

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS



ANÁLISIS DEL USO DE *Macrocystis pyrifera*
(Agardh) COMO DIETA ÚNICA DEL ABULÓN
ROJO *Haliotis rufescens* (Swainson) EN UNA
GRANJA COMERCIAL.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA

CORPUS CHRISTI ZETINA COLI

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO, DICIEMBRE 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

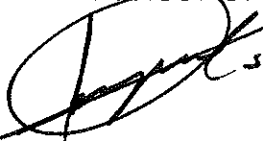
ANÁLISIS DEL USO DE *Macrocystis pyrifera* (Agardh)
COMO DIETA ÚNICA DEL ABULÓN ROJO *Haliotis*
rufescens (Swainson) EN UNA GRANJA COMERCIAL.

TESIS PROFESIONAL

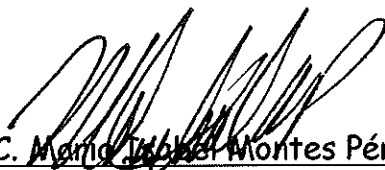
QUE PRESENTA

CORPUS CHRISTI ZETINA COLI

APROBADA POR



Oc. José Édgar Arroyo Ortega
Presidente del Jurado



M.C. María Isabel Montes Pérez
Secretaria



M.C. María Evarista Arellano García
Primera Vocal

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres, por su apoyo, comprensión, confianza y respeto desde el día en que nací. Gracias por ayudarme a realizar este sueño. Los quiero y admiro.

A mis hermanas, las tres mosqueteras, por que siempre han sabido aconsejarme en todo momento y por que siempre me han enseñado la fortaleza de la familia. Gracias.

A la Universidad Autónoma de Baja California y a la Facultad de Ciencias del campus Ensenada, Gracias por proveer las herramientas necesarias para la formación académica y personal de muchos.

A mi Director de Tesis, el Oc. José Édgar Arroyo Ortega por su apoyo incondicional. Gracias por tus sabios consejos, por ser mi amigo y por ayudarme a dar un paso más en mi vida profesional.

A mis sinodales la M.C. María Isabel Montes Pérez y la M.C. María Evarista Arellano García. Gracias por ayudar a darle forma a este proyecto con sus valiosas sugerencias y comentarios.

A las empresas Abulones Cultivados S. de R.L. de C.V. y Productos del Pacífico S.A. de C.V. por facilitar la información trabajada en esta tesis.

A quienes siempre han estado ahí, mis compañeras de escuela, de vida y de Farrall. Gracias Por todos esos momentos que hemos vivido juntos, los buenos y los malos. Por su apoyo, consejos y regaños soy una mejor persona. Wendy, Valeria, Raquel y Karla, Muchas Gracias por permitirme entrar en sus vidas.

A Julián Gamez Moreno. Gracias por haberme enseñado lo difícil que puede ser la vida, y lo fácil que puede ser encontrar el camino. Por Todo.

A las incontables personas que han estado en mi vida, y que me han acompañado a lo largo de esta aventura, ha quienes me han hecho soñar y a quienes siempre han puesto mis pies sobre la tierra, Gracias a todos, siempre los guardo en mis pensamientos.

RESUMEN

Con el objetivo de generar información para la toma de decisiones en la administración de una granja abulonera de escala comercial con una base biológica y sustentable, se calcularon las variables de: Porcentaje del tiempo de alimentación (PTA), Porcentaje de jaulas alimentadas (PJA) y Productividad (P), a partir de los registros, de más de un año, de la faena de alimentación de una granja abulonera comercial. Se estableció que las dos primeras variables (PTA y PJA) presentaron relaciones estadísticamente significativas ($\alpha = 0.01$, $n=52$) con la Cantidad de Algas Cosechadas (CAC) ajustándose a modelos potenciales y que sus variaciones son ecuaciones lineales, mientras que para la tercera variable (P) no hubo relación con CAC, según el coeficiente de Pearson. Se determinó que para el caso específico de la granja en el mar, se necesitan 250 toneladas anuales de *M. pyrifera*; que la cosecha de algas está limitada por la disponibilidad y la accesibilidad de mantos y que la cantidad de *M. pyrifera* en el estado de Baja California, México, es suficiente para abastecer 80 granjas del mismo tamaño, si se destina toda la cosecha para cultivo de abulón.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.	1
2. ANTECEDENTES	7
3. OBJETIVO GENERAL	11
3.1 Objetivos específicos.....	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS.	12
4.1 Área de Estudio.....	12
4.2 Arte de Cultivo.....	13
4.3 Faena de Alimentación.....	17
4.4 Cosecha de Algas.....	19
4.5 Variables Estimadas.....	20
4.6 Variables Calculadas.....	21
4.7 Manejo de Datos.....	21
5. RESULTADOS	23
5.1 Jaulas existentes.....	23
5.2 Algas cosechadas.....	24
5.3 Porcentaje de Tiempo de Alimentación.....	27
5.4 Porcentaje de Jaulas Alimentadas.....	32
5.5 Productividad.....	32
6. DISCUSIONES.	39
7. CONCLUSIONES.	46
8. BIBLIOGRAFIA	47

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura1: Bahía de Todos Santos, Ensenada, B. C., México.....	12
Figura2: <i>H. rufescens</i> cultivado, (a) Semilla, (b) Talla comercial.....	13
Figura 3: Arte de Cultivo para <i>H. rufescens</i> en mar abierto, (a) Jaulas en suspensión. (b) Disposición de "long-lines".....	14
Figura 4: (a) Jaula de cultivo. (b) Disposición de placas dentro de la jaula de cultivo.....	16
Figura 5: (a) Balsa de trabajo, (b) balsa sujeta a "long-line".....	17
Figura 6: Distribución de alimento en la jaula.....	18
Figura 7: Cantidad de jaulas existentes para el cultivo de abulón.....	24
Figura 8: Variación de la cantidad de <i>M. pyrifera</i> cosechada y utilizada como alimento de <i>H. rufescens</i>	25
Figura 9: Cosechas acumuladas de <i>M. Pyrifera</i> utilizada como alimento de <i>H. rufescens</i>	26
Figura 10: Variación del porcentaje del tiempo de alimentación en el cultivo de <i>H. rufescens</i> con respecto a las algas cosechadas.....	29
Figura 10a: Variación del porcentaje del tiempo de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo exponencial. Se indica el coeficiente R^2 y modelo matemático.....	29

Figura 10b: Variación del porcentaje de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo logarítmico. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.....	30
Figura 10c: Variación del porcentaje del tiempo de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo lineal. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.....	30
Figura 10d: Variación del porcentaje del tiempo de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo potencial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.....	31
Figura 10e: Variación del porcentaje del tiempo de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo polinomial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.....	31
Figura 11: Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de <i>H. rufescens</i> con respecto a la cantidad de algas cosechadas.....	33
Figura 11a: Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de <i>H. rufescens</i> con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo potencial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.....	33
Figura 11b: Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de <i>H. rufescens</i> con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo polinomial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.....	34

- Figura 11c:** Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo exponencial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático..... **34**
- Figura 11d:** Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo lineal. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático..... **35**
- Figura 11e:** Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo logarítmico. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático..... **35**
- Figura 12.** Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cosecha de algas..... **36**
- Figura 12a:** Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo exponencial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático..... **36**
- Figura 12b:** Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo polinomial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático..... **37**
- Figura 12c.** Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo lineal. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático..... **37**

Figura 12d: Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de <i>H. rufescens</i> con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo potencial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.....	38
Figura 12e. Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de <i>H. rufescens</i> con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo logarítmico. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla I: Ecuaciones para las relaciones de variables calculadas con coeficientes de correlación y significancia estadística.....	28
--	----

1. INTRODUCCIÓN.

Hablar del género *Haliotis* y su pesquería, es hablar de un conjunto de especies de moluscos conocidos con el nombre de abulones que habitan en el intermarial e infralitoral rocoso de la costa oeste de Baja California. Su pesca se realiza mediante el buceo a lo largo de toda la costa del pacífico de Baja California, hasta bahía Magdalena B.C.S. los registros históricos de su captura datan desde 1929, pero la actividad más intensa y permanente ocurre a partir de 1950 hasta nuestros días (Guzmán del Proo, 1994).

Los abulones son organismos marinos bentónicos univalvos de simetría bilateral primitiva con un pie aplanado, que constituye la parte comestible, con el cual reptan sobre los fondos rocosos que habitan. Como subproductos, también son aprovechados la concha, "el recorte" y la "tripa" (gónada) (Cox, 1962; García Mendoza, 1991).

Se caracterizan por tener una concha uniforme, la cual es secretada por el manto, que presenta una serie de 5 a 7 perforaciones redondeadas llamadas poros respiratorios que son utilizados para exhalar corrientes de agua provenientes de la parte frontal de la concha (Cox, 1962; García Mendoza, 1991).

Viven íntimamente ligados a la existencia de grandes bancos de algas pardas, de las cuales se alimentan (Mateus, 1986). Se encuentran en las aguas templadas y tropicales del mundo, abundando de manera destacada en Australia, Japón, China, Filipinas, Malasia, Islas del océano Índico y Golfo Pérsico, Sud África, África Occidental e Islas Canarias, Europa y en el Pacífico de América y en el continente Americano se encuentran en las aguas tropicales de la Florida y Brasil, y en los mares templados de la costa occidental desde Alaska, en Estados Unidos, hasta la parte sur de la península de Baja California (Cox, 1962).

En el mercado internacional, la carne del abulón se vende en cinco presentaciones: vivo en concha o fresco, en bistec "Medallón", en filete congelado, seco y enlatado. La presentación en vivo es preferida por los japoneses para ser utilizado como *sushi*, *sashimi* y en una gran variedad de recetas donde se requiere que el producto esté totalmente fresco y libre de procesos de descomposición, su valor en el mercado llega a ser entre los 56 a 70 dólares el kilogramo (equivalente a un precio de pura carne de 240 a 350 dólares el kilogramo); el bistec es de agradable sabor y de una mejor textura que la carne de vacuno, su valor en restaurantes llega a ser entre los 25 y 30 dólares por 4 onzas y de entre 50 a 80 dólares el kilogramo.

El enlatado, en el mercado a mayoreo, una lata con 425 gr. se sitúa en los 26.25 dólares y en la presentación de abulón seco, se llega a cotizar hasta los 160 dólares el kilogramo (Pérez Muñoz, 1995).

Para que una empresa de cultivo de abulón sea económicamente viable requiere producir a un costo competitivo y ser capaz de vender con una ganancia razonable. Para lograr tal fin, se debe contar con una infraestructura básica necesaria que varía en orden de miles a cientos de miles de dólares, dependiendo en gran medida de la fase o fases de cultivo en que se incurra, la tecnología utilizada y la escala de producción (Flores-Aguilar 1992).

El abulón es un recurso pesquero sumamente importante a nivel mundial por presentar una gran demanda y un alto valor en el mercado. El presente trabajo analiza el uso de *Macrosystis pyrifera* (Agardh) como dieta única en el cultivo comercial del abulón rojo *Haliotis rufescens*, ya que es un recurso de naturaleza abundante, y se ha demostrado que es un alimento adecuado para su desarrollo.

La costa occidental de México, en la península de Baja California, cuenta con óptimas condiciones para el desarrollo y crecimiento de los haliotidos debido a sus variables oceanográficas, la abundancia de macroalgas que conforman su alimento, los bajos índices de contaminación, la presencia en la zona de las especies de abulón más cotizadas a los mercados internacionales, los bajos costos de producción en comparación con los de otros países competidores y la accesibilidad de los mercados internacionales. Es importante reconocer y valorar este gran potencial mexicano para desarrollar la acuicultura del abulón a costos competitivos. De otra forma puede llegar a perderse el impulso que se ha venido dando por parte del sector oficial, el sector académico y el sector social cooperativo y privado. México, pese a ser pionero en investigación sobre el cultivo del abulón, sólo existió una granja en completa operación, desde el desove, hasta la venta en el mercado, esta es Abulones Cultivados S. de R.L de C.V.

En México, el abulón rojo *Haliotis rufescens* y el azul *H. fulgens* son las especies con mayor potencial para desarrollar su cultivo, México fue el principal productor del mundo en la década de los sesentas y setentas con 2,000 y 3,000 toneladas anuales promedio respectivamente. Para 1992, la producción fluctuó alrededor de 600 toneladas (Secretaría de Pesca, 1992).

El drástico decremento en las capturas mundiales, aunado al elevado precio que alcanza el recurso en el mercado, ha provocado el interés de desarrollar la acuicultura de este molusco como alternativa para aumentar la producción y satisfacer en parte la demanda del mercado (Hooker y Morse, 1985).

Para desarrollar este tipo de proyectos se debe tomar en cuenta que los costos de producción que se generan en forma continua durante el proceso productivo, son cuantificables por flujos de dinero requerido por unidad de tiempo o de cantidad de mano de obra empleada. Este es el caso de las materias primas, transporte y mano de obra; en cuanto a materia prima, la dieta de abulones en cultivos puede llegar a ser una limitante.

Aunque existe un buen acervo bibliográfico sobre el cultivo del abulón (Arroyo-Ortega y Flores-Aguilar, 1997) la información sobre las estrategias de manejo en las distintas etapas del desarrollo del producto y consumo de alimento para el abulón a nivel comercial, son prácticamente inexistentes, además que, el acuicultor se enfrenta a que debe adaptar la tecnología general científica a sus variables oceanográficas particulares de la zona y a las condiciones económicas.

Este conocimiento es invaluable para las empresas y se genera con el tiempo, por tanto además de recorrer una curva de aprendizaje normal como cualquier proceso, debe de recorrer una curva de adaptación y desarrollo tecnológico propio de cada empresa. Esto, aunado al lento crecimiento del abulón, hace de su cultivo un reto y tarea de lo más compleja en la acuicultura.

