



T  
519.4  
PER



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**INSTITUTO DE CIENCIAS  
MATEMÁTICAS**

**INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA  
INFORMÁTICA**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA  
PRODUCCIÓN EN UNA CAMARONERA**

**TESIS DE GRADO**  
*Previa a la obtención del Título de:*  
**INGENIERO EN ESTADÍSTICA  
INFORMÁTICA**

**Presentada por:**  
**Wehrli Enrique Pérez Caicer**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**  
**1999**

## **AGRADECIMIENTO**

El Agradecimiento es a Dios, por darme la alegría de poder **estar con vida para hacer cosas importantes.**

A **todo el personal del** Instituto de Ciencias **Matemáticas**, por **su** obra, Ingenierfa en Estadística Informática

A mis Asesores de Tesis: **Matemático** John Ramirez, y **Biólogo Marcos Carrera**, por ayudarme a **combinar ambas** ciencias, y **compartir** conmigo esta Aventura.

## DEDICATORIA

La dedicatoria es a las personas que **han** sido por siempre mi ejemplo, **Fermín** y Maria Luisa, que **creen** en Dios, en el trabajo, en el esfuerzo y en el hogar: mis padres. Quienes durante todos estos **años** de vida **académ**ica trasnocharon junto a **mí** y sintieron **las** tristezas y las **alegrías** que se obtienen de **cada** ciclo **académico**. Y sobre **todo** a ser **un** hombre que ayude a otros, que logre **sus metas** bajo **el** nombre de Dios. **Sólo** espero, que **un** día pueda yo **también** ser ejemplo de otros, y **trataré** de hacerlo mejor que ustedes.

Gracias por **su amor** y ayuda

## TRIBUNAL DE GRADO



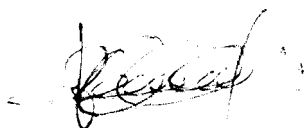
**Ing. Raúl Tingo**

**Miembro de Tribunal**



**Mat. Jorge Medina**

**Miembro del Tribunal**



**Mat. John Ramírez**

**Director de Tesis**



**Ing. Félix Ramírez**

**Director del I.C.M.**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La **responsabilidad del** contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio **intelectual** de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de la ESPO L).

---

**Wehrli E. Pérez C.**

## RESUMEN

En las **Camaroneras** ecuatorianas se **siembran** diversos tipos de nauplios: de **maduración**, de **inseminación** y salvajes. La diferencia **más relevante** entre ellas: **reaccionan** de **manera** distinta al **ambiente** que se encuentra en **las piscinas Camaroneras**.

Las **Técnicas** Multivariadas, son un conjunto de **métodos** estadísticos que de **manera simultánea analizan** dos o **más** variables que se **observan para determinar** patrones de comportamiento entre variables o individuos.

Dentro de **ellas** se **encuentran las** Componentes principales, que utiliza **una matriz** de **varianzas** y **covarianzas para explicar** su estructura en un **menor número** de combinaciones **lineales** con **relación** a las variables, obteniendo la misma cantidad de **información** que se obtuvo con **las** variables originales. Con **las componentes** principales se **formaron** ejes ortogonales en **los** que se **grafican las** posiciones de **las** variables. Estas combinaciones de ejes presentan diferentes vistas, en **las** que se **encontraron** variables **correlacionadas** y no **correlacionadas**, asociaciones entre ellas y sus **diferencias**.

Con estas **herramientas** se **encontró** que la **relación** entre **los** fertilizantes y la **cantidad** total de **algas** se encuentra indirectamente

correlacionada con **los** fertilizantes Urea y Fosfato. Pero Urea y Fosfato si se encuentra relacionado positivamente con Salinidad y Turbidez. Al considerar todos **los** tipos de nauplios se **encontró** que la densidad de alimentos en las piscinas esta fuertemente ligada de **m anera** positiva al porcentaje de supervivencia de la misma Pero en nuestro estudio se **optó** por analizar detenidamente que ocurre con **las** piscinas cultivadas con nauplios de **m aduración** y **la relación** entre estas dos **últim as** variables era **casi cero**, es **decir** no encontraban **relación**.

En el **año** 1996 no hubo diferencia significativa entre el porcentaje de supervivencia que alcanzaron **los** nauplios de maduracibn y **los** nauplios salvajes, pero en el **año** 1997, **año del** que se obtuvo la informacibn **m ás completa para hacer** un **análisis**, se **probó** que estos dos tipos de nauplios **tenían** una diferencia significativa Y **los** de maduracibn demostraron mayor supervivencia en **las** 42 piscinas en que **fué** cultivada. Es por eso que se direccionb el estudio a **los** nauplios de **m aduración**. Y un **modelo para explicar** esta supervivencia tambitn se **construyó**. Los resultados se encuentran en el **Capítulo 3**.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
SIMBOLOGÍA	XVI
INTRODUCCIÓN	17
I. LA <b>PRODUCCIÓN</b> CAMARONERA EN EL ECUADOR	
<b>Introducción</b>	19
1.1. <b>Reseña histórica</b> de la <b>producción</b> camaronera en el Ecuador	20
1.1.1.1. <b>Estadísticas</b> de la <b>producción</b> y <b>exportación</b> de <b>Camaron del país.</b>	22
1.2. El <b>proceso</b> de la <b>producción</b> camaronera.	24
1.2.1. Ciclo de vida <b>del camaron</b>	24
1.2.2. <b>Métodos</b> de cultivo	25
1.2.2.1. Sistema extensivo o <b>japonés:</b>	25
1.2.2.2. Sistema semi- <b>intensivo:</b>	26
1.2.2.3. Sistema intensivo, de galveston u occidental	27
1.2.3. Tipos de nauplios	27
1.2.3.1. Nauplios de <b>maduración</b>	28
1.2.3.2. Nauplios de <b>inseminación</b> artificial	29
1.2.3.3. Nauplios <b>salvajes</b>	30



1.3. El <b>proceso del cultivo de camarón</b>	31
1.3.1. <b>Recepción de las larvas</b>	31
1.3.2. Siembra	32
1.3.3. <b>Manejo del agua</b>	33
1.3.4. <b>Nutrición y alimentación</b>	34
1.3.4.1. <b>Larvas</b>	35
1.3.4.2. Post <b>larvas</b>	35
1.3.4.3. Juveniles y <b>subadultos</b>	36
<b>1.3.4.4. Camarones adultos</b>	38
1.4. <b>Aspectos ambientales</b>	39
1.4.1. Tipos de <b>suelos</b>	40
1.4.1.1. Limo <b>orgánico</b>	40
1.4.1.2. Arcilla	<b>41</b>
1.4.1.3. Arcilla <b>orgánica</b>	42
1.4.2. <b>Calidad del agua</b>	43
1.4.2.a Salinidad	44
1.4.2.b. Temperatura	45
<b>1.4.2.c. Oxígeno disuelto</b>	47
<b>1.4.2.d. Potencial de hidrógeno (ph)</b>	48
1.4.2.e. Amonio	48
1.4.2.f. <b>Sulfuro de hidrógeno (sh)</b>	50
1.4.2.g. Turbidez	50
<b>1.4.3. Pluviosidad</b>	52
1.5. <b>Fertilizantes</b>	53
1.5.1. Fosfato	53

1.5.2. Urea	54
<b>1.6. Algas</b>	<b>55</b>
1.6.1. <b>Algas</b> diatomeas	56
1.6.2. <b>Algas cianófitas</b>	57
1.6.3. <b>Algas clorófitas</b>	57
1.7. Indicadores <b>más comunes</b> en las camaroneras	58
1.7.1. <b>Estimación</b> de la biomasa de <b>camarón</b>	59
1.7.2. Estim <b>ación</b> de la densidad	60
<b>1.7.3.</b> Muestreo de supervivencia	61
1.7.4. Muestreo de crecimiento	62

## II. MARCO **TEÓRICO** DE LA **ESTADÍSTICA** **MULTIVARIANTE** A SER APLICADA

Introducción	64
2.1. <b>Introducción</b> al <b>análisis</b> multivariante	66
2.1.1. <b>¿Qué análisis</b> elegimos?.	67
2.2. Marco <b>teórico del análisis</b> de <b>componentes</b> principales	68
2.2.1. Muestra de <b>n</b> individuos y <b>p</b> variables	69
2.2.2. <b>Relación</b> entre las variables y <b>los</b> individuos	73
2.2.3. Distancia entre individuos y variables	75
2.2.4. Componentes principales	80
2.2.4.1. Procedimiento	82
2.2.4.2. <b>¿Cómo</b> elegir el número de factores?.	85
2.3. Marco teórico en el <b>análisis</b> de regresión <b>múltiple</b>	86
2.3.1. Objetivo <b>del análisis</b> de regresión	86

2.3.2. <b>Análisis</b> de regresión lineal <b>múltiple</b> bajo el supuesto de normalidad	90
2.3.3. La autocorrelación y normalidad de <b>los</b> residuos	92

### III. EL ENFOQUE **ESTADÍSTICO** MULTIVARIANTE EN EL **ANÁLISIS** DE LA **PRODUCCIÓN** CAMARONERA

Introducción	93
3.1. <b>Enunciación</b> de variables y <b>Formulación del problema</b>	95
3.1.1. Variables de <b>Proceso</b>	96
3.1.2. Variables de resultado	96
3.1.3. Variables referenciales	97
3.2. Formulaci <h>del</h> problems	97
3.3. Estudio A.- <b>Análisis</b> Univariado	98
3.3.1. Turbidez	100
3.3.2. Salinidad	103
3.3.3. Urea	<b>105</b>
3.3.4. Fosfato	106
3.3.5. Densidad de <b>Alimento</b>	108
3.3.6. Temperatura	109
3.3.7. <b>Algas</b> Diatomeas	111
3.3.8. <b>Algas</b> Cianofitas	112
3.3.9. <b>Algas</b> Clorofitas	113
3.4. Estudio A. - <b>Análisis</b> Multivariado	115
3.4.1. Interpretación de las Componentes Principales	117
3.4.1.1. <b>Primera componente:</b> “Calidad de Agua”	118

3.4.1.2. Segunda Componente: “Productividad Natural”	118
3.4.1.3. Tercera Componente: “ <b>Fitoplancton</b> ”	119
3.4.2. Relaciones entre <b>las</b> Componentes	119
3.4.2.1. Primera Componente Vs. Segunda Componente	121
3.4.2.2. Primera Componente Vs. Tercera <b>componente</b>	122
3.4.2.3. Segunda Componente Vs. Tercera Componente	124
3.4.2.4. Interpretaciones finales	126
3.5. Estudio B	129
3.5.1. <b>Análisis</b> con Nauplios de <b>Maduración</b> (N-M)	134
3.5.1.1. <b>Análisis Bivariado</b> con Nauplios de Maduración	134
<b>3.5.2. Análisis Multivariado</b> con	
Nauplios de Maduración ( <b>N – M</b> )	139
<b>3.5.2.1.</b> Primera Componente Principal	141
3.5.2.2. Segunda Componente Principal	141
3.5.2.3. Tercera Componente Principal	142
3.5.3. Relaciones entre <b>las</b> Componentes	143
3.5.3.1. Primera Componente vs. Segunda Componente	143
3.5.3.2. Primera Componente vs. Tercera Componente	145
3.5.3.3. Segunda Componente Vs. Tercera Componente	147
3.5.3.4. Interpretaciones finales	148
3.6. <b>Modelo de Regresión para</b> Supervivencia de <b>los</b>	
Nauplios de Maduración	151
 IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 155
ANEXO 3.5.1.	159

**ANEXO 3.5.2.**

**163**

**BIBLIOGRAFÍA**

**168**

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.1.1.a.</b>	<b>Exportaciones de camarón</b>	23
Tabla 1.1.1.b.	<b>Principales proveedores</b>	23
Tabla 1.2.1.	Estados <b>del camarón</b> en cm.	25
<b>Tabla 1.3.4.3.a</b>	<b>Dosificación de slimento</b>	36
<b>Tabla 1.4.1.3.b.</b>	Suelos	42
Tabla 1.4.1.2.	Fondos	43
Tabla 1.4.2.	Agua	43
Tabla 3.1.	<b>Enunciación</b> de variables	95
Tabla 3.4.a	<b>Simbología utilizada</b>	115
Tabla 3.4.b.	<b>Matriz de correlación</b>	116
Tabla 3.4.1.	Detalle de <b>las</b> componenteos principales	117
Tabla 3.5.a	<b>ANOVA para el año 1996</b>	130
Tabla 3.5.b.	<b>ANOVA para el año 1997</b>	132
Tabla 3.5.1.1.a	<b>Matriz de correlación</b> nauplios N-M	136
Tabla 3.5.2.a.	Detalle de <b>las componentes</b> principales	139
Tabla 3.5.3.1.	Cuadro <b>explicativo</b> de relaciones	144
Tabla 3.X3.2.	Cuadro <b>explicativo</b> de relaciones	146
Tabla 3.5.3.3.	Cuadro <b>explicativo</b> de relaciones	<b>148</b>
Tabla 3.5.3.4.	<b>Relaciones finales</b>	149
Tabla 3.6.	<b>Modelo de regresión</b> mhltiple <b>para</b> nauplios de <b>Maduración</b>	152

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

		<b>Pág.</b>
Figura <b>1.1.1.a</b>	Exportaciones de <b>cam arón</b>	23
Figura 3.3.1.a	Turbidez	101
Figura 3.3.1.b.	<b>Relación</b> total de <b>algas</b> con turbidez	102
Figura 3.3.2.	Salinidad	104
Figura 3.3.3.	Urea	105
Figura 3.3.4.	Fosfato	107
Figura 3.3.5.	Densidad de <b>alim ento</b>	108
Figura 3.3.6 .	Temperatura	109
Figura 3.3.7.	<b>Algas Diatóm eas</b>	112
Figura 3.3.8.	<b>Algas Cianófitas</b>	113
Figura 3.3.9.	<b>Algas Clorófitas</b>	114
Figura 3.4.2.	<b>Gráfico</b> de <b>cargas</b> de <b>las</b> variables	120
Figura 3.5.a.	Estadísticas de supervivencia <b>para</b> el <b>año</b> 1996	131
Figura 3.5.b.	Estadísticas de supervivencia <b>para</b> el <b>año</b> 1997	133
Figura 3.5.1.1.a	<b>Representación</b> de individuos: Nauplios de <b>m aduración</b>	138
Figura 3.5.2. a	<b>Gráfico</b> de <b>Cargas</b> de variables	140
Figura 3.6.	<b>Comparación del Modelo</b> de <b>regresión</b>	154

## SIMBOLOGÍA

Densidad de <b>Alimento</b>	<b>Dalim</b>
Urea	Ur
Fosfato	Fo
Supervivencia	<b>Sup</b>
Diatbmeas	Dia
<b>Cianófitas</b>	Cia
<b>Clorófitas</b>	<b>Clo</b>
Turbidez	Tur
<b>Salinidad</b>	Sal
Temperatura	Tern
Libras por <b>Hectárea</b>	Lb/Ha
Partes por mil	<b>ppm</b>
Centímetros	cm.
<b>Células</b> por mililitro	<b>Cel/ml</b>



## INTRODUCCIÓN

### **Objetivo** de esta **Tesis**:

El objetivo de esta tesis es **analizar las** relaciones de las variables que **componen** un sistema de **producción** en **una** Camaronera, asociarlos en grupos, y explicar **cómo afectan** a la supervivencia de **los camarones**.

La investigacibn en la Industria Camaronera, es la base **para** el desarrollo de la productividad, que en **dicha** industria significa: En las **mismas piscinas** obtener porcentajes de supervivencia **cada vez mayores**. Este trabajo de investigacibn es una **aplicación** de Estadística Multivariada que nos **permite** encontrar **las componentes principales del Proceso** de la Produccibn Camaronera, **las** relaciones entre variables de **proceso** y de resultado. El trabajo que se **presenta** a continua&n, contiene cuatro **Capítulos** con **información técnica** de la Industria Camaronera e **información teórica** de Estadística Multivariada

El **Capítulo I** describe la **importancia** que tiene **para** el **país** la Industria Camaronera, su evolucibn en el tiempo y **conceptos** generales de **términos** utilizados en Acuicultura, **además** se **enuncian** las variables

que **integran un** proceso de **Producción** Camaronera, **indicando mediante** Tablas, **los parámetros** que **recomiendan las** investigaciones previas. (Ej: **Tabla** 1.3.4.3. en donde se sugieren porcentajes de **alimento según** el peso promedio de **los** camarones).

En el Capítulo II, se encuentra la teoría de Componentes **Principales** y de **Regresión Múltiple**. Con este Capítulo se espera la **comprensión del método** por parte **del lector**, suponiendo conocimientos **básicos** de **Cálculo**, Álgebra Lineal y Estadística.

El **Capítulo** III, contiene la **aplicación** de **técnicas** univariadas y **multivariantes** a **los** datos obtenidos en una Camaronera, no se encuentran todas **las** variables que se **enuncian** en **el** Capítulo I, debido a la **dificultad** de encontrar Camaroneras que registren todas **las** variables de **su** proceso, pero si podemos encontrar relaciones interesantes entre **los** datos almacenados.

# CAPÍTULO I

## LA PRODUCCIÓN CAMARONERA EN EL ECUADOR

### INTRODUCCIÓN

En este **Capítulo** se **presenta información histórica y técnica del campo** acuacultor, ya que es importante **para** comprender que **funciones** tienen **las** variables que **serán analizadas** dentro **del proceso de Producción Camaronera**, **factores como** Calidad de Agua o Tipos de **suelo**, **deben** ser explicados porque de esa **manera** se **comprenderán los** resultados.

El tipo de nauplio utilizado es fundamental **para** la supervivencia, y en este **capítulo** se **describen los métodos** y sus diferencias. Las variaciones de las características de Calidad de Agua, **como** son salinidad, **Oxígeno** disuelto, temperatura, etc., junto con el alimento, son en definitiva, la **causa para** que la **especie** sobreviva

## 1.1. Reseña histórica de la Producción Camaronera en el Ecuador

Desde 1968, se desarrolla la Industria Camaronera en nuestro país, **los primeros** laboratorios y piscinas fueron **instalados** en la ciudad de Sta Rosa, **Provincia** de El Oro. **Para** 1976, **existían** 439 **hectáreas** de piscinas **Camaroneras**, lo que representan ingresos de **casi 20.700 millones** de **dólares**, y **para** 1981, llegaron a 34.638 **hectáreas**.

De 1980 a 1985, **las Hectáreas cultivadas** llegaron a 109.050, y **las** 20.000 TM de exportaciones superaron al café, y al cacao.

De 1986 a 1990 debido al **Síndrome** de la Caviota, la producción **disminuyó** en **un 17,6%**. Al **final** de 1990, hubo **una** leve **recuperación**, se exportaron 52.791 TM, lo que equivale a 340 **millones** de **dólares**, También, en **los** inicios de 1990 se **vivió un** **síndrome** llamado **De Taura**.

De 1990 a 1991, el crecimiento de la **producción** Camaronera tuvo **un** crecimiento **del 50%**, mientras que de 1992 a 1993 **disminuyó** en **un 17.6%**.

Pese a esto, desde 1994 se ha obtenido **un** crecimiento sostenido y, a finales **del año** 1996 **las** 180.000 **hectáreas**. cultivadas, produjeron 86.000; lo que equivale a 623 **millones** de **dólares**.

Y hasta julio de 1997, en el Ecuador **existían** 64 empresas empacadoras, que procesan 115.000 TM. de **Cam arón** al **año**, 26 **fábricas** de balanceado, y 343 laboratorios de larvas dedicados a la **investigación**.

**Paralelam ente** se han **creado como** complementarias, Industrias de Hielo, Industrias de **Cartón para los** diversos tipos de empaques, proveedores de insumos agrícolas **para** las **fábricas** de alimentos balanceados, proveedores de **maquinaria** especializada, empresas de **transporte** terrestre y **fluvial**.

Ecuador es el primer productor de **Cam arón** en el Hemisferio Occidental, Segundo en el mundo, primer proveedor **del** mercado **francés**, **tercer** proveedor de Italia y **Canadá**.

### 1.1.1. Estadísticas de la Producción y Exportación de Camarón del país.

El Ecuador es **un país** que produce **camarón para** exportar, debido a **ello**, es que **las** Estadísticas de exportaciones **sustentan** directamente a **las** de **Producción**, estos **datos** corresponden al **año** 1996’.

EXPORTACIONES DE CAMARÓN		
AÑO	TON. METR.	%CRECIM.
1990	52791	-
1991	79029	50%
1992	86796	10%
1993	72596	-16%
1994	73408	1%
1995	86567	18%
1996	95650	10%
1997	106670	14%
PROMEDIO DE CRECIMIENTO		12%

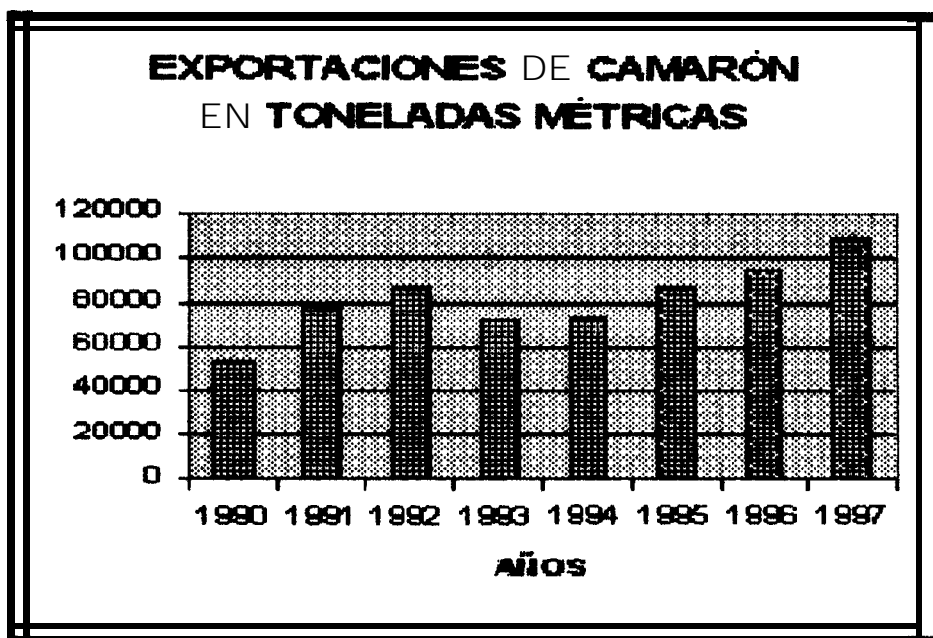
**Tabla 1.1.1.a**

Las exportaciones de **camarón** en el Ecuador **han** evolucionado, y **cada** vez creciendo (Tabla 1.1.1.a.). De esta **tabla** se puede indicar que **las** exportaciones, desde 1990 **han** crecido en **un**

---

♦ Tomador de la Revista ACUACULTURA DEL ECUADOR, de julio de 1997

promedio de 12,36% anual. También se tiene los valores de manera gráfica (Figura 1.1.1.a.).



*Figura 1.1.1.a.*

También se tienen los principales países proveedores de Camarón silvestre correspondiente al año 1996. (Tabla 1.1.1-b).

<b>PRINCIPALES PROVEEDORES DE CAMARÓN SILVESTRE</b>	
ECUADOR	16%
TAILANDIA	14%
BANGLADESH	8%
INDIA	8%
ARGENTINA	5%
MADAGASCAR	4%
MOZAMBIQUE	4%
OTROS	41%

*Tabla 1.1.1.b.*

## 1.2. El Proceso de la Producción Camaronera.

El cultivo **del camarón** se **realiza en más de 50 naciones**, y **las más producidas** son :

El **camarón tigre negro** (*Penaeus monodon*), y

El **camarón blanco** (*Penaeus Vannamei*).

### 1.2.1. Ciclo de vida del camarón

El ciclo de vida de **los camarones** *Penaeus*, es **como** sigue:

Los **camarones blancos del Pacífico** (*Penaeus Vannamei* y *Penaeus Stylirostris*), desovan en mar abierto, precisamente en el **área** en donde se realiza la pesca.

El desarrollo larval comprende once estados: **cinco** bajo el nombre de nauplio, tres de protozoa y tres de mysis (Estados **larvales** que **preceden** a la forma verdaderamente **adulto**) **conforme** la Tabla

1.2.1.



