

03043

1
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL
Y DE POSGRADO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATEMÁTICAS
APLICADAS Y EN SISTEMAS

ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD DE LA TASA
METABÓLICA DE CAMARONES JUVENILES
Penaeus aztecus IVES DE LA LAGUNA DE
TAMIAHUA, VER., EN RELACION A
CONDICIONES INTRINSECAS Y FACTORES
ESTACIONAL Y AMBIENTALES.

TRABAJO FINAL

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIZACION EN ESTADISTICA APLICADA

PRESENTA

EL BIOL. IGNACIO DANIEL GONZALEZ MORA

BAJO LA DIRECCION DE:
DR. IGNACIO MENDEZ RAMIREZ.

MEXICO, D. F.

1999.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

26.9973



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**EL PRESENTE TRABAJO SE IMPRIMIÓ CON EL APOYO DE
LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA**

A mis padres Ignacio y Margarita

A mis hermanos Margarita, Alfredo y Alejandro

A mis queridas Ana Cecilia, Ana Daniela y Ana Eugenia

A Lulú

Por que esto, es suyo.

Agradezco infinitamente a mis maestros en la Especialización. Y en particular, al Dr. Ignacio Méndez Ramírez por darme otra perspectiva en el entendimiento de la investigación y el conceder la merecida importancia a la estadística en la generación del conocimiento; por su paciencia y su calidad humana.

Al M. en C. Rafael Madrid Ríos, gracias por los aspectos formativos, las herramientas y las conversaciones que a lo largo de este tiempo me ha brindado sobre los diferentes tópicos estadísticos, así como su participación en el trabajo.

Al M. en C. Benjamín Álvarez Rubio por sus aportaciones atinadas y su valioso apoyo. Asimismo reconozco los comentarios y observaciones del Dr. Jorge Manuel Oiguín Uribe y del M. en C. Margarito Álvarez Rubio, fundamentales para este documento.

Deseo expresar mi agradecimiento al M. en C. José R. Latournerié Cervera, quien ha sido mi formador y guía académico, cuya participación fue definitiva para hacer posible esta línea de investigación y los resultados que aquí se presentan.

Gracias compañeros del Laboratorio de Acuicultura y Producción Acuática de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Contenido

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS PARTICULARES.....	3
ANTECEDENTES.....	4
METODOLOGÍA.....	7
ÁREA DE ESTUDIO.....	7
MATERIALES Y MÉTODO.....	8
ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y RESULTADOS.....	11
MODELOS ESTADÍSTICOS LINEALES.....	13
I MODELOS POLINOMIALES PARA EL QO_2 POR CÁMARA.....	15
II MODELOS POLINOMIALES PARA LAS MEDIAS DE QO_2 POR CICLO.....	16
III MODELO PARA EVALUAR EL GRADO DE AJUSTE A LOS POLINOMIOS.....	19
IV MODELOS PARA EVALUAR EL EFECTO DE LOS FACTORES EN LA DISTRIBUCIÓN DEL QO_2	23
V MODELO PARA LA ACLIMATACIÓN CRUZADA.....	30
DISCUSIÓN.....	36
I. MODELOS POLINOMIALES PARA EL QO_2 POR CÁMARA.....	37
II. MODELOS POLINOMIALES PARA LAS MEDIAS DE QO_2 POR CICLO.....	37
III MODELO PARA EVALUAR EL GRADO DE AJUSTE A LOS POLINOMIOS.....	38
IV MODELOS PARA EVALUAR EL EFECTO DE LOS FACTORES EN LA DISTRIBUCIÓN DEL QO_2	39
V MODELO PARA LA ACLIMATACIÓN CRUZADA.....	42
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA.....	45
APÉNDICE 1.....	50
APÉNDICE 2.....	51

Resumen

En el presente trabajo se analizan los efectos que producen los factores estacionalidad (época del año), ambientales (temperatura y salinidad) e intrínsecos (talla y condición de alimentación), sobre la tasa metabólica de camarones juveniles de la laguna de Tamiahua. Ver., mediante el empleo de modelos estadísticos lineales (MEL).

Los niveles y valores de los factores fueron: dos épocas del año, la cálida y la fría; las temperaturas para la época fría fueron $20, 21, 25$ y 26 ± 0.5 °C y para la cálida 30 ± 0.5 °C; la salinidad fluctuó de acuerdo a la promedio del sistema lagunar; la condición de alimentación tuvo dos niveles, sin alimentación previa o con alimentación previa; y la talla se expresó como el peso seco de los organismos. Para la estrategia experimental de aclimatación cruzada se realizó un ciclo para la época fría a 30 °C y para la cálida a 24 °C. Además, de las primeras mediciones, se tomaron de la época fría dos ciclos a 25 °C, considerando que ésta es una temperatura de transición entre épocas y un ciclo a 30 °C de la época cálida, completando así el esquema de comparaciones por temperatura.

La tasa metabólica se estimó a través de la tasa de consumo de oxígeno de rutina QO_2 . Éste se midió en cámaras respirométricas durante dos horas; a continuación se dejó una hora con aireación y recambio parcial de agua. Se repitieron estos intervalos de medición hasta completar un periodo total de 24 horas, lo que constituyó un ciclo.

El análisis de los datos se hizo con cinco estrategias a través de MEL: I Modelos polinomiales para el QO_2 , por cámara, en relación a la hora del día; II Modelos polinomiales para las medias de QO_2 , por ciclo, en relación a la hora del día; III Modelo para evaluar el grado de ajuste a los polinomios, en relación a los factores en estudio; IV Modelos para evaluar el efecto de los factores en la distribución del QO_2 , y V Modelo para la aclimatación cruzada.

Con los dos primeros modelos se observó una mejor descripción del comportamiento de los datos a través de polinomios de cuarto orden; cuando se trabajó con las medias por ciclo se logró un mejor ajuste; resultaron en general, modelos con buena capacidad de explicar las variaciones de la respuesta, sobre todo los de cuarto orden. Con el modelo III se encontró que los factores en estudio sí afectan de manera significativa la medida del ajuste (r^2) de los modelos polinomiales de orden cuatro. Los modelos del grupo IV, resultaron con los factores principales significativos en general, destacándose la temperatura, la salinidad y la época del año. Con el modelo V, se pudo dar más evidencias para insistir en que la estacionalidad es un factor trascendente para calificar la validez externa en los estudios ecofisiológicos.

Los modelos estadísticos lineales se muestran como una herramienta muy útil para abordar problemas ecofisiológicos. Además se adecuan perfectamente como estrategia de análisis cuando el enfoque de la investigación trata de plantear estudios considerando los niveles de las variables observadas en el ambiente natural y de transferir los resultados encontrados en el laboratorio, a situaciones de campo, y que su interpretación tenga sentido en el contexto de las condiciones ambientales.

Introducción

En el Golfo de México, donde se captura aproximadamente el 38% de la producción nacional de camarón, existen varias especies del género *Penaeus*, siendo tres las de mayor importancia: *P. duorarum*, *P. setiferus* y *P. aztecus*. Las dos últimas especies tienen una relación más directa con los ambientes costeros que la primera.

El camarón café *P. aztecus* se distribuye desde Massachusetts, E.U.A. hasta Yucatán, Méx. En el Golfo de México se le localiza desde la desembocadura del río Mississippi hasta la laguna de Términos. Esta especie es oceánica, con un mayor grado de dependencia de las lagunas litorales que el *P. duorarum*, debido a que en ellas se desarrollan sus fases juveniles. El camarón café es una especie que domina, por su abundancia, los sistemas estuarinos de la parte norte del Golfo de México, como el de Tamiahua en el estado de Veracruz, donde se le puede encontrar durante todo el año (Cárdenas Flores, 1989).

La distribución de la pesquería del camarón por sí misma, indica que las entradas del mar hacia las aguas interiores adyacentes son de primordial importancia para la especie. Además del número y extensión de las áreas de crianza (caracterizadas por ser zonas de aguas someras en la costa), las bajas salinidades y el fondo lodoso o arcilloso, son también requisitos para el desarrollo de las poblaciones de camarones.

La historia de vida del camarón penaeido está caracterizada por migraciones cíclicas hacia aguas estuarinas y regiones cercanas a la costa. Los adultos maduran y desovan en el mar donde también se efectúa el desarrollo larval. Las postlarvas se mueven hacia aguas costeras y penetran en los estuarios y lagunas costeras, sistemas en los cuales los juveniles crecen rápidamente hasta alcanzar el estadio de subadultos, migrando posteriormente al mar abierto (Boschi, 1974; Venkataramiah, *et al.*, 1975).

Los sistemas estuarinos son zonas de transición entre las condiciones más estables del mar cercano y del ambiente dulceacuícola. Estos ambientes exhiben además de su alta productividad (Yañez-Arancibia, 1986) marcados gradientes y amplias fluctuaciones de factores bióticos y abióticos, tales como la salinidad, temperatura, alimentación, competencia, contaminación, entre otros (Vernberg, 1967). Pocos sistemas pueden igualar a un estuario en términos del gran número de problemas fisiológicos y ecológicos que un organismo debe resolver (Kinne, 1967).

Desde el punto de vista fisiológico, sólo algunas especies encuentran condiciones óptimas en los sistemas estuarinos. Para sobrevivir en el ambiente estuarino, un organismo debe presentar mecanismos de protección y de tolerancia a la vez que de regulación y adaptación. Es claro que tal variabilidad ambiental influye en los individuos, limitando su sobrevivencia, capacidad reproductiva y modulando su crecimiento. De esta manera, a través del proceso de selección natural, las poblaciones de animales que se han desarrollado en esos medios muestran diversos grados de adaptación fisiológica.

La Ecología Energética (que constituye uno de los niveles de estudio de la Bioenergética), se encarga del análisis de las tasas de inversión de energía, las pérdidas y ganancias, y de las eficiencias de las transformaciones de ésta, en términos de unidades ecológicas bajo condiciones de campo. En el seno de esta disciplina Klekowski y Duncan (1975) han definido un enfoque fisiológico, basado principalmente en estudios realizados en el laboratorio pero con la intención de relacionar y transferir los resultados así obtenidos a situaciones que ocurren en el campo, o bien, interpretar los fenómenos o eventos observados en el campo con la ayuda de algunas constantes fisiológicas que permitan conocer el desempeño de los seres vivos ante diferentes situaciones ambientales, naturales o inducidas.

La aproximación más adecuada para comprender los problemas fisiológicos de los organismos desde el punto de vista bioenergético, es la estimación de su balance de energía, o bien de alguno de sus componentes más indicativos, ya sea el metabolismo o el crecimiento. Los estudios bioenergéticos incorporan las variables ambientales más importantes que controlan o modulan de manera diferencial a los elementos más sensibles de la ecuación del balance de energía, dentro de los cuales se destaca la tasa metabólica.

Considerando que a través de este enfoque se logra una medida que integra la respuesta energética del individuo o población ante el medio fluctuante; que el camarón es un componente ecológico y económico primordial en los sistemas estuarinos; y que la laguna de Tamiahua es un sitio de transición climática interesante, en la cual se manifiestan épocas contrastantes en el ciclo anual, en el presente estudio se evalúan varios factores que afectan la tasa metabólica, medida a través del consumo de oxígeno, en camarones juveniles de la especie *P. aztecus* del sistema lagunar de Tamiahua, Ver.

