreo de patologías de camarón. El Mundo Acuícola. Fundación CENAIM-ESPOL, 7(1): 43-45.

Brock, J. A., R. Gose, D. V. Ligthner, y K. W. Hasson, 1995. An overview of Taura syndrome, an important disease of farmed *Penaeus vannamei*. In: Browdy, C. L. & Hopkins, J. S. (eds.). "Swimming through troubled water". Proceeding of the special session on shrimp farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, 84-94.

CAAM. 1996. Desarrollo y Problemática Ambiental del área del Golfo de Guayaquil. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República del Ecuador, 354p.

Caillouet, C. W., J. P. Norris, E. J. Herald, y D. C. Tabb, 1974. Growth and yield of pink shrimp (*Penaeus duoraum*, Burkenroad) in a feeding experiment in ponds. Proceeding World Mariculture Society. 5: 125-135.

Calderón, J., B. Bayot, I. Betancourt, y V. Alday, 1999. Monitoreo del Virus de la mancha Blanca en Ecuador: 20 de junio-14 de julio de 1999. El Mundo Acuícola. Fundación CENAIM-ESPOL, 5(2): 11-14.

Calderón, J., B. Bayot, S. Sonnenholzner, M. E. Cornejo, J. Melena, y F. Panchana, 2000. II Monitoreo del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) en Ecuador. El Mundo Acuícola. Fundación CENAIM-ESPOL, 6(1): 13-17.

Callejas, M. y F. Ormaza-González, 1993. Pesticides and other toxic compounds in some water shrimp ponds in the area of Taura. Datos no publicados.

CNA. 1995. Acuicultura del Ecuador. Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 7, 77-84.

CNA. 1998. Acuicultura del Ecuador. Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 23, 12-14.

CNA. 1999a. Acuicultura del Ecuador. Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 30, 34-37.

CNA. 1999b. Acuicultura del Ecuador. Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 29, 3-10.

CNA. 2000. Acuicultura del Ecuador. Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 40, 4-7.

CNA. 2001. Acuicultura del Ecuador. Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 41, 8-19.

CNA. (en prensa). Libro Blanco del Camarón Ecuatoriano.

Chen, S. N. 1995. Current status of shrimp acuaculture in Taiwan. En: Browdy, C.L. & Hopkins, J. S. (eds.). "Swimming Through Troubled Water". Proceeding of Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture`95. World Aquaculture Society, Baton Rouge, 29-34.

Clifford, H. C. 1992. Marine shrimp pond management. En: Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming. Wyban, J. (ed.). World Aquaculture Society, Baton Rouge, 110-137.

Cordova, J. L. y A. de Wind, 2000. Evolución de la situación del virus de la Mancha Blanca en Ecuador. Acuicultura del Ecuador. Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 36, 3-17.

Cornejo, M. P. 1993. Recetas de Análisis Espectral. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. ESPOL, 41p.

Cornejo, M. P. 1998a. Variaciones Climáticas: Impacto del Fenómeno de El Niño /Oscilación Sur en la Acuicultura del Ecuador. El Mundo Acuícola. Fundación CENAIM-ESPOL, 4(1): 5-7.

Cornejo, M. P., J. Calderón, J. L. Santos, y G. Silva, 1997. Application of climate information in Shrimp Aquaculture: The Ecuadorian Case. ENSO SIGNAL, IRI-OGP-NOOA, 8, 1-3.

Crespo, O. 1997. Perfil Pesquero y Acuícola del Ecuador. Pesca Blanca, 1(1): 8-11.

Dillon, W. R. y M. Goldstein, 1984. Multivariate Analysis. Methods and Applications. John Wiley & Sons (eds.), 587p.

Dunstan, F. D. J. 1993. Time Series Analysis. A practical Approach. Rickwood, D. & Hames, B. D. (eds.). IRL Press at Oxford University Press, 243-310.