El presente trabajo pretende incrementar la información existente sobre la acuicultura del abulón, interpretar datos que ayuden en la administración del alimento, dado que es una de las actividades determinantes en su cultivo y que le dan factibilidad económica y técnica, así como presentar información necesaria para el desarrollo óptimo de una granja abulonera, generando indicadores de eficiencia.

2. ANTECEDENTES

Guzman del Proo en 1994 cita que desde los trabajos de De Buen (1960), Chapa (1963) y Ortiz (1966), quienes hicieron los primeros aportes al conocimiento de los abulones de Baja California y su pesquería, un número importante de contribuciones han aparecido sobre dichas especies. Sevilla (1971) informa de los primeros estudios reproductivos de *H. Fulgens*; Lluch *et al* (1973) realizaron un diagnóstico preliminar de la situación de la población y su pesquería. Muñoz (1976) desarrolla una técnica para determinar la edad de los abulones; Camacho (1976) por su parte, integra un primer catastro de las embarcaciones abulonerías de ese tiempo y sus características técnicas. Arroyo-Ortega y Flores-Aguilar (1997) presentan una síntesis de las diferentes formas de cultivar abulon y especifican que los maricultivos poseen la ventaja de controlar las existencias de abulon, que las inversiones son relativamente menores comparadas con las de granjas en tierra y que son de fácil expansión.

Las instituciones de investigación del país, contemplan, dentro de sus programas, estudios sobre el abulón en sus diferentes aspectos (biología, genética, pesca y acuicultura) otorgando vital importancia al desarrollo de técnicas de cultivo.

Sin embargo, son pocas las instituciones involucradas en estos programas Flores-Aguilar (1989) realizó un estudio para determinar la factibilidad técnico-económica para desarrollar un cultivo de abulón en Baja California. En ese estudio se analizó la viabilidad económica de construir y operar una granja de abulón vendiendo el organismo cultivado a talla "medallón" (10 cm. de long). Se proyectó a corto plazo construir un laboratorio productor de juveniles con capacidad de 500,000 semillas y a mediano plazo su engorda en artes de cultivo suspendidos en el su medio natural, con una producción de 180,000 organismos de 5 cm, a partir de los tres años de iniciada la operación y de 56,250 abulones de 7.5 cm, a partir del cuarto año continuando con esta proporción. Con la aportación de capital de socios de un 10% y la banca un 90% para un periodo de recuperación de 4 años, el proyecto resultó rentable y atractivo a los inversionistas con una tasa de retorno de 54% a 82%.

La gran demanda de este producto hace que el cultivo del abulón sea atractivo, que si bien, su crecimiento es lento, ya que tarda en llegar a la talla comercial hasta los cuatro años de edad, su precio en el mercado es lo suficientemente atractivo como para pensar en la rentabilidad de su cultivo (Oakes y Ponte, 1996).

La alimentación de abulones es un factor primordial para la viabilidad de una granja; el abulón es un organismo gasterópodo considerado como un herbívoro que se alimenta de macroalgas (Hahn, 1989). Sin embargo, en la actualidad, se sabe que para lograr un óptimo crecimiento, se requiere de cantidades de proteínas mayores que las contenidas en ellas (Mai *et al.*, 1995). Es por esto que se plantea que el abulón debe de alimentarse en gran medida de organismos epífitos a las macroalgas.

Estos factores permiten avisorar que la nutrición del abulón en cultivo es hasta cierto punto complicada, ya que es necesario el suministro de una alimentación más diversa a parte de las macroalgas. Lo anterior puede lograrse cuando es favorecida mediante la producción de diatomeas bentónicas en los estanques (Arroyo *et al.*, 1996), para que se forme una cantidad substancial, es necesario el disminuir la densidad de organismo por tanque. Otra posibilidad es el empleo de dietas artificiales, que en la mayoría de los casos, se ha logrado un mayor crecimiento que el obtenido con macroalgas (Viana *et al.*, 1993).

El problema de la utilización de dietas artificiales, ha sido hasta ahora, el alto precio en el mercado (Fleming y Hone, 1996), el cual se debe seguramente, a que dichas dietas artificiales para el abulón requieren de una tecnología especial, tanto en su forma de presentación como en sus características de comportamiento en el agua, diferentes a las requeridas por otras especies acuáticas.

Por el contrario un estudio realizado en La Paz, B.C.S. México, demostró que los abulones juveniles alimentados solamente con *M. pyrifera*, bajo condiciones de temperatura de un ciclo anual normal y bajo condiciones de fenómenos como el Niño, se obtienen tallas de crecimiento óptimos, desarrollando en ambos casos, dependiendo de la temperatura climática, una mayor proporción de proteína, masa muscular, carbohidratos y lípidos (Shima Jin, 2004).

Ante lo expuesto y sobre la base de la alta producción de *M. pyrifera* en Baja California, se presenta este estudio como referencia al establecimiento potencial de granjas abulonerías en esta zona.

3. OBJETIVO GENERAL

1. Calcular la cantidad de algas necesarias (*M. pyrifera*) para mantener una granja abulonera.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar cual es el potencial de establecer granjas en el estado de Baja California que basen su dieta en *M. pyrifera*.
2. Analizar la variación de la cantidad de trabajo realizado, la cantidad de tiempo empleado y la productividad, como indicadores de la eficiencia de operación de una granja abulonera.
3. Determinar si los indicadores propuestos ayudan a tomar decisiones en la administración de *M. pyrifera*, como dieta base para una granja de abulón.

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1 Área de Estudio.

La datos de se obtuvieron de los registros de las actividades de la engorda de abulón en la granja comercial de Abulones Cultivados, S. de R. L. de C. V., ubicada en la parte protegida de las Islas de Todos Santos (Figura 1), bitácoras de alimentación que cubren el periodo del 26 de septiembre de 1997 a Enero 8 de 1999.

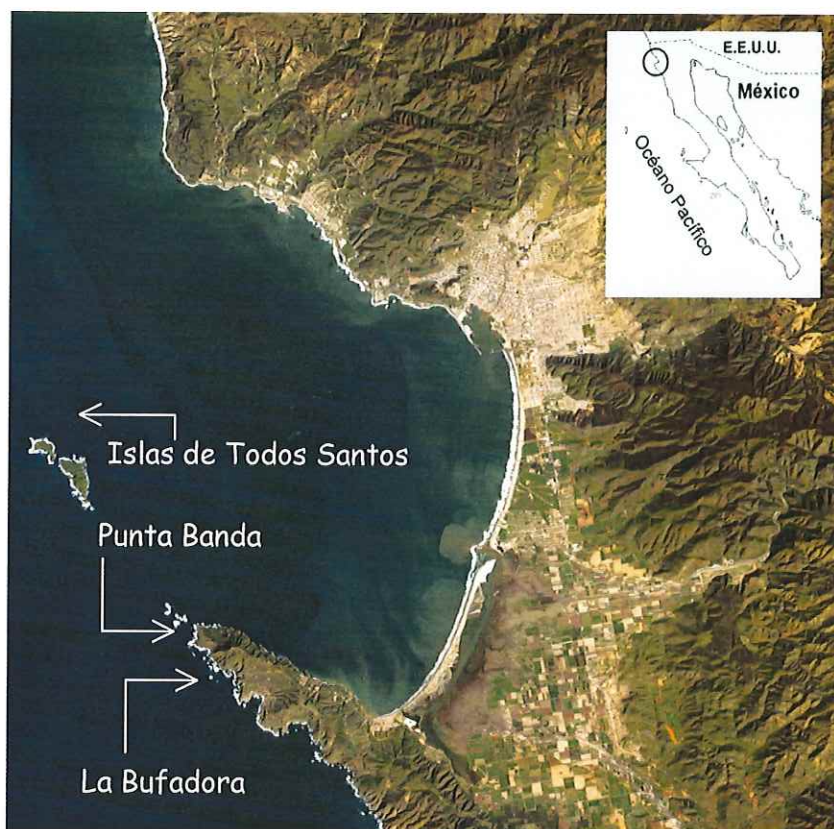


Figura 1. Bahía de Todos Santos, Ensenada, Baja California, México.

4.2 Arte de Cultivo.

La empresa Abulones Cultivados mantuvo la fase de engorda (abulones de 1.5 cm de longitud hasta talla comercial) (Figura 2).



Figura 2. *H. rufescens* cultivado, (a) Semilla, (b) Talla comercial.

El sistema de maricultivo consistió en confinar abulones dentro de jaulas suspendidas a 10 m de profundidad. Las jaulas estaban sujetas a líneas, conocidas como "long-lines", mantenidas en la superficie con boyas y afirmadas al fondo en sus extremos con anclajes (Figura 3).

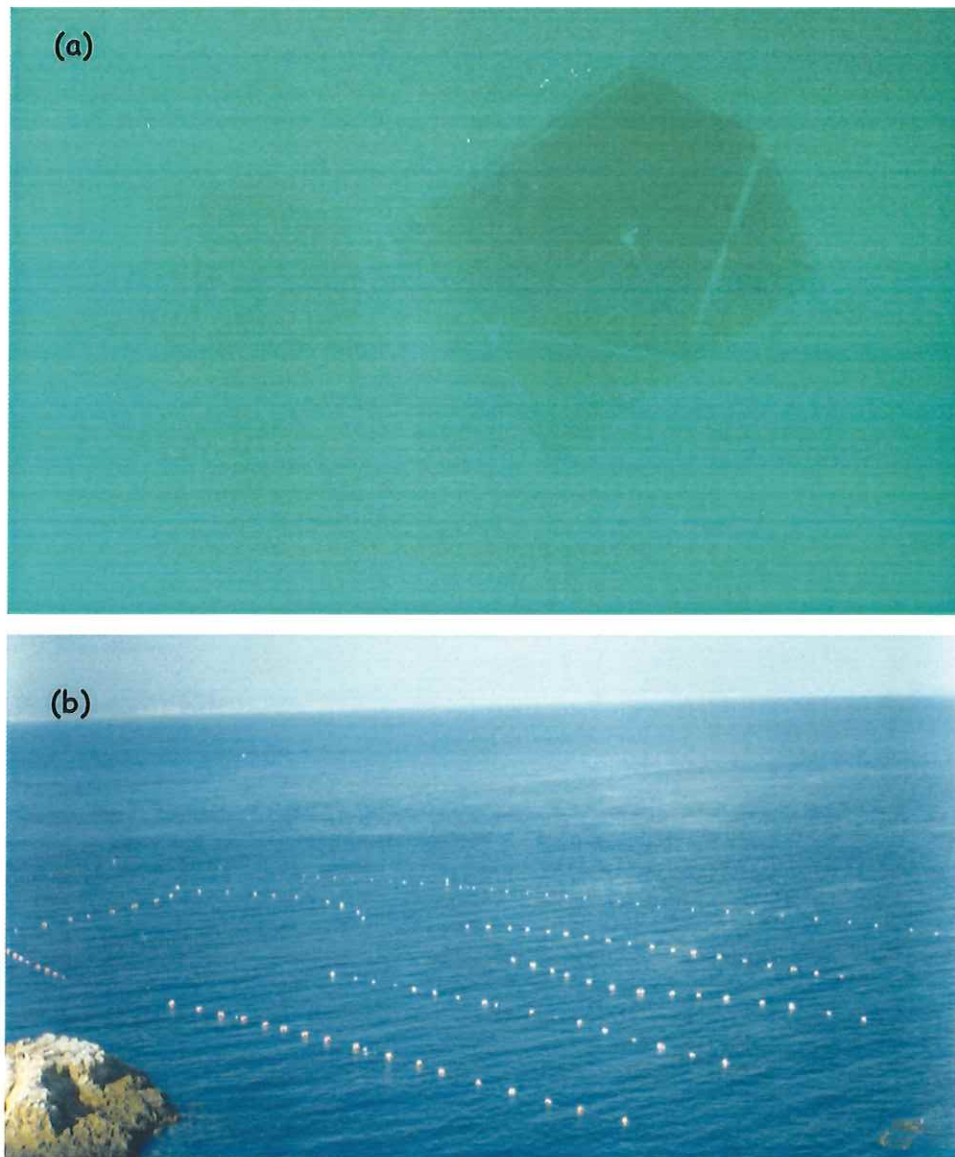


Figura 3. Arte de Cultivo para *H. rufescens* en mar abierto. (a) Jaulas en suspensión. (b) Disposición de "long-lines"

Las jaulas se fabricaron con malla, tubos y conectores de pvc de 3/4". Las mallas empleadas presentaron distintas medidas de luz de malla, dependiendo el tamaño de los abulones, los valores de luz de malla fueron de 1/4" , 1/2" Y 3/4". Las jaulas eran prismas rectangulares de 90 cm de alto, 120 cm de ancho y 150 cm de largo.

Cada jaula se cubrió con una tapa rectangular que se fijó con cintas elásticas, desde las aristas del fondo de las jaulas. En el interior de las jaulas se colocaron 15 placas de lámina acanalada de fibra de vidrio o pvc, para ofrecer sustrato a los abulones. Cada lámina se sujetó de cada una de sus esquinas a las paredes de la jaula con cintas de plástico de seguridad, la disposición de las placas, dentro de las jaulas, fue perpendicular al fondo y al eje longitudinal de la jaula y separadas a 5 cm del fondo de la misma. El espacio entre placa y placa se mantuvo constante y fue de aproximadamente de 10 cm (Figura 4. a y b).