ESTADO		LARGO (mm)
HUEVO		0.2
	NAUPIO	0.3 - 0.6
LARVA	PROTOZEA	0.8 - 2.6
	MYSIS	3.2 - 4.4
		4.0 - 24.9
POSTLARVA		25.0 - 89.0
JUVENIL		25.0 - 89.0
SUB ADULTO		90.0 - 139.0
ADULTO		140

**Tabla 1.2.1.**

## 1.2.2. Métodos de Cultivo

Los **métodos más** utilizados en **el cultivo del camarón** son: **Método** extensivo, semi - intensivo e intensivo. Se estima que **del** total de **hectáreas** cultivadas, el 60% utiliza el sistema extensivo, el 25% **el** sistema semi- intensivo y el 15% **el** intensivo.

### 1.2.2.1. Sistema extensivo 0 japonés:

- ◆ Utilizapiscinas **grandes** (30 - 100 has.),
- Capacidad: 50 toneladas o **más**,
- ◆ Rendimiento de 400 - 800 **libras/cola (hectárea) año**,

- ◆ Se puede depositar de 10.000. a 20.000 postlarvas por acre,
- ◆ Densidad de cosecha promedio de 20 larvas por litro,
- ◆ No **existen** procedimientos tecnificados de **alimentación, y/o** fertilizacibn,
- ◆ Se mantiene un control de bombeo e infraestructura **física,**
- ◆ Tiempo de cosecha 4 - 6 meses.

#### **1.2.22. Sistema semi - intensivo:**

- ◆ Se siembran de 30.000 a 60.000 **larvas** por acre
- ◆ **Más** control a **los parámetros** ambientales,
- ◆ Aumenta la capacidad de bombeo,
- La **alimentación** se complementa con alimentos artificiales, manteniendo una **proporción** equitativa de ellos,
- ◆ Se **logran** producciones desde 1.200 a 3.500 libras cola **(hectárea)** por **año**
- ◆ Tiempo de crianza se reduce en **un 50%** dependiendo de las densidades de siem bra y tam **año**

### 1.2.2.3. Sistema intensivo, De Galveston u Occidental:

- ◆ Capacidad hasta 5 toneladas,
- ◆ Densidad de cosecha promedio de 100 larvas por litro
- ◆ Se siembran de 230.000 a 300.000 larvas por **hectárea**.
- ◆ Control estricto en **los factores** involucrados en el **proceso del cultivo del camarón**.
- ◆ En la **alimentación** se trata de que el **camarón** reciba alimentos balanceados, en mayor proporción que **los** alimentos naturales

### 1.2.3. Tipos de nauplios

Existen **varios** tipos de nauplios y su **diversificación** se debe a la forma en **como fueron** obtenidos, **asi** tenemos **los más comunes**:

- Naupliode **Maduración**
- Naupliode **Inseminación** artificial
- Nauplios salvajes (En las camaroneras se habla de larvas salvajes).

### 1.2.3.1. Nauplioe de Maduración

La **técnica** de obtener nauplios por **maduración** **consiste** en **tomar** camarones **machos** y **hembras** (reproductores), y colocarlos en estanques especiales de laboratorio sujetos **a** la luz, en donde se **harán** dos procedimientos **básicos**:

El **primero** es hacerle **un corte** en el ojo al **camarón** **hem bra** (**ablación**), ya que al **hacer** esto se **estimulan** las **horm on as** sexuales, lo siguiente es, con luz artificial en el **lugar**, **simu lar** el día y la **noche para** que se reproduzcan **los** camarones, con esto se **hace** que un día **sean** dos días artificiales, ya que **los** camarones realizan su **fecundación** en las **noches**, **así** se obtiene que la **hem bra** produzca sus huevos. **Cuando** la **hem bra** **esté** a **punto** de desovar o desprenderse de **los** huevos, se la coloca en **otro recipiente** especial que solo contiene **los** huevos **los** que **al poco** tiempo se **convertirán** en nauplios.

La **hem bra** puede someterse a este procedimiento **varias veces**, sin embargo **cada** vez que lo **haga producirá menos** huevos **hasta** que

yano sea **conveniente** hacerlo, se recomiendan no **más** de 80 **días** de someter a la misma hembra a este método.

### **1.2.3.2. Nauplios de inseminación artificial**

Este procedimiento obtiene la **fecundación** de la **hembra** de la siguiente forma:

Se **tom an** camarones **machos**, que **pueden** estar vivos o muertos y a **hembras vivas**, se verifica si la hembra no **está** fecundada, y la **manera** de hacerlo es observando **su** vientre, si **presenta un** color **blanco**, significa que ya **fué** fecundada por **un** macho, **sino**, entonces se **ubica** la parte ventral **del** macho en **donde** se **encuentran los** órganos reproductores y se obtiene el esperma con una pinza especial, luego con la pinza se coloca el esperma en el **órgano** reproductor de la **hembra**. Una vez realizado este procedimiento la **hembra** ya **está fecundada** y solo hay que esperar a que se produzcan **los** huevos, **para continuar** con el mismo procedimiento de desove que el de nauplios obtenidos por maduración.

### 1.2.3.3. Nauplios Salvajes

Son **los** nauplios que en mar abierto fueron **creados** por **un** macho y **una hembra** sin **interacción del** hombre y que se han convertido en nauplios en el ambiente **del** mar, la característica de estas larvas resultantes llamadas **también** nauplios salvajes es que pueden **alcanzar** niveles de supervivencia muy altos con **respecto** de **los** otros dos tipos, ya que las condiciones con las que se **encuentran** hasta el **momento** de ser recogidos **del** mar, es **más** difícil que el que **enfrentarán** en **una piscina**, por eso **los** cambios **afectan** negativamente a **unas pocas larvas**. Las **camaroneras** consiguen este tipo de nauplios por medio de laboratorios, que **hacen** desovar a las **hembras** capturadas de la pesca con huevos.

### 1.3. El proceso del cultivo de camarón

En general **los camarones** pueden **llegar** a su vida **adulta** en **un período** entre 6 a 12 meses, pero esto puede ser modificado dependiendo **del** cuidado e **influencia** de otras variables en su ciclo de vida. En el proceso **del** cultivo se presta cuidado desde **el momento** en que se adquieren **los** huevos, en una Camaronera se pueden adquirir las larvas de tipo salvaje, de laboratorio o ambas, pero **para** cualquiera de **las** dos mencionadas se realiza **un** seguimiento a **través del** ciclo de vida de estos **animales**.

A **continuación** las diferentes etapas en el **Proceso** de cultivo del Camarón.

#### 1.3.1. Recepción de las Larvas

El cuidado es **constante**, desde **cuando** se reciben las **semillas**, se estima el **número** de larvas adquiridas **según** el volumen **del**

tanque o **recipiente**, siendo **una** de **las** condiciones **más** importantes durante la **recepción** de las sem **illas**: la salinidad y la temperatura

Lo que **también** se tiene que **tomar** en cuenta es que tipo de nauplio ha sido utilizado, si es de origen **del** procedimiento de **maduración, salvaje**, o de **inseminación**.

El **cam arón** es **un** animal curibalino, es **decir**, puede sobrevivir en **diferentes rangos** de salinidad, pero no resiste **los** cambios bruscos, es por eso que **muchas veces** se requieren **los** procedimientos de **aclimatación**.

**Existen** procedimientos **para reducir las** partes de salinidad **del** agua que pueden **durar** desde 2 a 24 **horas**.

### 1.3.2. Siembra

En el Ecuador el sistema comprende **el confinamiento** o acorralamiento de las **especies para** esta **etapa**. Se llama sem **illa**



desde **los** estados de postlarvas y juveniles, **los** puntos **clave** en la siembra son:

- ◆ **Calificación** de la semilla, observando uniformidad de **talla**, color, norm alidades **anatóm icas** y movilidad.
- ◆ **Transplante** en horas de la **noche**, evitando la exposicibn al sol,
- ◆ **Aclim atación** de la larva a las condiciones de la **piscina** (salinidad, oxigeno disuelto y temperatura),
- ◆ **Conteo** de la poblacibn transplantada
- **Evaluación** de la mortalidad por **transplante**,

### 1.33. Manejo del agua

Luego de **los primeros** 15 a 20 dias de la siembra, es necesario empezar a renovar el agua, **drenando lentamente** de 3 a 5 cm por compuerta y **mantener** esta **renovación hasta** que el **cam arón** pese 3 gr. **Después** de **los** tres gramos, tres **días** antes **del** repunte **del**

aguaje, se disminuye **lentamente** el nivel **del** agua **hasta** media **columna**, dependiendo **del** peso **del** **camarón**, se puede **drenar** 5 6 10 cm por compuerta. A medida que se drena, es **necesario** compensar el agua de efluente. Tan pronto se drene media **columna**, se **procede** a cerrar **las** compuertas de **salida** y **rápidamente** se recupera el nivel **del** estanque.

De acuerdo a la densidad y **edad** o peso **del** **camarón** queda a **criterio del técnico mantener** la **renovación** de agua **diaria** de 6 a 20 cm por compuerta, estos cambios en **los** niveles de agua sirven **para determinar** si existe suficiente densidad de **camarones** en el estanque. El muestreo se lo realizamientras **los** niveles **están** bajos.

#### **1.3.4. Nutrición y alimentación**

**Existen** diferentes tratos en **los** alimentos cuando se tienen distintas **etapas del** ciclo de vida **del** **camarón**, a **continuación** se explica que ocurre en **estas etapas**:

#### 1.3.4.1. Larvae

Las larvas de **cam arón hasta el** estado de Mysis, se alimentan de **algas**.

#### 1.3.4.2. Post larvas

Hasta ahora el mejor **alimento** en esta **etapa del** ciclo de vida **del cam arón** es la Artemia nauplii, una **especie** de **crustáceo**. Este **alim ento** ha demostrado **ser** mejor que las combinaciones entre **am ino ácidos**, carbohidratos, aceites, vitam **in as** y m inerales.

Cuando **las** postlarvas **alcanzan un tamaño** de 10 a 12 mm, **com ien zan** a alimentarse en el fondo, **así como** en la **columna del** agua, y es en este **m omento** en que se pueden utilizar alimentos artificiales. Se preferirh aquellas que contengan vitam **in a** B.

### 1.3.4.3. Juveniles y Subadultos

Prefieren **partículas** de 3 a 10 mm de **diámetro**, se **usan** adhesivos para mantener **unido** el alimento y **evitar** que se **disuelvan** en el **agua**. Además, existe una necesidad de **calcio** y **magnesio**, en **carbohidratos** ha dado mejores resultados la **harina** de soya; en los **aminoácidos**, han sido mejores **las fuentes animales** que las **vegetales**.

DOSIFICACIÓN DEL ALIMENTO	
PESO PROMEDIO DE LOS CAMARONES (GRS.)	% DE ALIMENTO
0.2 - 1.0	20 - 17
1.0 - 2.0	17 - 14
2.0 - 3.0	14 - 12
3.5 - 5.0	12 - 10
5.0 - 7.0	10 - 07
7.0 - 13.0	07 - 06
13.0 - 20.0	06 - 05
20.0 - 30.0	05 - 04
30.0 - 40.0	04 - 03

Table 1.3.4.3.

El **método más** utilizado para **determinar** la **cantidad** de **alimento** se basa en un **porcentaje del** peso corporal de **la biomasa** de **camarones** en el estanque, Este porcentaje inicialmente es de 20%

**para los** juveniles y disminuye al 3% al **momento** de la cosecha Ver la tabla 1.3.4.3.

Entonces, C= la cantidad de **alimento** a suministrar, N= **número** de camarones, W= peso promedio, A = porcentaje de **alimento**.

$$\text{Se determina } C = N * W * A.$$

El **programa** alimenticio puede **iniciarse una** semana **después** de sembrado **el** estanque. Se consideran las **primeras horas** de la **mañana** y **las últimas** de la tarde **como** las **más** adecuadas **para** **proveer** de **alimento** a los estanques.

Las **Camaroneras** tratan de que el factor alimenticio no **pase** de 2:1, es **decir**, que no se necesiten **más** de 2 **libras** de **alimento** concentrado **para producir** 1 libra de **camarón**. Se considera que el **camarón** debe crecer en forma ideal en un gram o por **semana**, al inicio **del** ciclo de cultivo un **poco** menos y al **final un poco más**. Si el promedio es **0,6 gramos/semana** se tiene **un** mal crecimiento. Si el

crecimiento es inferior a 0.8 **gramos/semana**, la cosecha debe **hacerse** en 70 días.

#### 1.3.44. Camarones adultos

El **camarón** alcanza un **tamaño cosechable** luego de 100 a 140 días. Se drena, y **entre la piscina** y la tubería de **desagüe** se coloca **una** red. Se utiliza el hielo, y se lo ofrece en **varias** presentaciones, con o sin **cabeza**, con **cáscara**, etc.

**Después** de la cosecha se exponen al sol **los lechos** en **las piscinas** por dos o tres **semanas**, se **los** puede **arar para promover** la **aireación del suelo** o se puede **agregar** Limo.

En **los trópicos** se **producen** dos o **más** cosechas al **año**, **los materiales básicos** que se **usan** en el cultivo **del camarón** son **los** mismos que se **usan** en la **producción** de **carnes**, vegetales y **granos para consumo humano**, y **los** alimentos son fabricados **usando** **harinas** vegetales y **animales** de alta calidad, suplementos

vitaminicos y minerales, etc., estos contienen entre 20 y 35% de proteínas, dependiendo de la **especie** y el tipo de cultivo empleado. Los materiales limosos **más usados** son: la piedra caliza **hecha** polvo, limo quemado hecha piedra caliza (ocasionalmente).

Los fertilizantes **más usados** son: Nitrato de Sodio, super fosfatos, fosfatos de amonio y urea. Luego se puede volver a **producir** teniendo **preparado** nuevamente **los** equipos.

#### 1.4. Aspectos Ambientales

En la **Producción** Camaronera, intervienen **los aspectos del suelo y del agua**. Por ello se analiza previamente **el** tipo de **suelo** en que se asientan las piscinas y se controlan sus propiedades continuamente, lo mismo ocurre con el **agua** que se utiliza, siendo esta **última** la que necesita **un** cuidado **más** intenso. A continuación un breve **análisis** de ellos.

### 1.4.1. Tipos de suelos

Primero se ubican en las cercanías de las Costas, en donde haya un buen suministro de agua, ya sea **salada** o salobre, la profundidad promedio es de **4,5** pies por **cada piscina** y la tierra que resulta de la **excavación constituye los muros** de la Camaronera Se **prefiere construir** las piscinas en un suelo arcilloso, y se **compacta para tener beneficios** en el **manejo** de la filtración de agua.

Se debe considerar suelos que **mantengan** el agua, es **decir**, que no se filtre, este tipo de **suelo** tiene **características** de tipo arcilloso **sean** liso - arcillosos o arcilloso - pedregoso (**poca proporción**). De acuerdo a **su** textura, **los** suelos que se encuentran en el **litoral** ecuatoriano son:

#### 1.4.1.1. Limo orgánico

Es un suelo de **grano** fino **más** o menos **plástico**, con mezcla de materia **orgánica** **finamente** dividida **También** puede presentarse



**caparazones** y fragmentos visibles de material vegetal parcialmente descompuesto.

Este **suelo varía** de color desde gris **claro** a muy **oscuro**, y puede **contener** varios **productos** gaseosos de **descomposición** de materias **orgánicas** que **emanan su** olor característico, La permeabilidad **del limo orgánico** es muy baja y la compresibilidad es muy alta.

#### 1.4.1.2 Arcilla

Es **un** agregado de **partículas microscópicas** derivadas de la **descomposición** de **las rocas**, Es **plástica** desde **un** grado moderado hasta **un gran** contenido de agua La permeabilidad de la arcilla es extremadamente baja El **término** “gumbo” se aplica a **las arcillas** que se distinguen en **su** estado **plástico** por **un aspecto** jabonoso y **una gran** tenacidad, con **un** alto contenido de **agua**, son **particularmente** pegajosas.

### 1.4.1.3. Arcilla Orgánica

Es una Arcilla que debe algunas propiedades particulares a la presencia de materia finamente dividida. Cuando está saturada, la arcilla orgánica presenta tendencia a hacerse muy comprensible, pero cuando está seca, su resistencia es muy alta. Generalmente tiene color gris o negro y puede tener un olor característico. Es completamente inadecuado para soportar cimentaciones o terraplenes de tierra. A continuación, los parámetros físicos y químicos para un proceso de producción óptimo. (Tabla 1.4.1.3.a.), y el fondo que es la zona que une al suelo con el agua de las piscinas (1.4.1.3-b.).

SUELOS	
PH	7.5 - 8.5
MATERIA ORGÁNICA	2.5 - 51%
CARBONATOS	100ppm
BICARBONATOS	150ppm
NITROGENO TOTAL	0.1 - 0.2
FOSFORO DISPONIBLE	(18 - 25)ppm
SODIO	(3 - 150)ppm
POTASIO	(60 - 75) ppm
AMONIO INTERCAMBIABLE	(5 - 101%)

*Tabla 1.4.1.3.a*

**Tabla 1.4.1.3.b.**

<b>FONDOS</b>	
AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	<= 1.5 ppm
NITRITOS (NO <sub>2</sub> )	<= 0.25 ppm
ÁCIDO SULFÍDRICO (H <sub>2</sub> S)	<= 0.002 ppm

### 1.4.2. Calidad del Agua

<b>AGUA</b>	
PH	6.5 - 8.5
NITRATOS	6 ppm (max.)
NITRITOS	0.1 ppm (max.)
AMONIO NO IONIZADO	0.1 - 0.4 ppm
TEMPERATURA	(18 - 22)°C primario (26 - 30)°C masivos
AIREACION	(2 - 3) lt/min
ILUMINACIÓN	(3000 - 10000) lux
OXÍGENO DISUELTO	(5 - 7) ppm
SALINIDAD	(12 - 24) ppm (cría)

**Tabla 1.4.2**

El Control de calidad de **aguas** se lo **hace** en **función del pH**, **oxígeno** disuelto, nitritos y amonio no ionizable **además** de la temperatura **Estos parámetros** son considerados **básicos para** un control de larvicultura En la Tabla 1.4.2 se tienen **los estándares**.

### 1.4.2.a. Salinidad

Es la cantidad de **sólidos** disueltos en **un kilogramo** de agua de mar. La salinidad y la temperatura son **los dos factores principales** que determinan la **distribución** de las **especies oceánicas** y litorales. La cantidad de sales disueltas en el agua de mar, determina **una presión osmótica** sobre las paredes de las **células** de **los seres** que viven en ella y **cada especie** animal o vegetal **prospera** en el medio **líquido** a la **cual está** adaptada.

Una parte por **millón** (ppm) **indica** que hay una parte (en peso) de **una sustancia** en **un millón** de partes de la **solución**. Una muestra de **agua** con 1 ppm de salinidad **tendrá un** miligramo de **iones** y 999999 miligramos de agua. **Para todos los propósitos prácticos:**

**1 ppm equivale a 1 miligramo por litro.**

**Existen** aparatos medidores de conductividad que tienen **una** escala **para** leer la salinidad directamente, pero **existen** otros **métodos** tradicionales. La medición **consiste** en determinar la concentración total de **los sólidos** disueltos.

La muestra se filtra con un **papel** ho, un volumen conocido es evaporado y **el** residuo en **miligramos** por litro (**mg/lt**) es la **concentración** total de **los sólidos** disueltos, esto refleja el valor bien aproximado de la salinidad. En **aguas estuarinas** la salinidad puede ser **calculada** a **partir** de la concentraciñ de cloruros, usando **para** ello la siguiente **ecuación** de Swingle:

$$\text{Salinidad en mg/lt} = 30 + (1.805) (\text{doruro en mg/lt}).$$

La **concentración** de cloruros puede ser medida con el uso **del** **refractómetro** de temperatura **corregida**. En **las primeras etapas**, el **cam arón** requiere de porcentajes de salinidad **menores**, **aumentando** a medida que va creciendo.

#### 1.4.2. b. Temperatura

El **cam arón** es **un** animal poliquilotermo, es **decir**, soporta **diferentes temperaturas** y por lo **tanto** la temperatura **del** agua

influye directamente sobre su metabolismo, **acelerándolo** o **retardándolo**. El **período** digestivo esta **íntim** am ente relacionado con la temperatura **del** medio ambiente, a **25°C** dura **un** promedio de 6 horas, **mientras** que a **1 1°C** puede **demorar** hasta 10 horas. Esto se debe a que a mayor temperatura **habrá** mayor **activación enzimática** y en consecuencia una intensificacibn en **los** procesos de digestion y **alimentación**.

Los camarones se alimentan **tanto** en **el día como** de **noche** independientemente de la temperatura. La temperatura tiene un pronunciado efecto sobre **los** procesos **químicos** y biolbgicos, **duplicándose** por **cada** aumento de **10°C**, Esto significa que **los** organismos **usan** dos veces **más** oxígeno disuelto a **30°C** que a **20°C**. El **calor** entra por la **superficie**, por lo que, estas aguas se calientan **más rápido** que **las** aguas **más** profundas.

La **medición** diaria en por lo menos cuatro zonas de la **piscina**, **tanto** en la superficie **como** en el fondo **deben** realizarse dos veces al día: En las **últimas** horas de la tarde (**17:00** a **18:00**) y antes **del amanecer** (**05:00** a **6:00**).

### 1.4.2.c. Oxígeno disuelto

Es de gran importancia la **concentración** de oxígeno disuelto en el agua, sin embargo, el grado de solubilidad de este **elemento** es **una** variable dependiente de la temperatura, salinidad y material en **suspensión**, **así como** el ritmo de **producción** por parte de organismos **fotosintéticos** y ritmo de consumo característico **para cada ecosistema**

Si la temperatura aumenta, la solubilidad **del** oxígeno disminuye, si existe una **disminución** de la **presión atmosférica** y la salinidad aumenta, **decae** la solubilidad **del** oxígeno en el agua. Una **disminución** de oxígeno disuelto, inferior a 3 ppm, o 3 mg/lt, significa **un retardo** en el crecimiento de **los** camarones, y puede **causar** mortalidad elevada, en estos **casos** se **deberá** suspender la **alimentación** o cualquier tipo de fertilizante que se **esté** utilizando. El **método** más simple **consiste** en **tomar** la medida de **las** concentraciones de oxígeno disuelto en la oscuridad y 2 o 3 horas **más** tarde volver a repetir la **medición**.

#### 1.4.2.d. Potencial de hidrógeno (pH)

El **pH** es **una** medida de **concentración del ión hidrógeno** e **indica** si **el** agua en **reacción** es **ácida** o **básica**. La escala **del pH** es de 0 a 14, siendo 7 **el punto** neutro. **Así un** agua de **pH** 7 no es ni **ácida** ni **básica**, **m ientras** que **un pH** debajo de 7 es **ácida** y arriba de 7 es **básica**.

El **pH** de las aguas naturales **está** altamente influenciado por la **concentración** de  $\text{CO}_2$ , **una** sustancia **ácida**. Los valores altos se corrigen con el recambio de agua y **los** inferiores con el uso de **cal**.

La **medición deberá** hacerse todos **los** días por la tarde y en la madrugada

#### 1.4.2.e. Amonio

El amoniaco en **los estanques** o piscinas, **resulta como un producto del** metabolismo de **las especies** y la **descomposición** de



**materias orgánicas** por las **bacterias**. En el agua, el **nitrógeno del amoniaco** se **presenta** de dos **formas**: **am oníaco** no ionizado y el **ión am oníaco**.

El amoniaco no ionizado es **tóxico para los camarones** en cautiverio, pero el **ión amoniaco** no es **dañino excepto** en concentraciones muy elevadas. Los niveles **tóxicos del amoniaco** usualmente se **ubican** entre **0,0 y 2,0 mg/lit para especies** sometidas a un corto **período** de prueba

Efectos sub **letales** pueden ocurrir desde **0,1 a 0,3 mg/lit**.

El **pH** y la temperatura **regulan** la proporción de **am oníaco** total que se **presenta** en forma no ionizada. Un aumento **del pH** en una unidad provoca un **incremento** en la proporción **del amoniaco** no ionizado. Las concentraciones de amoniaco, **casi nunca** son demasiado **altas** en las piscinas o criaderos **como para** afectar al **productofinal**.

#### 1.4.2.f. Sulfuro de hidrógeno (SH)

Concentraciones de sulfuro de **hidrógeno** no ionizado **menores** a 1 mg/lt., pueden ser **rápidamente fatales** en la **crianza** de camarones, El bajo **pH** favorece la presencia de sulfuro de **hidrógeno** no ionizado y cuerpos **ácidos** de **agua** que contienen **altas** concentraciones de **SH\***. **Estas** altas concentraciones pueden ser reducidas en las piscinas o estanques con **el** uso de la cal. Felizmente el **SH\*** es **rara** vez **un** factor de **gran** consideración y **preocupación** en los criaderos de camarones.