Durand, S., D. V. Lightner, L. M. Nunan, R. M. Redmans, J. Mari, y J. N. Bonami, 1996. Application of gene probes as diagnostic tools for white spot baculovirus (WSBS) of penaeid shrimp. Diseases of Aquatic Organisms, 27, 59-66.

FAO. 1998. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Departamento de Pesca de la FAO. Roma, 112p.

Flegel, T. M. y T. Pasharawipas, 1998. Active viral Accommodation: A new concept for crustacean response to viral pathogens. En: Flegel, T. W. (ed.). Advances in shrimp biotechnology. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Thailand, 245-250.

Gaudy, R. y L. Sloane, 1981. Effect of salinity on oxygen consumption in postlarvae of the penaeid shrimps *Penaeus monodon* and *Penaeus stylirostris* without and with acclimation. Mar. Biol. 65, 297-301.

Glantz, M. H. 1996. Currents of change: El Niño's impact on climate and society. Cambridge University press, 211p.

Goddard, E. 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture. Chapman & Hill (eds.). Fisheries and Marine Institute. Memorial University Newfoundland, Canada, 194p.

Hameed, A. S., M. Charles, y M. Anikumar, 2000. Tolerance of *Macrobrachium rosembergii* to white spot syndrome virus. Aquaculture,183, 207-213.

Hasson, K. W., D. V. Ligthner, B. T. Poulos, R. M. Redman, B. L. White, J. A. Brock, y J. R. Bonani, 1995. Taura syndrome in *Penaeus vannamei*: demostration of the viral etiology. Disease of Aquatic Organisms, 23, 115-126.

Hernandez-Llamas, A., J. L. Hernandez-Lizardi, M. Gonzalez-Garibay, y F. J. Magallon-Barajas, 1993. Growth and survival response of *Penaeus stylirostris* (Stimpson) to fertilization, pelleted feed and stocking density in earthen ponds. Aquaculture and Fisheries Management, 24, 57-69.

Hirono, Y. 1983. Preliminary report on shrimp culture activities in Ecuador. J. Maricul. Soc., 14: 451-457.

Hirono, Y. y M. Leslie, 1992. Shrimp culture industry in Ecuador. En: Fast, A. W. & Lester, L. J. (eds.). Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 23: 783-815.

Huang, J., X. L. Song, J. Yu, y C. H. Yang, 1994. Baculoviral hypodermal and hematopoietic necrosis-pathology of the shrimp explosive epidermic disease. Abstract En: Abstract. Yellow Sea Fishery Research Institute. Qingdao, P.R. China.

INOCAR. 1998. Estudio de Impacto Ambiental previo al Dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil. Informe Final. 223p.

Inouye, K., S. Miwa, N. Oseko, H. Nakamo, T. Kimura, K. Momoyama, y M. Hiroaka, 1994. Mass mortality of cultured Kuruma shrimp *Penaeus japonicus* in Japan in 1993: electron microscopic evidence of the causative virus. Fish Pathology, 29: 149-158.

Jenkins, G. M. y D. G. Watts, 1968. Spectral Analysis and its applications. Holden-Day Series in Time Series Analysis. Jenkins, G. M. & Parzen, E. (eds.), 525p.

Jimenez, R. 1992. Síndrome de Taura (Resumen). Acuicultura del Ecuador. Revista especializada de la Cámara de Productores de Camarón, 59p.

Jimenez, R. 1997. Enfermedades registradas en cultivos del camarón *Penaeus vannamei* en el Ecuador. Acuicultura del Ecuador. Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 20, 51-53.

Jimenez, R., R. Barniol, L. de Barniol, y M. Machuca, 2000. Periodic occurrence of epithelial viral necrosis outbreak in *Penaeus vannamei* in Ecuador. Diseases of Aquatic Organisms. 42: 91-99.

Jory, D. E. y H. M. Dixon, 1999. Shrimp white spot virus in the western hemisphere. Aquaculture Magazine, 25: 83-91.