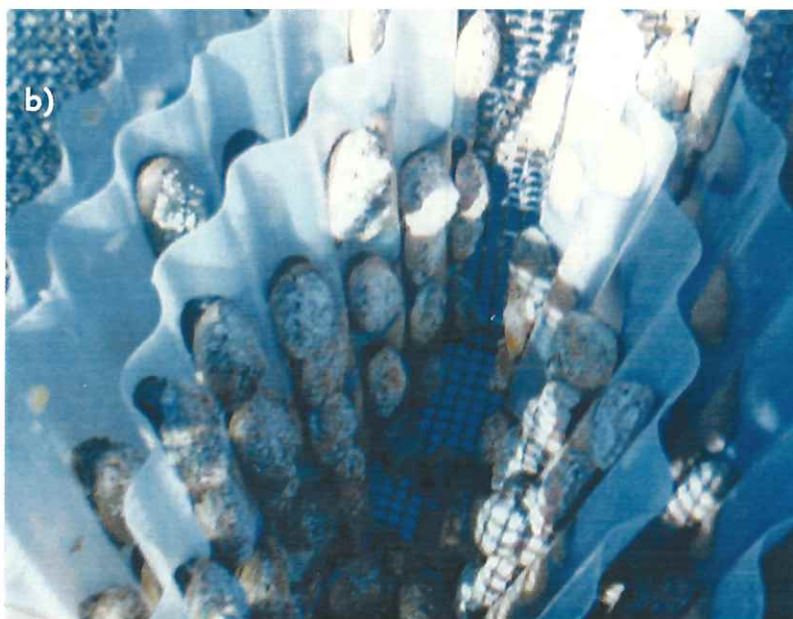
Se colocaron 20 jaulas repartidas a la misma distancia por "long-line" de 60 m de longitud. Las líneas con jaulas se colocaron paralelamente a la línea de costa y separadas una de otra cada 10 m.

Las principales actividades en la fase de engorda de este sistema fueron: la siembra de abulones, que consistió en incorporar nuevos abulones de talla de semilla al maricultivo.

El manejo, que fue reacomodar a los abulones ajustando la densidad poblacional en cada jaula según varió el tamaño de los organismos. Y la cosecha de abulones, que fue la extracción de los mismos a talla comercial para la venta.



Figura 4. (a) Jaula de cultivo



(b) Disposición de placas dentro de la jaula de cultivo.

4.3 Faena de Alimentación.

La faena de alimentación la realizaban dos personas en una balsa diseñada exprofeso (Figura 5a). La balsa se colocaba, con ayuda de una lancha, sobre el "long-line", y en su extremo Norte, se sujetaba la balsa y las jaulas se jalaban hacia arriba. Una vez en la superficie de la balsa, se registraron: la fecha de faena, la hora de inicio, los números ubicación de jaula, el número de la jaula (Figura 5b).



Figura 5. (a) Balsa de trabajo, (b) balsa sujeta a "long-line".

Una vez anotados los primeros datos, se destapaba la jaula y se realizaba la estimación cuantitativa de algas sobrantes de la faena pasada registrándola en la bitácora. La evaluación cualitativa consistió en determinar si las algas sobrantes se mantenían de color oscuro y turgente.

Si las algas mantenían buena calidad, se reacomodaban, luego de reacomodar o descartar el alimento sobrante y agregar algas nuevas, se terminaba la labor de alimentar una jaula colocando en el interior, y distribuida de manera uniforme, una cantidad de algas suficiente para llenar la jaula. Las algas se colocaban entre las placas de la misma, asegurando que el alimento estuviera accesible a todos los abulones (Figura 6.)



Fig. 6 Distribución de alimento en la jaula.

La rutina se repitió para cada jaula de una línea, al terminar todas las jaulas de un long-line se registraba la hora final de alimentación y se contaba el número de bolsas con algas ocupadas en alimentar toda esa línea.

4.4 Cosecha de Algas.

La cosecha de *M. pyrifera*, se realizó principalmente en los mantos de "La Bufadora" y "Punta Banda", mediante la cesión de derechos temporal concedida a Abulones Cultivados, S. de R. L. de C. V. por Productos del Pacífico, S. A. de C. V., concesionaria de los mantos (Fig. 1).

La rutina de cosecha, consistió en cortar con cuchillos la parte superior de las frondas, evitando ejemplares jóvenes, y colocando el producto en bolsas con jareta. Las bolsas se hicieron de paño para pesca de 3" de luz de malla. La capacidad de las bolsas fue de 40 a 50 kg.

Para cada cosecha se ocuparon 6 personas que trabajaban en dos equipos de tres. Cada equipo ocupó una lancha de 20 pies de eslora. Para el transporte de la cosecha, desde los mantos trabajados hasta la zona de cultivo, se utilizó un barco de 50 pies de eslora.

Al llegar a la zona de cultivo con la cosecha, se seleccionaban al azar 10 bolsas y se pesaron para determinar la carga total de la cosecha.

Posteriormente las bolsas se dejaban sujetas a una línea flotante de polipropileno, hasta ser ocupadas como alimento.

4.5 Variables estimadas.

Con el fin de tener indicadores que evidenciaran rendimiento y gasto de algas utilizadas como alimento para abulones, se registraron semanalmente y por "long-line" a partir del 26 de septiembre de 1997 y hasta el 6 de noviembre de 1998, las siguientes variables:

- 1) **Número de Jaulas Existentes:** Definido como el número de jaulas con abulones durante el periodo de estudio.
- 2) **Cantidad de Algas Cosechadas:** Entendido como el número de bolsas utilizadas para alimentación de jaulas. Del que se calculó la cosecha de algas semanal.
- 3) **Número de Jaulas Alimentadas:** Entendido como el número de jaulas a las que se les administro algas como alimento.
- 4) **Tiempo Total Dedicado a La Alimentación:** Entendido como el incremento de tiempo desde la hora de inicio de la faena en un "long-line" hasta la hora de finalización de la faena de alimentación del mismo.

4.6 Variables calculadas.

A partir de las variables estimadas se calcularon:

- 1) **Porcentaje del tiempo de alimentación:** Es el producto del número total de horas dedicadas a la alimentación de jaulas por el inverso del número de horas laborables (39) multiplicado por cien.
- 2) **Porcentaje de jaulas alimentadas:** Es el producto del número de jaulas alimentadas por el inverso del número total de jaulas ocupadas con abulones multiplicado por cien.
- 3) **Productividad:** Es la razón del número de jaulas alimentadas dividida por el producto del número de horas y la cantidad de equipos de alimentación (jaulas por hora por equipo).

4.7 Manejo de datos.

Se representó gráficamente la cantidad de algas cosechadas que se estimó a partir del peso de las bolsas y se graficaron los datos con respecto al tiempo.

Se estimó la cantidad de algas totales ocupadas durante el periodo de estudio y se comparó con la producción de *M. poryfera* reportada para Baja California. (Marcos-Ramírez. com. pers, Guzmán del Proo *et al*, 1971). Las variables estimadas se utilizaron para obtener las variables calculadas.

A partir de toda esta información se clasificó y se realizó el procesamiento de datos con ayuda del programa de cómputo Excel de Microsoft, se investigó la existencia o no, de relación entre la cosecha de *M. pyrifera* y las variables calculadas, por medio de correlaciones y calculando el índice R^2 se establecieron las asociaciones significativas, comparándolos con aproximaciones lineales, logarítmicas, exponenciales, potenciales y polinómicas (Smith, 1998).

Posteriormente se estimó el índice de Pearson para determinar la significancia estadística de las relaciones y se validaron (Smith, 1988). Por último las relaciones con mayor R^2 y significativas se derivaron para conocer la función para su razón de cambio y que con todo lo anterior, se integren los elementos de información para la administración de alimento en una granja comercial.

5. RESULTADOS

5.1 Jaulas existentes.

La cantidad de jaulas existentes varió con el tiempo, esta variación obedeció a las tres principales actividades: siembra, manejo y cosecha de abulones, estos datos son motivo de otro trabajo. Como se observa en la figura 7, el número de jaulas de cultivo varió durante el periodo de estudio, el cuál inicia con aproximadamente 325 unidades en septiembre de 1997, incrementándose paulatinamente hasta un total de 500 jaulas para octubre de 1998.

El incremento en el número de jaulas de cultivo, no siguió un patrón constante; no obstante puede apreciarse que hubo cerca de 15 disminuciones a lo largo del estudio, siendo las más drásticas las ocurridas en diciembre de 1997 y enero de 1998 con aproximadamente 70 jaulas, en cambio, los incrementos, si bien son mas numerosos que los decrementos, llegaron a ser de 20 jaulas por evento.

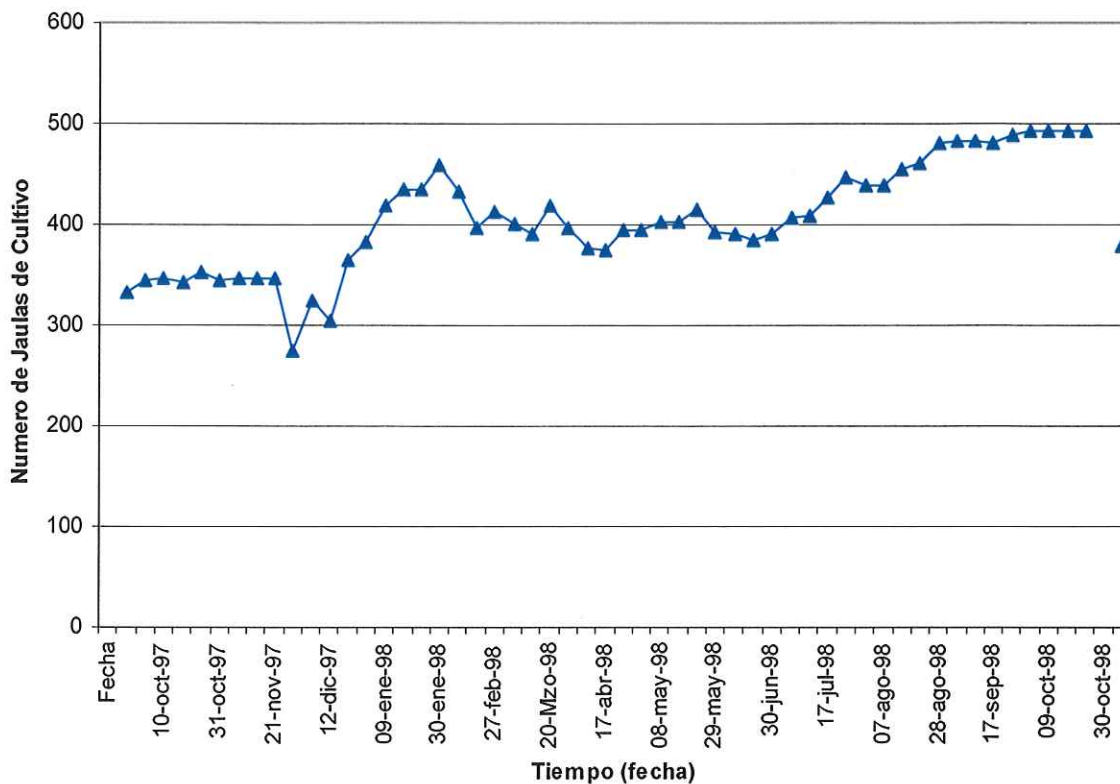


Fig. 7. Cantidad de jaulas existentes para el cultivo de abulón

5.2 Algas cosechadas.

La cantidad de algas cosechadas durante el lapso de estudio se muestra en la figura 8. La media fue de 3.74 Toneladas y la desviación estándar fue de 2.0.

Se detectaron 13 datos (24.52 %) por debajo de la media y 40 datos (75.47%) por arriba de ésta. Existe una tendencia de aumento en la cantidad de algas cosechadas conforme transcurrió el tiempo. A partir de finales de Mayo de 1998, las cosechas fueron predominantemente mayores a 5.084 Toneladas.

Los valores extremos inferiores de algas cosechadas, la media menos 2 desviaciones estándar (3.74 ± 4.0), se registraron el 12 de diciembre de 1997, 17 de abril de 1998 y el 29 de mayo de 1998.

Los valores extremos superiores de cosecha, la media más dos desviaciones estándar (3.74 ± 4.0), se registraron septiembre de 1998. Cabe destacar que a partir del 5 de junio de 1998, ya no se presentaron valores extremos inferiores.

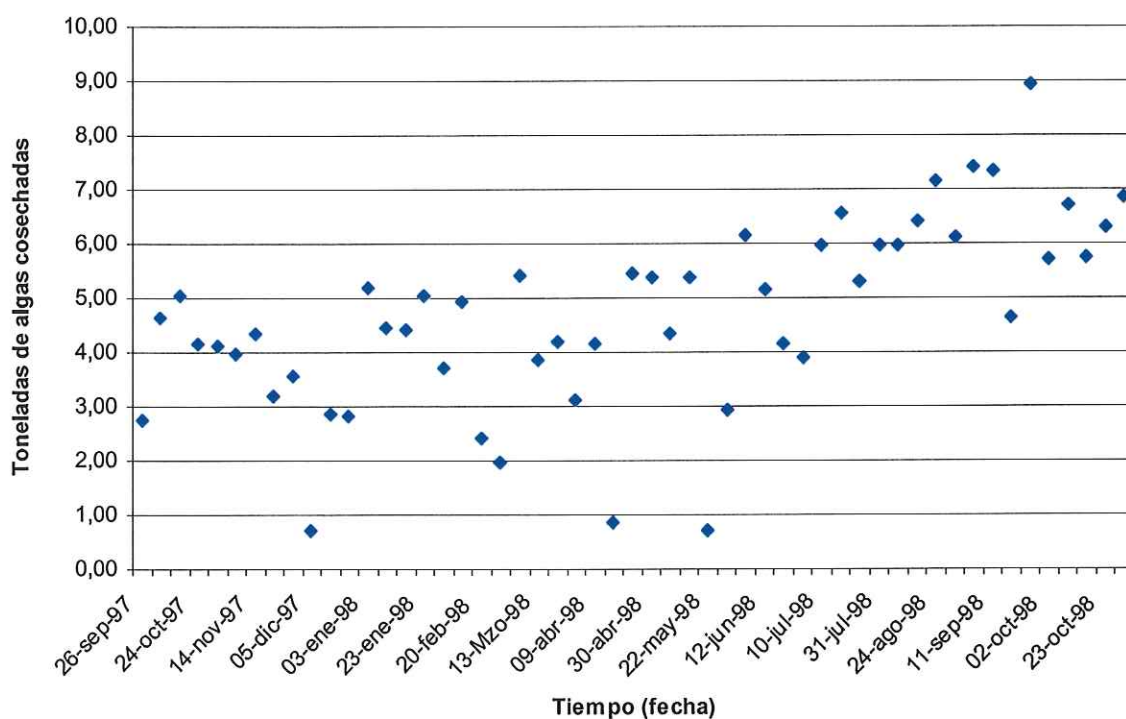


Fig. 8. Variación de la cantidad de *M. pyrifera* cosechada y utilizada como alimento de *H. rufescens*

Las cosechas acumulativas durante el periodo de muestreo se representaron en la figura 9. En general, se observó un aumento lineal en la cantidad de algas necesaria para alimentar a los abulones.