#### 1.4.2.g. Turbidez

La turbidez se mide en cm, en **el** disco Secchi y bajo el **agua**, **las algas** son **eliminadas** por la turbidez **del planctón**. Los brotes de **algas** son favorables **para las grandes** producciones de **camarón**, la turbidez **del plancton también** mejora **los** camarones porque las

**partículas** en suspensión **limitan** su visión, **haciendo** que ellos **sean** menos **cautos**.

La turbidez **resulta** de las altas concentraciones de sustancias **húmicas** (sustancias que se **forman** debido a la putrefacción vegetal) y aunque estas no **hagan daño directo** a **los** camarones, si es causa de **alterar los** patrones **del** agua **como** acidez, bajos niveles de nutrientes y **un límite** de luz en el agua, lo que dificulta la **fotosíntesis**.

Una turbidez indeseable en el agua es que resulte de materiales suspendidos de arcilla, por ejemplo, y aunque la turbidez raramente **podría** tener efectos **directos** e inmediatos en **los** camarones, esto puede en el largo plazo, **crear** peligros en la **población** de camarones.

El agua que ingresa **para llenar las** piscinas de **los** camarones a **veces** contiene agua extremadamente turbia por causa de la erosión en el **desagüe** de **los** ríos, y por la **acción** de la **marea** que mantiene grandes cantidades de partículas de **suelo** en suspensión.

Cuando **el** agua es bombeada desde **los** rios o **canales hasta las piscinas** de camarones, **Is sedimentación** puede ser el mayor **problem a**.

**Según** Buck (1956), un norteamericano que ha estado observando **los procesos** de la **producción** de camarones y ha **visitado** nuestro **país**, **61** asegura que en nuestro **país** y en Tailandia, en donde la **sedim entación** llena **canales** o estanques en **pocos** meses y algunos sedimentos, contienen una **gran** cantidad de materia **orgánica**, lo que ejerce una alta **dem anda** de oxigeno.

### 1.4.3. Pluviosidad

Las precipitaciones influyen la salinidad, de **m anera** que la disminuyen. La salinidad **dism inuida** puede ser tolerada por **los** organismos llamados eurihalinos (es **decir**, aquellos que sopor-tan diferentes grados de salinidad), entre **los** que se **encuentran los** camarones, lo que **perm ite** la **penetración** de **postlarvas** a los esteros.

Las cantidades elevadas de precipitaciones pluviales **producen** **además** cambios en **los** nutrientes, **pH**, etc., y **actúan** favorablemente en **el** ciclo de vida de **los** cam **arones**.

En Ecuador **existen** dos estaciones **climáticas** bien defmidas por **el** grado de pluviosidad, **correspondiendo** al invierno (diciembre - mayo) cantidades elevadas y al **verano** (**junio** - noviembre) precipitaciones m **enores**.

## 1.5. Fertilizantes

DOS de **los m ás** utilizados Fertilizantes son fosfato y urea y en **menor proporción** se **tiene** al potasio.

### 1.5.1. Foefato

Su simbolo es  $PO_4$  y es **un** tipo de nutriente metabblico que se utiliza pars lograr mayor productividad a las **algas**, y cuando se

provee de este **elemento** a **veces** se **regula** la productividad **del** agua natural. Y **así** lo **testifican** muchos investigadores **como** Hutchinson (1957) y Lee (1970), que sostienen que **el agua más** natural es el que contiene **fósforos** con grandes producciones de **plantas**.

La experiencia con **fertilización** en piscinas **también** sugiere que adiciones de fertilizantes fosfato puede **incrementar** la **producción** de **peces** en **muchas** estanques (Mortimer, 1954; Hickling, 1962). **Además** esta **información** es importante **para los** acuacultores.

### 1.5.2. urea

Es el **más común** de los fertilizantes de **nitrógeno**, el 45% de ella es **nitrógeno**, pero **también existen** otros **como** anhídridos de amonio, nitratos de amonio, **sulfato** de amonio, etc., todos ellos contienen nitrógeno en **menor proporción** que la urea. La **reserva** principal de **nitrógeno** en **el** agua de **mar** **está** constituido **especialm**ente por **nitratos**.

Los compuestos de **nitrógeno** son utilizados por **las plantas** y luego el **proceso** se invierte cuando mueren o cuando son consumidas por **el** zooplancton o por otros organismos vivos. Tan pronto **como** ocurre esto, se descomponen **los** compuestos **orgánicos** hasta regenerar de nuevo **las formas inorgánicas** de **nitrógeno**.

Del **alimento** vegetal ingerido por **los** hervivoros, **una pequeña fracción** pasa a **form ar parte del** animal, **m ientras** que el resto es excretado en forma de **partículas sólidas**. **Estas** partículas junto con **los** restos de seres muertos, **form an los** detritos que se **encuentran** en suspensión en el **agua**.

## 1.6. Algas

Debido a su **gran** importancia en la **alimentación** de **los prim eros** **estadios larvarios**, **las algas** son cultivadas en **los** laboratorios de **las** **cam aroneras**, y pueden encontrarse en **los** tipos:

- ◆ **Cianófitas**

- ◆ Clorófitas
- ◆ Diatómeas

### 1.6.1. Algas Diatómeas

Las **diatómeas** son **organismos unicelulares** y uninucleados, **autótrofos**, con **cloroplastos** amarillos y reserva fundamentalmente grasa. **Membrana formada por una matriz orgánica, de proteína y pectina, incrustada de sílice, y descomponible en dos piezas más o menos rígidas que encajan por sus bordes una dentro de la otra y que presentan relieves y poros.**

Viven en **el mar**, en **las** aguas salobres y **dulces**, así **como** en el **suelo**; en realidad en todos **los** ambientes con suficiente humedad y luz. Sus dimensiones oscilan entre **2μ** y 4mm; la mayoría quedan entre 10 y 300.



### 1.6.2. Algae Cianófitas

Se **han** denominado **también algas** azules o verdeazules. Se caracterizan por **su organización infracelular**. Pigmentos **del** grupo de **las** ficobilinas **enmascaran** el **verde** de la clorofila. No hay **núcleo** organizado y **como producto** de **reserva** se acumula **un glúcido** (**almidón** de **cianofíceas**). En la **mayoría** de las **algas** azules se distinguen dos regiones en el protoplasma; **una periférica** que contiene **los** pigmentos y se llama cromatoplasma, y otra central e incolora **llamada** centroplasma. Salvo **casos** excepcionales, no se **observan vacuólos** en el protoplasma.

### 1.6.3. Algas Clorófitas

Las **algas** verdes se caracterizan por sus pigmentos predominantemente **clorofilicos**, **su núcleo** definido y por tener plastidios, en este **caso** cloroplastos, cuyo **número fluctúa** de **uno** a varios por **célula**. Los cloroplastos tienen forma **diversa**, pero **constante para cada especie** y **aún para cada género**. **Cada célula**

contiene un **núcleo** definido. **Además** el **producto** de reserva **celular** es **almidón** y se **almacena** en los pirenoides y fuera de ellos.

### 1.7. Indicadores más comunes en las Camaroneras

En **muchas** Camaroneras **durante** el **proceso** de **producción** se lleva **un** control **para**, continuamente, tener **información** sobre:

- ◆ Fechas de siembra y cosecha
- ◆ Origen **del** nauplio
- ◆ Densidad de Habitantes por siembra y cosecha
- ◆ Porcentaje de supervivencia
- Peso promedio **del camarón** producido

A **continuación** se **presenta** una descripción de estos **agentes** y la **manera** de **cómo** se **miden** sus valores. Las Camaroneras no siempre **observan** todas **estas** variables, sin embargo, **la mayoría** obtiene **información** de las que se **cree** que tienen mayor relevancia

en el proceso del cultivo del camarón, como son: pH, salinidad, temperatura, concentración de oxígeno, etc.,

### 1.7.1. Estimación de la biomasa de camarón

La biomasa se refiere al peso estimado de camarones en el estauque en un momento dado y excluye a todas las demás especies ya sea peces y otros organismos que pudiesen estar en el estauque. La estimación de la biomasa de camarones se obtiene según la siguiente fórmula:

Sea:

B = La biomasa expresada en Kg, o en Lbs.

C= EL número total de camarones por especies

Ppi= El peso promedio por especie.

$$\text{Entonces } B = C * Ppi$$

### 1.7.2. Estimación de la Densidad

La **relación** entre **el número de animales** existentes y el **volumen o área** de **un estanque o piscina**, nos **indica** la densidad.

Se puede utilizar la relación de volumen o **área**, siempre y cuando se tengan iguales relaciones entre piscinas o estanques:

- ◆ Sembrar 60.000 **Pl/ha.**, significa **un rápido** crecimiento y la ganancia sem anal de peso puede variar de **0,7 a 1,3 gr/sem ana**.
- ◆ Sembrar 70.000 a 100.000 **Pl/ha.** Con buen manejo, **el** crecimiento **varía** de **0,5 a 0,9** grs. por semana.
- ◆ Sembrar 110.000 a 220.000 **Pl/ha.**, es **una** densidad apropiada **para** trabajo semi - intensivo.
- ◆ 230000 - 300000 **Pl/ha.**, es **una** densidad **para** sistemas intensivos. Las Camaroneras que tiene **un buen flujo** de agua, **soporan** esta densidad sin necesidad de **aireación**.

### 1.7.3. Muestreo de supervivencia

Este muestreo se realiza en las primeras etapas **del** cultivo, con ayuda de una **malla** fina, posteriormente se utiliza la atarraya de supervivencia. El primer muestreo de supervivencia debe realizarse de **los 20 a los 30** días de sembrada la piscina utilizando atarraya de **1/4"** y **un** peso de **8 libras** en plomo, **una** dimensión aproximada de **9 cuartas** (una cuarta = 7 - 8").

El **método más recomendable para** realizar el muestreo es el de 10 atarrayas por hectrea de piscina en cultivo. Se debe tener a la **mano un** plano de la piscina en la que se **hará** el muestreo y realizar el marcaje de **los** puntos en donde tirar la atarraya, se **deben** evitar **los** ruidos excesivos, pues, **espantan** al **camarón**. Obtenida la muestra se va **haciendo un** registro por atarraya, por **especie**, por piscina **para** luego obtener las relaciones con el **área** que **cubre cada** atarraya con el **área** de la piscina

#### 1.7.4 Muestreo de crecimiento

El muestreo de crecimiento es el medio que nos permite conocer el comportamiento del desarrollo del camarón, y su respuesta a la ración alimenticia.

- ◆ Primero se hace un muestreo para determinar la proporción de cada especie,
- ◆ Luego el muestreo de crecimiento, se debe iniciar a los 15 días de sembrado totalmente, se utiliza una red de amarre o chinchorro de 10 a 15 pies de largo, con un ojo de malla no mayor de 1/20" o 1/16". Esta red es recomendable hasta que la población más pequeña alcance 1,5 gramos y pueda entonces ser atrapada por la atarraya que tiene un ojo de malla de 1/2" a 1".

La cantidad de camarones recomendada para el muestreo de crecimiento va de 10 a 25 por piscina. Los muestreos de crecimiento deben realizarse en la forma más uniformemente posible, cada semana y el mismo día de la semana.

El seguimiento de la **categoría dominante** o sea la **subpoblación** que aparece con mayor frecuencia, nos **indicará** si la **relación** alimenticia debe aumentarse, **así como también indicar** el **momento** de la cosecha

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO DE LA ESTADÍSTICA MULTIVARIANTE A SER APLICADA

#### INTRODUCCIÓN

En este Capítulo se encuentran **los** pasos **para** encontrar **las** Componentes Principales y un **Modelo** de **Regresión** Múltiple.

En **muchas** Camaroneras se recogen datos de variables **como** porcentaje de supervivencia o **cantidad** de balanceado por **piscina**, etc., de **manera periódica**, **también existen técnicas** que estiman la turbidez, oxígeno disuelto en el **agua**, salinidad, etc., toda esta **información hace** posible que se pueda **construir** un **Modelo** de **regresión** lineal o **determinar** las Componentes Principales.

La producción **Camaronera** esta sujeta a la **manera como** se comportan las variables que intervienen en el **Proceso del** Cuitivo de



**Camaron**, y es **cada** vez **más** difícil **determinar** cuáles están relacionadas **más** fuertemente con la **Producción**.

Es importante conocerlo porque de esa **manera** se puede **fixar** el esfuerzo en aumentar la **Calidad del** grupo de variables que **más** inciden en la **Producción** Camaronera y explicar su **relación**.

Cuando tenemos **un número** grande de variables de por medio y queremos explicar su comportamiento, la **variación**, o el grado en que si **un** grupo de variables sigue **un** cierto **patrón**, es **cuando** necesitamos que en la **Investigación** se utilicen las **herramientas del Análisis** Multivariante.

## 2.1. Introducción al Análisis Multivariante

El **Análisis** multivariante se refiere a todos **los métodos** estadísticos que **simultáneamente analizan las múltiples** medidas existentes sobre **cada** individuo **u objeto** de **interés**.

Las **técnicas** multivariadas se clasifican en:

- **Descriptivas o Interdependiente**

Es la **técnica** en la **cual una** variable no simple, o grupos de variables **están** definidos **como** entes independientes o dependientes.

- ◆ **Explicativas o Dependientes**

Es la **técnica** en la que **una** variable o grupo de variables es identificada **como** la variable dependiente, para ser explicada o predicha por otras variables conocidas **como** variables independientes.

Existen varias técnicas multivariadas, pero lo que debemos conocer previamente es la elección de la **técnica**, la que **nos proporcionará la información** que se necesita

### 2.1.1. ¿Qué Análisis elegimos?,

Para esta investigación se ha elegido primeramente dos **Análisis**, con los que se espera lograr una explicación **inicial básica** de la **Producción**:

- ◆ **Análisis de Componentes Principales** (Interdependiente)
- ◆ **Análisis de Regresión Múltiple** (Dependiente)

El Análisis de Componentes Principales nos traslada de un espacio conformado por todas **las** variables que consideramos de **interés** a otro espacio de dimensión **menor**, utilizando **los criterios** de valores característicos, en la que sus **componentes** son combinaciones **lineales** de estas variables, de **tal** forma que la

**información** que no **logre** ser cubierta sea relativamente **pequeña**, **dando así facilidades para** la **interpretación** de ciertos **fenómenos** que se **dan** en esta **área** de **producción**.

**Análisis de Regresión Múltiple** nos sirve **para** encontrar un **modelo** de **explicación** a una variable dependiente, utilizando una **combinación** lineal de **otras** cuantitativas **llamadas** variables de explicación, obviamente tenemos que sospechar que **una** vez encontrado el **modelo** de Regresión se tiene que **validar haciendo** las pruebas correspondientes **para** saber si **los errores** no **están** correlacionados y si es que siguen **una** distribución normal.

## **2.2. Marco teórico del Análisis de Componentes Principales**

A continuación se encuentra la **explicación necesaria para** establecer una **guía para** el **Análisis de Componentes Principales**, esta parte de la tesis **supone** algunos conocimientos **básicos** de

**álgebra** y estadística **del lector**, e **incluye** en lo posible **algunas citas** a otras asignaturas que **ayudan** al **desarrollo del Proyecto**.

### 2.2.1. Muestra de **n** individuos y **p** variables

Si **I** es **un** conjunto de **n** individuos sobre **cada uno** de los cuáles hemos considerado **p** variables **cuantitativas**  $x^j$ ;  $j = 1, 2, \dots, p$ ; es **decir** **p** aplicaciones:

$$x_j : \begin{array}{l} I \longrightarrow R \\ i \longrightarrow x^j(i) = x_i^j \end{array}$$

#### **Definición 2.2.1 .a:**

Se llama muestra de **p** variables  $x^1, x^2, \dots, x^p$  al conjunto:

$$M_{x^1, x^2, \dots, x^p} = M(x^j) \quad 1 \leq j \leq p$$

$$x^j = (x_i^1 \quad x_i^2 \quad x_i^3 \quad \dots \quad x_i^p) \mid i \in I$$

A este conjunto **también** se lo suele **llamar nube de puntos** asociada a **los** individuos.

### **Definición 2.2.1.b:**

A la matriz:

$$X = \begin{pmatrix} x_1^1 & x_1^2 & \cdot & x_1^j & \cdot & x_1^p \\ x_2^1 & x_2^2 & \cdot & x_2^j & \cdot & x_2^p \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_i^1 & x_i^2 & \cdot & x_i^j & \cdot & x_i^p \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_n^1 & x_n^2 & \cdot & x_n^j & \cdot & x_n^p \end{pmatrix}$$

Se le denominamatriz de datos.

### **Notación.**

Al **elemento**  $x_i^j$  **también** se lo denota **como**  $x_{ij}$ .

La **fila**  $X_i$  contiene **las**  $p$  observaciones **hechas para** el individuo  $i$ , sobre **las**  $p$  variables.

La **columna**  $x^j$  contiene **los**  $n$  valores **tomados** por la variable  $j$ , sobre **los**  $n$  individuos.

**Definición 2.2.1.c:**

Si  $x_1, x_2, \dots, x_n$  constituyen **una muestra aleatoria**, entonces

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \qquad s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Llamaremos  $\bar{x}$ , a la media **aritmética** de los datos, y  $s^2$ , a la **varianza** de los datos.

**Observación.**

Utilizamos los estimadores de **Máxima Verosimilitud para** estas operaciones.

**Definición 2.2.1.d:**

Se llama centro de **gravedad** de la muestra, o de la nube de puntos asociada a los individuos al vector:

$$G = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_p)$$

Llamaremos a la matriz  $Y$ , **Matriz de datos centrada**:

$$Y = \begin{pmatrix} x_1^1 - \bar{x}_1 & x_1^2 - \bar{x}_2 & \dots & x_1^j - \bar{x}_j & \dots & x_1^p - \bar{x}_p \\ x_2^1 - \bar{x}_1 & x_2^2 - \bar{x}_2 & \dots & x_2^j - \bar{x}_j & \dots & x_2^p - \bar{x}_p \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_i^1 - \bar{x}_1 & x_i^2 - \bar{x}_2 & \dots & x_i^j - \bar{x}_j & \dots & x_i^p - \bar{x}_p \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_n^1 - \bar{x}_1 & x_n^2 - \bar{x}_2 & \dots & x_n^j - \bar{x}_j & \dots & x_n^p - \bar{x}_p \end{pmatrix}$$

### Definición 2.2.1.e:

La matriz de **varianza - covarianza** asociada será:

$$V = YDY'$$

Notemos que:

$$D = \text{diag}(1/n, \dots, 1/n)$$

Y la matriz de **correlación**:

$$R = \frac{D_1}{s} V \frac{D_2}{s}$$



$$\text{Donde } \frac{D_1}{s} = \text{diag} \left( \frac{1}{s(x_1)}, \frac{1}{s(x_2)}, \dots, \frac{1}{s(x_p)} \right)$$

Observemos que **tanto**  $V$  **como**  $R$  *son* matrices simétricas y semidefinidas positivas.

### 2.2.2 Relación entre las variables y los individuos

Sea  $F$ : el espacio de **las** combinaciones **lineales** de **las**  $p$  variables y consideremos la base **canónica**  $B$  de  $F$ :

$$B = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$$

Y el espacio dual de  $F$ , denotado  $F^*$ , y sea  $B^*$  la base dual:

$$B^* = \{f_1^*, f_2^*, \dots, f_n^*\}$$

definido:

$$f_i^*(f_k) = \delta_{jk} = \begin{cases} 1, & k = i \\ 0, & k \neq i \end{cases}$$

Como  $X^j = x_1^j f_1 + x_2^j f_2 + \dots + x_n^j f_n$

Tenemos que:  $f_i^*(X^j) = x_i^j$

Entonces podemos considerar  $f_i^*$  como la **representación del** individuo  $i$  en  $F^*$ , porque **asocia** a la variable  $X^j$  el valor de esta **para el individuo  $i$** .

De **m anera análoga**, si  $\{e_1, e_2, \dots, e_p\}$  es la base **canónica** de  $E = R^p$ , los elementos:  $\{e_1^*, e_2^*, \dots, e_p^*\}$  que **forman** la base dual  $E^*$  de  $E$  corresponden a la representacibn de variables.

Habiendo dos representaciones de individuos (en  $E$  y en  $F^*$ ) la pregunta que se **plantean** es : **¿Qué relación existe entre ellas?**.

Se puede comprobar que la matriz asociada a la **transformación** lineal que **hace corresponder** los elementos de la base:  $f_j^*$  de  $F^*$  a los  $X^j$  de  $E$  es lamatriz  $X$ .

De **manera análoga**  $X'$  es la matriz asociada a la **transformación** lineal de  $E^*$  en  $F$  que a los  $e_i^*$  **asocia** los  $X_i$ .

Tenemos el siguiente esquem a:

$$\begin{array}{ccc} E = R^p & \xleftarrow{X} & F^* \\ & & \downarrow X' \\ E^* & \xrightarrow{X'} & F = R^n \end{array}$$

### 2.2.3. Distancia entre individuos y variables

Nos limitaremos a **cuantificar** la semejanza entre dos individuos con ayuda de distancias euclidianas.

La distancia entre dos individuos o variables mide el grado de **asociación o** semejanza entre **éstas**. **Llam aremos** a  $d(i,i')$  a la distancia entre el individuo  $i$  y el individuo  $i'$ .

**Existen** distintas medidas de la distancia y **todas ellas** cumplen **los** siguientes **axiom as**:

- a)  $d(i,i')$  es positiva, si  $i = i'$  la distancia es **cero**.

- b) La distancia es **simétrica**, es **decir**:  $d(i,i') = d(i',i)$
- c) Se **cumple** la desigualdad triangular, es **decir**,

$$\forall a,b,c: d(a,c) \leq d(a,b) + d(b,c).$$

**Existen algunas** funciones de distancia, pero la **más** utilizada es la distancia **Euclídea**.

Recordemos que **un espacio** vectorial **E**, de **dimensión** finita  $p$ , en el **cuál** se **haya** fijado **una** base  $B$ , se lo puede identificar con el conjunto de **los vectores, columna**, de  $\mathbb{R}^p$ ; **para** ello basta asociar a **un**  $x \in E$  con el vector  $X \in \mathbb{R}^p$ , cuyas **componentes** son las **coordenadas** de  $x$  en la base  $B$ ; **además** a toda forma bilineal  $g$ , definida en  $E \times E$ , se le puede asociar **una** matriz, de **orden**  $P \times P$ , que cumpla:

$$g(x,y) = X'QY = \langle X,Y \rangle_Q$$

y reciprocamente toda matriz  $Q$  representa **una** forma bilineal  $g$  definida por la igualdad anterior. **Además**  $g$  es **simétrica**, definida y positiva si y solo si  $Q$  **también** lo es.

Una forma bilineal **simétrica**, definida y positiva nos **permite** definir sobre E **un producto escalar**:

$$\langle x, y \rangle_g = g(x, y) = X'QY = \langle X, Y \rangle_Q$$

**así como también** una norma:

$$\|x\|_g^2 = \langle x, x \rangle_g = X'QX = \langle X, X \rangle_Q = \|X\|_Q^2$$

una distancia:

$$d_g(x, y) = \|x - y\|_g = \|X - Y\|_Q = d_Q(X, Y)$$

y la llamaremos **Q-norm**.

**Ortogonalidad:**

$$x \perp_g y \Leftrightarrow \langle x, y \rangle_g = 0 \Leftrightarrow \langle X, Y \rangle_Q = 0 \Leftrightarrow X \perp_Q Y$$

Una forma **bilineal** definida **permite** definir **una aplicación** lineal h de E en su dual  $E^*$  de la siguiente **manera**:

$$\begin{aligned} h: E &\longrightarrow E^* \\ x &\longrightarrow h(x) = g_x \end{aligned}$$

con  $g_x(y) = g(x, y)$

La matriz asociada a esta transformacibn es la matriz Q asociada a la forma bilineal g.

En nuestro **caso**, el espacio en el que **están** representados los individuos es  $E = \mathbb{R}^p$ , por **tanto** la **identificación** es inmediata, y **com o métricas más** utilizadas se escogen:

$Q = I_p$  que es la **más** simple y usual. (Matriz identidad de p dimensiones).

$$Q = \text{diag} \left( \frac{1}{v(x_1)}, \frac{1}{v(x_2)}, \dots, \frac{1}{v(x_p)} \right)_1$$

Todos los problemas que han sido evocados en  $E = \mathbb{R}^p$  pueden ser evocados **para**  $F = \mathbb{R}^n$ . En la **práctica** se **hace** intervenir la Q - métrica.