Objetivo General

Determinar la tasa metabólica de camarones *P. aztecus* juveniles de la Laguna de Tamiahua, Ver., en relación a los factores intrínsecos, estacional y ambientales, que provocan su variación a lo largo del año.

Objetivos Particulares

1. Determinar la importancia de la época del año (factor estacional), la temperatura y la salinidad (factores ambientales), y la alimentación y la talla (factores intrínsecos), en la variación de la tasa metabólica medida en los camarones.
2. Establecer si existen diferencias en la tasa metabólica del camarón debidas explícitamente a la época del año, para valorar la influencia de la aclimatización mediante la estrategia experimental de aclimatización cruzada para la temperatura.

Antecedentes

La mayoría de las representaciones bioenergéticas comienzan con un diagrama de flujo que indica los pasos principales que la energía contenida en el alimento sigue a través del organismo, así como las rutas de distribución de ésta. Cada uno de los pasos con sus valores apropiados, se encuentran sujetos a cambios dependiendo de factores bióticos y abióticos.

La canalización y compartimentalización de la energía depende de la época del año, los factores ambientales como temperatura, fotoperiodo, salinidad, oxígeno disuelto; y los factores intrínsecos como el sexo, talla, edad, alimentación, densidad, estado en el ciclo de muda, salud, entre otros (Bishop, *et al.*, 1980; von Oertzen, 1983). La época del año o factor de estacionalidad es fundamental y es frecuentemente obviado en el trabajo experimental, que se apega al paradigma fisiológico tradicional, pero que no funciona adecuadamente para los estudios ecofisiológicos cuyo objetivo principal es relacionar las variables fisiológicas en el marco de las ambientales para conocer el desempeño de los organismos tal como lo hacen en su hábitat natural.

Warren y Davis (1967) modificaron la propuesta que hizo Ivlev en 1939 para tener una medida cuantitativa de las relaciones de energía. Esta ecuación conocida como del balance de energía (empleada por la mayoría de los investigadores en bioenergética) puede escribirse como:

$$C = P + R + F + U$$

donde (Phillipson, 1975):

- C = Consumo. Entrada total de alimento por un individuo o población durante un lapso definido.
- P = Producción. Crecimiento. Incremento en biomasa o biocontenido de un individuo o población.
- R = Respiración. Metabolismo. Considerada como la parte de la asimilación que es convertida a calor o energía mecánica y es usada en procesos vitales. Energía de mantención.
- F = Heces. Aquella parte del total del alimento ingerido, el cual no es digerido o absorbido y sale del tracto digestivo.
- U = Excreción nitrogenada. Porción de la energía del alimento ingerido que es absorbido y pasa del cuerpo al exterior vía orina, branquias o piel.

La ecuación está basada en una transformación algebraica de la Primera Ley de la Termodinámica (Wiegert, 1968). Los términos de esta ecuación son expresados convenientemente en calorías, durante un lapso apropiado, por lo que pueden manejarse como tasas fisiológicas: tasa de consumo, tasa de crecimiento, tasa metabólica, tasa de producción de heces, tasa de excreción.

De los parámetros de la ecuación del balance de energía, la medición de la respiración o tasa metabólica es primordial, puesto que la energía invertida en este compartimento es la utilizada para las funciones vitales y en su caso, procesos de rutina y/o actividad. Es por tanto, el parámetro más sensible en el cual se ven reflejados los cambios fisiológicos que sufren los organismos ante una alteración de su medio. Cualquier ajuste o compensación fisiológica requiere de energía para llevarse a cabo oportunamente y en la magnitud necesaria para asegurar la sobrevivencia del organismo.

La mayor parte de las investigaciones relacionadas con la bioenergética de los penaeidos, toma alguno de los aspectos constituyentes del balance de energía. Generalmente las variables bioenergéticas se han medido como respuesta a los factores físicos más importantes del ambiente estuarino: temperatura y salinidad; y algún factor propio del camarón. En los trabajos se presenta claramente el concepto de aclimatación, cuando el organismo se ajusta a una condición generalmente manipulada en el laboratorio, no tomando en cuenta la aclimatización, en la cual el organismo adecua sus funciones a las variables que constituyen su ambiente (Prosser, 1958; Prosser, 1990) y la relación que ésta puede tener con el concepto de validez externa de la investigación (Méndez, 1985).

Así Zein-Eldin y Griffith midieron el crecimiento de *P. aztecus* (1966), y de *P. aztecus* y *P. setiferus* (1968); Condrey, et al. (1972) determinaron la asimilación (P+R) de *P. aztecus* y *P. setiferus*; Venkataramiah, et al (1973) reportaron la eficiencia de conversión del alimento y el crecimiento y un estudio integral sobre comportamiento, sobrevivencia, crecimiento y consumo de oxígeno (1974) y Gleason y Wellington (1988) establecieron las fuentes alimenticias de *P. aztecus* en su ambiente natural.

El consumo de oxígeno en *P. monodon* y *P. stylirostris* en relación al proceso de aclimatación fue medido por Gaudy y Sloane (1981); el metabolismo energético de *P. aztecus* de Mandinga, Ver. fue evaluada por Díaz y Latournerié (1980); Dall (1986) trabajó en el metabolismo de rutina de *P. esculentus* y Dalla Via (1986) midió el consumo de oxígeno en *P. japonicus*.

Clark (1992) consideró a la tasa de consumo de oxígeno como una respuesta fisiológica importante para medir la respuesta a la salinidad para *P. semisulcatus*; Chen y Lin (1992) también utilizaron el consumo de oxígeno para probar el efecto del amonio disuelto a diferentes salinidades en *P. chinensis*; lo mismo hicieron Chen y Lai (1993) para *P. japonicus* midiendo además la excreción de nitrógeno. En especies de penaeidos de las costas del Pacífico mexicano, Villarreal y Ocampo (1993) estudiaron el efecto de la talla y la temperatura en el consumo de oxígeno de *P. californiensis*; Villarreal y Rivera (1993)

trabajaron con postlarvas de la misma especie, evaluando el efecto de la temperatura y salinidad en la tasa de consumo de oxígeno y Villarreal *et al.* (1994) estudiaron los mismos factores sobre el consumo de oxígeno pero en postlarvas de *P. vannamei*.

Dentro de los trabajos para la especie de interés, cuyo enfoque ha sido bioenergético, se tiene los de Bishop, *et al.* (1980) que sin llegar a estimar el balance de energía muestra interesantes consideraciones energéticas del metabolismo de *P. aztecus* utilizando como herramienta estadística el análisis de varianza, y el de González Mora (1990) quien si estima la ecuación del balance de energía para *P. aztecus* en su estadio juvenil haciendo énfasis en las diferencias estacionales, sobre todo en lo que respecta al consumo de oxígeno como medida de la tasa metabólica, observando que los factores importantes para explicar su variación fueron la estacionalidad y la temperatura. Empleó una estrategia de análisis en la cual se probó, mediante análisis de varianza, primero el efecto de la salinidad y una vez agrupada la información que no resultó significativamente distinta, se trabajó sobre el efecto de la temperatura.

Metodología

Área de estudio

La Laguna de Tamiahua se localiza al norte del estado de Veracruz entre los 21° 06' y 22° 06' de latitud Norte y 97° 23' y 97° 46' de longitud Oeste, entre los ríos Pánuco y Tuxpan, con los cuales mantiene comunicación a través de los canales La Ribera y Tampamachoco. Este cuerpo de agua tiene una longitud aproximada de 93 km., anchura máxima de 21.5 km. y una profundidad media de 2 a 3 m, presenta asimismo una barrera arenosa de forma triangular llamada Cabo Rojo de 130 km. de longitud y 6 km. de anchura (Ayala Castañares *et al.*, 1969).

En la actualidad existen dos bocas, al sur la Boca de Corazones de origen natural y al norte la Boca de Tampachichi, ésta última artificial. En la laguna desembocan varios ríos de flujo estacional.

Dos de las especies importantes de camarones penaeidos del Golfo de México en su parte norte, se encuentran presentes en la Laguna de Tamiahua. El camarón café *P. aztecus* es el más abundante, aunque también se captura el camarón blanco *P. setiferus* aunque en menor proporción.

Las colectas de organismos se realizaron en la parte sur de la laguna, en sitios muy cercanos a la población de Tamiahua (Ver Fig. 1).

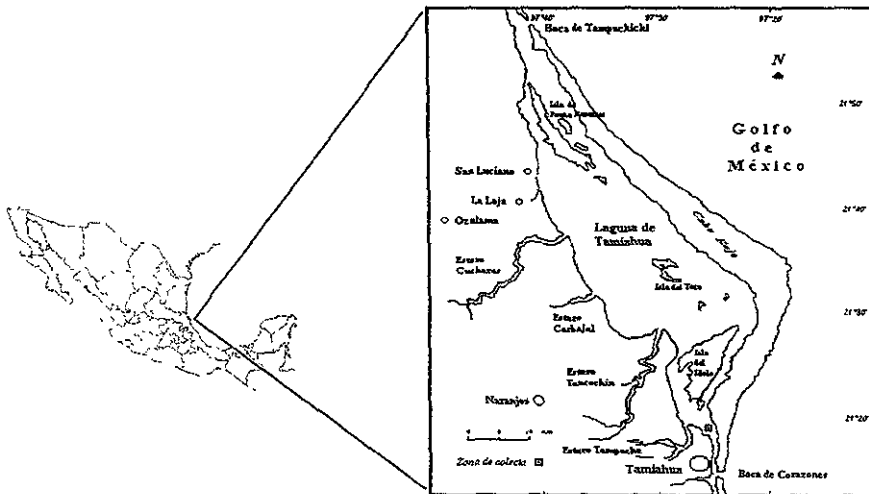


Fig. 1. Laguna de Tamiahua, Ver.

Materiales y método

Se realizaron varias salidas a la Laguna de Tamiahua para cubrir diferentes meses dentro de cada época del año. En total se visitó la zona de estudio en 12 ocasiones. Para esta investigación se efectuaron actividades los meses de: enero (dos ocasiones), marzo (dos ocasiones), abril y diciembre, para la época fría, y mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, para la época cálida. Se definió como época o temporada fría aquella que abarca los meses de noviembre a abril, y de mayo a octubre se tomó como temporada cálida. En cada visita se realizó tanto trabajo de campo como de laboratorio.

Dado que las condiciones del ambiente de los camarones inciden en la distribución y usos de la energía contenida en el alimento ingerido, fue básico efectuar un monitoreo de las principales variables que pueden afectarles. Con esta información, en el laboratorio, se decidió los niveles de las variables en estudio y los niveles de las constantes para mantenerlas bajo control durante el proceso de medición. Se midieron en los sitios de colecta la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH.

Los organismos fueron capturados en las "charangas" o "puestos" (artes de pesca fijos utilizados ampliamente en la región) localizados en la zona sur de la laguna costera, en un lapso de tres a cuatro horas en promedio. La captura de los camarones se efectuó entre las 20:00 y las 00:00 horas. La identificación de los ejemplares y la determinación del sexo se realizaron mediante las claves y esquemas de Pérez Farfante (1970).