Sin embargo, hay un cambio de pendiente en el punto correspondiente a la fecha del 29 de mayo de 1998, con 119.79 Toneladas cosechadas acumulativas.

Figura 8. Variación de la cantidad de *M. pyrifera* cosechada y utilizada como alimento de *H. rufescens*

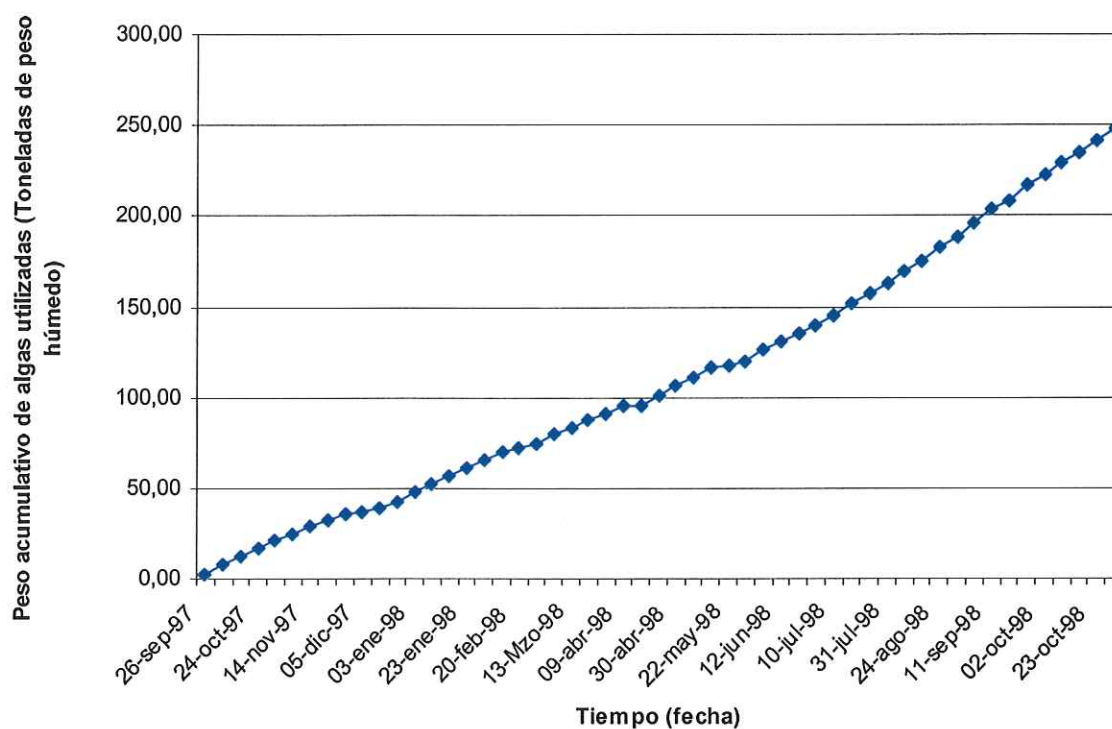


Fig. 9. Cosechas acumuladas de *M. Pyrifera* utilizada como alimento de *H. rufescens*

La pendiente en el periodo del 26 de Septiembre de 1997 a 29 de Mayo de 1998 fue de 0.54 Toneladas/día y la pendiente en el siguiente periodo, del 29 de Mayo de 1998 al 8 de Enero de 1999 fue de 0.92 Toneladas/día.

Las transformaciones que se realizaron para establecer un modelo que determinó la relación entre las variables calculadas y la cosecha de algas se presentan de manera resumida en la tabla I.

5.3 Porcentaje de Tiempo de Alimentación.

En la figura 10 se presentan los datos del porcentaje de tiempo de alimentación, cuando depende de la cantidad de algas cosechadas. La distribución de los valores es heterogénea con una tendencia a presentar una relación directamente proporcional, la mejor aproximación corresponde a una transformación potencial (Figuras 10 a-e; Tabla 1) ordenada por el valor descendente de R^2 para cada relación.

Tomando en cuenta esta relación la razón de cambio o pendiente estará dada por:

$$\frac{dy}{dx} = 16.05X$$

(1)

Tabla I. Relaciones de las variables calculadas con la cosecha de algas y modelos que demuestran se dependencia con el coeficiente R2

Relaciones	Ecuaciones	r	r ²	Coefficiente de Pearson a=0.01 n=52	Resultado
Porcentaje de tiempo de alimentación vs. Cosecha de Algas	$y = 28.027x^{0.573}$	0,8021	0,6434	0,361	Hay relación significativa
	$y = -0.8759x^2 + 15.889x + 15.085$	0,7314	0,5349	0,361	Hay relación significativa
	$y = 26.902\ln(x) + 28.933$	0,7219	0,5212	0,361	Hay relación significativa
	$y = 30.538e^{0.1581x}$	0,7209	0,5197	0,361	Hay relación significativa
	$y = 8.0858x + 29.87$	0,7065	0,4992	0,361	Hay relación significativa
Porcentaje de jaulas alimentadas vs. Cosecha de Algas	$y = 31.517x^{0.5761}$	0,6799	0,4622	0,361	Hay relación significativa
	$y = -1.158x^2 + 18.886x + 18.063$	0,6774	0,4589	0,361	Hay relación significativa
	$y = 33.034e^{0.1674x}$	0,6432	0,4137	0,361	Hay relación significativa
	$y = 8.5701x + 37.608$	0,6427	0,413	0,361	Hay relación significativa
	$y = 27.286\ln(x) + 38.385$	0,6284	0,3949	0,361	Hay relación significativa
Productividad vs. Cosecha de Algas	$y = 4.627e^{0.0522x}$	0,2997	0,0898	0,361	No hay relación significativa
	$y = 0.0065x^2 + 0.1644x + 5.2138$	0,2454	0,0602	0,361	No hay relación significativa
	$y = 0.2222x + 5.1043$	0,2447	0,0599	0,361	No hay relación significativa
	$y = 4.9162x^{0.1275}$	0,2247	0,0505	0,361	No hay relación significativa
	$y = 0.5006\ln(x) + 5.4226$	0,1694	0,0287	0,361	No hay relación significativa

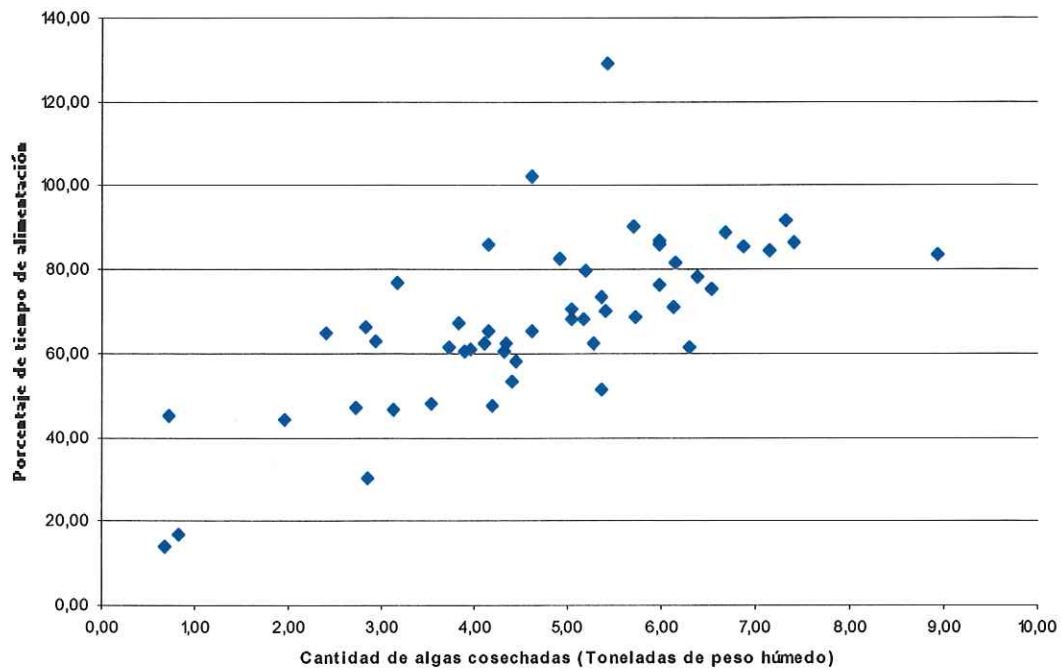


fig. 10. Variación del porcentaje del tiempo de alimentación en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a las algas cosechadas.

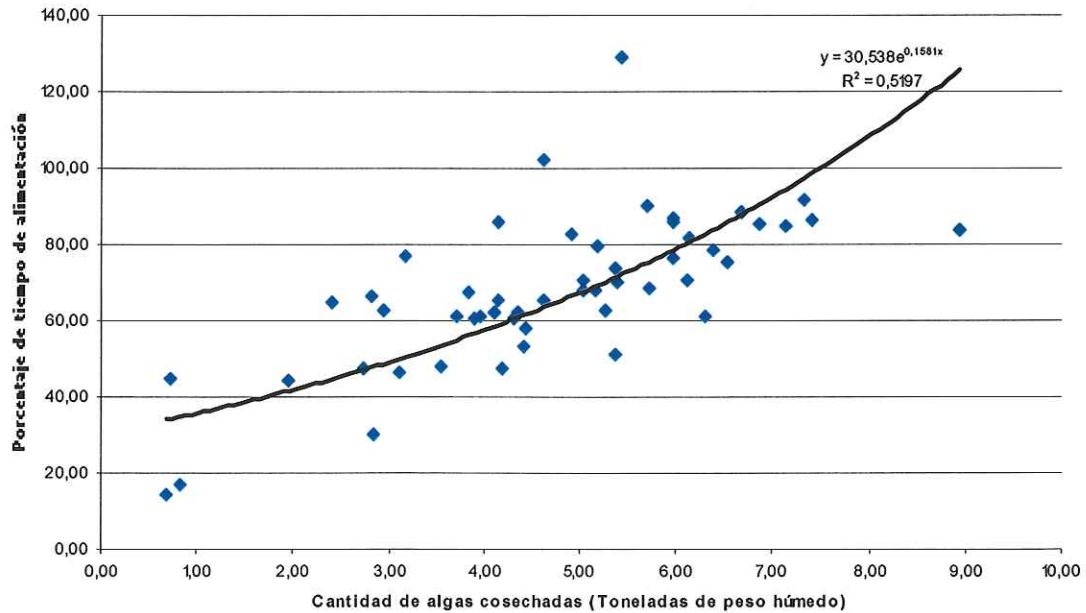


Fig. 10a. Variación del porcentaje del tiempo de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo exponencial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

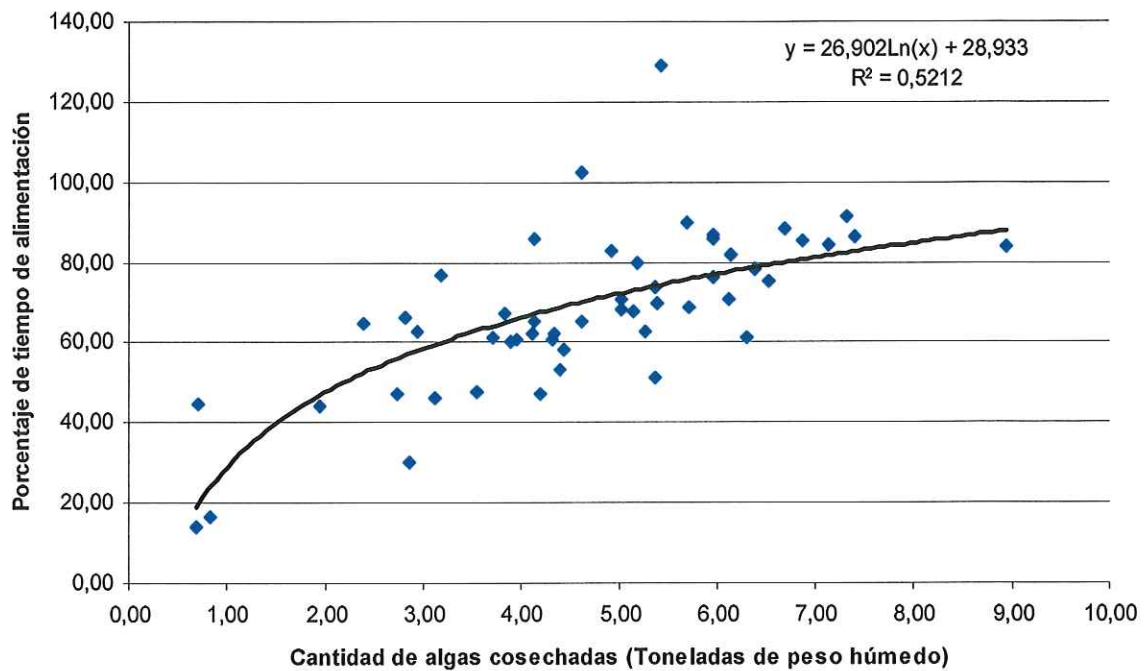


Fig. 10b. Variación del porcentaje de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo logarítmico. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