Kumlu, M., O. T. Eroldogan, y M. Aktas, 2000. Effect of temperature and salinity on larval growth, survival and development of *Penaeus semisulcatus*. Aquaculture. 188, 167-173.

Lightner, D. V. 1993. Shrimp Pathology: major diseases of concern to the farming industry in the Américas. En: Memorias del Primer Congreso Ecuatoriano de Acuicultura. Calderón, J. & Sandoval, V. (eds.). ESPOL. Guayaquil, Ecuador, 177-195.

Lightner, D. V. 1996. A handbook of Shrimp Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, 305p.

Lightner, D. V. 1999. The Penaeid shrimp viruses TSV, IHHNV, WSSV and YHV: current status in the Americas, available diagnostic methods and management strategies. Journal of Applied Aquaculture, 9: 27-52.

Lightner, D. V., T. A. Bell, R. M. Redman, L. L. Mohney, J. M. Natividad, A. Rukyani, y A. Poernomo, 1992. A review of some major diseases of economic significance in penaeid prawns/shrimps of the Americas and Indopacific. En: Diseases in Asia Aquaculture. Shariff, I. M., Subasinghe, R. P. & Arthur, J. R. (eds.). Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila , Philippines, 57-80.

Mc Padden, C. A. 1985. A brief review of the Ecuadorian shrimp industry. Typewritten report. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil, Ecuador, 42-66.

Mardia, K.V., J. T. Kent, y J. M. Bibby, 1979. Multivariate analysis. Academic Press, Londres, 521p.

Milstein, A. 1993. Factor and Canonical Correlations Analyses: Basic Concepts, Data Requirements and Recommended Procedures. En: Prein, M., Hulata, G. & Pauly, D. (eds.). Multivariate methods in aquaculture research: case studies of tilapias in experimental and commercial systems. ICLARM Stud. Rev, 24-31.

Milstein, A., A. Goldman, y G. Hulata, 1993. Multiple regression analysis of fish yield and profit in commercial fish farm in Israel. En: Prein, M., Hulata, G. & Pauly, D. (eds.). Multivariate methods in aquaculture research: case studies of tilapias in experimental and commercial systems. ICLARM Stud. Rev, 161-177.

Nakano, H., H. Koube, S. Umezawa, K. Momoyama, M. Hiraoka, K. Inouye, y N. Oseko, 1994. Mass mortalities of cultured Kuruma shrimp, *P. japonicus*, in Japan in 1993: epizootiological survey and infection trials. Fish Pathology, 29: 135-139.

Pasharawipas, T., T. W. Flegel, S. Sriurairatana, y D. J. Morrison, 1997. Latent yellow-head infections in *Penaeus monodon* and implications regarding disease resistance or tolerance. En: Flegel, T. W., Menasveta, P. & Paisarnrat, S. (eds.). Shrimp Biotechnology in Thailand. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Thailand, 45-53.

Pesantes Vigano, F. 1998. Algunas características geográficas y oceanográficas del estuario interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo. En: Comportamiento temporal y espacial de las características físicas, químicas y biológicas del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo entre 1994-1996. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil, Ecuador, 5-14.

Petersen, J. J. y D. R. W. Griffith, 1999. Intensive nursery system. Global Aquaculture Advocate, 2(6): 60-61.

Pillay, T. V. R. 1997. Acuicultura. Principios y Prácticas. Editorial LIMUSA. NORIEGA (eds.). México, D. F, 699p.

Primavera, J. H. 1994. Enviromental and socio economic effects of shrimp farm: the Philippine experience. Infofish Internacional 1/94: 44-49.

Rao, P. V. 1998. Statistical Research Methods in the Life Sciences. Duxburry Press. Brooks/Cole Publishing Company, 889p.

Rendón, M., N. Chalén, y E. Pérez, 1993. Estudio preliminar de los ríos de la región litoral. Revista de Ciencias Marinas y Limnología, 2(1): 179-222.