La tasa metabólica se estimó a través del consumo de oxígeno de rutina en base seca denotado como QO_2 , cuyas unidades se expresan en miligramos de oxígeno por hora por gramo de peso seco ($mg O_2 \cdot h^{-1} \cdot g PS^{-1}$). El QO_2 se midió en camarones en fase de crecimiento (juveniles), en período de intermuda, en organismos que presentaron aspecto sano (criterios de inclusión), sin lesiones o daños aparentes por la captura y traslado, sin ectoparásitos aparentes, sin infecciones por hongos y con movimientos normales de locomoción y nado (criterios que de no cumplirse provocarían la exclusión); no se estableció distinción entre sexos aunque éste se tiene registrado individualmente. Las cámaras de medición que presentaron camarones mudando, atacándose, o bien inactivos sin respuesta al contacto o muertos, se descartaron (criterios de eliminación).

Con el fin de tener una mejor idea del intervalo metabólico de los camarones, se decidió medir el consumo de oxígeno en ciclos de 24 horas. El dispositivo o unidad de medición utilizado fue constituido por ocho cámaras respirométricas de cuatro litros de capacidad, sumergidas en una caja de plástico de 80 litros a manera de baño en la que se reguló y se mantuvo constante para todas las cámaras, el pH, la temperatura (mediante calentadores ajustables), la salinidad y el nivel de oxígeno disuelto inicial, acorde con los valores medidos en el campo. La medición de la concentración de oxígeno se efectuó con un oxímetro YSI 51 B y un sensor polarográfico YSI 5739. Los camarones de talla similar por parejas, se destinaron aleatoriamente a las cámaras respirométricas.

Las lecturas, se tomaron cada dos horas con periodos de aireación y recambio parcial de agua de una hora entre medición y medición (González Mora, 1990). Esto es, se tomó una lectura inicial de oxígeno después de la cual se cerraron los dispositivos; luego de dos horas se abrieron las cámaras y se tomó la lectura final. Se procedió a recambiar el agua para disminuir los desechos metabólicos de la excreción, y a través de la aireación durante una hora, se recuperaron los niveles de oxígeno. El período de dos horas de consumo, se consideró apropiado para obtener lecturas confiables y porque en este tiempo los organismos consumen cuando más el 60% de la concentración de oxígeno disuelto inicial de las cámaras, lo cual es importante para que los camarones no modifiquen su tasa metabólica ajustándola a las concentraciones de oxígeno presentes en las cámaras. Se registraron ambos niveles de concentración de oxígeno disuelto y el tiempo exacto del período de consumo para calcular la tasa.

El agua empleada para los recambios en los dispositivos o unidades respirométricas, se tomó del sitio de captura; se eliminaron los materiales suspendidos y se filtró. Durante el ciclo de 24 horas se mantuvo en aireación y filtración constantes, para mantener su calidad en lo referente a oxígeno disuelto y pH.

Para el primer objetivo del estudio, se hicieron 18 ciclos de 24 horas de consumo de oxígeno: once para la época fría y siete para la cálida, con la unidad de medición antes descrita. Los valores de los factores extrínsecos, salinidad (S‰) y temperatura (T°C) una vez elegidos, se mantuvieron sin variación bajo condiciones controladas en el laboratorio (S‰ \pm 1.0 ‰ y T°C \pm 0.5 °C) durante todo el ciclo. Los valores de las variables en estudio, se decidieron de acuerdo al conjunto de datos resultado de las mediciones de campo, que se hicieron en cada visita, y que fueron propios de las condiciones ambientales de la época particular. Para la decisión se tomaron en cuenta como criterios la distribución de los datos y los promedios. De esta manera se tuvieron los siguientes valores de las variables explicativas:

Dos épocas del año, la cálida y la fría; las temperaturas para la época fría fueron 20, 21, 25 y 26 °C y para la cálida 30 °C; la salinidad fluctuó de acuerdo a la salinidad promedio del sistema lagunar; dos condiciones de alimentación (sin alimentación previa o con alimentación previa) y la talla se expresó como el peso seco de los organismos.

En la medida de lo posible, en cada visita a campo se realizaron ambos ciclos: con organismos alimentados y sin alimentar. Para manejar el factor experimental alimentación se asignaron también las dos condiciones de manera aleatoria a cada unidad de medición. El alimento proporcionado fue músculo de camarón que se dio en raciones conocidas en proporción al peso de los organismos utilizados para la medición del consumo de oxígeno. El alimento se dejó a disposición de los camarones durante una hora. La ración fue del 10 % del peso húmedo.

Para el segundo objetivo, con los dispositivos de medición señalados, se establecieron cuatro condiciones experimentales para los camarones: en la época fría, se les sometió a una temperatura de 30 °C, típica de la época cálida y se midió el ciclo de consumo de oxígeno en organismos alimentados y no alimentados, y en la época cálida se midió dos ciclos, con

organismos alimentados y no alimentados, a una temperatura de 24 °C, poco frecuente en esta época salvo en el mes de transición entre temporada y temporada. Para tener completo el esquema de comparaciones se tomaron ciclos con condiciones típicas de cada época; así del primer objetivo, se tomaron dos ciclos de la época fría a 25 °C y un ciclo de la cálida a 30 °C. De esta manera se pretendió establecer el efecto o influencia de la estación o época del año (aclimatización) mediante la estrategia de aclimatación cruzada (Prosser, 1990), tomando a la temperatura como variable relevante para tal efecto.

De la misma manera, se colocaron dos organismos de tamaño similar en cada cámara. Las tallas promedio de los camarones en cada cámara respirométrica se consideraron a través del peso seco promedio. Además se tomó esta característica propia de los camarones para analizarla junto con los otros factores en los modelos.

Para esto en el laboratorio, los organismos una vez terminada la medición respirométrica fueron sacrificados, se lavaron con agua destilada y se procedió a secarlos hasta peso constante a 60 °C (PS), con el cual se ponderaron las tasas metabólicas.

Para analizar la información primero se clasificó el tipo de estructura de investigación (Méndez *et al.*, 1994).

Como las mediciones de consumo de oxígeno fueron realizadas en varias ocasiones con los mismos organismos durante las 24 horas que permanecieron en las diferentes unidades de medición, se planteó la posibilidad de que la respuesta pudiera ser modelada en relación al tiempo mediante polinomios de tercer y cuarto orden.

Se probó estadísticamente el efecto de la condición de alimentación (alimentados y no alimentados) y la talla a través del peso seco, como factores intrínsecos; la época del año como factor estacional; y la temperatura y la salinidad (factores ambientales o extrínsecos), para los distintos ciclos realizados, utilizando modelos estadísticos lineales (MEL). Para analizar las fuentes de variación se emplearon como variables de respuesta (i) las medias de QO_2 de los ciclos y (ii) las medidas de la dispersión de los datos de cada ciclo.

Los análisis estadísticos empleados en este trabajo se realizaron de acuerdo a Chatterjee y Price (1977) y Seal (1964) a través de los paquetes de cómputo SAS (rutinas del procedimiento GLM) y JMP (rutinas de Ajuste de modelos, Selección de modelos, Distribución y Gráficas).

Para reconocer los datos extremos se revisaron las gráficas de valor contra valor predicho, gráficas de residuos y gráficas de influencia (*leverage*). Para seleccionar modelos se siguió una estrategia doble: por una parte el autor con base en la significancia de cada parámetro o en la prueba de efectos en el MEL y su aportación a la suma de cuadrados en el modelo inicial, seleccionó paso a paso hacia atrás, un modelo; por otra parte, se corrió la rutina de Ajuste de modelos y el método *Stepwise* del JMP, con direcciones hacia atrás, hacia adelante y mixta, todas con reglas combinadas. Se compararon las propuestas y se tomó la decisión de cuál considerar como el modelo estimado.

Se revisaron detenidamente las propiedades de los residuos de manera gráfica y estadísticamente para tener confianza en el cumplimiento de los supuestos de los MEL.

Análisis estadístico y Resultados.

Durante el estudio se midieron en total 22 ciclos de consumo de oxígeno de los camarones, pero en sólo 15 de estas mediciones se tuvieron ciclos completos de 24 horas y no se aplicaron los criterios de eliminación.

Los datos calificados como adecuados para someterlos a los diferentes análisis de acuerdo al objetivo uno, fueron los siguientes: en la época fría se aceptaron siete ciclos; en la época cálida fueron cinco. Quedaron excluidos seis ciclos, dentro de los cuales dos se llevaron a cabo en el mes de septiembre. Para el objetivo dos, sólo se aplicó los criterios de eliminación a un ciclo, aquél de época fría, a 30 °C y con organismos alimentados, por lo que calificaron únicamente tres de los cuatro realizados.

El tipo de estructura de investigación se determinó al realizar las siguientes observaciones:

Para el objetivo particular uno se tiene un estudio prospectivo, longitudinal, comparativo y experimental, lo que define a un experimento. El criterio de manipulación de los factores, para calificarlo como experimental, se tuvo por la decisión de asignar a ciertos camarones la condición de alimentación y por la manera en que se decidió qué temperatura emplear durante el ciclo.

Para el caso del objetivo dos, también se tiene un experimento, en el cual el factor experimental fue la temperatura para establecer la aclimatación cruzada.

Los resultados de QO_2 se presentan en la Tabla 1 (Apéndice 1), en la cual se tienen los 15 ciclos mencionados; se muestra la clave que se asignó en relación a los 22 ciclos de 24 horas realizados; el número de cámaras por ciclo (C); y los niveles o valores de los diferentes factores: factor estacional E=época; los factores extrínsecos T=temperatura, S=salinidad, y los intrínsecos A=alimentación y PS=peso seco. También se señalan los intervalos de tiempo de dos horas en los que se midió la respuesta y la hora promedio de esa medición (01, 04, 07, 10, 13, 16, 19, y 22:00 horas) para completar los ciclos de 24 horas.

En total se realizaron 769 mediciones en 107 cámaras durante el desarrollo del estudio.

La estadística descriptiva básica por cada cámara se muestra también en la Tabla 1: media, desviación estándar (D.E.), coeficiente de variación (C.V.), mínimo (V_{min}), máximo (V_{max}) y el intervalo o rango. Con las medias de QO_2 de cada cámara por ciclo, se elaboró un diagrama de cajas múltiple que muestra los diferentes ciclos medidos y la distribución de la variable de respuesta (Fig. 2). En este diagrama se consideró toda la información iterada y que calificó como adecuada para el análisis, con excepción del ciclo 12 que presenta condiciones de temperatura (30 °C) ajenas a lo que sucede normalmente en la zona de Tamiagua durante la época fría y que es parte de la estrategia experimental de aclimatación cruzada. Los ciclos medidos a 24 °C en la época cálida, que son parte de la estrategia de aclimatación cruzada, se presentaron en esta figura para dar idea de lo que ocurre en las temperaturas de transición entre épocas.