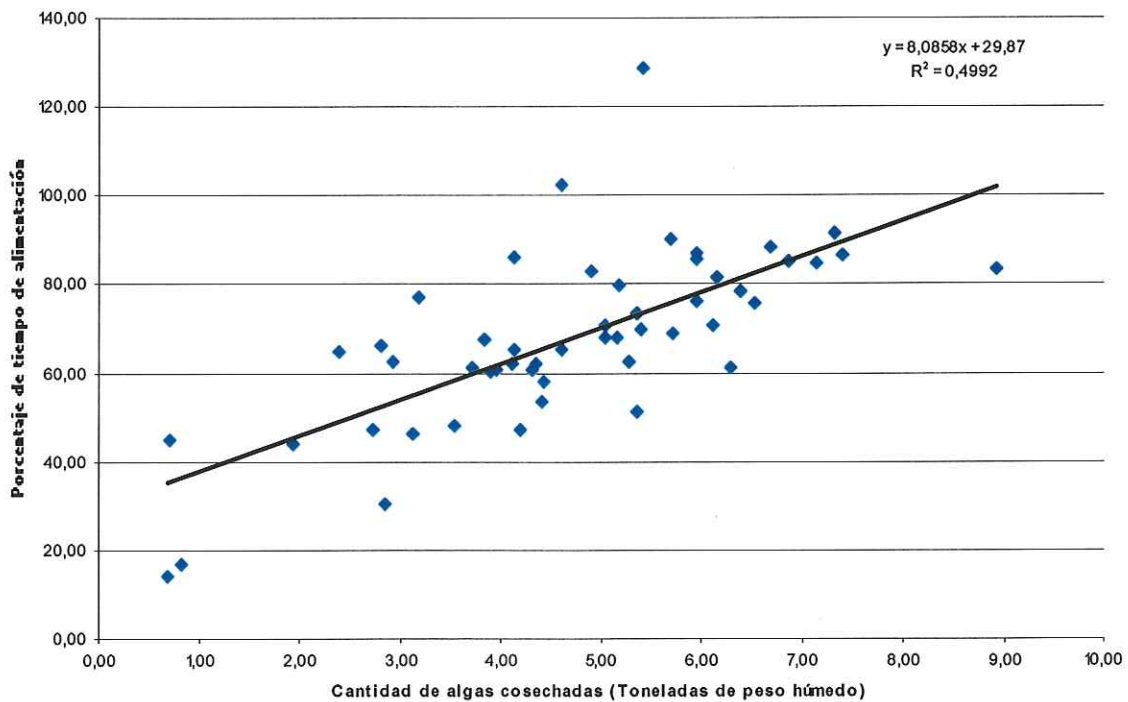


Fig. 10c. Variación del porcentaje del tiempo de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo lineal. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

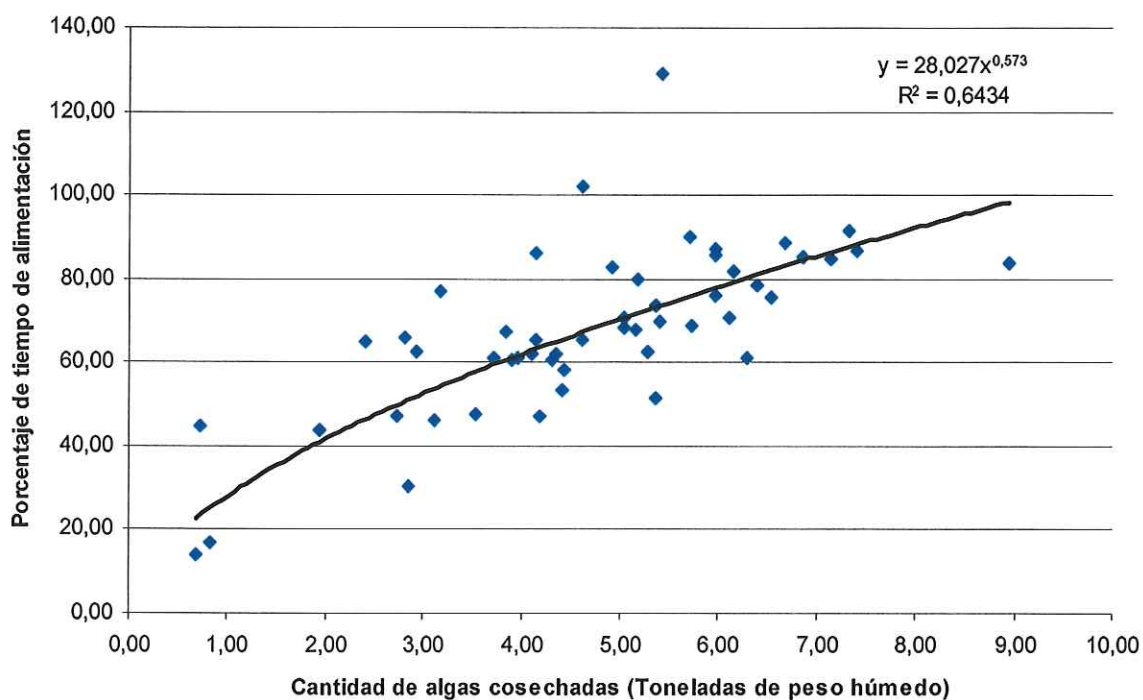


Fig. 10d. Variación del porcentaje del tiempo de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo potencial. Se indica el coeficiente R² y modelo matemático.

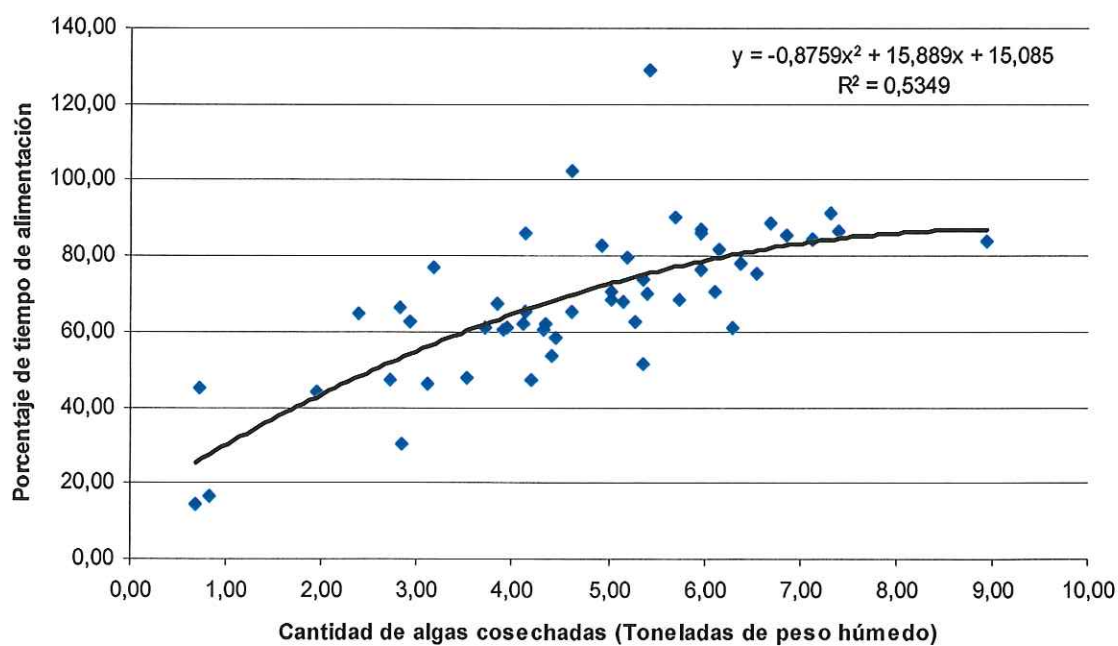


Fig. 10e. Variación del porcentaje del tiempo de alimentación con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo polinomial. Se indica el coeficiente R² y modelo matemático.

5.4 Porcentaje de Jaulas Alimentadas.

En la figura 11, se presentan los datos del porcentaje de jaulas alimentadas cuando dependen de la cantidad de algas cosechadas. La dependencia más evidente la da una transformación potencial (Tabla 1; Figura 11 a-e) y la razón de cambio está definida como:

$$\frac{dy}{dx} = -1.71x + 15.889 \quad (2)$$

5.5 Productividad.

En la figura 12, se presentan los datos de la productividad cuando depende de la cantidad de algas cosechadas. En este caso ninguna transformación presentó una relación significativa (Tabla I; Figura 12 a-e).

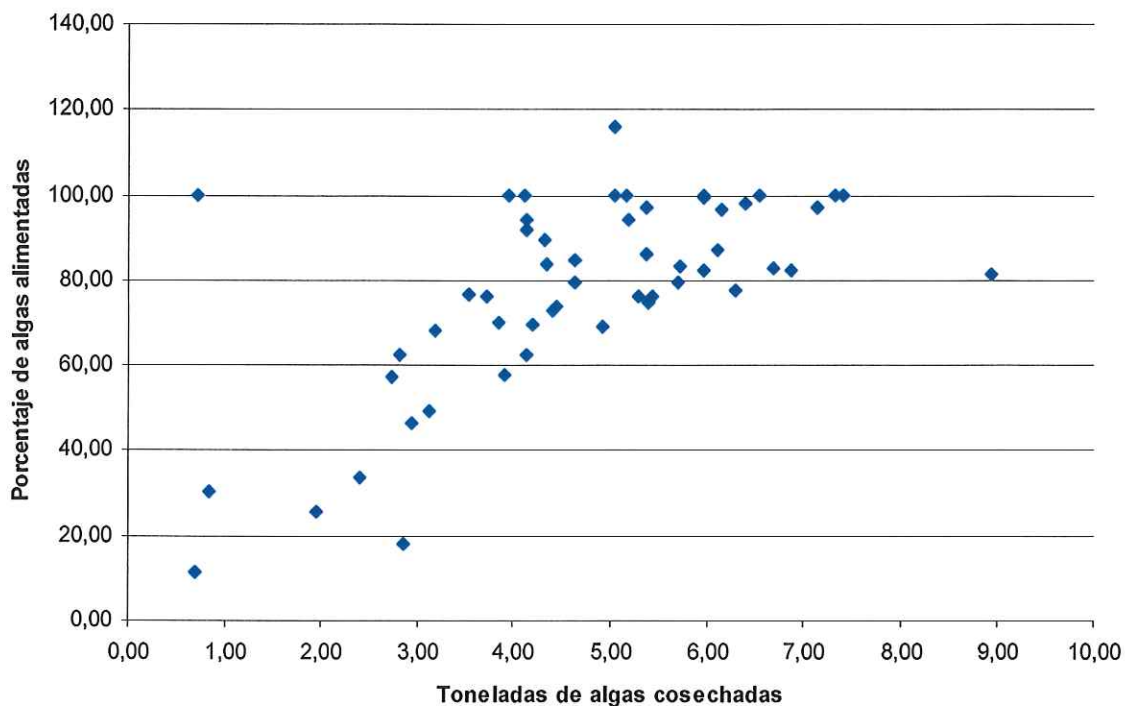


Fig. 11. Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas.

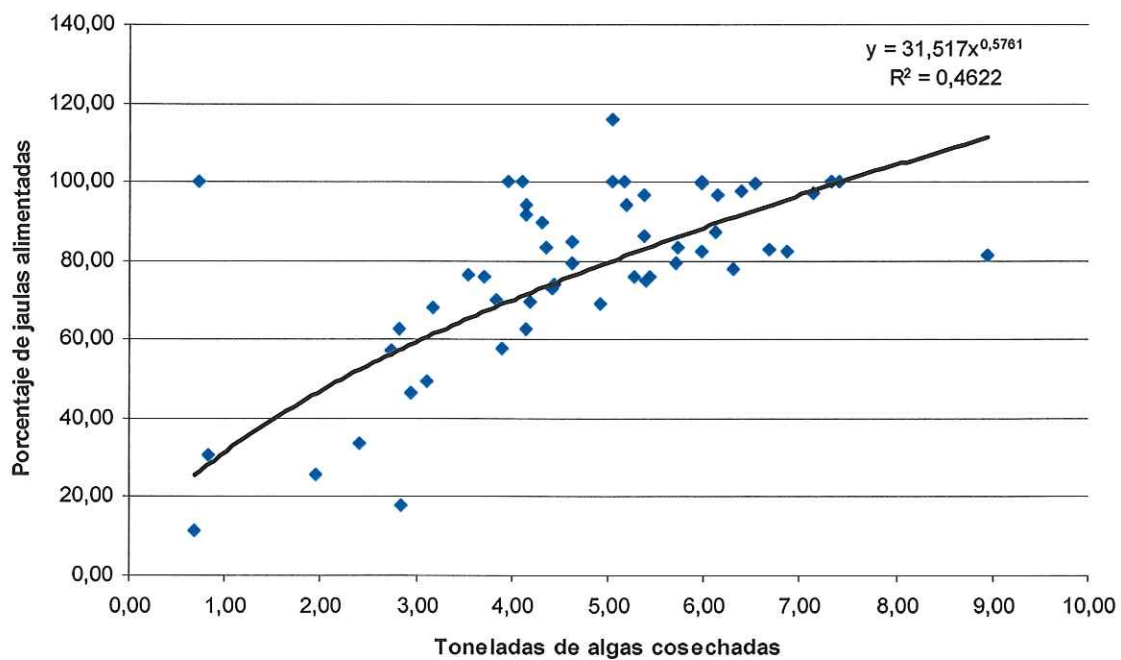


Fig. 11a. Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo potencial. Se indica el coeficiente R^2 y modelo matemático.