Observemos que si  $X$  es la matriz de datos y  $Y$  la matriz de datos **centrada**, tendremos que:

$$\begin{aligned}
 d_D^2(Y_i, Y_j) &= (Y_i - Y_j)'(Y_i - Y_j) \\
 &= Y_i' Y_i + Y_j' Y_j - 2Y_i' Y_j \\
 &= \text{Var}(y_i) + \text{Var}(y_j) - 2\text{Cov}(y_i, y_j) \\
 &= \text{Var}(x_i) + \text{Var}(x_j) - 2\text{COV}(x_i, x_j).
 \end{aligned}$$

Así, la distancia entre dos individuos **será**:

$$d^2(i, i') = \frac{1}{n} \sum_j \left( \frac{x_{ij} - x_{i'j}}{s_j} \right)^2$$

Y la distancia entre dos variables **estará** denotada por:

$$d^2(j, j') = \sum_i \left( \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} - \frac{x_{i'j} - \bar{x}_j}{s_{j'}} \right)^2 = 2(1 - R_{jj'})$$

De esta forma **las** proximidades entre **los** puntos se pueden interpretar **según** su correlación.

Si dos variables **están** muy correlacionadas positivamente,  $R_{j,j'} \approx 1$ ,

la distancia es nula  $d^2(j, j') \approx 0$ .

Si **están correlacionadas** muy negativamente  $R_{j,j'} \approx -1$ , la distancia

es **máxima**  $d^2(j, j') \approx 4$ .

Si **están** no correlacionadas  $R_{j,j'} \approx 0$ , la distancia es intermedia

## 2.2.4 Componentes Principales

La utilidad de usar componentes principales esta dado por algunas razones:

- ◆ **Para seleccionar y reducir el número de variable que se requieren para explicar un comportamiento.**

Se **utilizan las** variables que se encuentran fuertemente correlacionadas con las **primeras** componentes principales, **ya** que estas explican con mayor **confiabilidad** al fenómeno que nos interesa, sujeto al porcentaje de **explicación** que nos hemos trazado.



### ◆ **Utilización de las componentes principales como nuevas variables**

Para un estudio es de gran utilidad seleccionar **factores** y no variables ya que, en primer lugar **los primeros** son **mucho menores** en **número** que las variables, **además resultan** no correlacionadas, por lo que podemos **construir un Modelo de Regresión** utilizando **los factores como** variables sin tener dificultades técnicas.

El objetivo es **tratar** de que **exista** en **las** componentes principales tanta **información como** la que existe en las variables originales.

El **Análisis de Componentes Principales (A.C.P.)**, antes que **un fin**, es **un medio**, ya que en muchos **casos** es **una etapa** en investigaciones **más** extensas.

### ◆ **Interpretación de componentes principales**

El A.C.P. nos **permite** saber si es que existe **una** estructura latente en las variables estudiadas, y **cual** es la **participación** de **cada**

variable en **cada** factor, **Muchas veces estas componentes** tienen un significado propio **del campo** en el que se **aplica, como sería**, por ejemplo **para el caso** de esta tesis: Un factor alimenticio, factor ambiental, etc. De **tal manera** que si en el futuro **estamos** interesados en **estudiar** el factor alimenticio, con **las** correlaciones entre variables y factor podemos reducir a **las** variables suficientes **para** obtener la **explicación deseada**.

El ACP se **usa para describir una** matriz R de individuos vs. variables. Es **decir, una** matriz que **recoge** el valor que **tom an cada** una de **las** variables  $j$ ,  $\{j=1,\dots,p\}$  en **cada** uno de **los** individuos u observaciones  $i$ ,  $\{i=1,\dots,n\}$ .

#### **2.2.4.1. Procedimiento**

El procedimiento **consiste** en tom **ar** la matriz R (Pág. 56), en la que sus **vectores** tienen el **m** mismo centro de **gravedad** y en el que esta reducida su **distancia**, ya que pueden existir variables que tengan **alta** dispersion con **respecto a las** otras. **Así, no habrá** influencia de

un grupo de variables con **respecto** a otro, en la que sus relaciones de **medidas nominales sean** muy diferentes. Una vez obtenido, **para** luego **encontrar los** valores propios  $\mu_\alpha$  de esta matriz.

Las proyecciones de **los** individuos sobre **los** ejes dirigidos por estos **vectores** propios son **los componentes principales**, se obtienen **mediante**

$$F_\alpha = X\mu_\alpha \quad F_\alpha(i) = x^j \mu_\alpha = \sum_j x_{ij} \mu_{\alpha j}$$

Este factor es **una** variable artificial **combinación** lineal de **las** variables iniciales y se denomina **componente** principal.

Llamaremos a cada elemento  $R_{j,j}$ , **com 0 correlación j,j**.

### **Observación.**

**Para** el cálculo de  $R$  se necesita la **matriz**  $V$  y una diagonal con  $1/n$ , **com o también** se puede multiplicar a  $V$  por  $1/\sqrt{n}$ , si hacemos esto entonces:

$$R = VV'$$

$u_\alpha$  determina la **dirección del eje  $\alpha$** . Y se lo obtiene a partir del sistema de ecuaciones

$$[R - \lambda_\alpha I] u_\alpha = 0$$

Para obtener **los factores** no es necesario diagonalizar la matriz  $VV'$ . Los vectores propios asociados con **los** valores propios se obtienen a partir de las de  $XX'$  mediante

$$v_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} X u_\alpha$$

Una vez obtenidos **los** vectores se proceden a Ortonormalizarlos, aplicando el **Proceso** de Gram – Schmidt. Que no es **objeto** de este estudio. Pero **el** objetivo es que, **como** son ortogonales, estos **factores** van a ser no correlacionados entre **sí**. Otra propiedad es que la **norma** de **cada** uno sea igual a **uno**.

La **proyección** de **los** puntos variables sobre el eje  $\alpha$  **vendrá** dado por el vector:

$$G_\alpha = X' v_\alpha = \sqrt{\lambda_\alpha} u_\alpha \quad G_\alpha(j) = \sum_i x_{ij} v_{\alpha i} = \sqrt{\lambda_\alpha} u_{\alpha j}$$

La coordenada de un **punto** variable  $j$  sobre el eje factorial  $\alpha$  es el **coeficiente de correlación** entre la variable  $j$  y el factor  $\alpha$ ,

$$\text{cor}(\alpha, j) = \frac{\text{cov}(\alpha, j)}{s_{\alpha} s_j} = \frac{\sum_i F_{\alpha}(i) x_{ij}}{\sqrt{\lambda_{\alpha}}} = G_{\alpha}(j)$$

Esta expresibn **para las** coordenadas se obtiene sustituyendo en la anterior  $v_{ai}$  por SW **expresión** en la **fórmula** que relaciona **los** dos espacios

$$F_{\alpha}(i) = v_{ai} \sqrt{\lambda_{\alpha}}.$$

#### 2.2.42. ¿Cómo elegir el número de factores?

**Para** elegir el **número** de factores, se debe fijar previamente un porcentaje m **ínimo** de explicacih que se requiera **para los** factores, (**inercia** en algunos textos), **para cada** factor se obtiene su **respectivo** porcentaje de explicacibn **para** luego elegir **los primeros factores** que **sumados sus** porcentajes **logran** cubrir el mínimo requerido. El porcentaje de explicacih **del** factor a **está** dado por el cociente:

$$\text{porcentaje de explicación del factor } a = \frac{\lambda_a}{\sum_j \lambda_{aj}}$$

Entonces se van tomando **una** a una **las componentes principales** hasta que **reúnan** el porcentaje fijado.

### 2.3. Marco teórico en el Análisis de Regresión Múltiple

Es **el método** apropiado de **análisis** cuando la **investigación del problema** envuelve **una sola** presunta variable dependiente **para** que sea explicada por **una** o **más** variables independientes.

#### 2.3.1. Objetivo del Análisis de Regresión

El objetivo **del análisis** de **regresión** múltiple es predecir el comportamiento en la variable dependiente a partir de **los** cambios en **las** variables independientes, este objetivo se logra a partir **del** uso de **los mínimos** cuadrados.

**Definición 2.3.1.**

Llamamos a la función de regresión múltiple a la ecuación siguiente:

$$Y = a_1 + a_2 x_2 + \dots + a_j x_j + \dots + a_p x_p + e$$

Donde  $e$  es una variable aleatoria que sigue una distribución normal con parámetros  $(0, \sigma^2)$ . Su expresión matricial es  $Y = Xa + e$

Donde  $Y$  es un vector de  $n$  filas

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix},$$

$X$  es la matriz de orden  $n \times p$

$$X = \begin{pmatrix} x_1^1 & x_1^2 & x_1^j & x_1^p \\ x_2^1 & x_2^2 & x_2^j & x_2^p \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_i^1 & x_i^2 & x_i^j & x_i^p \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_n^1 & x_n^2 & x_n^j & x_n^p \end{pmatrix}$$

$a$  es el vector de  $p$  filas y  $e$  de  $n$  filas

$$a = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_p \end{pmatrix} \qquad e = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_n \end{pmatrix}$$

Se utiliza el **método** de los **mínimos** cuadrados con lo que se obtiene la **función** F.

F, minimiza la suma de los cuadrados de los errores

$$F = \sum e^2 = \sum e'e = (y - xa)'(y - xa)$$

$$\begin{aligned} e'e &= (y' - a'x')(y - ax) = y'y - y'xa - a'x'y + a'x'xa = \\ &= y'y - 2a'x'y + a'x'xa \end{aligned}$$

ya que  $a'x'y$  es un **escalar** e igual a su transpuesto  $y'xa$

$$\frac{\partial F}{\partial a} = -2x'y + 2x'xa = 0 \quad ; \quad x'y = x'xa$$

$$a = (x'x)^{-1}x'y$$



Así es como encontramos los coeficientes de la regresión, ahora para las desviaciones de los coeficientes:

Dado que  $\hat{a}$  es estimado,

$$\hat{a} = (x'x)^{-1} x'y = (x'x)^{-1} x'(x\alpha + e)$$

Desarrollando tenemos

$$\hat{a} = \alpha + (x'x)^{-1} x'e$$

Si se toman valores esperados,

$$E(\hat{a} - \alpha) = (x'x)^{-1} x'E(e) = 0$$

$$E((\hat{a} - \alpha)(\hat{a} - \alpha)') = (x'x)^{-1} x'E(ee')x(x'x)^{-1}$$

$$E(ee') = \sigma_e^2 I$$

$$E(ee') = \sigma_e^2 (x'x)^{-1}$$

que es la matriz de covarianzas de los coeficientes.

### 2.3.2 Análisis de Regresión Lineal múltiple bajo el supuesto de normalidad

El estimador de máxima verosimilitud de  $\sigma$  está dado por

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - (a_1 + a_2 x_{i2} + \dots + a_p x_{ip})]^2}$$

donde **los  $a$**  son **los** estimadores de **máxima** verosimilitud de las  $a$ , y de forma matricial se puede **representar** de la forma

$$s = \sqrt{\frac{Y'Y - B'X'Y}{n}}$$

Podemos **realizar** prueba de **hipótesis para los** coeficientes de nuestro **modelo** de **regresión múltiple** en el que bajo **las** suposiciones de normalidad, las **varianzas** de estos coeficientes son :

$$\text{var}(\bar{a}_i) = c_{ii} s^2, i=0,1,\dots, p$$

Donde  $c_{ij}$  es el elemento del  $i$ -ésimo renglón y la  $j$ -ésima columna de la matriz  $(X'X)^{-1}$ , donde  $i$  y  $j$  toman los valores desde 1 ap.

También expresaremos el resultado de que, la distribución muestral de  $\frac{n \cdot s^2}{\sigma^2}$ , es la **distribución ji cuadrada** con  $n-k-1$  grados de libertad y que  $\frac{n \cdot s^2}{\sigma^2}$  y  $\bar{a}_i$ , son independientes para  $i=0, \dots, p$ . Al **combinar** todos estos resultados, tenemos la **definición** de la distribución  $t$  de student.

### **Teorema 2.3.2.a.**

Con las suposiciones del análisis de regresión normal múltiple

$$t = \frac{a_i - \bar{a}_i}{s \sqrt{\frac{n |c_{ii}|}{n - k - 1}}} \quad \text{para } i=0, 1, \dots, p.$$

son valores de variables aleatorias que tienen la **distribución  $t$**  con  $n-k-1$  grados de libertad.

### 2.3.3. La autocorrelación y normalidad de los residuos

Una vez que se ha encontrado **los** coeficientes de la regresión lineal múltiple, lo siguiente es hacerse la pregunta: **¿Qué tan bueno es mi modelo?**, la teoría de Regresión, nos dice que **un modelo es óptimo** si es que **los errores** que envuelven **los pronósticos** y la realidad, siguen **una** distribución normal con media **cero**, y **varianza  $\sigma^2$**  (también llamado **ruido blanco**), y si son independientes entre ellos, es **decir rechazar los** supuestos de que **los errores están correlacionados**. Cuando se **construye un modelo de regresión**, lo siguiente es **verificar** si el error **generado** de esa **predicción** y los valores reales es un ruido blanco. **Para** ello se encuentra el test de Durbin y Watson **para** determinar la existencia de **autocorrelación**, el siguiente es la **técnica de Bondad de Ajuste** **para** asegurar que siguen **una distribución normal**.

## CAPÍTULO III

### EL ENFOQUE ESTADÍSTICO MULTIVARIANTE EN EL ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN CAMARONERA

#### INTRODUCCIÓN

**Para** el estudio, se obtuvo la disposición de **una** Camaronera en particular que **tiene** cuatro sectores, y cuenta con 91 piscinas. Se **decidió** realizar el Análisis a **los** datos correspondientes al **año** 1997 ya que, en ese **año** la mayor cantidad de variables fue registrada. Ha sido entonces, **del criterio** de **los** Bibliólogos, **cuántas** variables **tomar**, **el plan** de muestreo, etc.

Ahora, se desea analizar el comportamiento de las variables, su **relación** entre **ellas**, y **como están** relacionadas con la variable supervivencia, esta **última** es la **más** importante por **el hecho** de ser **sinónimo** de productividad en la Industria Camaronera.

La Supervivencia es observada al final de un **período** en **cada** piscina, **el** tiempo promedio en que **una** piscina llega a la **producción** es de 138 **días** (**Para** el **año** 1997). Si se obtiene supervivencia, se puede **calcular** densidad poblacional, **analizar** el nivel de **estrés**, y otras variables **demográficas importantes para** una Camaronera **Además** de **costos**, utilidades, etc.

Y **más** ah, si se logra determinar que variables o grupo de variables tienen una **directa relación** con la supervivencia, es posible indicar **cómo deben** comportarse **las** variables de **Proceso** (**Véase** tabla 3.1.), **para** que el porcentaje de supervivencia, bajo ciertas condiciones, sea **máxim a**

Desde el **momento** en que se **inicia** la **producción** en una piscina camaronera, se obtienen observaciones **periódicas para cada** variable, algunas son tomadas **más** de una vez al día, otras solo en el **últim o** día (supervivencia). La mayoría son controladas por **los Biólogos y Técnicos**. **Otras como** temperatura, o pluviosidad son puramente ambientales y no pueden controlarse. Al final se obtiene una **sola** observación de supervivencia, obviamente, se esperan **los** valores altos.

### 3.1. Enunciación de variables y Formulación del problema

Previo a la **Formulación del problema** es necesario definir ciertos términos, que se refieren a la **manera** en **cómo** se disponen los datos:

- ◆ Variables de **proceso**
- ◆ Variables de resultado
- ◆ Variables referenciales

<b>ENUNCIACIÓN DE VARIABLES</b>		
<b>DE RESULTADO</b>	<b>DE PROCESO</b>	<b>REFERENCIALES</b>
Número de <b>larvas</b> sembradas	Salinidad (ppm)	Número de piscina
Densidad de <b>larvas</b> por <b>hectárea</b>	Temperatura (°C)	Orden de piscina.
Número de camarones cosechados	Libras de <b>alimento</b>	<b>Hectáreas</b> de la piscina
Densidad de camarones <b>por hectárea</b>	Urea (Lb/Ha)	Fecha de siembra
<b>Lbs.</b> camarones <b>cosechados</b>	<b>Fosfato</b> (Lb/Ha)	Fecha de cosecha
Lbs. camarones cosechados por Ha.	Turbidez (cm)	<b>Origen</b> (NS 6 NM)
<b>Peso</b> promedio de <b>los camarones</b>	<b>Algas</b> diatomeas (cel/ml)	
Libras de <b>alimento</b> utilizadas	<b>Algas</b> cianotitas (cel/ml)	
<b>Factor</b> C.R.	<b>Algas</b> clorofita (cel/ml)	
<b>Porcentaje</b> de <b>supervivencia</b>		
<b>Incremento</b> promedio		
<b>Factor</b> de <b>población</b>		
<b>Número</b> de <b>días</b>		

**Tabla** 3.1.

La **tabla 3.1** nos **indica cuáles** son **las** variables que corresponden a cada grupo. Seguido de **las** definiciones de **los** grupos.

### **3.1.1. Variables de Proceso**

Son las variables que se **observan cada semana** desde el **momento** en que se inicia la siembra de **las larvas hasta** que se decide retirar **los camarones** de **las** piscinas.

### **3.1.2. Variables de resultado**

Son variables o funciones de **otras** variables de resultado, y **para cada piscina se toma una observación**, **las** variables de resultado son el logro de **una camarona después** de haber realizado el **proceso**.



### 3.1.3. Variables referenciales

Son **Parámetros** ya conocidos de **las** piscinas, y algunas **hacen** referencia al tiempo, total de **hectáreas** y condiciones prelim **inares**.

## 3.2. Formula&n del problema

La Cam aronera analizada utiliza **para** la produccibn nauplios salvajes, y de **maduración**, se conoce que existe diferencia en la supervivencia de estos tres tipos, durante el **año** 1997, semanahmente se observaron **las** variables de **proceso**, y se quiere tener **un análisis** de **cómo** fue su **relación** entre **ellas** en ese periodo.

**Además**, se necesita conocer que **hace** que la supervivencia aumente o disminuya Algunas variables **podrán** estar **más** fuertemente **relacionadas** a supervivencia que otras.

Entonces, **básicam** ente se tienen dos problem as:

- ◆ **Determinar** la **relación** que existe **entre las** variables de proceso durante el **año** 1997. Al que llamaremos **Estudio A**.
- ◆ Investigar de que **manera afectan** las variables de proceso a las de resultado, sobre **todo** a supervivencia. Al que llamaremos **Estudio B**.

### 3.3. Estudio A.- Análisis Univariado

Se han tomado todas las variables que corresponden a Variables de proceso, **para** este estudio se tienen 52 observaciones correspondientes a las 52 semanas **del año** 1997, en el que se **han** observado **las** siguientes características:

Primeramente se **presentará** un detalle de estadística **descriptiva para cada** variable, de lo que ha sido su **respectivo** comportamiento en el **año** 1997. **Para los** coeficientes **Sesgo** y **Curtosis**, ambas son medidas de dispersión, la primera representa que tan simétrica es la **distribución**, en la mayoría de **las veces** se la **compara** con la **simetría** de la **distribución** normal.

Si el coeficiente de sesgo **respectivo** es negativo significa que contiene relativamente pocos valores grandes que se ubican a la derecha de la cola de la **distribución**, si el coeficiente es positivo indica que la **distribución** contiene relativamente **unos** pocos valores **pequeños** que se **ubican** en la cola izquierda Si **los** valores se **encuentran** fuera **del rango**  $(-1, 1)$ , es porque **está** **claram** ente sesgada **su** distribucibn.

El Segundo coeficiente, Kurtosis, es **una** medida que indica que tan **plana** o picuda se encuentra la **distribución** de **una** variable aleatoria **comparada** con **una distribución** normal. Un valor positivo indica una **distribución** relativamente picuda, y un valor negativo indica **una** relativa forma **plana** de la **distribución**.

Se **observará** que **muchas** de **las** variables tienen **una** probabilidad **K.S. alta**, lo **cual** significa que **respecto** a la prueba de hipbtesis:

$H_0$ := La variable aleatoria tiene **una distribución** normal con media y **varianza** respectivos,  $V_s$ ;

$H_1$  := No es cierto  $H_0$

Se **aceptará**  $H_0$ , si se tiene **una** probabilidad mayor a **0,1** y  **$H_1$  será** rechazada a favor de  **$H_1$**  si ocurre que el valor de probabilidad es **menor** que **0,01**. **Adem ás, obsérvese** la **relación** que tiene la Prueba de Kolmogorov – Smimov con **los** coeficientes de Sesgo y Curtosis. Aquellos que tienen valores cercanos **a cero**, pasaron la prueba, **los** que **obtenían** coeficientes cercanos a uno (en valor absoluto), no pasaron la prueba de normalidad.

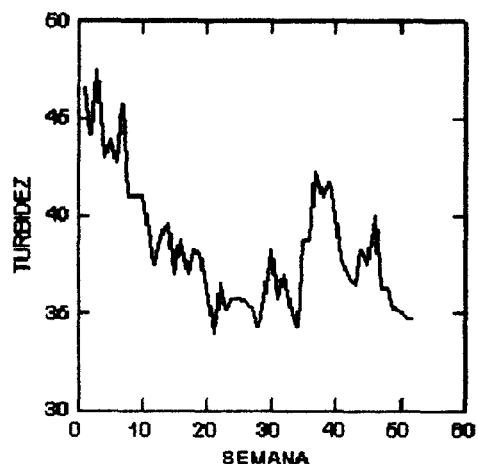
Si todas **las** variables aleatorias que **participan** en el estudio son normales, se tiene **una** referencia importante **para** el **Análisis multivariado** y es que si son no correlacionadas, entonces son independientes. Pero **ya** que no todas corresponden a distribuciones normales, **nos** retenemos en **considerar** ciertas técnicas.

### 3.3.1. Turbidez

La turbidez se **m**ide en cm, y es la característica que describe que tan turbia se encuentra el **agua**, es **decir**, bajo la superficie, se

quiere medir que **tan transparente** es el agua, y la **proyección de luz** se mide en cm. En las **prim eras sem anas** del año 1997, se observa que el agua de las piscinas **presentó una** turbidez alta (Véase la Figura 3.3.1.a),. En el **tercer** trimestre se **logró** mantener una estabilidad en estos valores, **para** aumentar un **poco** la turbidez en el **último** trimestre del año 1997, una de las **principales causas** que **afectan** la turbidez es la presencia de **algas** en las piscinas.

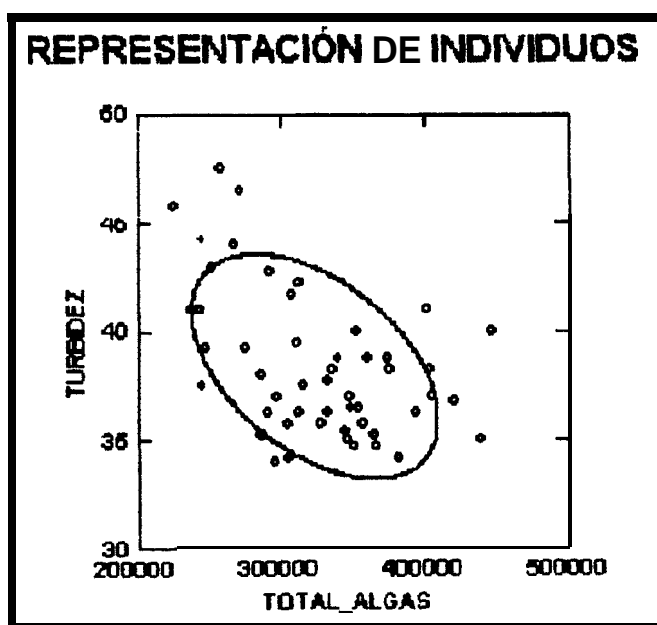
CARACTERÍSTICA	TURBIDEZ
UNIDAD DE MEDIDA	cm
Mínimo	34
Máximo	47.5
Rango	13.5
Mediana	37.625
Media	38.418
I.C. Max. 95%	39.348
I.C. Min. 95%	37.489
Error estándar	0.463
Dev. Estándar	3.339
Varianza	11.151
Sesgo (G1)	0.951
Sesgo SE	0.33
Curtosis(G2)	0.308
Curtosis SE	0.65
Probabilidad K.S.	0.381



*Figura 3.3.1.a*

Con un **intervalo del 95%** de **confianza** para determinar **cuál** es la media de cm de turbidez se tiene el intervalo: (37,489 a 39, 348) cm.