Como puede observarse, a lo largo del año el consumo de oxígeno varía en su distribución, teniendo en general los valores más bajos en la época fría, que abarca los ciclos 2, 3, 4, 6, 9, 10 y 11 de acuerdo a la clave asignada para los ciclos (Tabla 1). De manera amplia se puede apreciar que los ciclos medidos a 20 °C (ciclos 2, 3 y 4) se distribuyen alrededor de los 0.3 mg O₂ * h⁻¹ * g PS⁻¹, representando los menores valores de los 15 ciclos (Fig. 2.). Los restantes ciclos, hasta el de clave 11 y marcados con un recuadro, fueron medidos a 25 °C considerada como temperatura de transición; estos ciclos presentaron distribuciones alrededor de los 0.6 mg O₂ * h⁻¹ * g PS⁻¹, sólo el ciclo 9 tuvo una distribución muy parecida a aquellos medidos a 20 °C. Esto se debió a que dicho ciclo se midió en organismos de talla mayor a los empleados para los ciclos 6, 10 y 11 de la misma temperatura; se reconoce que existe un relación inversa entre la tasa metabólica por gramo de peso corporal y el peso corporal de los organismos (Pianka, 1978).

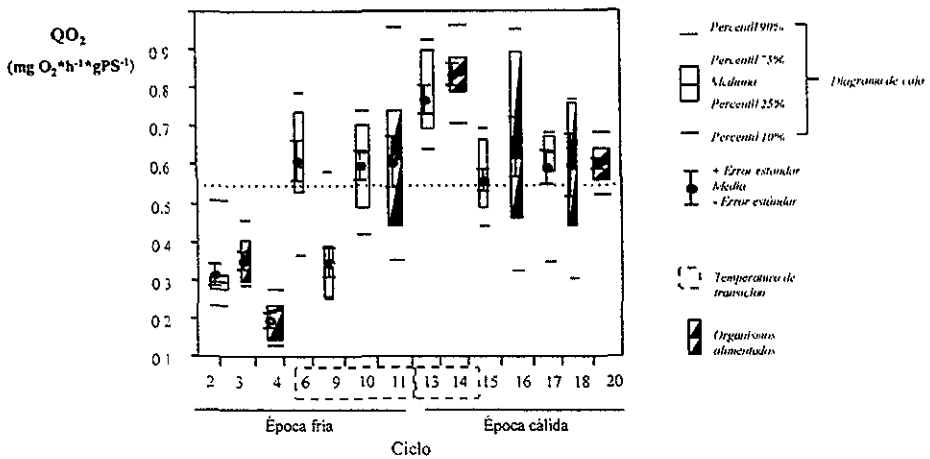


Fig. 2. Distribución de los valores de la tasa metabólica medida a través del consumo de oxígeno QO₂ en los diferentes ciclos de 24 horas medidos en juveniles de *Panaeus aztecus*. Los ciclos 13 y 14 corresponden al experimento de aclimatación cruzada.

Para la época cálida, los ciclos 13 y 14 se llevaron a cabo para cubrir el segundo objetivo particular. Sin embargo por considerarse los 24 °C como una temperatura transicional, se consideró importante incluirlos para mostrar como los organismos ya aclimatizados a la época cálida, al momento de cambiarlos a una temperatura más baja incrementan su tasa metabólica; sus distribuciones fluctuaron entre 0.7 y 0.9 mg O₂ * h⁻¹ * g PS⁻¹.

Los ciclos anteriormente descritos superan los valores de las distribuciones de los ciclos 15, 16, 17, 18 y 20 que son los típicos representantes de la época y que se midieron a 30 °C, la temperatura predominante durante esta temporada del año. Sus distribuciones, con excepción del ciclo 16 el cual se comentará posteriormente, estuvieron alrededor de los 0.6

$\text{mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g PS}^{-1}$, aproximadamente ocupando el mismo intervalo que los QO_2 medidos en la época fría a 25 °C.

De manera general puede decirse que los ciclos medidos a 20 °C en la época fría y a 30 °C en la cálida son los que presentan menor dispersión al revisar su rango intercuartil (con excepción del ciclo 16), en relación a aquellos medidos a temperaturas de transición, lo que apunta a evidenciar que existe un proceso de aclimatización que hace que los camarones se desempeñen de mejor manera en cada época en la temperatura predominante para dicha época.

En la Fig. 2. se señala asimismo los ciclos que se midieron con organismos alimentados. Parece ser que las distribuciones de los datos bajo esta condición tienden a darse en valores mayores que para los no alimentados, con excepción de los ciclos 4 y 20. Pero lo que es más evidente es que los ciclos bajo condición de alimentación son más dispersos que los no alimentados, exceptuando el ciclo 14 para la época cálida. El caso ilustrativo es el ciclo 16 en comparación con el 15 que se midió bajo las mismas condiciones de los otros factores en estudio.

Ante estas observaciones y las hipótesis planteadas inicialmente en el sentido de que los factores seleccionados para este estudio influyen de manera fundamental la expresión de la tasa metabólica, se establecieron ciertas estrategias de análisis estadístico que pudiera cumplir con los objetivos del trabajo, con el volumen de datos generado en la investigación y con el posible diseño de tratamientos que quedó luego de depurar la información.

Una vez integrados y ponderados todos estos criterios, el análisis se realizó mediante MEL.

Modelos estadísticos lineales

Los modelos estadísticos lineales (MEL) son la base de los métodos estadísticos más usuales en áreas tan importantes como regresión y diseño de experimentos (Méndez, 1981). Pueden tener una amplia aplicación en diferentes campos de investigación en los que se manejen problemas con variabilidad de tipo aleatoria. Los MEL se han convertido en un valioso instrumento para las investigaciones, en particular las comparativas (Méndez, 1991).

En general, los MEL se emplean en problemas en los que se analizan varias poblaciones con el mismo grado de generalidad, pero que difieren en la modalidad de algunos factores al ser especificados, y en los que es de interés determinar posibles cambios en las medias de dichas poblaciones. Para esto se reconoce que las poblaciones se representan por distribuciones normales, que tienen la misma varianza e independencia de errores (Méndez, 1981).

El MEL básico se establece al considerar que las mediciones de la variable de interés o de respuesta se descomponen en dos partes. Una parte constante, debida a los factores comunes en la población, y otra parte variable debida a los factores no comunes (error).

Si se piensa en una población con factores o características comunes x_a, x_b, x_c , y con factores no comunes $x_d, x_e, x_f, \dots, x_p, \dots$, se puede elaborar el siguiente MEL:

$$y_i = \mu(x_a, x_b, x_c) + \varepsilon_i(x_d, x_e, x_f, \dots, x_p)$$

Se considera que la variabilidad en y_i es debida ε_i , la que a su vez es debida a los factores $x_d, x_e, x_f, \dots, x_p, \dots$. La media μ depende de x_a, x_b, x_c , los factores comunes a los diferentes valores de la variable y_i . La varianza de y_i y de ε_i , sea σ^2 depende de $x_d, x_e, x_f, \dots, x_p$, los factores no comunes de la población.

Si se reconoce que las medias dependen de ciertos factores comunes y que esa dependencia es de tipo lineal, esto se puede expresar como:

$$\mu(x_a, x_b, x_c) = \sum_{w=1}^p \beta_w g_w(x_a, x_b, x_c)$$

donde las $g_w(x_a, x_b, x_c)$ con $w=1, \dots, p$ son funciones conocidas de las condiciones especificadas por x_a, x_b, x_c que son las modalidades de los factores cuantitativos o cualitativos que definen una población específica. Los β_w son parámetros desconocidos sobre los que se enfocará el análisis para su estimación y pruebas de hipótesis.

Así el modelo lineal general puede expresarse de la siguiente manera:

$$y_{abcdef\dots l} = \sum_{w=1}^p \beta_w g_w(x_a, x_b, x_c) + \varepsilon_{def\dots l}$$

$$\text{con } \varepsilon_{def\dots l} \sim NID(0, \sigma^2)$$

Si se simplifica la notación y las funciones g_w se denotan solamente como x_w , y si estas variables tienen valores 0 y 1 que señalan la presencia o ausencia de efectos, este modelo sirve para los modelos de diseños de experimentos (Méndez, 1991). Si el modelo comprende variables explicativas cuantitativas, entonces el modelo es de análisis de regresión.

Los modelos estadísticos lineales tienen muchas aplicaciones en el análisis de datos de estudios comparativos, dentro de las cuales se podrían citar la descripción, explicación, la predicción y la calibración, sobre todo en su forma de modelos de regresión. Para este estudio y en razón de los objetivos particulares planteados, se establecieron cinco estrategias de análisis de los datos que se presentan en la Tabla 1 (Apéndice 1), utilizando los MEL con las variables y factores definidos. Dichas estrategias se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Estrategia de análisis de la tasa metabólica de juveniles de *P. aztecus* mediante MEL.

Objetivo	Estrategia	Modelo		
		Tipo	Propuesto	Estimado
Uno	I. Modelos polinomiales para el QO_2 por cámara, en relación a la hora del día	$y_i = \beta_0 + \beta_1 * H_i + \dots + \beta_3 * H_i^3 + \varepsilon_i$	1	1' A
			2	2' A
Uno	II. Modelos polinomiales para las medias de QO_2 por ciclo, en relación a la hora del día.	$y_i = \beta_0 + \beta_1 * H_i + \dots + \beta_3 * H_i^3 + \varepsilon_i$	3	3' B
			4	4' B
Uno	III. Modelo para evaluar el grado de ajuste a los polinomios, en relación a los factores en estudio.	$y_{ijkl} = \beta_0 + \beta_1 * E_i + \beta_2 * T_j + \beta_3 * S_k + \beta_4 * A_l + \text{Todas las interacciones de dos factores} + \varepsilon_{ijkl}$	5	5'
Uno	IV. Modelos para evaluar el efecto de los factores en la distribución del QO_2 .	$y_{ijklm} = \beta_0 + \beta_1 * E_i + \beta_2 * T_j + \beta_3 * S_k + \beta_4 * A_l + \beta_5 * PS_m + \text{Todas las interacciones de dos factores} + \varepsilon_{ijklm}$	6	6'a 6'b 6'c 6'd
Dos	V. Modelo para la aclimatación cruzada.	$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 * CICLO_i + \beta_2 * PS_j + \beta_3 * CICLO_i * PS_j + \varepsilon_{ij}$	7	7' C

^{A'} Los resultados parciales de la estimación de los parámetros de los polinomios se presentan en las Tablas 1 y 3 del Apéndice 1.

^{B'} Los resultados parciales de la estimación de los parámetros de los polinomios se presentan en la Tabla 4 del Apéndice 1.

^{C'} Los resultados de la estimación de los parámetros y las pruebas de hipótesis del modelo se presentan en las Tablas 7, 8 y 9.

El número con el que se identifican los modelos lleva un apóstrofo (') si se trata de un modelo estimado; además en estos, la variable de respuesta no se escribió como \hat{y} ; se cambió por una notación relacionada con el nombre de la variable de interés según fue el caso.

I Modelos polinomiales para el QO_2 por cámara

Como punto de partida para conocer la variación del consumo de oxígeno se procedió a verificar si éste podía ser modelado a través del tiempo mediante polinomios de tercer y cuarto orden para cada cámara. Se realizaron 107 polinomios para cada orden, del tipo:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * H_i + \beta_2 * H_i^2 + \beta_3 * H_i^3 + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$\varepsilon_i \sim NID(0, \sigma^2)$$

y

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * H_i + \beta_2 * H_i^2 + \beta_3 * H_i^3 + \beta_4 * H_i^4 + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$\varepsilon_i \sim NID(0, \sigma^2)$$

donde:

y_i = consumo de oxígeno QO_2 a la hora del día i -ésima.