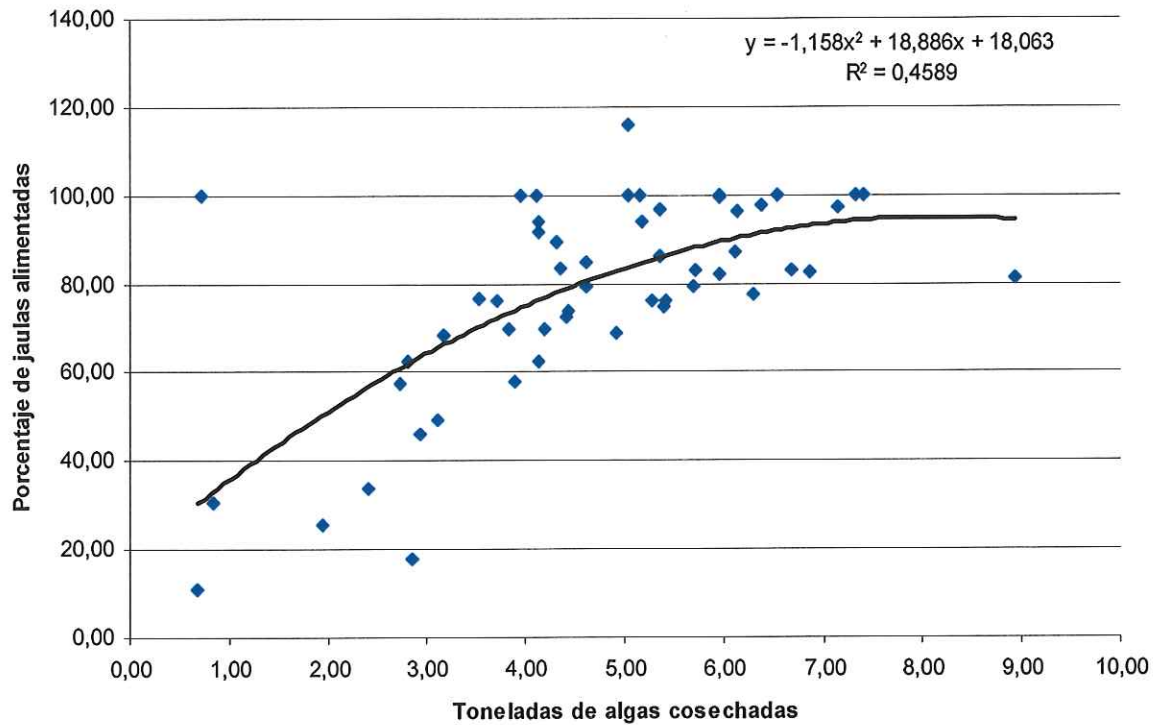


Fig. 11b. Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo polinomial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

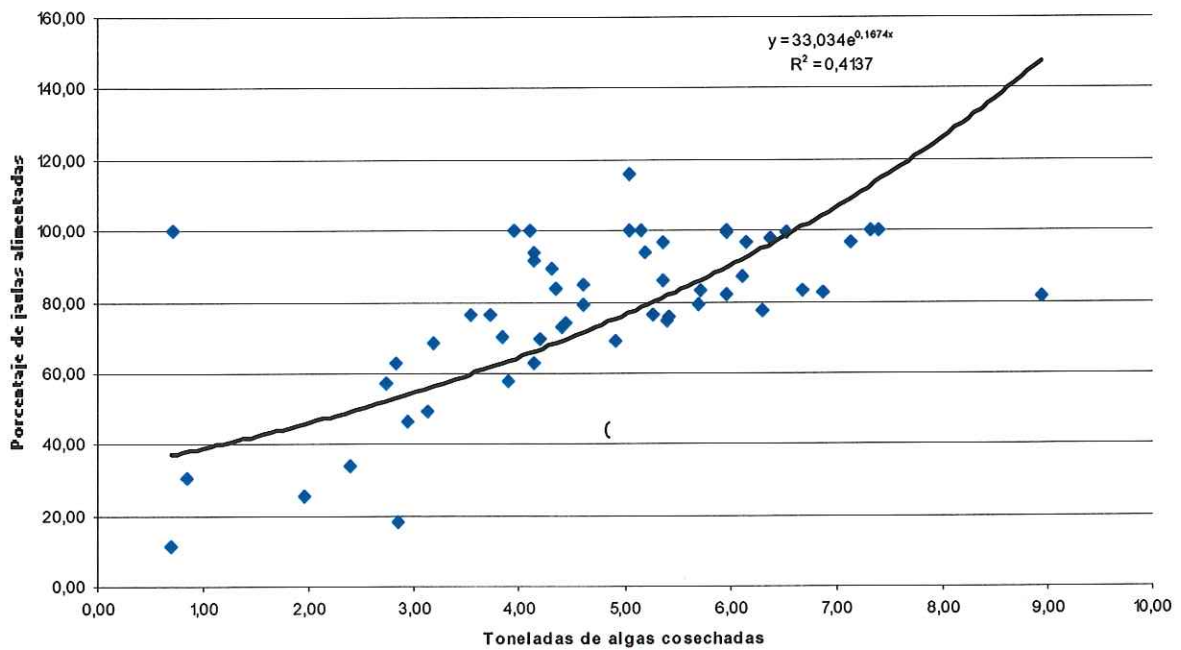


Fig. 11c. Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo exponencial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

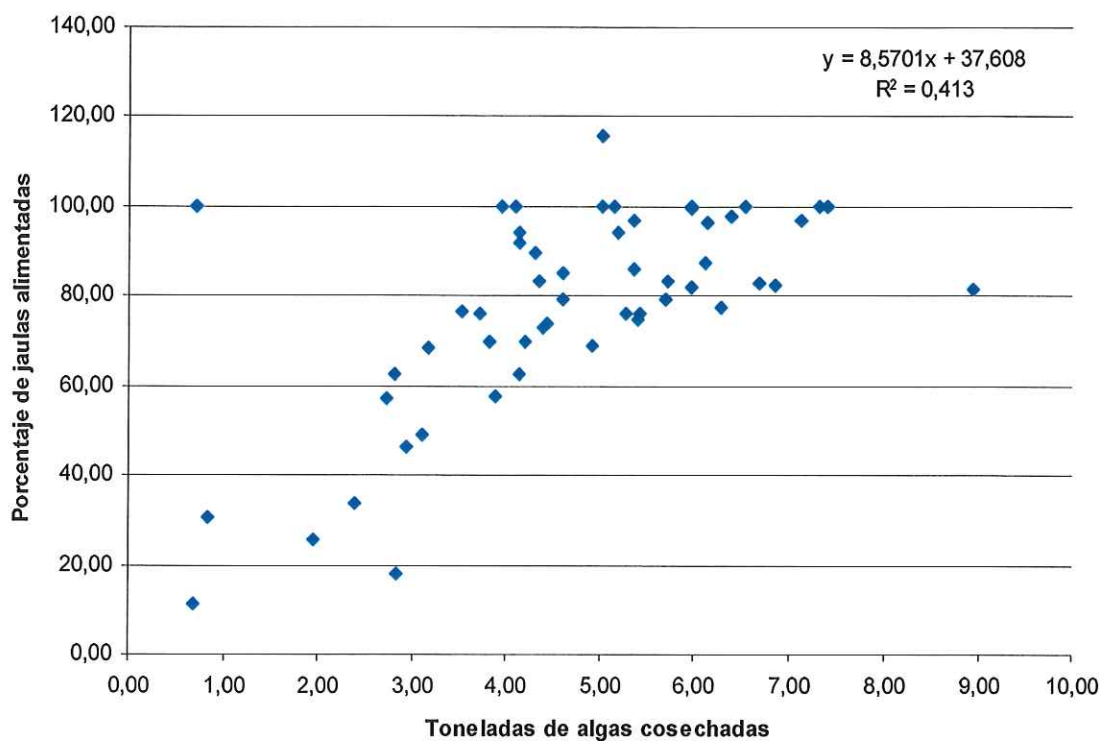


Fig. 11d. Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo lineal. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

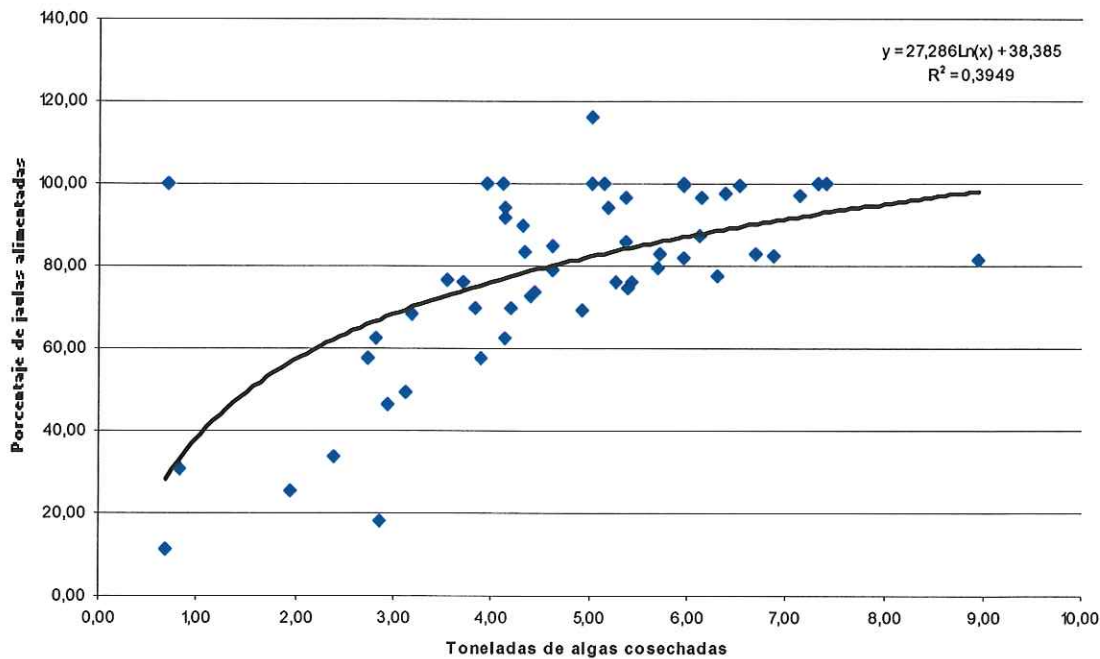


Fig. 11e. Variación del porcentaje de jaulas alimentadas en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo logarítmico. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

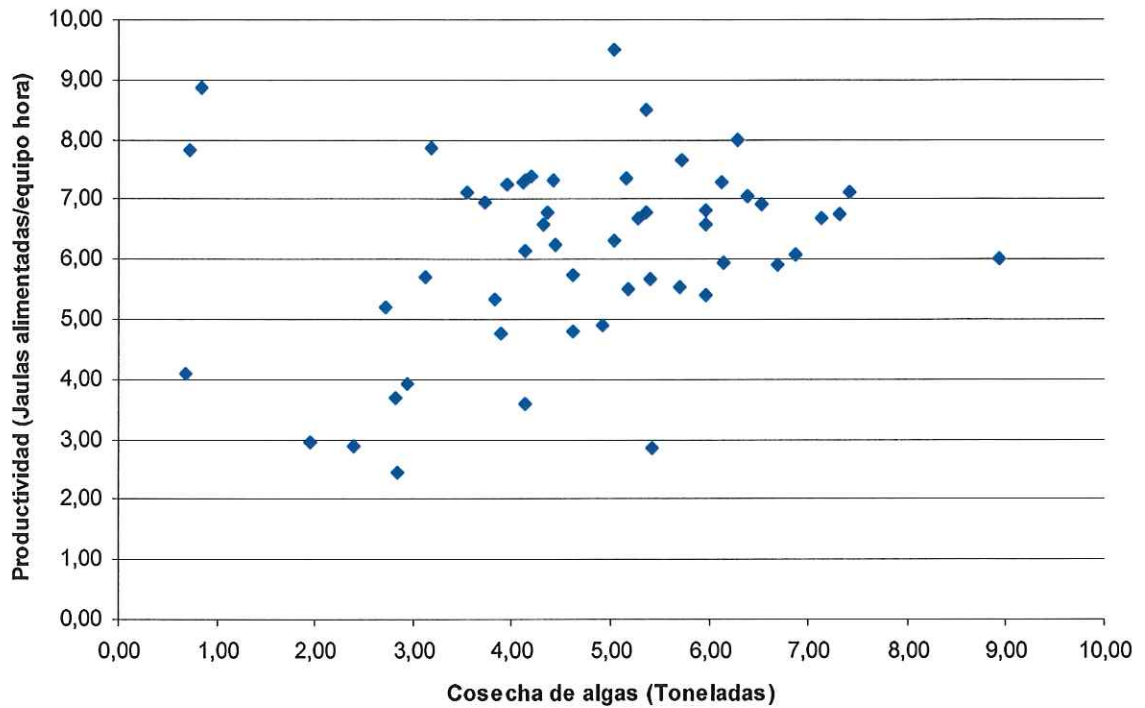


Fig. 12. Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cosecha de algas.