Podemos utilizar la Probabilidad de **K.S.** y podemos **decir** que SW comportamiento durante ese **año** tuvo **una** tendencia notable hacia el valor de su media El valor **del coeficiente** de sesgo: 0.951, se debe a que en **las primeras semanas** se obtuvieron observaciones **altas** con respecto del resto del **año**. La **desviación estándar nos indica** que en promedio **cada semana** se desvia de SW valor medio **una** distancia de 3,339 cm. Observemos **como** se relaciona turbidez con el total de **Algas**, que **resulta** de sumar las algas **Clorófitas, Cianófitas, y Diatómeas**.



*Figura 3.3.1.b.*

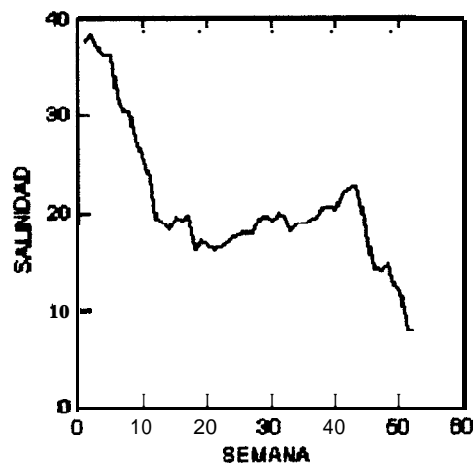
La **correlación** entre esta variable y el total de **algas** se la puede considerar **como alta (- 0.478)**, esto indica que mientras **más células** por mililitro de **algas** se **tengan**, **menor será** la turbidez, lo contrario **también sucede**. Esta elipse contiene el 68.3% de la **información**, y se **presenta** en la figura 3.3.1.b.

### 3.3.2. Salinidad

La salinidad se **cuantifica** en partes por mil (ppm), y nos indica **los** sblidos en suspension en el agua Su comportamiento en el **año** 1997 **fué**, decreciendo desde las **primeras semanas** y **alcanzando los** niveles **más** bajos en las **últimas** semanas con 7,728 ppm, (**véase** la figura 3.3.2.), la pluviosidad se relaciona altamente con la Salinidad en el agua Aunque no es **objeto** de este estudio considerar el **año** 1998, podemos indicar que el nivel de Salinidad sigue **bajando** hasta la semana 16 de 1998, y a inicios de mayo de 1998 la salinidad empieza a subir aceleradamente hasta ubicarse en el mes de noviembre en **un** promedio de 19 partes por m il.

La **desviación estándar** es de 7.055 partes por mil, estamos precisando **un intervalo de confianza para** la media de esta característica en (18,772 a **22,7**) ppm. Si obtenemos **el Histograma** de frecuencias **para** estos datos, **vamos** a observar que se tienen **un poco más** de valores **mayores** a la media (20,736 ppm), esto lo demuestra el valor positivo **del** coeficiente de sesgo (1.056). La distribucibn **también** tiene **una** alta picudez en **los alrededores del** valor medio. Ya que el coeficiente de Curtosis es positivo y **cercano** a 1.

CARACTERÍSTICA	SALINIDAD
UNIDAD DE MEDIDA	ppm
Mínimo	7.728
Máximo	38.226
Rango	30.498
Mediana	19.215
Media	20.736
I.C. Max. 95%	22.7
I.C. Min. 95%	18.772
Error estándar	0.978
Dev. Estándar	7.055
Varianza	49.766
Sesgo (G1)	1.056
Sesgo SE	0.33
Curtosis(G2)	0.983
Curtosis SE	0.65
Probabilidad K.S.	0.006



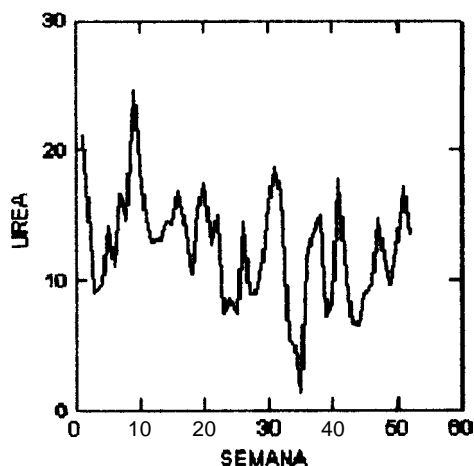
*Figura 3.3.2.*



### 3.3.3, Urea

Urea es uno de los fertilizantes que se utilizan en las camaroneras para reproducir las algas. Para el año 1997, se observó el mínimo valor en la semana 35, esto se debe a que solo se le administró la cantidad de 1.33 lbs/Ha a un sector de la camaronera y a los otros no se les suministró Urea.

CARACTERÍSTICA	UREA
UNIDAD DE MEDIDA	Libras/Ha
Mínimo	1.331
Máximo	24.527
Rango	23.196
Mediana	13.211
Media	12.562
I.C. Max. 95%	13.792
I.C. Min. 95%	11.332
Error estándar	0.613
Dev. Estándar	4.417
Varianza	19.513
Sesgo (G1)	0.012
Sesgo SE	0.33
Curtosis (G2)	0.271
Curtosis SE	0.65
Probabilidad K.S.	0.928



*Figura 3.3.3.*

A pesar de ello, toda la cantidad de libras por hectárea suministrada a las diferentes piscinas tuvo una distribución normal (véase la

probabilidad Kolmogorv - Smirnov en la Figura 3.3.3., tiene un valor grande de 0,928). Su picudez y sesgo no son significativos (**compárelos** con Curtosis y Sesgo S.E.). Aunque se registre una **mediana** mayor a la **m edia**, la **desviación estándar** es lo suficientemente **grande para** cubrir esta diferencia

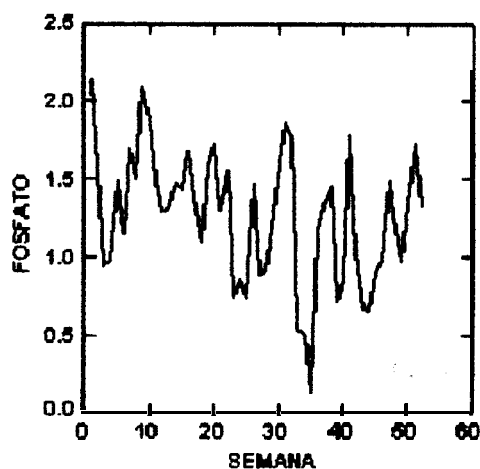
### 3.3.4 Fosfato

El nivel de Fosfato **también** se encuentra con la unidad de medida **libras** por **hectárea**, y puede **observarse** que su comportamiento es muy parecido al de Urea (**véase** Figura 3.3.4.).

Se **suministran pocas cantidades** por **piscina**, el Fosfato **también** es un fertilizante **para las algas**, y **además** se obtiene **del** aliment0 suministrado a **las piscinas**, estos tienen un **pequeño** nivel de Fosfato en su **composición**. El **intervalo** de **confianza para** la media de Lb/Ha de Fosfato, es de (1,143 a 1,383) **Lbs/Ha**, su **desviación** típica o **estándar** es de **0,43 lbs/Ha**, lo que **nos dá un** nivel alto de probabilidad **K.S**, y podemos **inferir** en que su

comportamiento **tuvo una** distribución normal (media = 1,263; Varianza=0,185<sup>2</sup>).

CARACTERÍSTICA	FOSFATO
UNIDAD DE MEDIDA	Libras/Ha
Minimo	0.134
Máximo	2.141
Rango	2.006
Mediana	1.318
Media	1.263
I.C. Max. 95%	1.369
I.C. Min. 95%	1.143
Error estándar	0.06
Dev. Estándar	0.43
Varianza	0.185
Sesgo (G1)	-0.248
Sesgo SE	0.33
Curtosis(G2)	-0.238
Curtosis SE	0.65
Probabilidad KS.	0.766

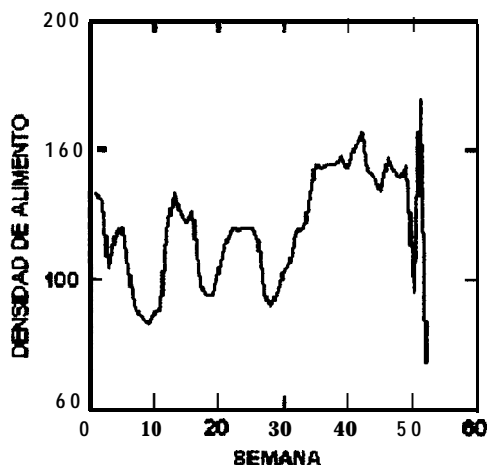


*Figura 3.3.4.*

El valor **del** sesgo negativo nos **indica** que su distribución se encuentra un **poco** desviada hacia la derecha, o que hay **más datos** que son **mayores** a la media, y el valor **referencial** de esta **apreciación**, es justamente la **mediana** (1,318 libras por Hectárea) que es mayor que la media.

### 3.3.5. Densidad de Alimento

CARACTERÍSTICA	DENSIDAD DE ALIMENTO
UNIDAD DE MEDIDA	Lib/Ha
Minimo	82.772
Máximo	229.707
Rango	146.934
Mediana	151.54
Media	154.434
I.C. Max. 95%	163.294
I.C. Min. 95%	145.574
Error estándar	4.413
Dev. Estándar	31.825
Varianza	1012.825
Sesgo (G1)	0.25
Sesgo SE	0.33
Curtosis(G2)	-0.034
Curtosis SE	0.65
Probabilidad K.S.	0.981



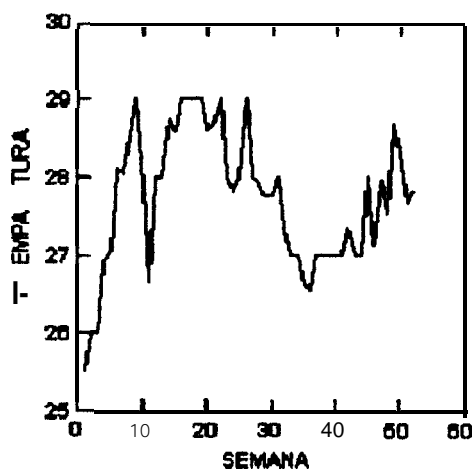
*Figura 3.3.5.*

La densidad de alimento es el balanceado que se le **dá** a **los** camarones y se aplica, en diferentes proporciones **para** diferentes estados **del** ciclo de vida de **los** camarones. La cantidad mínima que se suministro, en promedio, **fué** de 82,772 **Lbs/Ha**, registrada en la última semana **del** año 1997, esto se **presenta** por que **muchas** piscinas terminaron **poco** antes su ciclo de **producción** y no se encontraban activas, y **había** otras que recientemente empezaban a

sem brarse, por lo que el suministro de alimento era pequeño. Se encuentra una desviación estándar de 31,825 libras. Y la probabilidad KS., indica que tuvo una distribución normal con media y varianza descritas en la Figura 3.3.5.

### 3.3.6. Temperatura

CARACTERÍSTICA	TEMPERATURA
UNIDAD DE MEDIDA	°C
Minimo	25.529
Máximo	29
Rango	3.471
Mediana	27.876
Media	27.727
I.C. Max. 95%	27.969
I.C. Min. 95%	27.484
Error estándar	0.121
Dev. Estándar	0.871
Varianza	0.758
Sesgo (G1)	-0.304
Sesgo SE	0.33
Curtosis(G2)	-0.43
Curtosis SE	0.65
Probabilidad K.S.	0.574



*Figura 3.6.*

En las **primeras** semanas del año se obtuvieron las **más bajas** temperaturas, aunque la **mínima** fue de 25,529 °C, para los camarones siempre se recomiendan **rangos** entre los 18°C a 22 °C, para los cultivos primarios y de 24°C a 30°C para cultivos masivos, la diferencia esta en la densidad de **población**, los cultivos masivos son los que se **hacen** en la **industria camaronesa** (véase Figura 3.3.6.).

La temperatura es lo que ayuda a que los camarones, digieran **más rápidamente** sus alimentos si esta es **alta**, o a **eliminar** ciertas **bacterias**, si esta es baja

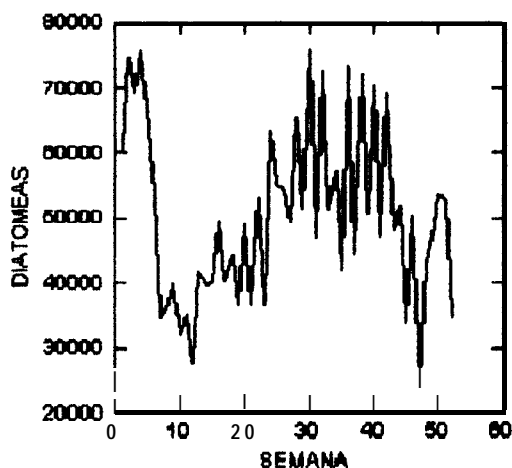
El **intervalo** de confianza para la media de la temperatura se **registró** entre 27,484 y 27,969 grados centígrados, con la probabilidad K.S. obtenida se puede **inferir** que los datos provienen de **una distribución** normal con media = 27,727 y **varianza** = 0,758'.

### 3.3.7. Algas Diatómeas

**Diatómeas** representa en promedio **el 15,8%** de las **algas**. El nivel de **algas** se mide **como células** por mililitro de agua, (**cel/ml**) y **su** presencia se considera importante, ya que es **el alimento** natural de **los** camarones (**fitoplancton**), en **el** estudio de supervivencia, se **obtendrán** las relaciones respectivas de **estas algas** y las otras **como** **Cianófitas** y **Clorófitas**, obtenido en **las** piscinas. (**Véase sección** 3.5.2.).

Las **algas Diatóm** eas alcanzaron el nivel **más** alto en la semana 4, finales **del** mes de enero, y un nivel **mínimo** de 23959 **células** por mililitros en la **semana** 47, es **decir** en el mes de Noviembre. Se **obtuvo un** promedio de 50431,303 **cel/ml**, y se puede concluir con **una** probabilidad de **0,66**, que la **distribución** de la presencia de este tipo de **algas** en **las** piscinas de **las** camaroneras sigue una **distribución** normal, **los** parhetros se encuentran en la tabla siguiente,

CARACTERÍSTICA	DIATOMEAS
UNIDAD DE MEDIDA	C&ml
Mínimo	23958.25
Máximo	75963.5
Rango	52005.25
Mediana	49300.25
Media	50431.303
I.C. Max. 95%	54191.529
I.C. Min. 95%	46671.077
Error estándar	1873.011
Dev. Estándar	13506.475
Varianza	1.82E+08
Sesgo (G1)	0.335
Sesgo SE	0.33
Curtosis(G2)	-0.698
Curtosis SE	0.65
Probabilidad K.S.	0.666



*Figura 3.3.7.*

### 3.3.8 Algas Cianófitas

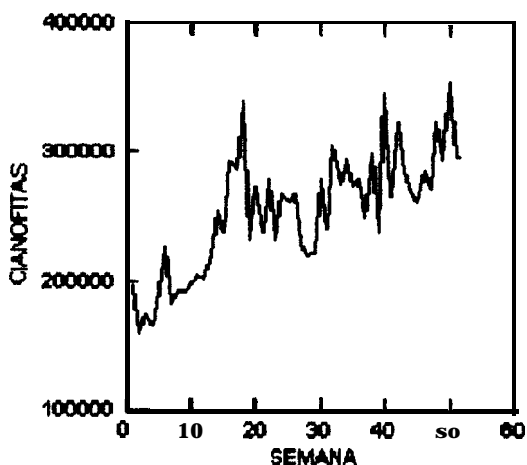
Las **Algas Cianófitas** representan en promedio el **78,7%** del total de las **algas** presentes en las piscinas.

El **intervalo** de confianza **para** la media **está** dado por **(241460,64 a 267535) cel/ml**. Durante **todo** el **año** ha mostrado **una** tendencia a elevar su presencia en las piscinas, tiene una **relación**



con el tiempo de manera lineal, y su razón de crecimiento o pendiente lineal ha sido de 7835,048 cel/ml cada semana

CARACTERÍSTICA	CIANOFITAS
UNIDAD DE MEDIDA	Cel/ml
Mínimo	159403.5
Máximo	352269.25
Rango	192865.75
Mediana	263843.375
Media	254497.817
I.C. M <sub>ax.</sub> 95%	267535
I.C. M <sub>in.</sub> 95%	241461.635
Error estándar	6493.9167
Desv. Estándar	46826.662
Varianza	2.19E+09
Sesgo (G1)	-0.076
Sesgo SE	0.33
Curtosis (G2)	-0.552
Curtosis SE	0.65
Probabilidad K.S.	0.705



*Figura 3.3.8.*

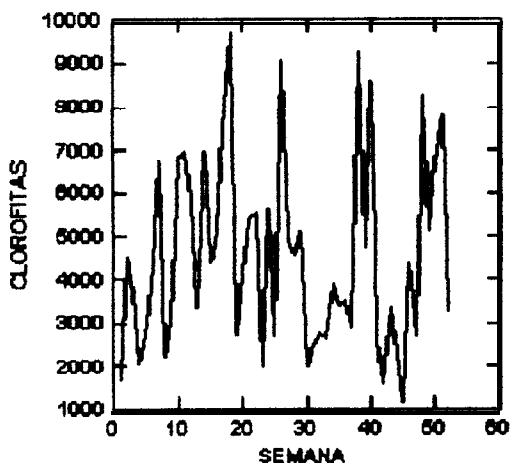
### 3.3.9. Algas Clorofitas

Estas **algas** representan en promedio el **1,4% del** total de las **algas**, y debido a los **grandes** valores que **toma** en ciertas **semanas**, se reduce su probabilidad **K.S.** pero **aún** se la puede **considerar como** si proviene de una **distribución** normal. Aunque **gráficamente** parece

una serie de tiempo, por que se observa una periodicidad, no es **así**, de **hecho** las autocorrelaciones **demuestran** que no es una serie que depende **del** tiempo. Por lo menos en este **año**.

El **intervalo** de confianza construido **para** la media de **algas Clorófitas** es de (3904,617 a 5135,228) **cel/ml**. Su **distribución** es sesgada un **tanto** a la izquierda, y un **poco más** picuda que una **distribución** normal (Véase la Figura 3.3.9).

CARACTERÍSTICA	CLOROFITAS
UNIDAD DE MEDIDA	Cel/ml
Mínimo	1174.44
Máximo	9707.617
Rango	8533.177
Mediana	4238.88
Media	4519.923
I.C. Max. 95%	5135.228
I.C. Min. 95%	3904.617
Error estándar	306.49
Desv. Estándar	2210.134
Varianza	4884693.629
Sesgo (G1)	0.699
Sesgo SE	0.33
Curtosis(G2)	-0.395
Curtosis SE	0.65
Probabilidad K.S.	0.416



**Figura 3.3.9.**

### 3.4. Estudio A. - Análisis Multivariado

En el estudio Multivariado, se **utilizó** la **teoría** de Componentes **Principales** y distancias entre variables **como** se tiene en el Capitulo I, **para** encontrar **las componentes** y sus coeficientes, se **utilizó** el Paquete estadístico SYSTAT 7.0..

En la tabla 3.4.a se tiene la **simbología** de las variables **para** facilidad de uso. Inicialmente obtenemos una matriz de **correlación** **para** estas variables (**Véase** Tabla. **3.4.b.**), de la que se puede obtener relaciones **directas** de **las** variables, una a una

<b>SIMBOLOGÍA UTILIZADA</b>	
UREA	UR
FOSFATO	FO
TURBIDEZ	TUR
SALINIDAD	SAL
DIATOMEA	DIA
CIANOFITA	CIA
CLOROFITA	CLO
DENS. DE ALIMENTO	DALIM
TEMPERATURA	TEM

Tabhz3.4.a

MATRIZ DE CORRELACION									
	UR	FO	TUR	SAL	DIA	CIA	CLO	DALIM	TEM
UR	1								
FO	0.992	1							
TUR	0.245	0.252	1						
SAL	0.184	0.19	0.827	1					
DIA	-0.122	-0.11	0.218	0.334	1				
CIA	-0.246	-0.24	-0.569	-0.716	0.1	1			
CLO	0.084	0.092	-0.081	-0.241	-0.056	0.303	1		
DALIM	-0.279	-0.269	-0.01	-0.139	0.247	0.338	-0.073	1	
TEM	0.257	0.242	-0.457	-0.449	-0.482	0.187	0.273	-0.413	1

**Tabla 3.4.b.**

Vemos en la Matriz de correlación, que **los** pares de variables **más** correlacionados son: Urea, Fosfato; Turbidez, Salinidad; **Algas Cianófitas**, Salinidad, este **último** par, demuestra que la **correlación** es indirecta, lo que **hace qué a menor** presencia de estas **algas**, se observa mayor salinidad, y viceversa

De la tabla 3.4.b. **también** se pueden obtener que variables se encuentran no correlacionadas. Se tiene entonces que **los** pares menos correlacionados son: Densidad de alimento, turbidez; **Clorófitas**, turbidez; **Clorófitas**, fosfatos, de **todo** el sistema. **Clorófitas** demuestra **poca** o ninguna correlación con las otras variables.

### 3.4.1. Interpretación de las Componentes Principales

Se han tomado las **primeras** cuatro componentes **principales**, ordenadas de **manera descendente** con sus respectivos porcentajes de **explicación**, muchas veces se puede **encontrar una** denominación **técnica** a las componentes o **nuevas** variables, pero otra de las **cosas** interesantes es que nos **permite observar** relaciones de las variables en un espacio de **menor** dimensión, en este **caso** al de dimensión 2 para cada combinación de componentes (Pág. 104).

DETALLES DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES					
VARIABLES	COEFICIENTES				TOTAL
	1	2	3	4	
UR	0.481	-0.741	0.391	-0.247	
FO	0.485	-0.731	0.406	-0.24	
TUR	0.855	0.184	0.098	0.21	
SAL	0.909	0.233	-0.078	0.177	
DIA	0.229	0.551	0.511	0.115	
CIA	-0.794	0.069	0.461	-0.039	
CLO	-0.277	-0.309	0.438	0.748	
DALIM	-0.213	0.58	0.467	-0.358	
TEM	-0.404	-0.76	-0.179	0.08	
<b>VARIANZA</b>					
<b>EXPLICADA</b>	2.991	2.491	1.249	0.902	<b>7.633</b>
<b>% VARIANZA</b>					
<b>EXPLICADA</b>	33.236	27.675	13.877	10.026	<b>84.814</b>

*Tabla 3.4.1.*

### 3.4.1.1. Primera componente: “Calidad de Agua”

La **primera** componente principal contiene el 33.236% de **explicación** de la **varianza** total de la **Información**. Podríamos denominar a la **primera** componente **como** Calidad de Agua ya que contiene la Turbidez, Salinidad y Temperatura, **además** se presentau **las Cianófitas** y Clorbfitas. **Pero** el **interés** se encuentra principalmente en la Temperatura, Turbidez y Salinidad (Tabla 3.4.1).

### 3.4.1.2. Segunda Componente: “Productividad Natural”

La segunda componente principal contiene el 27.675% de **explicación** de la **varianza** total de la **Información**. Se podría **llam ar** a la segunda componente **como** Productividad Natural, en ella se encuentrau con mayor peso la D ensidad de Alimento, las **Diatómeas**, **además** en sentido opuesto **los** fertilizautes: Urea y Fosfato (Tabla 3.4.1)..

### 3.4.1.3. Tercera Componente: "Fitoplancton"

La tercera componente contiene el 13.877% de explicación de la **varianza** total de la **Información**. En esta componente se encuentra principalmente la **participación** de las alga **Diatómea, Cianófito y Clorófito**. En este mismo **orden** es **también** su participacibn en la componente (Tabla 3.4.1).