H_i = hora del día i -ésima.

β_0 = intercepto.

β_1 = coeficiente asociado al componente del polinomio de orden 1.

β_2 = coeficiente asociado al componente del polinomio de orden 2.

β_3 = coeficiente asociado al componente del polinomio de orden 3.

β_4 = coeficiente asociado al componente del polinomio de orden 4.

ε_i = error asociado al consumo de oxígeno QO_2 a la hora del día i -ésima.

Un resumen de los resultados de la estimación de los polinomios modelos (1) y (2), para cada una de las cámaras se encuentra en la Tabla 1 y Tabla 3 del Apéndice 1. Se puede decir que, de manera general, la raíz de los cuadrados medios del error (RCME) es menor en los modelos de orden cuatro que los de orden tres; el coeficiente de determinación por otra parte tiende a ser mayor en los polinomios de orden cuatro, por lo que este polinomio podría ser el que debiera tomarse en cuenta como base para modelar el QO_2 en relación a la hora del día en la que éste se midió.

De las 107 cámaras utilizadas en la investigación, pertenecientes a 15 ciclos, solo 24 de ellas tuvieron un modelo de orden tres, el modelo (1), significativo en el análisis de varianza, considerando un nivel de significancia $\alpha = 0.1$. Respecto al modelo (2), de orden cuatro, sólo se tuvieron 16 con las mismas características de significatividad. Un ciclo, el de clave 20, tuvo 6 cámaras de ocho, con polinomios significativos para el modelo (1) y cuatro para el modelo (2). Este criterio se consideró con menor peso que el mencionado en el párrafo anterior.

Como se observa en las Tablas 1 y 3, existe mucha variabilidad en los resultados y poca información valiosa puede obtenerse. Por tal motivo ya no se procedió a realizar análisis más detallados para esta parte del trabajo.

II Modelos polinomiales para las medias de QO_2 por ciclo

Al observarse la gran variación que existió en los modelos (1) y (2), se consideró la estrategia de trabajar los datos por ciclo, en vez de hacerlo por cada cámara como se describió en la parte de la estrategia I. Se promediaron los valores de QO_2 de las cámaras para cada hora de medición en cada ciclo, lo cual resultó en 15 polinomios. Los modelos fueron:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * H_i + \beta_2 * H_i^2 + \beta_3 * H_i^3 + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$\varepsilon_i \sim NID(0, \sigma^2)$$

y

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * H_i + \beta_2 * H_i^2 + \beta_3 * H_i^3 + \beta_4 * H_i^4 + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$\varepsilon_i \sim NID(0, \sigma^2)$$

donde:

y_i = media del consumo de oxígeno QO_2 de las cámaras pertenecientes al ciclo, a la hora del día i -ésima.

H_i = hora del día i -ésima.

β_0 = intercepto.

β_1 = coeficiente asociado al componente del polinomio de orden 1.

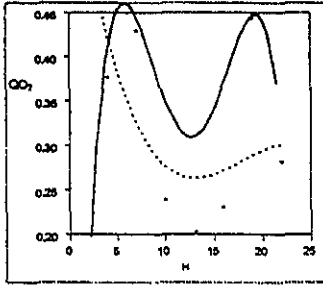
β_2 = coeficiente asociado al componente del polinomio de orden 2.

β_3 = coeficiente asociado al componente del polinomio de orden 3.

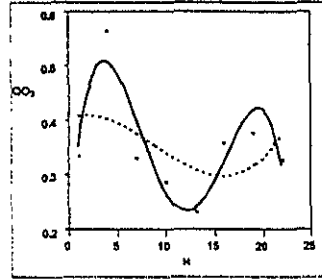
β_4 = coeficiente asociado al componente del polinomio de orden 4.

ε_i = error asociado a la media del consumo de oxígeno QO_2 de las cámaras pertenecientes al ciclo, a la hora del día i -ésima.

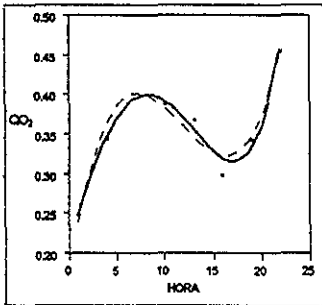
Cuando se trabajó con las medias de QO_2 para cada hora dentro de los ciclos, se pudo constatar la mayor adecuación de los polinomios cuárticos a los datos (ver ejemplos en la Fig. 3). Los r^2 asociados a los modelos de orden cuatro son mayores. Considerando un nivel de significancia de 0.1, sólo tres polinomios resultaron significativos para los modelos (3) y dos para el modelo (4). En la Tabla 4 del Apéndice 1 se detallan resultados de los ajustes a los polinomios.



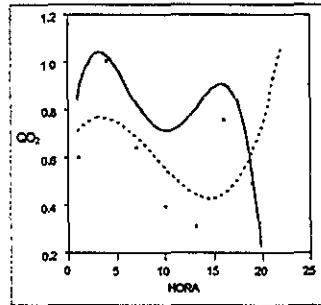
A. Medias de QO_2 vs. Hora de medición (H) para el ciclo 2: época fría, 20°C, 28 %, no alimentados. (7 cámaras por hora durante el ciclo).



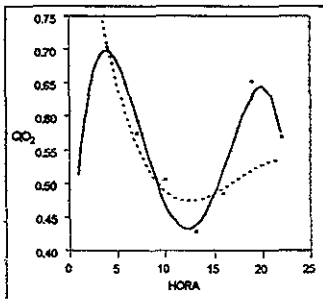
B. Medias de QO_2 vs. Hora de medición (H) para el ciclo 3: época fría, 20°C, 30 %, alimentados. (7 cámaras por hora durante el ciclo).



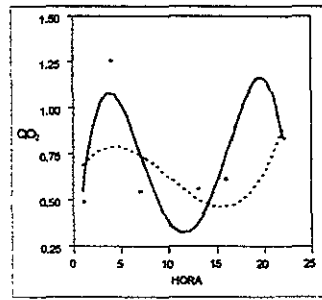
C. Medias de QO_2 vs. Hora de medición (H) para el ciclo 9: época fría, 26°C, 34 %, no alimentados. (7 cámaras por hora durante el ciclo).



D. Medias de QO_2 vs. Hora de medición (H) para el ciclo 11: época fría, 25°C, 34 %, alimentados. (7 cámaras por hora durante el ciclo).



E. Medias de QO_2 vs. Hora de medición (H) para el ciclo 15: época cálida, 30°C, 22 %, no alimentados. (8 cámaras por hora durante el ciclo).



F. Medias de QO_2 vs. Hora de medición (H) para el ciclo 16: época cálida, 30°C, 22 %, alimentados. (6 cámaras por hora durante el ciclo).

--- Ajuste polinomial, grado=3 — Ajuste polinomial, grado=4

Fig. 3. Gráficas de seis de los ciclos de consumo de oxígeno de juveniles de *Penaus aztecus* realizados en este estudio. Se observa un mejor ajuste de las curvas correspondientes a los polinomios de orden 4. QO_2 en $mg O_2 \cdot h^{-1} \cdot g PS^{-1}$.

En los ejemplos se presentan ciclos medidos a 20, 25 y 30 °C en camarones no alimentados y con alimentación previa. En las gráficas se puede apreciar que existen dos máximos de consumo de oxígeno en un ciclo de 24 horas. El primero asociado a la medición entre las 03 y 05:00 horas y el otro entre las 18 y 20:00 horas. Estos picos denotan la actividad máxima en el día para un camarón, asociados a la búsqueda de alimento y a las mareas altas en el sistema. Esta actividad es conocida por los pescadores quienes los capturan preferentemente al amanecer y al anochecer. En términos generales, el mínimo se da entre las 12 y las 14:00 horas, o bien se puede extender a todo el intervalo de máxima insolación en el sistema, cuando la temperatura del agua es la más alta del día. Esta mínima actividad es un mecanismo conductual para regular su temperatura corporal y para evitar posibles depredadores. Los ciclos con camarones alimentados oscilan en intervalos de mayores valores que los de los ciclos sin alimento.

Por otra parte esta fluctuación diaria de la tasa metabólica, fortalece la decisión de medir en ciclos de 24 horas, ya que trabajando de esta manera se puede estimar un valor representativo diario del QO_2 . Si se realizaran mediciones parciales sólo a cierta hora del día podría caerse en subestimar o por otra parte sobreestimar, dependiendo del momento, el valor del gasto de energía diario.

En varios casos se pudo observar que aunque el modelo resultara ser significativo o tendiente a serlo, los coeficientes asociados a las horas del día en sus diferentes potencias eran no significativos, por lo que no se ahondó en detalles sobre estos modelos.

El Modelo para evaluar el grado de ajuste a los polinomios

Por otra parte se trató de establecer si los factores estacional, ambientales e intrínsecos afectaban la posible modelación de las medias de QO_2 en relación a las horas del día en los polinomios mencionados anteriormente. Se tomó como variable de respuesta el coeficiente de determinación de los polinomios de tercer y cuarto orden, como una medida del grado de la asociación o ajuste, y se utilizó un modelo estadístico lineal como el siguiente:

$$\begin{aligned}
 y_{ijkl} = & \beta_0 + \beta_1 * E_i + \beta_2 * T_j + \beta_3 * S_k + \beta_4 * A_l & (5) \\
 & + \text{Todas las interacciones de dos factores} \\
 & + \varepsilon_{ijkl} \\
 & \varepsilon_{ijkl} \sim NID(0, \sigma^2)
 \end{aligned}$$

donde:

y_{ijkl} = grado de ajuste (r^2) del polinomio de orden 3 (o 4) en la época i -ésima, en la temperatura j -ésima, en la salinidad k -ésima y en la condición de alimentación l -ésima.

E_i =	época i -ésima.	$i = 0, 1$. (fría, cálida).
T_j =	temperatura j -ésima.	Región de exploración: 20 - 30 °C.
S_k =	salinidad k -ésima.	Región de exploración: 22 - 36 ‰.
A_l =	condición de alimentación l -ésima.	$l = 0, 1$. (sin alimento, con alimento).
β_0 =	intercepto.	
β_1 =	coeficiente asociado al factor época.	
β_2 =	coeficiente asociado al factor temperatura.	
β_3 =	coeficiente asociado al factor salinidad.	
β_4 =	coeficiente asociado al factor condición de alimentación.	
ε_{ijkl} =	error asociado a la medición del ajuste (r^2) del polinomio de orden 3 (o 4) en la época i -ésima, en la temperatura j -ésima, en la salinidad k -ésima y en la condición de alimentación l -ésima.	

El ajuste más conveniente para los datos se observó en los polinomios de orden cuatro, por lo que el modelo (5) se estimó sólo para estos. El resultado del análisis da el siguiente modelo:

$$\begin{aligned}
 r^2_{ijkl} = & 63.729 + 14.958 * E_i - 2.535 * T_j - 2.163 * S_k \\
 & + 0.518 * A_l - 0.069 * E_i * T_j - 0.424 * E_i * S_k \\
 & - 0.608 * E_i * A_l + 0.087 * T_j * S_k
 \end{aligned}
 \quad (5')$$

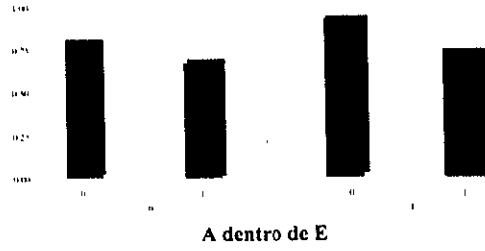
Para las regiones de exploración especificadas.