Rosenberry, B. 1995. World Shrimp Farm. Annual Report. Published by Shrimp News International. San Diego, California, 31-44.

Rosenberry, B. 1997. World Shrimp Farm. An annual report published by Shrimp News International. San Diego, California, 27-33.

Rosenberry, B. 1998. World Shrimp Farm. No 11. Published Annually by Shrimp News International. San Diego, California, 22-30.

Rosenberry, B. 1999. Directory of the Shrimp Industry in the Western Hemisphere. No 9. Published Annually by Shrimp News International. San Diego, California, 22-30.

Samocha, T., F. Cordova, T. Blacher, y A. de Wind, 2000. Raceway nursery production increases shrimp survival and yields in Ecuador. Global Aquaculture Advocate, 3(6): 66-68.

Silva, G y J. L. Santos, On the influence of sea temperature on shrimp biology. (no publicado).

Solórzano, L. 1989. Status of Coastal Water Quality in Ecuador. En: A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador. Olsen, St. & Arriaga, L. (eds.). Technical Report Series TR-E-6, 163-184.

Stern, S. 1995. Swimming through troubled waters in shrimp farming: Ecuador country review. En: Browdy, C. L. & Hopkins, J. S. (eds.). Swimming Through Troubled Water. Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture`95. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, 35-39.

Stevenson, M. R. 1981. Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil. Un estuario tropical. Boletín Científico y Técnico. INP. Guayaquil, Ecuador. 4(1): 5-106.

Sutinen, J. G., J. Broadus, y W. Spurrier, 1989. An Economic Analysis of Trends in the Shrimp Cultivation Industry in Ecuador. En: A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador. Olsen, St. & Arriaga, L. (eds.). Technical Report Series TR-E-6: 19-44.

Swingle, J., D. Chai, D. Godin, G. Hagino, F. Segura, J. Sweeney, y W. Carr, 1994. Growth and survival of *Penaeus vannamei* maternal families. Book of Abstracts, World Aquaculture' 94. World Aquaculture Society. Baton Rouge, 276p.

Teichert-Coddington, D. R., R. Rodriguez, y W. Toyofuku, 1994. Cause of cyclical variation in Honduran shrimp production. World Aquaculture. 25(1): 57-61.

Treece, G. D. y M. E. Yates, 1988. Laboratory Mannual for the Culture of Penaeid Shrimp Larvae. Marine Advisory Service, Sea Grant College Program. TAMU, 95p.

Tu, Ch., H-T. Huang, M-Ch. Li, y S-Y. Lin, 1999. Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. Diseases of Aquatic Organisms, Vol. 38: 159-161.

Twilley, R. R. 1989. Impacts of Shrimp Mariculture Practices on the Ecology of Coastal Ecosystems in Ecuador. En: A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador. Olsen, St. & Arriaga, L. (eds.). Technical Report Series TR-E-6: 91-120.

Weidner, D. T., T. Revord, R. Wells, y A. Manuar, 1992. World Shrimp Culture. Vol. 2. Part one:South American. U.S. Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service, 883-917.

Wigglesworth, J. 1994. Taura syndrome hits Ecuador farms. Fish Farmer, 8(3): 30-31.

Wongteerasupaya, CH., J. Vickers, S. Sriurairatana, G. Nash, y T. W. Flegel, 1995. A non-occluded,systemic baculovirus that occurs in cells of ectodermal and mesodermal origin and causes high mortality in the black tiger prawn *Penaeus monodon*. Diseases of Aquatic Organisms, 21: 69-77.

Young, P. y T. Young, 1992. Environment Methods of Nonstationery Time-Series Analysis: Univariate Methods. Edited by C.N. Hewitt. Environmental Management Series. Cairns, J. & Harrison, R. (eds.). Elsevier Applied Science, 37-77.

Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. 4 th edition. Prentice Hall, 663p.