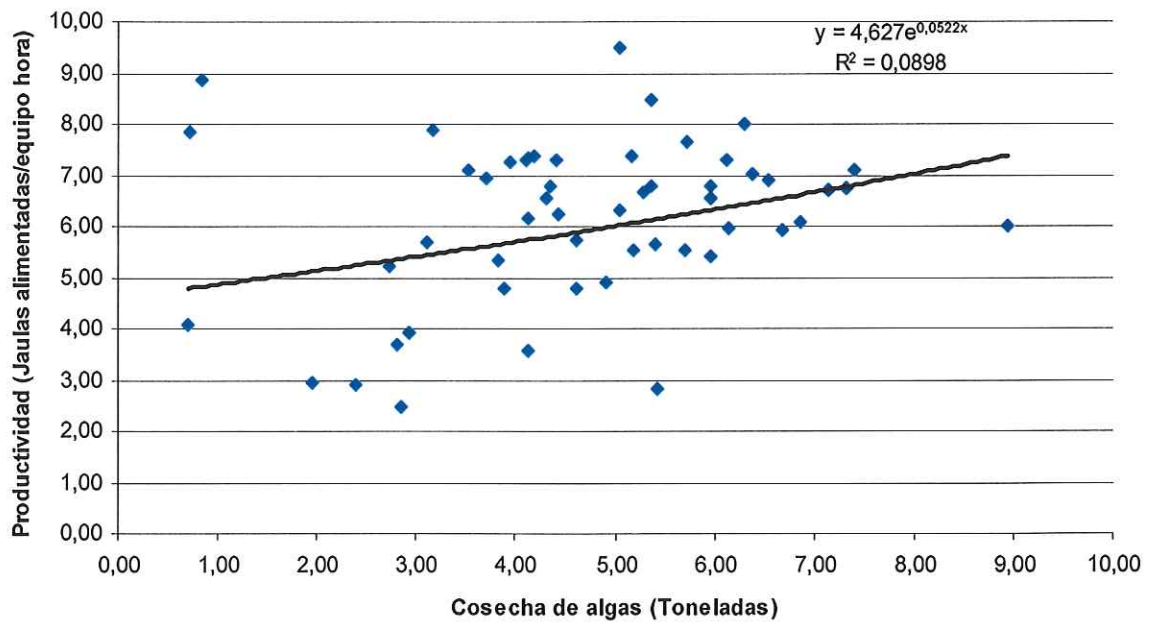


Fig. 12a. Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo exponencial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

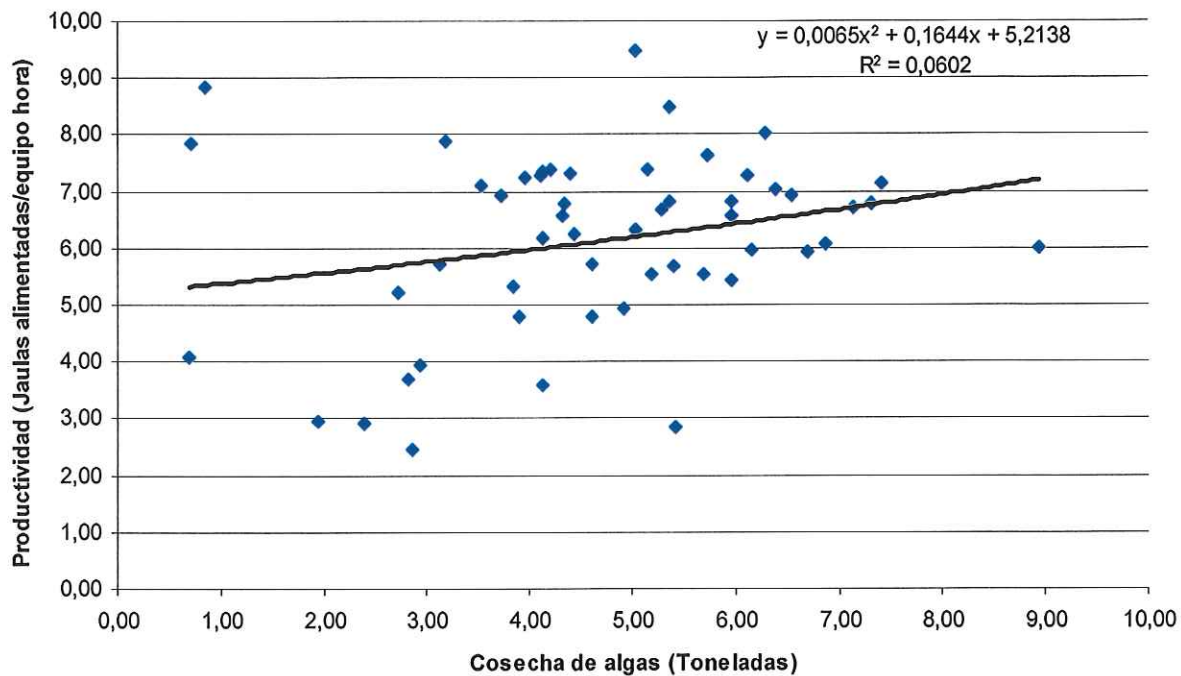


Fig. 12b. Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo polinomial. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

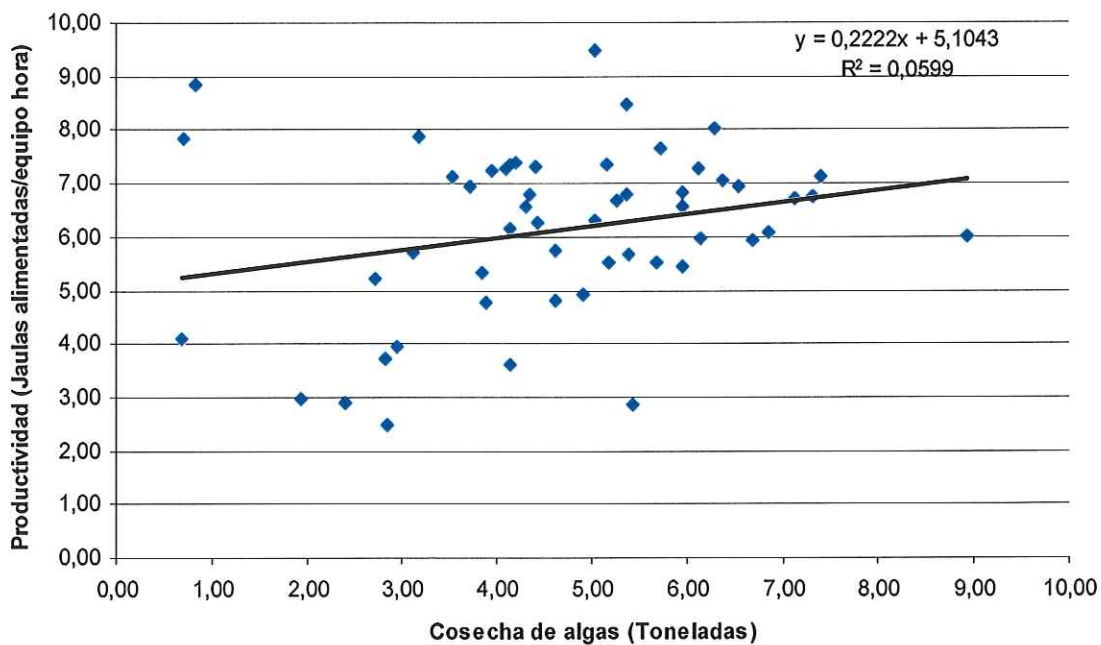


Fig. 12c. Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo lineal. Se indica el coeficiente R2 y modelo matemático.

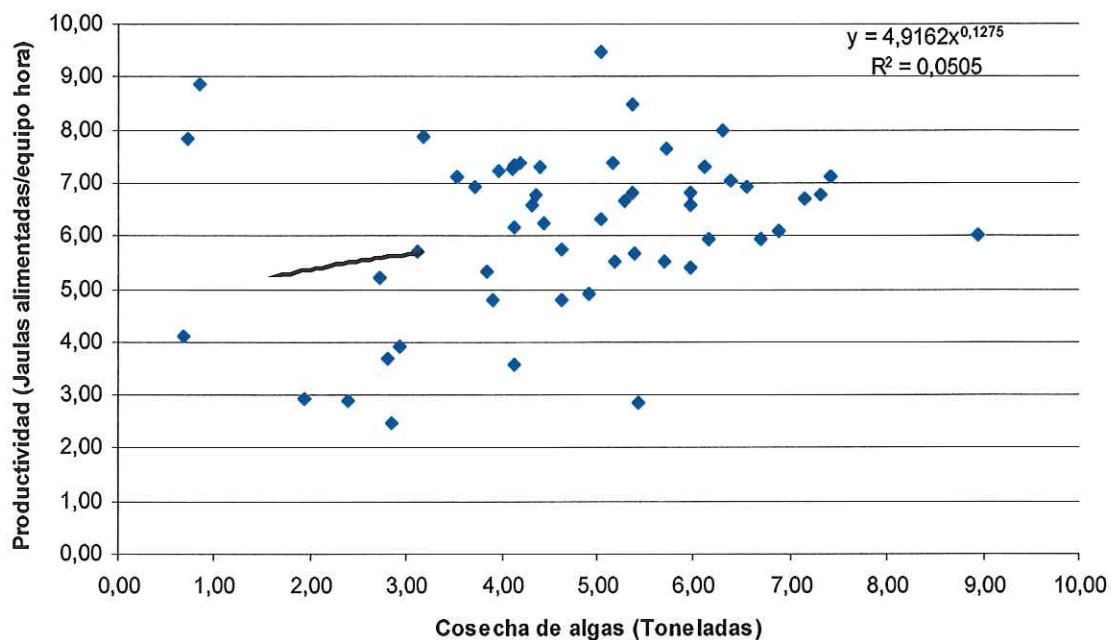


Fig. 12d. Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo potencial. Se indica el coeficiente R² y modelo matemático.

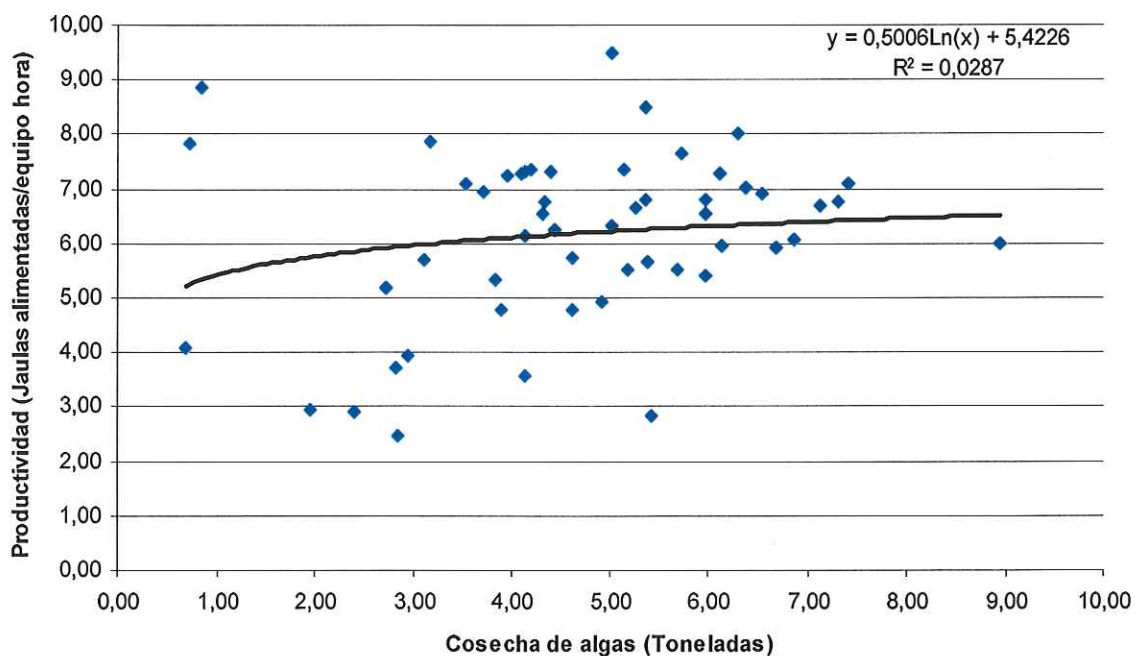


Fig. 12e. Variación del porcentaje de la productividad en el cultivo de *H. rufescens* con respecto a la cantidad de algas cosechadas, aproximada a un modelo logarítmico. Se indica el coeficiente R² y modelo matemático.

6. DISCUSIONES.

De acuerdo con el administrador en turno, el aumento del número de jaulas existentes registrado y apreciado en la figura 7 se debe a siembras de semillas de abulón, realizadas durante el periodo de estudio. Y la disminución registrada en Diciembre de 1997 fue causada por cosechas de abulón y reacomodo por ajustes de densidad de organismos. Por los mismos motivos, ocurrieron las disminuciones en el número de jaulas existentes en Marzo, Abril y parte de Junio de 1998. De hecho, a partir de Mayo de 1998, las actividades de manejo (siembra y ajustes de densidad) prevalecieron y las cosechas de abulón fueron mínimas, de tal manera, que la tendencia al aumento en el número de jaulas existentes fue permanente. Esto explica las variaciones en tan breves lapsos, lo que obliga a decidir la cantidad de *M. pyrifer*a que se necesita para el total del cultivo.

Con respecto a la variación de la cantidad de algas cosechadas (Figura 8), se pueden diferenciar dos grupos, tomando en cuenta el número de desviaciones estándar por arriba o por debajo de la media. El primer grupo se integra con los registros que inician el 20 de septiembre de 1997 y termina el 29 de mayo de 1998 y el segundo grupo que inicia en la fecha anterior y termina con el final de los registros, el 8 de enero de 1999.

Analizando la figura 9, esta interpretación se confirma con la diferencia de pendientes entre cada grupo de datos, el segundo grupo tiene una pendiente, que es mayor en un 55.26 %. La diferencia entre estos grupos, obedece principalmente a las necesidades del cultivo, porque aumentó el número de jaulas existentes (Figura 7) y por tanto, la demanda de algas aumentó (Figura 8). Esto debido a que la cantidad de abulones aumento por siembra y actividades de manejo aunadas a pocas ventas de abulon. El Sin embargo, no se pueden soslayar los problemas técnicos y operacionales de la cosecha de algas.

Los problemas técnicos se resuelven con buen mantenimiento, sin embargo los operacionales dependen de la accesibilidad y la disponibilidad de algas en los sitios de cosecha. Y tanto disponibilidad como accesibilidad, dependen de las condiciones del medio (Arroyo-Ortega, Flores-Aguilar, 1997). Aunque *M. pyrifera*, por su presencia durante todo el año en la zona, se puede catalogar como especie perenne y por tanto se pudiera garantizar su disponibilidad, las variaciones extremas en temperatura, lluvias, oleaje, por mencionar algunas, hacen que *M. pyrifera*, no esté accesible ni disponible. Estas situaciones se presentaron durante el periodo de estudio por el fenómeno de "El Niño" 1997-1998 (Ladah, 2000), por lo que, las tormentas y marejadas, obligaron a no realizar la cosecha de algas o a que la cantidad de algas cosechadas fuera por debajo de lo necesario.