Para lograr la estimación del modelo, se eliminaron dos valores extremos. Los datos correspondieron a los ciclos 18 y 6 que se excluyeron en ese orden (fueron los datos con número 14 y 4 de acuerdo a la Tabla 4 del Apéndice 1). En el modelo estimado (ver Apéndice 2) resultaron significativos los factores época (E), temperatura (T), salinidad (S) y alimentación (A) y las interacciones de época con cada uno de los factores salinidad y alimentación, y de temperatura con salinidad ($P < 0.05$). El factor salinidad provocó el efecto más significativo en la respuesta. La interacción de época con temperatura resultó no significativa ($P = 0.0510$) pero fue considerada en el modelo (5') ya que en la rutina de selección de modelos del JMP y en la selección del autor, se había propuesto para aparecer; además de que su valor de probabilidad descriptivo para el estadístico F quedó muy cercano al nivel de significancia. Debe mencionarse que el peso seco, una de las condiciones intrínsecas manejadas en este trabajo, no influye en el grado de ajuste del QO_2 a la hora del día, cuando se hizo mediante un polinomio de orden cuatro.

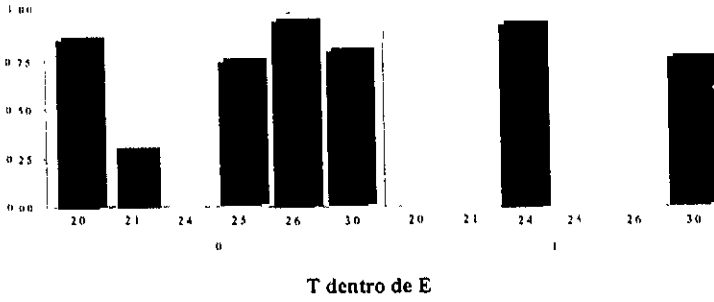
Con los valores de las medias de los coeficientes de correlación de acuerdo al modelo estimado (5'), se elaboraron gráficas de barras para hacer evidente la interacción de los factores antes mencionados. En la Fig. 4 se muestran las medias de r^2 para las diferentes interacciones de dos factores.

Media

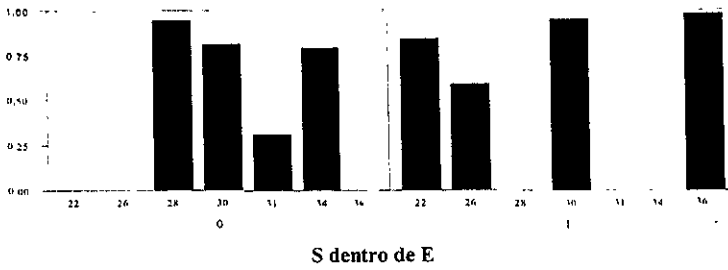
A



B



C



D

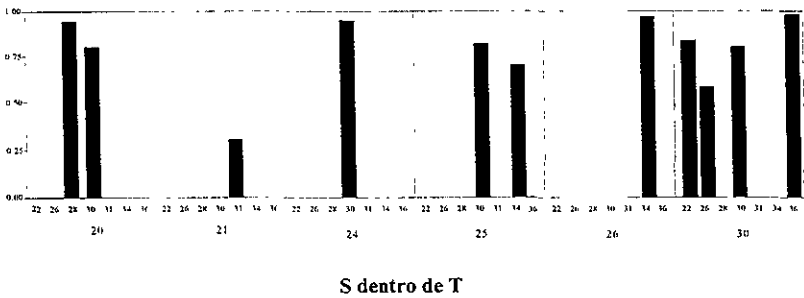


Fig. 4. Gráfica de las medias de r^2 en relación a las interacciones consideradas en el modelo (5').

En la gráfica *A*, condición de alimentación dentro de cada época, se aprecia como las r^2 para la época fría son menores que para la cálida, además de que el patrón descendente para ésta última es ligeramente más abrupto que en la época fría. En las gráficas *B* y *C*, temperatura dentro de épocas y salinidad entre épocas, sólo una condición, 30 °C y 30 ‰ respectivamente, se tuvieron para las dos épocas. En la gráfica *B* se puede observar que la temperatura, para la época cálida, sólo tuvo dos niveles, lo que no permitió mostrar con claridad la interacción. Esta situación concuerda con la no significatividad encontrada para esta interacción en el modelo (5').

En la interacción de época con salinidad, en la época fría, las medias del coeficiente de correlación parece mostrar una tendencia al decremento desde la salinidad 28 ‰ hasta 34 ‰. En la época cálida, se observa otro patrón, ya que las medias de r^2 aumentan de valor conforme aumenta la salinidad y se tiene la mayor media de r^2 a 36 ‰ (Fig. 4C).

Por otra parte, se observa la interacción entre la temperatura a distintas salinidades, en este caso la salinidad 30 ‰ tiene distintas medias de r^2 cuando cambia la temperatura, siendo esto más evidente a 24 °C. También se observan valores diferentes de las medias de r^2 en salinidades de 34 ‰, a temperaturas de 25 y 26 °C.

Sin embargo, dadas las salinidades utilizadas para los dispositivos experimentales (que reflejaron de las condiciones prevalecientes en cada momento del ciclo anual), no se aprecia tan claramente la interacción ya que se cuenta sólo con dos valores de salinidad (30 y 34 ‰) para ciertas temperaturas (Fig. 4D). Pero debe mencionarse que los patrones que se observan en ambas salinidades son diferentes y esto apoya el hecho de haber encontrado significativa la interacción.

El coeficiente de determinación fue de 0.909, pero el modelo resultó no ser significativo ($P=0.0681$).

Se revisaron detenidamente las propiedades de los residuos de manera gráfica (residuos vs. media predicha, histograma de residuos estudentizados y diagramas de cajas) y estadísticamente (prueba de Durbin-Watson para autocorrelación, prueba de Shapiro-Wilk para normalidad y prueba de t bajo la hipótesis de que la media de los residuos estudentizados es cero), en ambas etapas, cuando se buscaron datos extremos y cuando se hizo la selección de variables, para tener confianza en el cumplimiento de los supuestos de los MEL y que la estimación de los parámetros del modelo y las decisiones y conclusiones que de ellos se hicieran, fueran válidas.

Los resultados de la estimación y la revisión de supuestos del modelo se presenta en el Apéndice 2, donde se da evidencia de que puede considerarse como un modelo apropiado, aunque se observa que existe variación en los valores de la respuesta alrededor de 0.8.

IV Modelos para evaluar el efecto de los factores en la distribución del QO_2

Debido a los comportamientos observados durante todo el día (24 horas) en cuanto a la variabilidad del QO_2 , se trabajó tanto con las medias del consumo por cada cámara, como con las medidas de dispersión de la estadística básica: el intervalo o rango, la desviación estándar y el coeficiente de variación del QO_2 , debidamente transformados por su logaritmo. La intención de este análisis fue el explorar cómo es que los diferentes factores mencionados operan sobre la distribución de la tasa metabólica mediada a través del consumo de oxígeno de los juveniles de *P. aztecus*.

Se utilizaron, en esta parte, MEL que contenían los factores estacional, intrínsecos y extrínsecos, y las interacciones de hasta sólo dos factores por considerar que las interacciones de mayor orden no aportan substancialmente a la explicación de la variación en la respuesta y porque su interpretación es difícil. De esta manera se construyó el modelo:

$$y_{ijklm} = \beta_0 + \beta_1 * E_i + \beta_2 * T_j + \beta_3 * S_k + \beta_4 * A_l \quad (6)$$

+ $\beta_5 * PS_m$ + Todas las interacciones de

dos factores + ε_{ijklm}

$$\varepsilon_{ijklm} \sim NID(0, \sigma^2)$$

y_{ijklm} = media o logaritmo de la medida de variabilidad del consumo de oxígeno QO_2 del ciclo de 24 horas por cámara, en la época i -ésima, en la temperatura j -ésima, en la salinidad k -ésima, en la condición de alimentación l -ésima y en el peso seco m -ésimo.

E_i = época i -ésima. $i = 0, 1$. (fría, cálida).

T_j = temperatura j -ésima. Región de exploración: 20 - 30 °C.

S_k = salinidad k -ésima. Región de exploración: 22 - 36 ‰.

A_l = condición de alimentación l -ésima. $l = 0, 1$. (sin alimento, con alimento).

PS_m = peso seco promedio m -ésimo de los camarones de cada cámara. Región de exploración: 0.3025-2.77 g.

β_0 = intercepto.

β_1 = coeficiente asociado al factor época.

β_2 = coeficiente asociado al factor temperatura.

β_3 = coeficiente asociado al factor salinidad.

β_4 =	coeficiente asociado al factor condición de alimentación.
β_5 =	coeficiente asociado al factor peso seco.
ε_{ijklm} =	error asociado a media o logaritmo de la medida de variabilidad del consumo de oxígeno QO_2 del ciclo de 24 horas por cámara, en la época i -ésima, en la temperatura j -ésima, en la salinidad k -ésima, en la condición de alimentación l -ésima, en el peso seco m -ésimo y sus interacciones de dos factores.

Una vez estimado el modelo inicial, se detectaron los valores extremos y se fueron eliminando hasta minimizar el posible efecto de estos datos en el modelo.

Se revisaron detalladamente las propiedades de los residuos de manera gráfica (residuos vs. media predicha, histograma de residuos estudentizados y diagramas de cajas) y estadísticamente (prueba de Durbin-Watson para autocorrelación, prueba de Shapiro-Wilk para normalidad y prueba de t bajo la hipótesis de que la media de los residuos estudentizados es cero), para tener confianza en el cumplimiento de los supuestos de los MEL y que la estimación de los parámetros del modelo y las decisiones y conclusiones que de ellos se hicieron, tuvieran consistencia y validez.

Una vez determinado qué datos serían los adecuados para proseguir con el análisis, se continuó con la estrategia planteada de selección del modelo, primero con la del autor, paso a paso hacia atrás, considerando como criterios para la eliminación cuánto podrían aportar a la Suma de Cuadrados y su significancia con la prueba t ($P < 0.05$) cuando se estimó el parámetro del modelo en cuestión (o también al hacer la prueba de efectos, a través de una prueba de F , bajo el mismo nivel crítico) y con el método *Stepwise* del Ajuste de modelos del JMP, con las tres direcciones y reglas combinadas. El proceso se detuvo al encontrar significativos todos los estimadores de los parámetros del modelo bajo selección. Se revisaron de nueva cuenta los residuos de acuerdo al procedimiento mencionado anteriormente. El análisis se muestra en el Apéndice 2.