### 3.4.2. Relaciones entre las Componentes\*

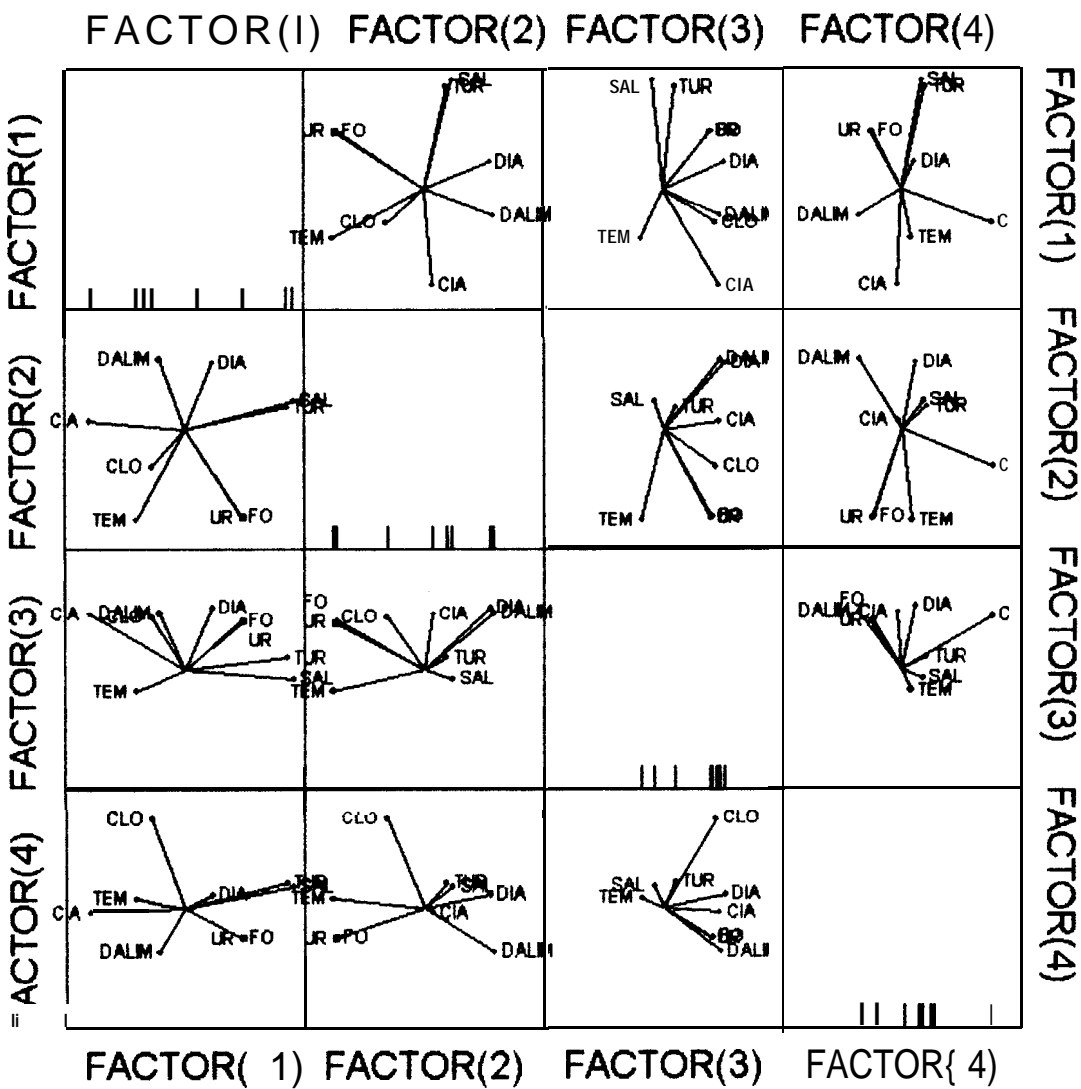
Con **las tres primeras componentes** principales se tiene un **74,188%** de la explicacih de **todo** el conjunto de variables. **Véase** las relaciones entre **factores** en la Figura 3.4.2.

**Nota:** En las siguientes relaciones, incluao **hasta llegar al estudio B**, se **usa el término INDEPENDENCIA por NO CORRELACIONADO**, simplemente **para indicar** que la **correlación que presentan dos variables es muy cercana a cero**.

---

\* Nota: Las Interpretaciones que se hagan hasta Interpretaciones finales, hacen referencia a la Figura 3.4.2.

# Factor Loadings Plot



*Figura 3.4.2. De esta Figura se obtendrán las relaciones e independencias anotadas, la representación de las variables sobre los Componentes permite detectar si realmente existe relación o independencia.*



### 3.4.2.1. Primera Componente Vs. Segunda Componente

Esta corn **binación** contiene **un 60.911% del** total de la **información** (Figura 3.4.2.).

#### Relaciones

Las relaciones **más** significativas en estas Componentes son las siguientes:

- ◆ Turbidez se relaciona **directam** ente con Saliuidad
- ◆ Turbidez y Salinidad se oponen a Temperatura y a las **algas** Cianbfitas y **Clorófitas**.
- ◆ Urea se encuentra **casi** completamente relacionada en forma **directa** con Fosfato.
- ◆ De igual **manera**, Densidad de **Alimento** esta relacionado en form a **directa** con **las algas Diatóm** ea
- ◆ Los fertilizautes Urea y Fosfato se encuentran opuestos con Densidad de **Alimento** y las **algas** Diatbmeas.

## Independencia

- ◆ Turbidez y Salinidad se encuentra independiente de Urea y Fosfato
- ◆ Las **algas Cianófitas** se encuentra independientes de temperatura
- ◆ Las **algas Cianófitas, también** se encuentra independiente **del** tipo de **algas Diatóm** eas
- ◆ Turbidez y Saliuidad, independiente con Densidad de Alim ento
- ◆ Densidad de Alimento, se encuentra independiente de **Clorófitas**

### 3.4.2.2. Primera Componentes Vs. Tercera componente

Esta **combinación** contiene **un 47.113%** **del** total de la **información** (De la **figura 3.4.2** se **obten drán** las relaciones y **las independencias**).

## Relaciones

Las relaciones **más significativas** en estas Componentes son las siguientes:

- ◆ Urea y Fosfato se **encuentran** directamente relacionadas con **las algas Diatómeas**
- ◆ La Densidad de **alimento** se encuentra altamente relacionada con **las c lorófitas**
- ◆ Un **tanto** menos, **tam bién** la Densidad de **Alimento** se relaciona directamente con **Cianófitas** y con las **Diatómeas** Turbidez se relaciona directamente con Salinidad
- ◆ Turbidez y Salinidad se oponen **a Temperatura**
- ◆ Urea y Fosfato se **encuentran** relacionados indirectamente con la Temperatura
- ◆ El grupo de variables conformado por Urea, Fosfato, Turbidez y Salinidad se oponen a Temperatura, **Cianófitas**, **Clorófitas** y Densidad de alimento.

## **Independencia**

**Diatómeas** se encuentra independiente de Turbidez y Salinidad,

- ◆ Urea y Fosfato no se correlaciona con Turbidez y Salinidad

- ◆ Temperatura se encuentra no correlacionado de Densidad de **Alimentos y Clorófitas**
- ◆ Clorofitas no **está** correlacionado con Cianofitas
- ◆ Clorofitas **también** se encuentra no correlacionado con Turbidez y salinidad
- ◆ **Diatómeas** se encuentran correlacionado de **Cianófitas**
- ◆ **Cianófitas** se encuentra no correlacionado de Urea y Fosfato
- ◆ La no correlación entre Densidad de **Alimento** y turbidez, es mayor que **la no** correlación con Salinidad.

### 3.4.23. Segunda Componente Vs. Tercera Componente

Esta combinación contiene un 41.552% de **información** de esta Figura 3.4.2).

## Relaciones

Las relaciones **más** significativas en estas Componentes son las siguientes:

- ◆ Turbidez **y** Salinidad estan correlacionadas positivamente **aunque** no se encuentran bien representadas en esta combinacibn de **componentes**.
- ◆ Turbidez y Salinidad se oponen a temperatura
- ◆ Densidad de alim **ento** se relaciona altamente con **Diatóm eas**
- ◆ Urea **y** Fosfato se encuentran altamente correlacionadas positivamente
- ◆ Temperatura se **contrapone** fuertemente, es **decir** se correlacionan negativamente con Densidad de Alimentos y **Diatómea**
- ◆ Urea **y** Fosfato se correlacionan negativamente con Densidad de Alim entos **y** **Diatóm eas**

## Independencia

- ◆ Densidad de Alimentos y **algas Diatómeas**, se presentan independientes de Urea y Fosfato
- ◆ Turbidez y Salinidad **están** independientes de **Cianófitas**, Turbidez un **poco** menos independiente que Salinidad
- ◆ Las **algas Cianófitas** se presentan con **menor** independencia sobre la temperatura
- ◆ Turbidez, se encuentra independiente de **las algas Clorófitas**
- ◆ **Clorófitas** se encuentra independiente de Temperatura
- ◆ Densidad de **Alimento** está un **tanto más** independiente de Salinidad que de turbidez
- ◆ Densidad de Alimentos se encuentra independiente de **Clorófitas**

### 3.4.2.4. Interpretaciones finales

En **una Combinación** de Componentes **principales**, lo que se encuentra gráficamente es **una** proyección de **los** puntos a ese

**plano**, lo que se **conoce como** vistas, y la teoría de **distancias entre** variables o **individuos** es **aplicada**, entonces, **sucede** que: A diferentes **planos**, diferentes vistas (Figura 3.4.2).

El efecto que tienen estas vistas, es que se puede **concluir algo**, siempre y **cuando**, esa **información** no se vea **afectada** mayormente por las diferentes vistas. Entonces se podría tener apreciaciones equivocadas de alta **correlación** al **observar** el primer **plano**, y de **una correlación pequeña** en otro **plano**. Las **conclusiones** que **permanezcan constantes** en las diferentes vistas, o cuando se tuviera **una** diferente en un **plano** que no tiene mayor representatividad, son **las** consideradas en **las** Interpretaciones finales.

## **Relaciones**

- ◆ Turbidez se **relaciona directam** ente **con salinidad**
- ◆ Turbidez y Salinidad se **correlacionan** indirectamente con **Temperatura**

Urea se correlaciona fuertemente en forma positiva con Fosfato

◆ Densidad de Alimentos con **algas Diatómeas**

## Independencia

◆ **Cianófitas** se encuentra independiente de Temperatura

◆ **Cianófitas** es independiente con **Diatómeas**

◆ Densidad de **Alimento** se encuentra independiante de Turbidez y Salinidad

Con esto se tiene **una explicación del sistema de Proceso** arriesgando una **pequeña parte** de la **información**. Si se excluyen **las** variables Turbidez, Fosfato y **Diatómea**, ya que **ellas se encuentran** explicadas por Salinidad, **Úrea** y Temperatura, respectivamente. **Además** estas tres **últimas** contribuyen con mayor **información** en la cantidad de explicaci que las primeras. Esta **combinación** de tres **componentes** explica un **74,788%** de la **varianza** total de **los** datos.



### 3.5. Estudio B

Se sabe que el **objeto** de este estudio es el de encontrar relaciones e **independencias** cuando se tienen resultados de supervivencia en **las piscinas**, luego de **todo un proceso**. **Existen** diversos tipos de Nauplios con **los que las Camaroneras desarrollan su producción**. **Así** tenemos:

- ◆ Nauplios de **Maduración**
- ◆ Nauplios de **Inseminación** artificial
- ◆ Nauplios Salvaje

Por efectos de que, en nuestros datos, solo se tienen 6 piscinas tratadas con nauplios salvajes, se lo **excluye del** estudio, y se **tendrán** consideradas **los** Nauplios de **Maduración**, que desde este momento **serán** denominadas N - M y Nauplios salvajes que se **denominarán** N - S.

Cabe destacar que **para** el **año** 1996, se obtuvieron niveles de supervivencia inferiores a **los del año** 1997, el **año referencial** de

nuestro estudio es 1997. Pero es interesante conocer que en el año 1996, la supervivencia que se experimentó con los Nauplios de **maduración** y salvajes, no tienen una diferencia significativa

En la tabla 3.5.a, se obtiene el **Análisis de varianza para el año 1996**, en donde se tienen estos dos tipos de nauplios, los promedios respectivos de supervivencia fueron muy cercanos (Detalles en Figura 3.5.a.), el resultado de la ANOVA es un valor p de 0,765 que nos **permite** aceptar el supuesto de que las medias son iguales.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL AÑO 1996					
	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	Valor p
Tipo de Nauplio (N-S, N-M)	9.838	1	9.838	0.089	0.765
Error	11546.943	105	109.971		
Estadístico Durbin-Watson D	1.317		TOTAL DE DATOS		107
Primera autocorrelación de orden	0.304		N-M		38
Probabilidad K.S. Para el error	0.441		N-S		69

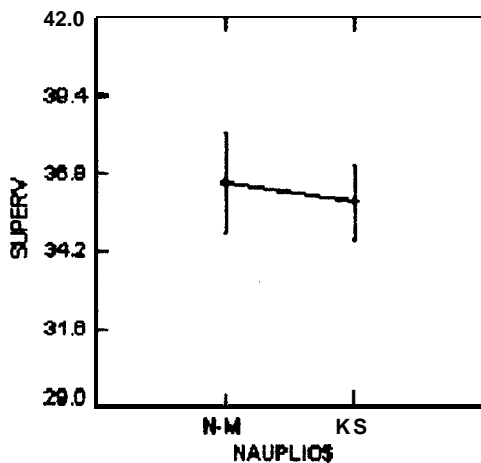
**Tabla 3.5.a**

Ahora, para el año 1997, lo primero es probar si la **producción** con cierto tipo de nauplio incide o no en la

supervivencia, si encontramos que existe diferencia significativa, entonces debemos de **hacer un análisis para cada tipo de nauplio**.

ESTADÍSTICAS DE SUPERVIVENCIA PARA EL AÑO 1996	
<b>SUPERVIVENCIA EN N-S</b>	
N. De datos	69
Mínimo	16.15
Máximo	62.89
Media	35.838
Desv. Estándar	10.325
<b>SUPERVIVENCIA EN N-M</b>	
N. De datos	38
Mínimo	12.51
Máximo	62.11
Media	36.471
Desv. Estándar	10.778

#### VALORES DE MÍNIMOS CUADRADOS



*Figura 3.5.a*

Para ello se tiene un **Análisis de Varianza para el año 1997**, la tabla 3.5.b. presenta los resultados. Los datos que fueron utilizados **para** este experimento fueron 119, y podemos **observar** que este **año** si ha existido **una** diferencia significativa

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL AÑO 1997</b>
--

	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	Valor p
Tipo de Nauplio (N-S, N-M)	2708.434	1	2708.434	32.89	0.00
Error	9636.21	117	82.361		

Estadístico Durbin-Watson D	1.833
Primera autocorrelación de orden	0.082
Probabilidad K.S. Para el error	0.441

TOTAL DE DATOS	119
N-M	42
N-S	77

**Tabla 3.5.b.**

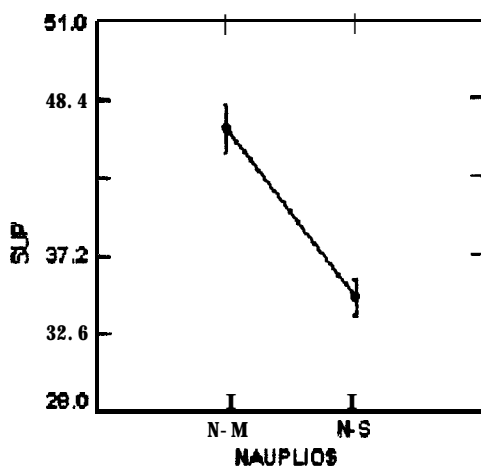
Dado que se obtuvo un valor p muy **pequeño (0.00.)**, se asegura que la diferencia que existe entre estos dos tipos de **nauplios** es realmente significativa, esto **además incide** en que **el análisis** que se va a realizar considerando las variables de **proceso (Véase** la tabla 3.1.), tiene que ser realizado por separado. (**Véase** también la **figura 3.5.b.)**

Si no existiera una diferencia realmente **significativa** entonces, ambos tienen **los** mismos valores de supervivencia, entonces ahora el estudio debe tratar de explicar que ocurre con la **relación** de **las** otras variables con supervivencia, cuando este proviene de un tipo de Nauplio específico, **para** efectos de este estudio nos limitaremos a encontrar **las** relaciones de las variables

variables **para** las piscinas cultivadas con nauplios de maduracibn, aunque estas cosechas se aplicaron en menos piscinas que **las** salvajes, **alcanzaron un** mayor nivel de supervivencia.

ESTADÍSTICAS DE SUPERVIVENCIA PARA EL AÑO 1997			
<b>SUPERVIVENCIA EN N-S</b>		<b>SUPERVIVENCIA EN N-M</b>	
N. De datos	77	N. De datos	42
Mínimo	14.51	Mínimo	27.3
Máximo	54.826	Máximo	63.366
Media	34.702	Media	44.665
Desv. Estánd	9.373	Desv. Estánd	8.495

#### VALORES DE MÍNIMOS CUADROS



**Figura 3.5. b.**

En el Anexo 3.5.2. se puede obtener la estadística **descriptiva** de las variables de **proceso** y supervivencia **para** las piscinas tratadas con nauplios salvajes.

### 3.5.1. Análisis con Nauplios de Maduración (N-M)

**Para** este estudio se obtuvieron 42 registros de datos. Y la **interpretación** univariada puede ser comprendida de **manera tradicional**, la **información** se encuentra a la vista en el Anexo 3.5.1.

En las siguientes tablas presentamos la Estadística **Descriptiva** de las variables que intervienen en el **Análisis** y se **adjunta una aproximación** de la **Función** densidad de **cada** una.

La mayoría de las variables **pasan** la prueba de normalidad (Probabilidad KS.); el **intervalo** de **confianza para** el promedio de la supervivencia, **utilizando** NM es (42.038 a **47.332**)%. El promedio es 44.685% de supervivencia.

#### 3.5.1.1. Análisis Bivariado con Nauplios de Maduración

Este tipo de nauplio logra una mejor supervivencia segun nuestros datos. La **información** siguiente viene **del** Anexo 3.5.1.

Se tiene un **mínimo de supervivencia de 27.3%** y se registra en la piscina 4, **para** esa piscina se observaron **los** respectivos valores de las **otras** variables y se buscaron asociaciones **respecto** a sus respectivos intervalos de confianza, **la** observación queda de la siguiente **manera**:

Dentro del intervalo de Confianza:

Salinidad y Corofitas

Sobre el intervalo de confianza:

Los valores de Urea, Fosfato, Turbidez y el nivel de **algas Diatómeas**.

Bajo el intervalo de confianza:

Se **observó** a las **algas Cianófitas**, y a Densidad de **Alimento**

El **máximo** valor de **supervivencia** **fué** de **63.386 %**, que se registra en la piscina 13. Y **para** esta **observación**, el resto de variables tuvieron las siguientes relaciones con sus respectivos intervalos de **confianza**.

Sobre el **intervalo de confianza**:

Urea, Fosfato, Turbidez y **Diatómeas**.

Bajo el **intervalo de confianza**:

Salinidad, Temperatura, **Cianófitas**, **Clorófitas**, y Densidad de alimento.

MATRIZ DE CORRELACIÓN PARA NAUPLIOS N-M											
	SUP	SAL	TEM	UR	FO	TUR	DIA	CIA	CLO	DALIM	CEL TOT
SUP	1										
SAL	0.066	1									
TEM	0.287	-0.114	1								
UR	-0.041	0.446	-0.039	1							
FO	-0.068	0.404	-0.04	0.996	1						
TUR	-0.068	0.268	-0.673	0.321	0.291	1					
DIA	-0.413	-0.193	-0.242	0.262	0.282	0.281	1				
CIA	-0.149	-0.479	-0.103	-0.617	-0.586	-0.247	-0.038	1			
CLO	-0.108	-0.651	0.026	-0.359	-0.308	-0.346	0.223	0.809	1		
DALIM	-0.08	-0.211	0.041	-0.201	-0.199	0.075	-0.069	-0.04	-0.082	1	
CEL TOT	-0.248	-0.535	-0.152	-0.496	-0.46	-0.179	0.247	0.954	0.874	-0.08	1

*Tabla 3.5.1.1.a*

Veamos en la tabla 3.5.1.1.a, a la matriz de correlación y observemos **cuál** es la variable que se relaciona con **más** fuerza a supervivencia. **También** se puede observar la correlación entre las otras características, recordemos la simbología (Tabla 3.5.a).

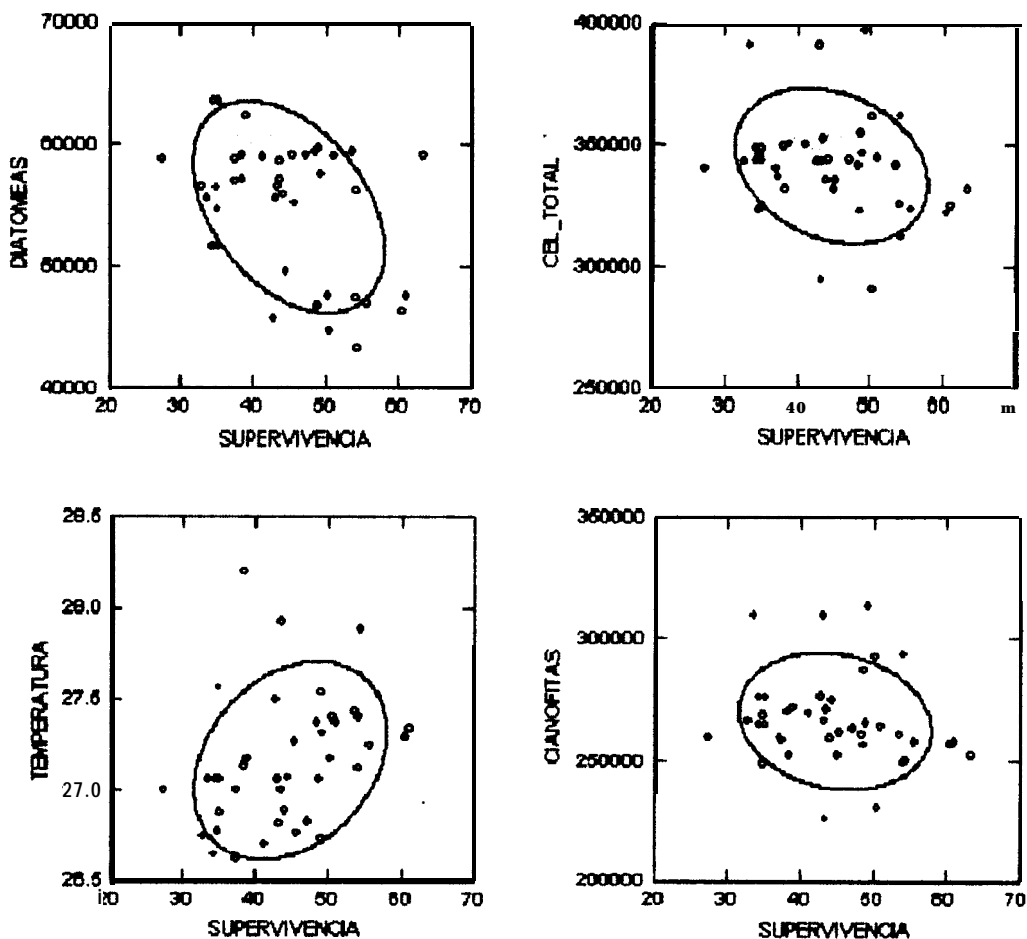


La característica que **más** incide en la **variación** de supervivencia es **cel/ml** de **Diatómeas**, seguida por temperatura y luego por **Células totales**. Pero hay que **notar** que **Diatómeas** y **Células totales** son correlaciones negativas es decir que se contraponen en **valores**, si se obtuvo **menor** presencia de estas características en la **piscina**, al mismo tiempo se observa que **los** niveles de supervivencia **aumentaron**.

En cambio temperatura tiene **una** correlación positiva con supervivencia, es decir si se obtienen promedios de temperatura bajos, la supervivencia **final** obtenida **también será baja**, no **así** si el promedio de temperatura es alto.

**Para** tener **una** visión de lo que **significa correlación**, se **construye**, un **gráfico** de elipses que encierra el **68,3%** de la **información** y **trata** de resumir y explicar de forma **gráfica** la **correlación**, graficando pares ordenados de variables. (**Véase** figura 3.3.1.1.a. en donde se presentan las variables que **más** se correlacionan con la supervivencia.

**REPRESENTACIÓN DE INDIVIDUOS:  
NAUPLIOS DE MADURACIÓN**



***Figura 3.5.1.1.a.***

Se puede observar, **como los** valores que **tom an** las variables **afectan casi** directamente a los que **tom an** supervivencia, si se quiere obtener con **m ás precisión cuantificable** estas relaciones se tiene que **buscar** en la **tabla 3.5.1.1.a.**, el valor de la **correlación** de las dos variables.