Esta situación fue recurrente en el período de Noviembre de 1997 hasta finales de Abril de 1998. Esto explica las grandes variaciones que se muestran en la cosecha de algas (figura 8) durante el período mencionado, cuando la estrategia fue cosechar lo más posible cuando las condiciones del medio lo permitían, porque no se sabía con precisión si el próximo día se podría cosechar. Luego entonces, la cosecha de *M. pyrifera*, estará limitada por la disponibilidad, por ello, se deben prever las temporadas de desaparición de los mantos causada por procesos de gran magnitud como el fenómeno de "El Niño".

Para hacer menos fuerte el impacto en la engorda de abulones por no poder cosechar *M. pyrifera*, es recomendable tener distintas estrategias para mantener el abasto seguro de alimento para abulones que pueden ser:

- 1) La siembra de *M. pyrifera* cerca de la zona de cultivo en áreas accesibles, mediante técnicas de repoblamiento (Ladah, 2000).
- 2) La combinación de *M. pyrifera*, con otras especies de algas que puedan cosecharse o cultivarse, aprovechando todas las ventajas de enriquecimiento con manejo y utilización de fertilizantes (Guzmán-Calderon, 1995).

3) La combinación de *M. pyrifera*, con alimentos balanceados

(Nava-Guerrero, 2002).

4) La utilización de alimentación temporal con dietas artificiales

(Durazo-Beltran, 1997).

5) La alimentación sobre la base de algas secas (Arroyo-Ortega, 1999).

Las recomendaciones mencionadas se deben tomar como posibilidades y sujetarse a estudio donde se debe tomar en cuenta la zona y arte de cultivo, tamaño de los animales cultivándose, la estrategia de manejo y un riguroso estudio de costo y beneficio debido a que cada granja es un caso particular y no hay estrategias típicas en cuanto a alimentación de abulón.

En general la cosecha acumulada de *M. pyrifera* (Figura 9) presenta un patrón de aumento gradual y el cálculo de necesidades de algas para un año es de aproximadamente 250 toneladas de *M. pyrifera*.

Esta cantidad de producto es mínima, comparada con la cosecha comercial de la especie, aproximadamente 400 toneladas por un viaje. Para la cosecha comercial de *M. pyrifera*, se toma en cuenta sólo la porción cosechable de los mantos, aproximadamente el 30% de la producción total de éstos. Se ha reportado que la producción cosechable anual de los mantos de *M. pyrifera* en las costas de Baja California es de alrededor de 20,000 toneladas (Guzmán del Proo et al, 1971; Marcos-Ramírez, com pers).

En una suposición de ocupar la producción de *M. pyrifera* mencionada, para cultivar abulón, con la producción de los mantos de Baja California (20,000 toneladas divididas entre 250 requeridas) se puede abastecer a 80 granjas con un consumo de 250 toneladas por año. Este cálculo sencillo hace pensar que *M. pyrifera* no será limitante y que de alguna manera, es una fuente barata de alimento. Sin embargo, no debe de perderse de vista que, hay variaciones en la calidad de las algas (Mateus, 1975, Ladah, 2000) que impactarán la engorda de abulones y que no necesariamente el efecto es inmediato, porque no es evidente (Leighton, 2000). Esto obliga a mantener al menos, un análisis y un registro continuos de la calidad del alimento que se suministra en una granja, y tener siempre una fuente alternativa que complemente, al menos, la dieta de los abulones, y en el mejor de los casos, que pueda sustituir la fuente de alimento que llega a ser limitante, para los casos de emergencia (Durazo, 1997).

Las mejores relaciones entre los porcentajes de tiempo de alimentación y de jaulas alimentadas, tomadas ambas, como variables dependientes y la cosecha de algas como variable independiente, son de tipo potencial (Tabla 1), tomando en cuenta el coeficiente R^2 más grande, es decir, la proporción de valores explicados y valores no explicados. Si bien es cierto que los coeficientes no son mayores de 0.9, que sería una condición ideal (Smith, 1988), son los más altos posibles y esto demuestra que la cosecha de algas no es la única variable que altera la utilización eficiente del tiempo dedicado a alimentar (Flores-Aguilar 1992). De manera distinta ocurre con la productividad vista como la eficiencia, en la cantidad de jaulas que se alimentaron al tener distintas cantidades de cosecha de *M. pyrifera*.

Cuando calculamos la expresión que describa las razones de cambio de los porcentajes de tiempo de alimentación y de jaulas alimentadas, con respecto a la cantidad de *M. pyrifera* cosechada (Fórmulas 1 y 2), podemos afirmar que las relaciones son lineales, es decir, que tanto la variación del porcentaje de tiempo dedicado a alimentar jaulas y la variación del porcentaje de jaulas alimentadas son directamente proporcionales a la cantidad de algas cosechadas. Una relación lineal es el modelo más sencillo para hacer proyecciones por lo que las decisiones que se puedan tomar entre las variables relacionadas son muy evidentes, como no sucedió con la productividad al relacionarla con la cantidad de algas cosechadas.

Ésto indica, que para efecto de proyección, la cantidad de tiempo trabajado y la cantidad de jaulas alimentadas se incrementarán positivamente y de manera lineal con el aumento de la cantidad de algas cosechadas. Siendo estas relaciones indicadores validos para la administración en una granja abulonera.

Un caso distinto es la productividad, en la cual es evidente, que existen otros factores que pueden presentar mejor asociación que la cantidad de algas cosechadas, porque como se observa en la figura 12, la relación es no significativa para cualquier modelo.

En general, todo lo anterior indica que la eficiencia en la faena de alimentación aumentará cuando se incrementa la cantidad de algas, es decir, a volúmenes grandes y que garantizan la actividad de alimentación de jaulas, la cantidad de jaulas que alimenta un equipo se incrementa y el tiempo destinado a ello disminuye.

Esto redimensiona la importancia de tener una dieta del tipo de *M. pyrifera*, porque un equipo se vuelve más productivo cuando la cantidad de algas aumenta.

7. CONCLUSIONES.

1.- Para una granja del tamaño de Abulones Cultivados en el mar, se necesitan 250 toneladas de *Macrocystis pyrifera*.

2.- La cosecha de algas está limitada por la disponibilidad y la accesibilidad de mantos.

3.- La cantidad de *Macrocystis pyrifera* en el estado es suficiente como para abastecer 80 granjas del mismo tamaño si se destina toda la cosecha para cultivo de abulón.

4.- La variación de la cantidad de trabajo utilizado, expresada en porcentaje de jaulas alimentadas, aumenta linealmente con el aumento de la cantidad de algas cosechadas.

5.- La variación de la cantidad de tiempo utilizado, expresada como porcentaje de tiempo utilizado, aumenta linealmente con el aumento de la cantidad de algas cosechadas.

6.- Las relaciones del porcentaje del tiempo de cosecha y el porcentaje de jaulas alimentadas son indicadores ayudan a tomar decisiones en la administración de *M. pyrifera*, como dieta base para una granja de abulón.

7.- La variación de la productividad, no tiene relación significativa con la cantidad de algas cosechadas.

8. BIBLIOGRAFIA

Arroyo Ortega, J.E., 1999. Efectos de los Fenómenos del Niño y la Niña en el cultivo de abulón en la Isla de Todos Santos.
<http://elnino.cicese.mx/consecuencias/abulon.htm>

Arroyo-Ortega, J. E., Flores-Aguilar, 1997. Técnicas Generales para el Cultivo de Abulón, Panorama Acuícola vol 3. No1. pp 15.

Arroyo-Ortega, E., Flores-Aguilar, R. y Vázquez-Moreno, E., 1996. Producción de diatomeas utilizadas como alimento de postlarva de abulón rojo (*Haliotis rufescens*). Resúmenes, Taller sobre Biología, Pesquería y Cultivo de Abulón en México, 21-24 octubre, Ensenada, B.C., p1.

Camacho A.J. 1976. Arte de pesca de abulón y censo de embarcaciones. Memorias del Primer Simposio Nacional sobre Recursos Pesqueros masivos de México. Vol.Esp. Abulón/Langosta (1):147-160.

Chapa, S. H. 1963. Los Abulones. Importante recurso pesquero de México. Sria. De ind. Y Com. Dir. Gral. De Pesca. México. Trab. Div. IV(34):1-17.

Cox, W.K., 1962. California Abalones, Familia Haliotidae; Ed. Dep.. of Fish and Game California. Fish. Bull. No. 118; E.U.A.; p. 7, 20, 27, y 32-33.

De Buen, F. 1960. Abulones de Baja California. Moluscos del genero Haliotis. Univ. Chile, Rev. Biol. Mar. 10(1-3):201-207.

Durazo Beltrán E. 1997. El Uso de ficocoloides en Dietas Artificiales para el Adulón. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Baja California. 70pp.

Fleming, A.E. and Hone, P.E. 1996. Abalone aquaculture. Aquaculture 140: 1-4.

Flores Aguilar R. 1992. Propuesta del Programa Nacional para el Cultivo de Abulón. Empresa Abulones Cultivados S.A. de C.V. Ensenada, B.C.

Flores-Aguilar R. 1989. Estudio de la factibilidad técnico económica para el un cultivo de abulón *Haliotis* spp. En Baja California, Especialidad en administración de recursos marinos. Tesina. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, 75 pp.

García Mendoza, Ernesto. 1991. Comparación a escala piloto de técnicas de producción de semilla de abulón azul *Haliotis fulgens Philipi* 1845: Inducción al asentamiento y metamorfosis, densidad inicial de larvas y primera alimentación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. U.A.B.C. Ensenada, B.C.

Guzmán Calderón J., 1995. Comparación de dos alimentos balanceados experimentales y otro comercial en juveniles de abulón *Haliotis fulgens* (Phillips, 1845), utilizando diferentes fuentes de proteínas. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California. 74 pp.

Guzmán del Proo, S.A., De la Campa Guzmán, S., Granados Gallegos, J. L., 1971. El Sargazo Gigante (*Macrocystis pyrifera*) y su Explotación en Baja California. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, tomo XXXII. 45 pp.

Guzmán Del Proo, Sergio Antonio, 1994. Biología, Ecología y Dinámica de población del Abulón (*Haliotis spp*) de Baja California, México.. Universidad Autónoma De Baja California. Ensenada, Baja California. 189 pp.

Hahn K. O. 1989. Handbook of culture of abalone and other Marine Gastropods. C.R.C. press. Boca Raton, Florida.

Hernan Mateus, 1975. Studies on the Marine Brown Alga, *Macrocystis Pyrifera*. Thesis. Cornell University. 75 pp.

Hooker N. and Morse D. 1985. Abalone: The emerging development of commercial cautivation in the United State. J.V. Huner and E. E. Brown Eds. The AVI Publishing Co. Westport, Ct. pp 365-413.

Ladah Lydia, 2000. Historia de vida de *Macrosystis pyrifera* en su límite sur de distribución en el hemisferio norte: estrategias de supervivencia. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California. 139 pp.

Leighton David, 2000. The Biology and Culture of the California Abalones. Dorrance Publishing Co. Pittsburgh, Pennsylvania. 216 pp.

Lluch Belda, D., S.A: Guzman del Proo, V. Marin A y M. Ortiz Q. 1973. La pesquería del abulón de Baja California, un análisis de su desarrollo histórico y perspectivas futuras. INP/SI:16.

Mai, K., Mercer, J.P. and Donlon, J. 1995. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. III. Response of abalone to various levels of dietary lipid. *Aquaculture* 134: 65-80.

Mateus Hernán, 1986. Los Abalones de México. Secretaría de Pesca. México, D.F. 38 pp.

Muñoz, L.T. 1976. Resultados Preliminares de un método para determinar la edad en abulones (*Haliotis* spp.) de Baja California. Memorias del Primer Symposium sobre recursos pesqueros Masivos de México. Vol. Esp. Sobre Abulón/Langosta 1:161-184).

Nava Guerrero R, 2002. Alternativas para sustituir la harina de *Macrosystis* de las dietas balanceadas para abulón azul (*Haliotis fulgens*). Tesis. Universidad Autónoma de Baja California. 57 pp.

Oakes, F.R. and Ponte, R.D. 1996. The Abalone Market: opportunities for cultured abalone. *Aquaculture* 140: 187-195.

Ortiz, Q.M. 1966. Informe preliminar de las investigaciones sobre la biología y pesca del abulón comercial de las Islas de Cedros, Benitos y Guadalupe. Baja California. Dir. Gral. Pesca, INIBP, TRab. Div. XI(109):1-42.

Pérez Muñoz Gloria Esmeralda, 1995. El Cultivo del Abulón en México: Estado Actual y sus Perspectivas. Tesis. Universidad Autónoma De Baja California. Ensenada, Baja California. 119 pp.

Roberto Marcos-Ramírez Roberto. Productos del Pacífico, S.A. DE C.V.
rmarcos@propasa.com.mx. www.propasa.com.mx.

Secretaria de Pesca. 1992. Boletín Informativo a los productores Acuícolas. Fomento y desarrollo pesquero. Dirección General de Acuicultura. Manuscrito no publicado. México, D.F. pp 3.

Sevilla, M.L. 1971. Desarrollo gonádico del abulón azul *Haliotis fulgens* Phillippi. Rev Soc. Mex. Hist.Nat. XXXII: 129-139.

Shima Jin, 2004. 5th Internacional Abalone Symposium, Program and Abstracts. Ocean University of China. Qingdao, China. 211 pp.

Smith Karl, 1988. Calculus. Brooks/Cole Publishing Company. Pacific grove, California. 396 pp.

Viana M.T., Lopez, L.M. and Salas, A. 1993. Diet development for juvenile abalone, *Abalone fulgens*, evaluation of two artificial diets and macroalgae. *Aquaculture*, 117: 149-156.