Los resultados obtenidos para la estrategia de análisis IV fueron los siguientes:

Para conocer cómo se afecta la distribución del consumo de oxígeno, se trabajó con el modelo (6) primero con los valores promedio de QO_2 para el día, el cual se estimó con el siguiente resultado:

$$\begin{aligned}
 QO_{2,ijklm} = & - 0.818 + 2.245 * E_i + 0.087 * T_j - 0.016 * S_k & (6'a) \\
 & - 0.857 * A_l + 0.833 * PS_m - 0.092 * E_i * T_j \\
 & + 0.162 * E_i * PS_m + 0.021 * T_j * A_l - 0.045 * T_j * PS_m \\
 & + 0.014 * S_k * A_l
 \end{aligned}$$

El coeficiente de determinación fue de 0.752, no hubo carencia de ajuste ($P > 0.1$) y el modelo a través del análisis de varianza resultó ser altamente significativo ($P < 0.0001$). La revisión de residuos para este modelo, resultó exitosa al cumplirse los supuestos de los modelos lineales.

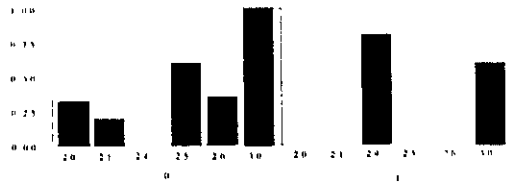
Los estimadores presentes en el modelo anterior fueron altamente significativos ($P < 0.005$). Del modelo (6'a) cabe resaltar, que la época tiene un coeficiente positivo, pero la temperatura y la salinidad no. La alimentación también tiene coeficiente positivo y esto puede atribuirse al efecto conocido como acción calorigénica del alimento, que provocó en los camarones alimentados un incremento en su QO_2 de $0.113 \text{ mg } O_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g PS}^{-1}$. El peso seco tiene asociado un coeficiente positivo; se esperaba encontrarlo negativo en vista de que un organismo de mayor peso debe consumir más oxígeno por unidad de masa; sin embargo esta situación se da cuando únicamente se toma en cuenta el peso seco como factor del consumo de oxígeno. En este caso, con el concurso de los otros factores principales y sobre todo, de las interacciones en las cuales participa este factor intrínseco, sí se puede estimar mediante el modelo, que un organismo de mayor talla consume menos oxígeno por unidad de masa.

Las interacciones consideradas en el modelo (6'a) se muestran gráficamente en la figura 5. La gráfica A presenta dos patrones distintos de las medias del QO_2 en las dos épocas al variar la temperatura: en la época fría conforme se incrementa la temperatura, la tasa metabólica tiende en general, a aumentar; en cambio en la época cálida, se observa el efecto inverso.

En la interacción de alimentación con temperatura (Fig. 5B), se aprecian dos patrones semejantes, aunque las medias del consumo de oxígeno en los camarones alimentados ($A=1$) son mayores, excepto en 30°C . A esta temperatura es en la cual se ve la diferencia entre las condiciones de alimentación, ya que en los organismos sin alimentar la media del QO_2 aumenta, y en organismos alimentados se mantiene en el mismo nivel de la temperatura próxima anterior.

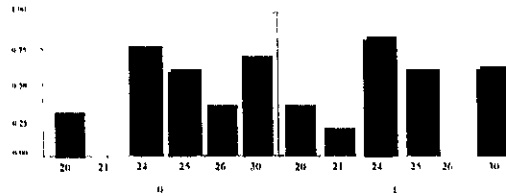
La salinidad cuando interactúa con la alimentación, ve minimizado su efecto en camarones alimentados, en los cuales no se manifiesta cambios en el QO_2 (Fig. 5C); en organismos sin alimentar ($A=0$) se presenta un máximo a 30% , por lo que los patrones son distintos.

Media
 QO_2



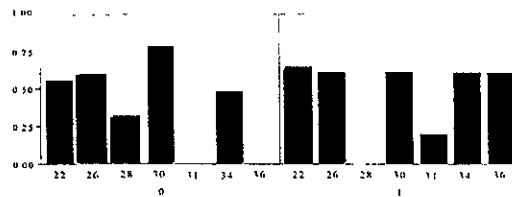
A

T dentro de E



B

T dentro de A



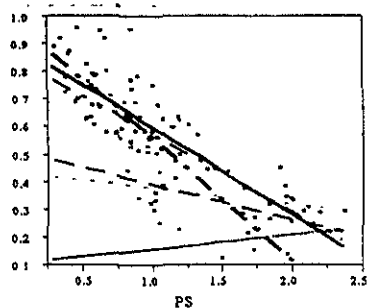
C

S dentro de A

Fig. 5A-C. Gráfica de las medias de r^2 en relación a las interacciones consideradas en el modelo (6'a).

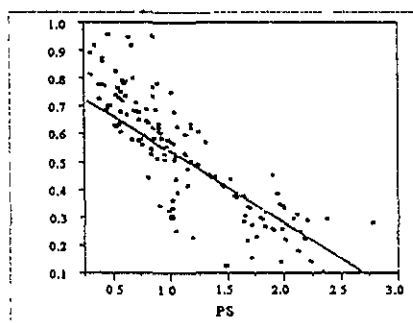
En el modelo (6'a) también resultaron significativas dos interacciones en las cuales participa el PS. Dado que la tasa metabólica medida como consumo de oxígeno por unidad de masa y el peso de los organismos tienen una relación inversamente proporcional (Pianka, 1978; Prosser, 1990), se planteó realizar gráficos del QO_2 contra el pesos seco por temperatura y por época del año para representar las interacciones. Estos gráficos se muestran en la figura 5D-E

Media

QO₂

D

T dentro de PS



E

E dentro de PS

Fig. 5D-E. Gráfica de las medias de r^2 en relación a las interacciones consideradas en el modelo (6'a). La interacción E*PS no fue significativa ($P > 0.05$). En la gráfica D, la temperatura 21 °C presentó pendiente positiva.

En la gráfica 5D es evidente como la relación entre el QO₂ y el pesos seco cambia cuando se evalúa a diferente temperatura. El patrón que se distingue es a 21 °C con una pendiente positiva.

La interacción E*PS, que se consideró en el modelo estimado muestra dos líneas con pendiente ligeramente distinta. Sin embargo esta interacción resultó no significativa, pero importante para la construcción del modelo.

Empleando el logaritmo de la desviación estándar como medida para evaluar el efecto de los factores manejados en este estudio se determinó el siguiente modelo:

$$\begin{aligned} \log D.E._{ijklm} = & - 0.405 + 2.518 * E_i - 0.053 * T_j & (6'b) \\ & + 0.023 * S_k - 4.703 * A_l - 0.720 * PS_m \\ & - 0.100 * E_i * S_k + 0.114 * T_j * A_l \\ & + 0.040 * S_k * A_l \end{aligned}$$

El modelo (6'b) tuvo un coeficiente de determinación de 0.605, la carencia de ajuste fue descartada ($P > 0.5$) y el modelo resultó altamente significativo en el análisis de varianza ($P < 0.0001$).

Respecto a los parámetros estimados los únicos que resultaron significativos, de los factores principales, fueron la época (E), alimentación (A) y el peso seco (PS). La temperatura y la salinidad quedaron en el modelo porque sus interacciones (E*S) y (T*A), sí tuvieron coeficientes significativos. Se debe mencionar que la alimentación tiene un efecto negativo en el logaritmo de la desviación estándar. Esto puede interpretarse de la siguiente manera: si se alimenta a los camarones previamente, este factor y su interacción con sus respectivos valores y coeficientes van a aumentar la desviación estándar.

El peso seco y la temperatura (y ésta última en particular como en el caso del modelo (6'a)), también presentan este efecto inverso, dado por el signo negativo de sus coeficientes. Si el valor del peso seco aumenta en el modelo, la desviación estándar disminuye; pero si la temperatura se incrementa, la desviación estándar también lo hará como en el caso de la alimentación, dado que participa también su interacción. Esta situación parece consistente y respecto a la condición de alimentación, comprueba lo observado y comentado en la Fig. 2. La revisión de lo residuos, avala la estimación de este modelo. Ver detalles en el Apéndice 2.

Para el coeficiente de variación, a través de su logaritmo, se estimó el modelo (6'c) que resultó ser:

$$\begin{aligned} \log C.V._{ijklm} = & 31.158 + 4.171 * E_i - 1.168 * T_j - 0.869 * S_k & (6'c) \\ & + 0.234 * A_l - 0.236 * PS_m - 0.126 * E_i * T_j \\ & - 0.262 * E_i * S_k + 0.037 * T_j * S_k \end{aligned}$$

En cuanto a poder explicativo en la variación de la respuesta este fue el modelo menos afortunado, su coeficiente de determinación fue igual a 0.444; no se presentó carencia de ajuste ($P>0.4$) y el análisis de varianza para el modelo resultó ser altamente significativo ($P<0.0001$). Todos los estimadores de los parámetros asociados a efectos principales resultaron significativos con excepción de la época ($P>0.05$), pero su influencia se determinó en las interacciones con la temperatura y por otra parte con la salinidad, que fueron altamente significativas ($P<0.0005$). El análisis de los residuos muestra que se cumplen los supuestos del modelo; los resultados se pueden observar en el Apéndice 2.

En este caso la alimentación incrementa el coeficiente de variación, lo mismo que las fluctuaciones de temperatura y salinidad.

El último modelo para analizar la distribución del QO_2 , fue el que tomó al logaritmo del intervalo o rango de los valores (*log Int*), como variable de respuesta. El modelo estimado fue:

$$\begin{aligned} \log Int_{ijklm} = & 52.413 + 13.416 * E_i - 2.157 * T_j & (6'd) \\ & - 1.766 * S_k + 0.504 * A_l - 0.899 * PS_m \\ & - 0.464 * E_i * S_k + 0.072 * T_j * S_k \end{aligned}$$

El modelo tuvo un coeficiente de determinación de 0.544, la carencia de ajuste se descartó ($P>0.05$), y el modelo fue altamente significativo ($P<0.0001$). Todos los estimadores de los parámetros de efectos principales del modelo fueron significativos. El análisis de residuos fue favorable para suponer que los supuestos del modelo se cumplen.

Como se observa en los modelos donde se utilizó alguna medida de dispersión como respuesta, la condición de alimentación en términos generales incrementa la dispersión promedio y específica, de los datos.

A manera de resumen de las estrategias de análisis para el objetivo número uno, se presenta una tabla con los estimadores de los diferentes modelos. La idea fue revisar qué factor, por la significatividad de su coeficiente, estuvo presente en los modelos y encontrar a aquellos que resultan importantes para el estudio de la tasa metabólica de *P. aztecus*.

En la Tabla 5 se identificaron los factores e interacciones significativas, considerando un $\alpha = 0.05$ y se marcaron con X. La *x* denotó los coeficientes no significativos pero que se incluyeron por considerarlos relevantes para el modelo en particular.

El mayor interés de este estudio, estuvo centrado en los modelos de la estrategia de análisis IV para evaluar el efecto de los factores en la distribución del QO_2 . Los factores principales significativos en todos estos modelos (6') fueron la alimentación y el peso seco; le

siguieron la época, la temperatura y la salinidad que estuvieron en tres de los cuatro modelos. Sin embargo todos los factores principales aparecieron en los modelos.

El factor que más presencia tuvo, contando sus intervenciones como principal o en diferentes interacciones, fue la temperatura, luego la salinidad, la época y la alimentación.