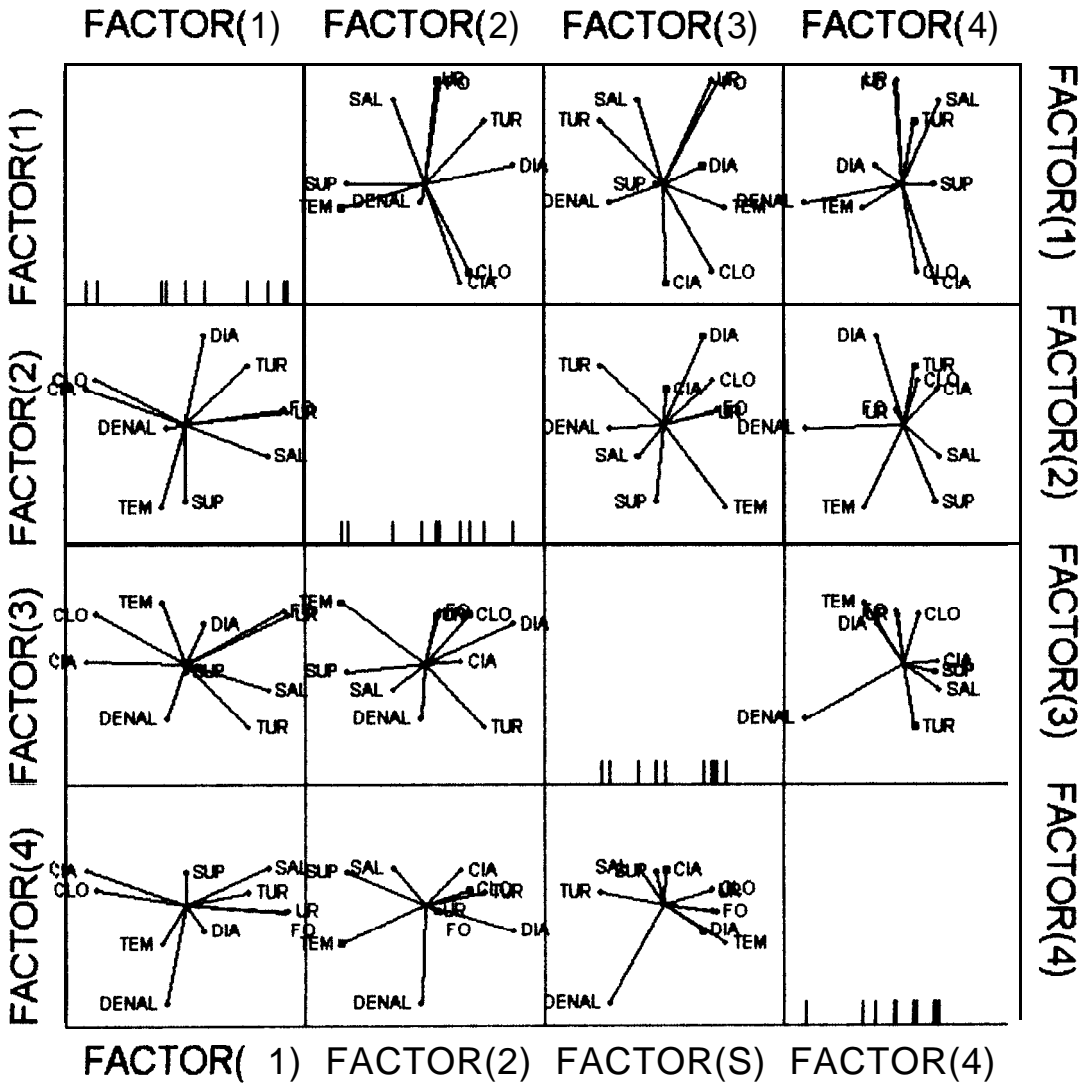
### 3.5.2 Análisis Multivariado con Nauplios de Maduración (N – M)

DETALLES DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES					
VARIABLES	COEFICIENTES				TOTAL
	1	2	3	4	
SUPERV	0.005	-0.641	-0.062	-0.271	
UR	0.863	0.1	0.41	0.048	
FO	0.833	0.128	0.446	0.06	
TUR	0.53	0.499	-0.52	-0.104	
SAL	0.701	-0.26	-0.209	-0.309	
DIA	0.159	0.744	0.337	0.219	
CIA	-0.822	0.304	0.024	-0.289	
CLO	-0.73	0.379	0.414	-0.126	
DALIM	-0.149	-0.025	-0.448	0.812	
TEM	-0.192	-0.689	0.521	0.32	
<b>VARIANZA EXPLICADA</b>	<b>3.504</b>	<b>2.019</b>	<b>1.442</b>	<b>1.096</b>	<b>8.061</b>
<b>% VARIANZA EXPLICADA</b>	<b>35.039</b>	<b>20.185</b>	<b>14.421</b>	<b>10.956</b>	<b>80.603</b>

**Tabla 3.5.2.n.**

Las componentes **principales** se muestran en la Tabla 3.5.2.a., en donde se presentan **las cargas** de las variables **para los** diferentes factores, **para** este **análisis** es preferible retomar la **composición** de los factores del estudio A. Esto **indica** que las cuatro **primeras** componentes **logran un 80,603%** de **explicación**, y si **tomamos** solo las tres primeras, se tiene **un 69.645%**, vamos a **tomar** solo las **tres** primeras, porque con ellas se tiene **una** alta confiabilidad.

# Factor Loadings Plot



**Figura 3.5.2.a** A diferencia de la figura 3.4.2. estas componentes contienen a supervivencia *porpiscina*, las observaciones ya **no** fueron mediciones **semanales** sino promedios de la característica **por piscina**.

### 3.5.2.1. Primera Componente Principal

La **primera** componente principal representa el **35,039%** de la **información**, **además**, sus **principales** variables son:

Con valores positivos se tiene a **los fertilizantes** Urea y Fosfato, también se tienen a dos de **las** características que **describen** la Calidad de Agua, Salinidad y Turbidez, (**véase** 3.5.1. **Interpretación** de las Componentes **Principales** y la **tabla** 3.5.2.a. ).

Con valores negativos: Tenemos las **algas Cianófitas** y **Clorófitas**, Cianbfitas representa el **78,7%** y **Clorófitas** el **1,4%** del total de **cel/ml** de **algas**. Estos porcentajes se obtuvieron **del** estudio A.

### 3.5.2.2. Segunda Componente Principal

Esta componente obtiene el 20.185% de explicacibn.

Y en ella se oponen **más** fuertemente las siguientes variables **tanto** de **manera directa** como indirecta: De **manera directa**:

**Diatómeas y turbidez** y de **manera** indirecta: Temperatura y Supervivencia (**Véase** Tabla 3.5.2. a).

La variable supervivencia en **todo el** sistema encuentra **una** mejor explicación con la segunda componente principal, es aquí donde pueden encontrarse las relaciones **directas** o indirectas con otras variables, si se tienen relaciones muy cercanas a ser nulas, entonces se tienen relaciones de no correlación.

### **3.5.23. Tercera Componente Principal**

El porcentaje de explicación obtenido en esta componente es 14.421%. En esta componente se oponen Turbidez **y** Temperatura, Turbidez tiene signo negativo **y** Temperatura con signo positivo.

Se puede observar en la tabla **3.5.2.a.**, **los** valores de **los** coeficientes que confirman la **asignación** de **las** variables al factor.

### 3.5.3. Relaciones entre las Componentes

Se **tomarán** solo las tres **primeras componentes** ya que entre **las tres logran** el **69,645%** de **explicación**. Las relaciones que se **presentan** en el cuadro son de tres tipos, **las de relación** positiva son aquellas que tienen **correlación** positiva alta, **las de relación** negativa son aquellas en las que **su correlación** es negativa y alta.

El cuadro con Independencia se refiere a valores positivos o negativos de correlaciones muy **pequeñas**, es **decir, cercanas a cero**. Las relaciones **siguientes** se **harán** sobre la base de la tabla y **gráfico 3.5.2.a**.

#### 3.5.3.1. Primera Componente vs. Segunda Componente

Esta **combinación** explica **un 55,224%** de la información, La relación entre Urea y Fosfato es realmente fuerte (relación **0.996**), **también** podemos ver relaciones por pares de variables.

---

♦ Las relaciones que se **obtienen** en esta **sección** **hacen relación** a la **Figura 3.5.2.a**

CUADRO EXPLICATIVO DE RELACIONES	
<b>Relaciones positivas</b>	
Urea	- Fosfato
Cianofitas	- Clorofitas
Temperatura	- Supervivencia
Urea- Fosfato	- Salinidad
Turbidez	- Diatomeas
<b>Relaciones opuestas</b>	
Salinidad	Vs. Cianofitas - Clorofitas
Temperatura - Supervivencia	Vs. Diatomeas - Turbidez
Densidad de alimento	Vs. Urea - Fosfato
<b>Independencia</b>	
Temperatura - Supervivencia	- Urea - Fosfato
Temperatura	- Salinidad
Temperatura	- Cianofita- Clorofitas
Turbidez	- Salinidad
Turbidez - Diatomeas	- Cianofita- Clorofitas

**Tabla 3.5.3.1.**

Por ejemplo, en Relaciones opuestas se tienen a Temperatura y supervivencia que entre ellas se encuentran correlacionadas positivamente, **oponiéndose a un** par igualmente correlacionado

positivamente entre ellos **como Diatomeas** y Turbidez, con esto se tiene que **un variación con respecto del** promedio de la temperatura, **logrará un incremento modesto** en la supervivencia, y no solo eso, la cantidad de **algas Diatomeas** decrecerá, esto **traerá consigo** que la turbidez **también** decrezca, y **algo más**, esto no va a alterar a



salinidad, ya que se encuentra en el cuadro Independiente de temperatura, variable que originó **las** alteraciones en el sistema. Lo inverso **también** puede ocurrir, empezando por que temperatura **haya** disminuido en vez de aumentar, **como** citamos en este ejemplo, **como de hecho ocurrió, (véase el Anexo de los Nauplios de Maduración)**, temperatura obtuvo **más** valores por abajo **del** promedio **asi lo indica el** Histograma de frecuencias y lo cuantifica el coeficiente de sesgo (0,365) esto **llevó** a aumentar el nivel de Diatomeas, y se obtuvieron **m en ores** porcentajes de **supervivencia\*** (Véase la Figura 3.5.1.1.a y la Figura 3.5.2.a.).

### 3.5.3.2. Primera Componente vs. Tercera Componente

Esta **combinación** contiene un 49.46% **del** total de la **información**. Lo que se obtenga de esta **combinación** puede afiiar o **hacer** que nuestras **conclusiones basadas** en el primer grupo de

---

• **Tel vez el problema directo no sean las Diatómeas, sino que ambas sean producto de otra causa no medida**

factores (Factor 1 Vs. Factor 2), sean objeto de una nueva revisión, y descartar algunas relaciones positivas, negativos u opuestas.

CUADRO EXPLICATIVO DE RELACIONES		
<b>Relaciones positivas</b>		
Urea	-	Fosfato
Turbidez	-	Salinidad
Cianofitas	I -	Clorofitas
<b>Relaciones opuestas</b>		
Densidad de alimento	Vs.	Diatomeas
Cianofitas - Clorofitas	Vs.	Salinidad
Urea y Fosfato	Vs.	Densidad de alimento, Clorofitas y Cianofitas
Supervivencia	Vs.	Diatomeas
<b>Independencia</b>		
Diatomeas	-	Cianofitas - Clorofitas
Temperatura	-	Urea - Fosfato
Temperatura	-	Salinidad
Densidad de alimento	-	Cianofitas
Turbidez	-	Urea - Fosfato
Densidad de alimento	-	Salinidad

**Tabla 3.5.3.2.**

Respecto a lo que nos indica la Tabla 3.5.3.2. de las relaciones de variables se tiene que bajo esta combinación, Podemos observar que aparecen correlacionadas positivamente las variables Turbidez y Salinidad, lo que no ocurría con la primera Componente, se podría

considerar esta nueva **relación** si apareciera en la Combinación siguiente (Segunda – Tercera), en relaciones opuestas se tienen **Cianófitas** y Corofitas correlacionada negativamente en función de Salinidad. Y en el cuadro de independencia, por ejemplo, se tiene Temperatura independiente Urea y Fosfato, y **también** Temperatura es independiente de Salinidad, pero eso no quiere **decir** que Urea-Fosfato sea independiente de Salinidad, sino que entre ellos **están** correlacionados de **manera** opuesta (**Véase** tabla 3.5.2.a).

### 3.5.3.3. Segunda Componente Vs. Tercera Componente

Una **combinación** representa un 34.606% de la **información**. En este cuadro **aparece** una **relación directa** entre Diatomeas y **Cianófitas**, y no aparecen **Cianófitas** y **Clorófitas**. Otra **relación** que se **hace** notable es la que tienen Supervivencia y Salinidad. En relaciones opuestas se tiene a **todo** el grupo de **algas** (**Diatomeas**, **Clorófitas**, **Cianófitas**), opuesto a la salinidad.

Como un ejemplo de independencia se tiene a Temperatura con Clorófitas y Diatómeas, también se tiene a Densidad de Alimento con Cianófitas (Véase Tabla 3.5.2.a)..

**CUADRO EXPLICATIVO DE RELACIONES**

<b>Relaciones positivas</b>		
Urea	-	Fosfato
Urea - Fosfato	-	Clorofitas
Supervivencia	-	Salinidad
Diatomeas	-	Cianofitas

<b>Relaciones opuestas</b>		
Turbidez	<b>Vs.</b>	Temperatura
Densidad de Alimento	<b>Vs.</b>	Urea y Fosfato
Salinidad	<b>Vs.</b>	Diatomeas - Clorofitas - Cianofitas
Salinidad	<b>Vs.</b>	Urea y Fosfato

<b>Independencia</b>		
Urea - Fosfato - Clorofitas	-	Turbidez
Temperatura	-	Salinidad
Temperatura	-	Clorofitas - Diatomeas
Turbidez	-	Salinidad - Supervivencia
Densidad de alimento	-	Cianofitas

**Tabla 3.5.3.3.**

### 3.5.3.4. Interpretaciones finales

Debido a que existen relaciones que perduran en las tres combinaciones de factores, se ha llegado a las Relaciones finales,

que son relaciones que se **han** mantenido en los tres **análisis**, y de igual **manera** se confirma observando la Figura 3.5.2.a. y Tabla 3.5.3.4.:

<b>RELACIONES FINALES</b>		
<b>Relaciones positivas</b>		
Urea	.	Fosfato
Cianofitas	.	Clorofitas
Supervivencia	.	Temperatura
<b>Relaciones opuestas</b>		
Turbidez	<b>Vs.</b>	Temperatura
Densidad de Alimento	Vs.	Urea y Fosfato
Supervivencia	<b>Vs.</b>	Diatomeas
Salinidad	<b>Vs.</b>	Diatomeas - Clorofitas - Cianofitas
Salinidad	Vs.	Urea y Fosfato
<b>Independencia</b>		
Urea - Fosfato - Clorofitas	-	Turbidez
Supervivencia - Temperatura	-	Salinidad
Temperatura	-	Clorofitas - Diatomeas
Turbidez	-	Salinidad - Supervivencia
Densidad de alimento	-	Cianofitas

**Tabla 3.5.3.4.**

Estas relaciones finales contienen el **69,645%** del total de la información, lo que equivale a **decir** que en cualquier **relación** positiva, opuesta o de independencia hecha sobre la base de esta tabla, se **esperará** que se cumplan estas relaciones por lo menos con **el 69,6455** de **esos** registros.

En este **momento** se puede **hacer** un ejemplo definitivo:

Consideremos que reahnente ha aumentado la temperatura (Dentro de **los estándares para** camaronerías), lo que **hará** que **aumente** la **supervivencia**, la temperatura **está** altamente correlacionada negativamente con turbidez. Pero en este **proceso** las variables **Clorófitas**, Urea y Fosfato no se **alteran** (Independencia).

De esta forma se pueden llevar a **cabo muchas** otras Simulaciones **del** Sistema. La utilidad de las **componentes principales** es que con **ellas**, reahnente se llega a conocer que **interacción** tienen **las** variables entre **ellas** y **cuando** se **haya identificado** alguna variable, o **grupo** de variables críticas, se realiza **un** Plan de **Diseño** Experimental, con el objetivo de obtener valores de las variables que **máximicen** la Supervivencia de **los** camarones, y **está implícito**, la productividad **del** sector Cam **aronero**.

### 3.6. Modelo de Regresión para Supervivencia de los Nauplios de Maduración

Para construir un modelo de regresión lineal, se necesita que las variables aleatorias que componen el lado explicativo sean independientes, esto significa que la correlación entre ellas sea igual a cero, ahora, es prácticamente imposible encontrar en el campo real variables aleatorias totalmente independientes, así es que tomamos las variables que están altamente correlacionadas y se selecciona la que más correlacionada con nuestra variable de interés, en este caso, porcentaje de Supervivencia.

El nivel de Urea y Fosfato, es nuestro ejemplo, su correlación es de 0.996, se ha tomado la variable Lb/Ha de Fosfato por ser la que más correlacionada está con Supervivencia (-0.048). Por el método de mínimos cuadrados nuestro Modelo de Regresión y sus resultados son los que se muestran en la Tabla 3.7.

MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE PARA SUPERVIVENCIA DE LOS NAUPLIOS DE MADURACIÓN						
N = 42	Cuadrado Múltiple R: 0.398			Error estándar de estimación: 7.408		
EFFECTO	COEFICIENTE	ERROR ESTÁNDAR	COEFICIENTE ESTÁNDAR	TOLERANCIA	VALOR t	VALOR p (2 colas)
CONSTANTE	-238.265	180.525	0	.	-1.32	0.196
SALINIDAD	0.231	0.781	0.063	0.415	0.296	0.769
TEMPERATURA	9.922	4.92	0.408	0.454	2.017	0.052
FOSFATO	-14.601	9.521	-0.329	0.403	-1.533	0.135
TURBIDEZ	3.014	1.311	0.518	0.365	2.298	0.028
DIATOMEAS	-0.001	0	-0.555	0.63	-3.237	0.003
CIANOFITAS	-0.00	0	-0.746	0.163	-2.216	0.034
CLOROFITAS	0.003	0.001	0.711	0.145	1.99	0.055
DENS. ALIMENTO	-0.044	0.033	-0.2	0.826	-1.331	0.192

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRÁTICA	VALOR F	VALOR p
REGRESIÓN	1148.014	8	143.502	2.615	0.025
RESIDUOS	1810.929	33	54.877		

Estadístico Durbin Watson:	1.778
Primera Autocorrelación de orden:	0.682

Distribución del error: Normal (0, 6.646<sup>2</sup>) con probabilidad K.S. 0.930

**Tabla 3.6.**

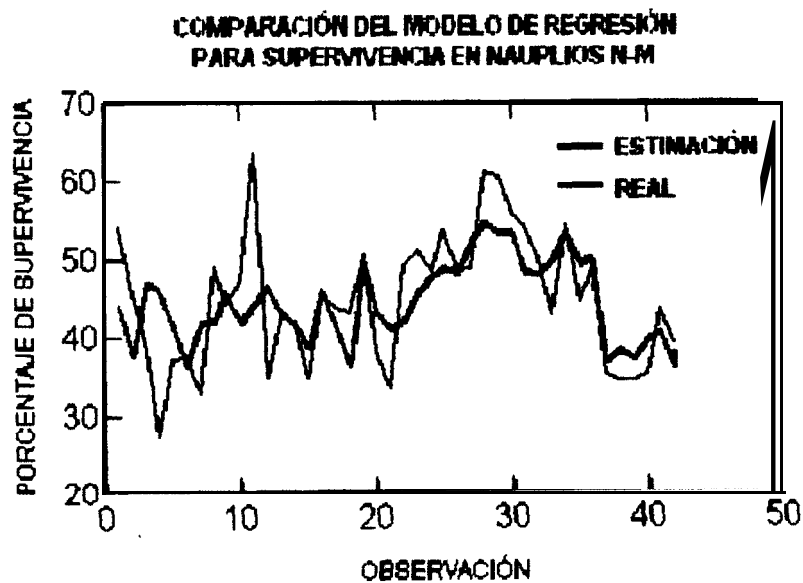
Para este modelo se tienen tres notas adicionales:

- ◆ Urea no se encuentra por **estar** altamente correlacionada con Fosfato, el resultado es: La diferencia de la desviación **estándar** de este **modelo** con uno que incluya a Urea es muy **pequeña** (0,03 Lb/Ha).
- ◆ El coeficiente de **Cianófitas** **fué** casi **cero** (0,00..), esto **hace** que su valor no **influya** en la **función** de **regresión**, entonces se puede **quitar** la variable **para** estimar el porcentaje de supervivencia.



- ◆ Se pueden utilizar **los** valores p de la tabla de **Regresión para** poder **reducir** el **número** de variables y aceptar la hipótesis de que **los** valores de **los coeficientes** contienen al **cero** dentro de sus intervalos de confianza, esto **conlleva** a que, si eliminamos aquellas variables en **las** que su coeficiente es estadísticamente nulo, el error de la **función de estimación será más** grande.
- ◆ El **modelo** genera un error con **distribución** normal  $(0, 6.556^2)$ , con un valor p Kolmogorov – Smirnov de 0.816, lo que **hace** que aceptemos el supuesto de que definitivamente el error es Normal.

Se **presenta** un **gráfico comparativo** en la que se utiliza la **función de regresión para explicar** el porcentaje de supervivencia **para** las piscinas. Podemos observar **el** desajuste en ciertas observaciones, pero **también** la buena **precisión** en otros, se puede, **basándose** en investigaciones corregir **cada** vez **más** estas diferencias, que son importantes **para** poder **planificar** y **lograr** mejorar **los** resultados **del proceso**. Figura 3.6



*Figura 3.6.*

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber efectuado el **análisis** a **los** datos, se puede concluir considerando el estudio A **y** B, lo siguiente;

- ◆ La **correlación** entre Urea y Fosfato es muy alta (0.992) y su relación con supervivencia es muy **pequeña** (0.084 **y** 0.092) respectivamente). Por lo que estos fertilizantes no afectan directamente **el** nivel de supervivencia,
- ◆ El nivel de **algas totales** afecta a la turbidez **como** es de esperarse, mientras **exista** mayor presencia de **algas** en **las** piscinas, **menor** turbidez presentan, **y** viceversa.
- ◆ Se **observó** que **los incrementos** de la temperatura afectan favorablemente a la supervivencia de **los** camarones en las piscinas

- ◆ Se encontraron tres **componentes principales** en este estudio denominadas: “Calidad de Agua”, “Productividad Natural” y “Fitoplancton”.
- ◆ La **reacción** de la supervivencia en **camarones** provenientes de **maduración** tienen un comportamiento contrario a **los salvajes** sobre las variables: Temperatura, en donde **los** de maduración se **benefician** de las **temperaturas mayores**. En cambio, sobre **los** tres tipos de **algas**, y en el alimento, **los** nauplios de maduración sobreviven **más** cuando **existen menores** niveles de fitoplancton y **alimento** balanceado, lo que no **ocurre** en **los salvajes**, en ellos, la supervivencia es mayor cuando se tienen mayor densidad de **algas** y de alimento.
- ◆ Se puede explicar el porcentaje de supervivencia con un error de **distribución Normal**  $(0, 6.646^2)$ , con la siguiente **fórmula** obtenida de la **regresión múltiple**:

**Porcentaje de supervivencia para los nauplios de maduración =**

$$-238.265 + 0.231 * \text{Sal} + 9.922 * \text{Temp} - 14.601 * \text{Fosf} + 3.014 * \text{Turb} -$$

$$0.001 * \text{Diat} + 0.003 * \text{Clorofitas} - 0.044 * \text{Dens\_Alim}$$

## **Recomendaciones:**

Luego de varios meses de estudio y de **trabajar** con los datos de la **Camaronera**, podemos recomendar lo siguiente:

- ◆ La **implantación** de una Base de datos que **además** de almacenar y proteger la **información**, presente resultados de **interés continuamente** de **manera** objetiva.
- ◆ Mantener **una política** de **inspección** ya que de esta **manera** se controlan **los parámetros** y se **crea información para futuras** investigaciones que pretendan mejorar la producción.
- ◆ Las variables: Densidad de **alimento** y nivel de **Algas Diatomáceas** **deben** ser controladas **para** cuidar de la supervivencia de estos tipos de nauplios, estos nauplios **resisten** mejor las condiciones de escases de **alimento** y de nivel de **algas**, incluso se podría **preferirlas** en tiempos de escases de insumos.
- ◆ Aplicar en **un futuro inmediato un Plan** de **Diseño Experimental** que **utilice los** resultados de este estudio, de **manera** que se puedan realizar **las variaciones a las características** Densidad de **alimento** y nivel de **algas**, **para** encontrar **los valores que hacen** que aumente la

supervivencia, pero siempre conociendo la temperatura en la que se desarrollan.

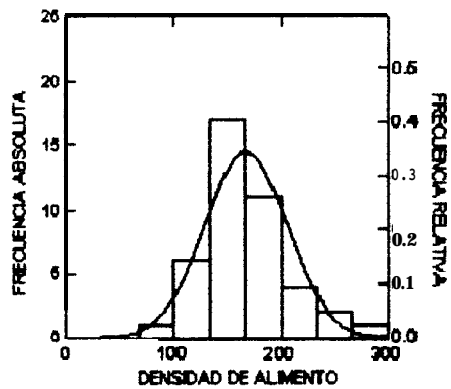
- ◆ Si se utiliza la **fórmula** de supervivencia, luego **del día número 100** de **sembradas las** piscinas y se **tom an los** promedios de **las** variables **para** esa piscina en esos **cien días**, puede anticiparse el porcentaje de supervivencia **para** esa piscina, siempre **cuando** contenga cam **arones** provenientes **del método** de **maduración**. El error es el iudicado en **las conclusiones**.

### ANEXO 3.5.1 .

A continua&n se **presenta de manera gráfica** la estadística **descriptiva** para las 42 observaciones de piscinas **sembradas** con nauplios de **maduración** en el año 1997.

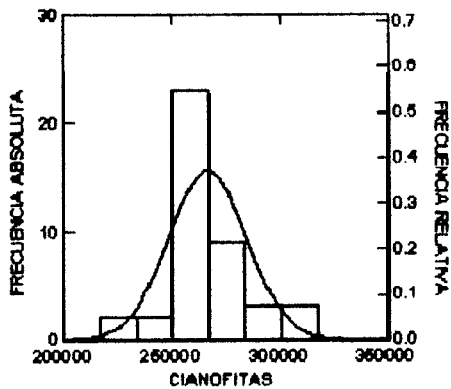
#### DENSIDAD DE ALIMENTOS

CARACTERÍSTICA	DENSIDAD DE ALIMENTOS
UNIDAD DE MEDIDA	lb./Ha
Mínimo	97.053
Máximo	289.567
Rango	191.514
Mediana	159.559
Media	166.991
I.C. Max. 95%	179.023
I.C. Min. 95%	154.969
Error estándar	6.968
Dev. Estándar	38.611
Varianza	1490.774
Sesgo (G1)	1.006
Sesgo SE	0.365
Curtois(G2)	1.202
Curtois SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.497



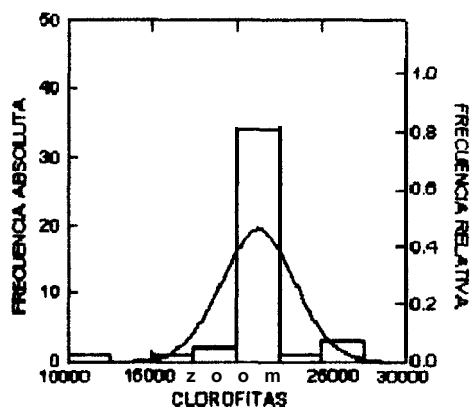
#### CIANÓFITAS

CARACTERÍSTICA	CIANOFITAS
UNIDAD DE MEDIDA	col/ml
Mínimo	225822.526
Máximo	312911.842
Rango	87089.316
Mediana	263514.132
Media	266224.245
I.C. Max. 95%	271838.515
I.C. Min. 95%	260609.976
Error estándar	2779.973
Dev. Estándar	18016.286
Varianza	3.25E+08
Sesgo (G1)	0.774
Sesgo SE	0.365
Curtois(G2)	1.544
Curtois SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.328



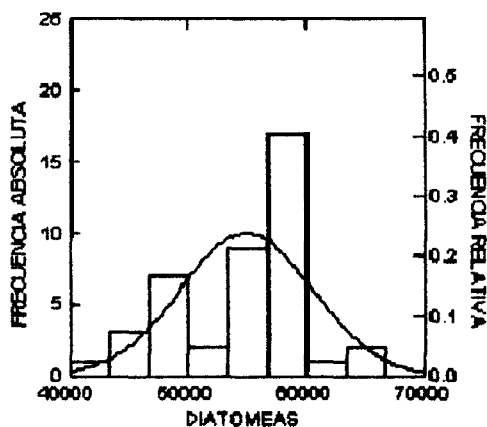
## CLORÓFITAS

CARACTERÍSTICA	CLOROFITAS
UNIDAD DE MEDIDA	col/ml
Mínimo	11987.053
Máximo	26320.158
Rango	14333.105
Mediana	21329
Media	21263.952
I.C. Max. 95%	21936.556
I.C. Min. 95%	20691.348
Error estándar	333.048
Desv. Estándar	2158.397
Varianza	4658677.291
Sesgo (G1)	-1.801
Sesgo SE	0.365
Curtosis(G2)	8.656
Curtosis SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.006



## DIATÓMEAS

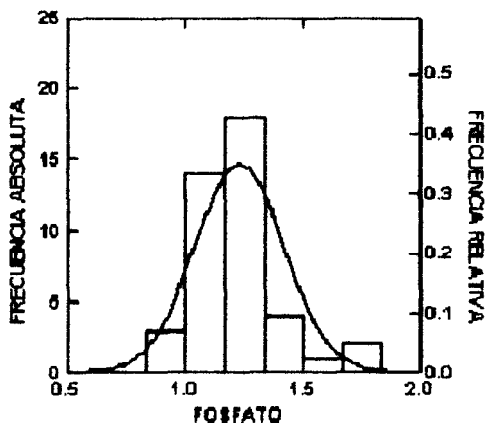
CARACTERÍSTICA	DIATOMEAS
UNIDAD DE MEDIDA	cal/ml
Mínimo	43265.167
Máximo	63675.688
Rango	20410.422
Mediana	56494.944
Media	54902.345
I.C. Max. 95%	56647.896
I.C. Min. 95%	53156.793
Error estándar	864.331
Desv. Estándar	5601.503
Varianza	3.14E+07
Sesgo (G1)	-0.614
Sesgo SE	0.365
Curtosis(G2)	-0.826
Curtosis SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.096





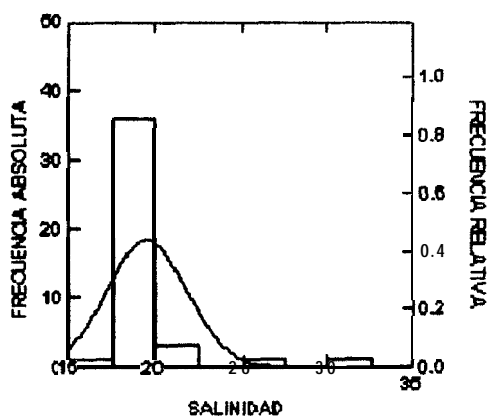
## FOSFATO

CARACTERÍSTICA	FOSFATO
UNIDAD DE MEDIDA	lb/He
Minimo	0.955
Máximo	1.811
Rango	0.856
Mediana	1.207
Media	1.229
I.C. Max. 95%	1.288
I.C. Min. 95%	1.169
Error estándar	0.03
Dev. Estándar	0.191
Varianza	0.037
Sesgo (G1)	1.122
Sesgo SE	0.365
Curtoais(G2)	1.742
Curtoais SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.453



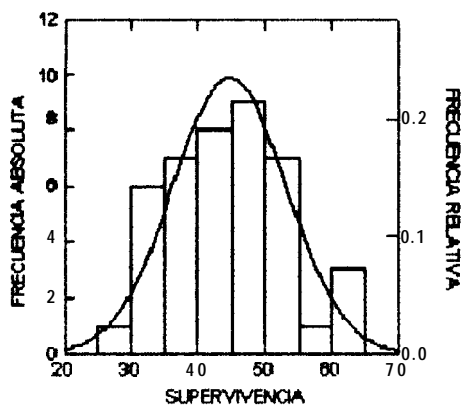
## SALINIDAD

CARACTERÍSTICA	SALINIDAD
UNIDAD DE MEDIDA	ppm
Minimo	17.375
Máximo	30.733
Rango	13.358
Mediana	19.122
Media	19.492
I.C. Max. 95%	20.209
I.C. Min. 95%	18.774
Error estándar	0.355
Dev. Estándar	2.301
Varianza	5.297
Sesgo (G1)	3.88
Sesgo SE	0.365
Curtoais(G2)	16.523
Curtoais SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.001



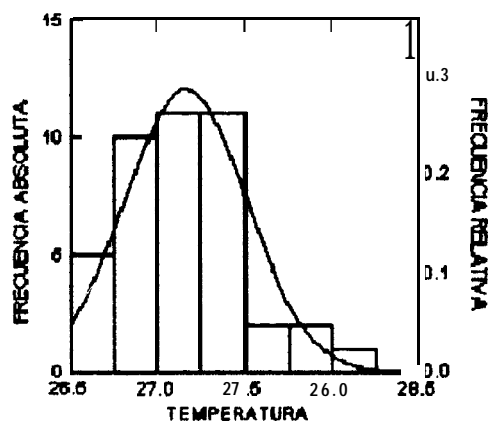
## SUPERVIVENCIA

CARACTERISTICA   SUPERVIVENCIA	
UNIDAD DE MEDIDA	%
Mínimo	27.3
Máximo	63.386
Rango	36.087
Mediana	44.226
Media	44.686
I.C. Max. 95%	47.332
I.C. Min. 95%	42.038
Error estándar	1.311
Dev. Estándar	8.495
Varianza	72.169
Sesgo (G1)	0.198
Sesgo SE	0.366
Curtosis(G2)	-0.492
Curtosis SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.917



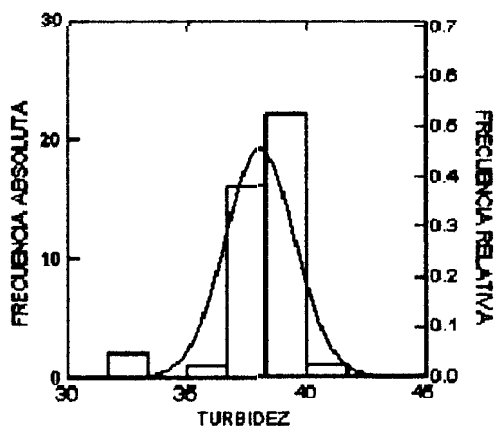
## TEMPERATURA

CARACTERISTICA   TEMPERATURA	
UNIDAD DE MEDIDA	°C
Mínimo	26.625
Máximo	28.2
Rango	1.575
Mediana	27.101
Media	27.161
I.C. Max. 95%	27.27
I.C. Min. 95%	27.052
Error estándar	0.054
Dev. Estándar	0.349
Varianza	0.122
Sesgo (G1)	0.831
Sesgo SE	0.366
Curtosis(G2)	0.942
Curtosis SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.841



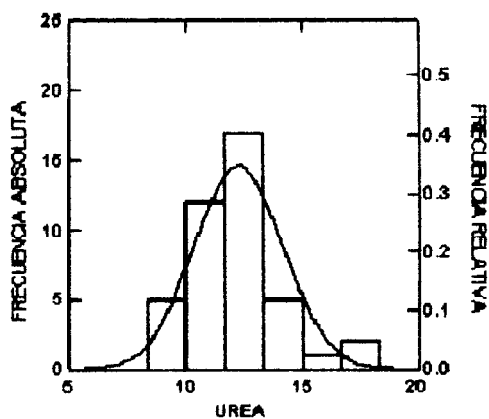
## TURBIDEZ

CARACTERISTICA	TURBIDEZ
UNIDAD DE MEDIDA	cm
Mínimo	33.286
Máximo	41.632
Rango	8.346
Mediana	38.4
Medla	38.032
I.C. Max. 95%	38.487
I.C. Min. 95%	37.577
Error estándar	0.225
Desv. Estándar	1.461
Varianza	2.134
Sesgo (G1)	-1.406
Sesgo SE	0.365
Curtois(G2)	4.365
Curtois SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.172



## UREA

CARACTERISTICA	UREA
UNIDAD DE MEDIDA	lb/ha
Mínimo	9.613
Máximo	16.093
Rango	6.481
Mediana	11.849
Medla	12.261
I.C. Max. 95%	12.858
I.C. Min. 95%	11.664
Error estándar	0.296
Desv. Estándar	1.910
Varianza	3.672
Sesgo (G1)	1.1
Sesgo SE	0.365
Curtois(G2)	1.633
Curtois SE	0.717
Probabilidad K.S.	0.701

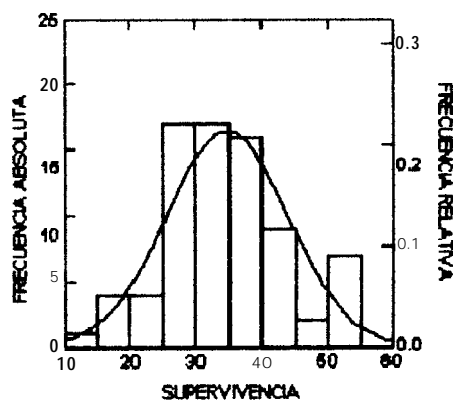


## ANEXO 3.5.2.

Se presenta la estadística descriptiva para los promedios de las variables de proceso y supervivencia para las piscinas que fueron cultivadas con nauplios salvajes.

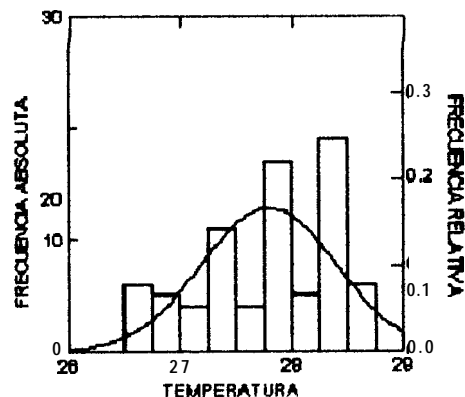
## SUPERVIVENCIA

CARACTERISTICA	SUP
UNIDAD DE MEDIDA	%
Mínimo	14.51
Máximo	54.826
Rango	40.316
Mediana	33.317
Meda	34.702
I.C. Max. 95%	36.83
I.C. Min. 95%	32.575
Error estándar	1.068
Desv. Estándar	9.373
Varianza	87.859
Sesgo (G1)	0.33
Sesgo SE	0.274
Curtois(G2)	-0.099
Curtois SE	0.541
Probabilidad K.S.	0.731



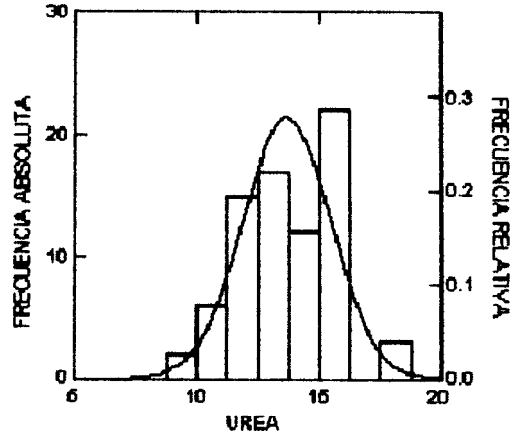
## TEMPERATURA

CARACTERISTICA	TEMP
UNIDAD DE MEDIDA	°C
Mínimo	26.571
Máximo	28.733
Rango	2.162
Mediana	27.882
Medio	27.794
I.C. Max. 95%	27.93
I.C. Min. 95%	27.657
Error estándar	0.068
Desv. Estándar	0.599
Varianza	0.359
Sesgo (G1)	-0.437
Sesgo SE	0.274
Curtois(G2)	-0.934
Curtois SE	0.541
Probabilidad K.S.	0.162



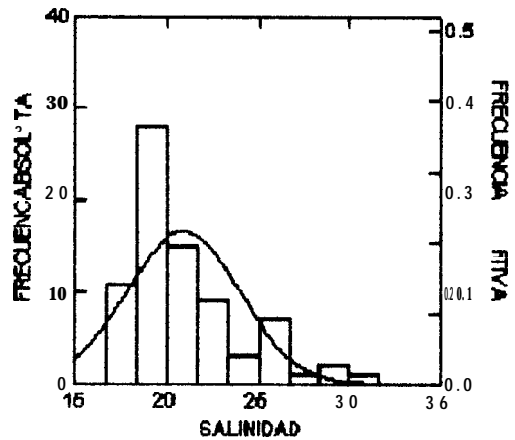
## UREA

CARACTERISTICA	UREA
UNIDAD DE MEDIDA	lb/ha
Minimo	9.946
Máximo	17.522
Rango	7.575
Mediana	13.591
Media	13.668
I.C. Max. 95%	14.076
I.C. Min. 95%	13.26
Error estándar	0.205
Dev. Estándar	1.798
Varianza	3.233
Sesgo (G1)	-0.053
Sesgo SE	0.274
Curtois(G2)	-0.663
Curtois SE	0.541
Probabilidad K.S.	0.115



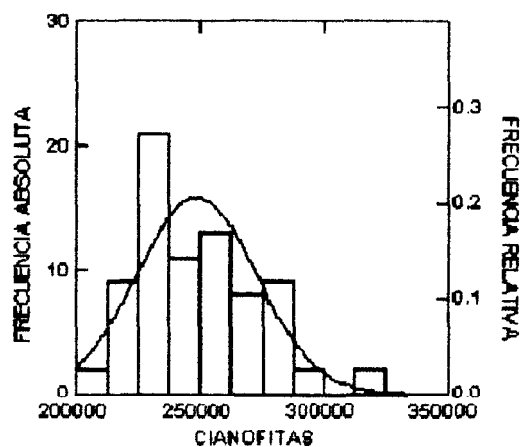
## SALINIDAD

CARACTERISTICA	SALINIDAD
UNIDAD DE MEDIDA	ppm
Minimo	17.2
Máximo	30.467
Rango	13.267
Mediana	19.933
Media	20.86
I.C. Max. 95%	21.579
I.C. Min. 95%	20.181
Error estándar	0.351
Dev. Estándar	3.079
Varianza	9.483
Sesgo (G1)	1.305
Sesgo SE	0.274
Curtois(G2)	1.201
Curtois SE	0.641
Probabilidad K.S.	0.096



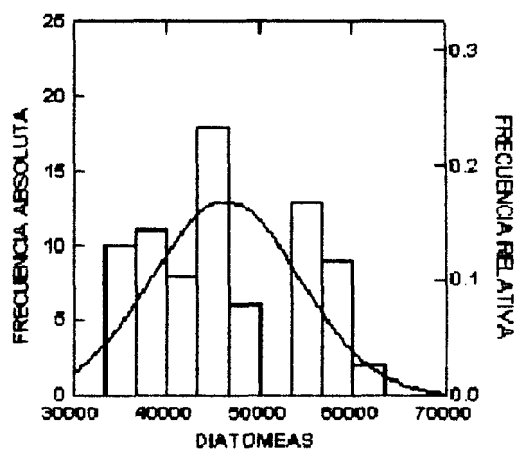
## CIANÓFITAS

CARACTERÍSTICA	CIANOFITAS
UNIDAD DE MEDIDA	cel/ml
Mínimo	211332.833
Máximo	318363
Rango	107030.167
Mediana	242604.105
Media	248505.515
I.C. Mx. 95%	254015.893
I.C. Mn. 95%	242995.137
Error estándar	2766.709
Dev. estándar	24277.771
Varianza	5.89E+08
Sesgo (G1)	0.681
Sesgo SE	0.274
Curtois(G2)	0.222
Curtois SE	0.541
Probabilidad K.S.	0.261



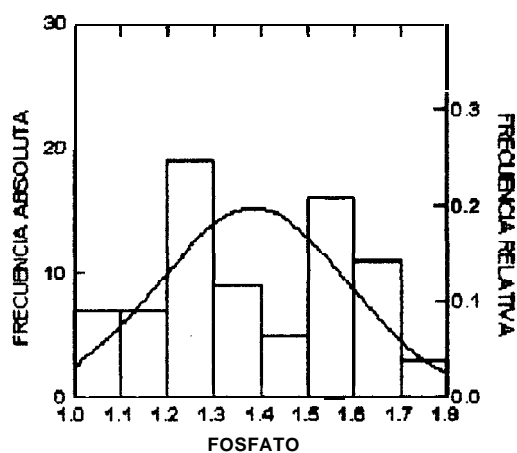
## DIATÓMEAS

CARACTERÍSTICA	DIATOMEAS
UNIDAD DE MEDIDA	cel/ml
Mínimo	34404.706
Máximo	61124.188
Rango	26719.482
Mediana	44401.722
Media	46308.546
I.C. Max. 95%	48095.991
I.C. Min. 95%	44521.101
Error estándar	897.459
Dev. Estándar	7875.174
Varianza	6.20E+07
Sesgo (G1)	0.325
Sesgo SE	0.274
Curtois(G2)	-1.189
Curtois SE	0.541
Probabilidad K.S.	0.006



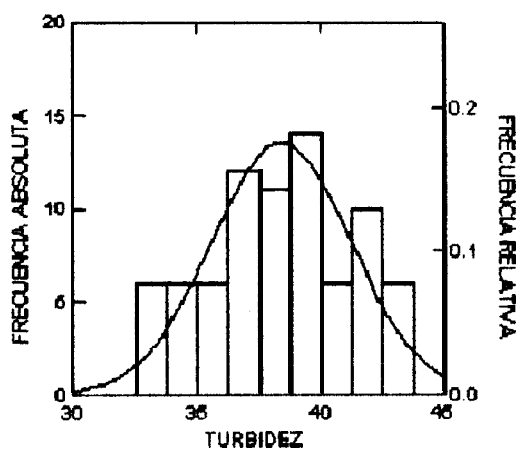
## FOSFATO

CARACTERÍSTICA	FOSFATO
UNIDAD DE MEDIDA	lb/ha
Mínimo	1.004
Máximo	1.759
Rango	0.755
Mediana	1.316
Media	1.385
I.C. Max. 95%	1.431
I.C. Min. 95%	1.339
Error estándar	0.023
Desv. Estándar	0.203
Varianza	0.041
Sesgo (G1)	0.064
Sesgo SE	0.274
Curtosis(G2)	-1.129
Curtosis SE	0.541
Probabilidad K.S.	0.053



## TURBIDEZ

CARACTERÍSTICA	TURBIDEZ
UNIDAD DE MEDIDA	cm
Mínimo	33.3
Máximo	43.25
Rango	9.95
Mediana	38.563
Media	38.391
I.C. Max. 95%	39.038
I.C. Min. 95%	37.745
Error estándar	0.324
Desv. Estándar	2.847
Varianza	8.107
Sesgo (G1)	-0.107
Sesgo SE	0.274
Curtosis(G2)	-0.886
Curtosis SE	0.641
Probabilidad K.S.	0.676



## **BIBLIOGRAFÍA**

**Abad**, Servin, **Introducción** al muestreo, Editorial Limusa.

Claude E. Boyd, El cultivo de **Camaron** y el Medio Ambiente, Un informe **oficial**; Revista Acuicultura **del Ecuador**, **Edición 19**. Julio de 1997

Facultad de Ingenieria **Marítima** y Ciencias **del Mar**, Proyecto de investigacibn en piscinas **Camaroneras**, Junio 1987

Freund y Walpole, Estadística **Matemática** con aplicaciones;

Grossman, Algebra lineal con aplicaciones; Editorial MC Graw Hill, 1992

**Harm an H.**, **Análisis** Factorial Moderno; Editorial **Salfés** 1980



Hair, Anderson, **Tatham & Black**, Mutivariate Data Analisis; Prentice Hall 1995.

Montgomery, **Diseño y Análisis** de Experimentos; Grupo Editorial Iberoamérica. 1990.

**Sánchez M.**, Efecto **nutricional** relativo de cuatro **especies** de **algas como alimento** de la larva de *Penaeus vannamei*; Acuaculture 58: 139 – 144, **Año 1986**

Vega, A.J. y De la Cruz, Efecto de la temperatura, la salinidad y el **pH** sobre **las larvas del camarón blanco**, *Penaeus schmitti*; Revista de Investigaciones Marinas, Vol IX. No 1. **Año 1988**