Tabla 5. Resumen de los estimadores de los coeficientes asociados a los diferentes factores de los MEL relacionados al objetivo uno del presente estudio

Modelo	Estimadores significativos															
	Bo	E	T	S	A	PS	E*T	E*S	E*A	E*PS	T*S	T*A	T*PS	S*A	S*PS	
5'	X	X	X	X	X		X	X	X		X					
6'a	x	X	X	X	X	X	X			x		X	X	X		
6'b	x	X	x	x	X	X		X				X		x		
6'c	X	x	X	X	X	X	X	X			X					
6'd	X	X	X	X	X	X		X			X					

La interacción que estuvo presente en mayor número de apariciones fue la de época con salinidad.

En cuanto a los modelos que tuvieron como variable de respuesta alguna medida de dispersión, los factores principales más importantes fueron la talla y la alimentación y por participar en varias interacciones resultó relevante la salinidad.

V Modelo para la aclimatación cruzada

Mediante este modelo se probó el efecto de la época mediante la aclimatación cruzada; es decir, organismos de la época fría se midieron a una condición de temperatura que no se presenta en esta época, pero que es común en la época cálida: 30 °C. Además se estableció una condición de temperatura de 24 °C para la época cálida que no es la predominante para esta temporada en la cual se presentan temperaturas altas. Aplicando los criterios de eliminación no se consideró adecuado trabajar con los datos del ciclo a 30 °C de la época fría cuyos organismos fueron alimentados, por lo que se descartó la utilización de los ciclos con organismos alimentados en todas las condiciones para este modelo. Considerando que en la época fría se tienen QO₂ medidos en temperatura de transición (25 °C), se incorporaron dos ciclos de esta época al análisis (con claves 6 y 10) y uno más de la época

cálida a 30 °C (ciclo 17), para tener cinco condiciones, tres en época fría y dos en la cálida, todos ellos con organismos sin alimentación previa.

Dado que en los ciclos seleccionados, se tienen diferentes niveles de los factores involucrados en el estudio, se consideró el ciclo como un tratamiento global caracterizado por la temperatura a la cual se midió, por lo que se tomaron únicamente los cinco ciclos involucrados en la estrategia experimental de aclimatación cruzada (ver la Tabla 6), que se analizaron mediante el modelo:

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 * CICLO_i + \beta_2 * PS_j + \beta_3 * CICLO_i * PS_j \quad (7)$$

$$+ \varepsilon_{ij}$$

$$\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$$

donde:

y_{ij} = media del consumo de oxígeno QO_2 del ciclo de 24 horas por cámara, en el ciclo i -ésimo y en el peso seco j -ésimo.

$CICLO_i$ = ciclo i -ésimo. $i = 1, \dots, 5$.

PS_j = peso seco j -ésimo. Región de exploración: 0.3025 - 1.1561 g.

β_0 = intercepto.

β_1 = coeficiente asociado al factor ciclo.

β_2 = coeficiente asociado al factor peso seco.

β_3 = coeficiente asociado a la interacción del ciclo i -ésimo y el peso seco j -ésimo.

ε_{ij} = error asociado a media del consumo de oxígeno QO_2 del ciclo de 24 horas por cámara, en el ciclo i -ésimo y en el peso seco j -ésimo.

La descripción de factores incluidos en el tratamiento global denominado ciclo, se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6. Factores y niveles presentes en el experimento de aclimatación cruzada sobre temperatura en juveniles no alimentados de *P. aztecus*.

i	Clave del ciclo	Factores		
		Época	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)
1	6	Fría=0	25	30
2	10	Fría=0	25	34
3	12	Fría=0	30	30
4	13	Cálida=1	24	30
5	17	Cálida=1	30	26

Como se puede observar en esta tabla, la temperatura fue la variable con la que se trabajó para la aclimatación cruzada y la salinidad no se fijó.

Los cinco ciclos involucrados en la comparación por aclimatación cruzada presentan una distribución como se muestra en la figura 6, en la cual se tienen los diagramas de cajas y los intervalos de las medias y sus errores estándar. La media general fue $0.675 \text{ mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g PS}^{-1}$.

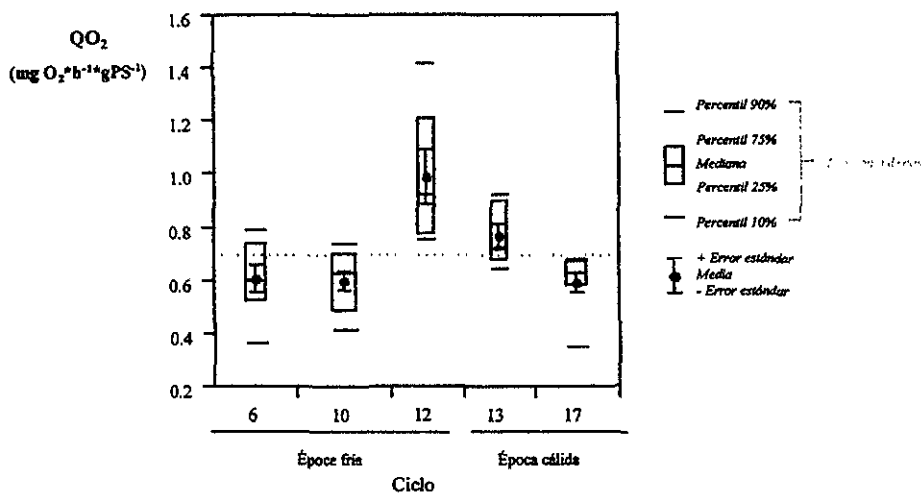


Fig. 6. Distribución del QO_2 en los ciclos considerados para la aclimatación cruzada. QO_2 expresado en $\text{mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g PS}^{-1}$. Se emplearon sólo ciclos con camarones sin alimentar.

Se puede ver que el ciclo 12 tiene la distribución con mayores valores dado que los organismos están a una temperatura mayor que no corresponde a la época en la que fueron capturados; incluso mayor que cualquier otro ciclo medido para el objetivo uno. Además el efecto puede también apreciarse en la amplitud de su rango intercuartil. La menor dispersión la presenta el ciclo medido en condiciones típicas de la época cálida (ciclo 17). Los ciclos medidos en temperaturas de transición tuvieron una dispersión intermedia entre los dos casos descritos anteriormente.

Una vez obtenido el análisis del modelo y sus estimaciones, se revisaron los residuos como se ha descrito anteriormente.

Por último se hicieron los contrastes pertinentes para probar el efecto de la época siguiendo una estrategia más estricta para la detección de diferencias significativas, mediante comparaciones por parejas ajustadas por Bonferroni, en las se realiza una corrección en el nivel de significancia.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Mediante la estimación y pruebas de hipótesis del modelo (7) se trató de evaluar la influencia que puede tener la época del año y el proceso de aclimatación sobre la respuesta fisiológica de los camarones, mediante la estrategia experimental de la aclimatación cruzada. La tabla de estimación del modelo, su análisis de varianza y las pruebas de hipótesis para los efectos se presentan en la Tabla 7, 8 y 9 respectivamente.

Tabla 7. Resultados de la estimación de parámetros (modelo 7') para la aclimatación cruzada.

Término	Estimado	Error estándar	Valor de t	Prob> t
Intercepto	1.3618708	0.063749	21.360	0.0000
CICLO[6-17]	-0.9471510	0.093352	-10.150	0.0000
CICLO[10-17]	0.0074290	0.116818	0.060	0.9499
CICLO[12-17]	-0.2977070	0.108142	-2.750	0.0119
CICLO[13-17]	0.6817778	0.178892	3.810	0.0010
PS	-0.1189790	0.111490	-1.070	0.2980
CICLO[6-17]*PS	-0.0550430	0.158189	-0.350	0.7313
CICLO[10-17]*PS	0.4471363	0.131486	3.400	0.0027
CICLO[12-17]*PS	-0.3413030	0.221080	-1.540	0.1376
CICLO[13-17]*PS	-0.2014390	0.235955	-0.850	0.4029

Los números asociados a los ciclos corresponden a su clave, de acuerdo con la Tabla 6, en la cual se presentan las condiciones particulares de cada ciclo.

Como puede observarse el coeficiente asociado los ciclos 6 y 17 no fue significativo, aún considerando que el ciclo 6 es de la época fría a 25 °C y el 17 fue de la cálida a 30°C; tampoco fue significativo el coeficiente de los ciclos 13 y 17. El peso seco es altamente significativo; pero en las interacciones sólo fue significativa en la diferencia entre los ciclos 10 y 17.

Tabla 8. Análisis de varianza para el modelo (7')

Fuente	g.l.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob>F
Modelo	9	0.82554753	0.091728	28.3259	0.0000
Error	21	0.06800402	0.003238		
C Total	30	0.89355156			

El modelo estimado es altamente significativo de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza. El coeficiente de determinación es de 0.9239; se descartó la carencia de ajuste ($P > 0.5$) y no se presentó autocorrelación. La revisión de los residuos fue exitosa de acuerdo con los supuestos de los MEL.

Tabla 9. Resultados de la prueba de efectos del modelo.

Fuente	Nparam	g.l.	Suma de Cuadrados	Valor de F	Prob>F
CICLO	4	4	0.06210397	4.7945	0.0066
PS	1	1	0.33335556	102.9420	0.0000
CICLO*PS	4	4	0.04176349	3.2242	0.0327

Los efectos del ciclo en la respuesta, que en este caso es la media de QO_2 por día, son significativos; el peso seco resultó significativo también, así como la interacción entre el ciclo y el peso seco. Este efecto puede visualizarse con ayuda de la figura 7, en la cual la interacción se manifiesta en que cada relación QO_2 vs. PS cambia (en su pendiente, ordenada al origen o ambas) cuando se trata de diferente ciclo.

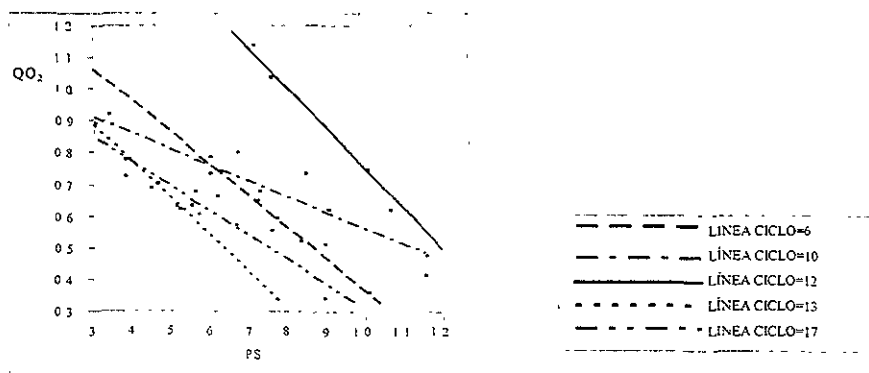


Fig. 7. Ajuste lineal del QO_2 ($mg O_2 \times h^{-1} \times g PS^{-1}$) con el PS (g) para los diferentes ciclos. Se hace evidente la interacción entre el PS y el ciclo.

Como se observa sólo las pendientes de los ciclos 6 y 13, a salinidad 30 ‰ y temperaturas 25 y 24 °C para las épocas fría y cálida respectivamente, son las más parecidas, aunque presentan un desfase en la ordenada al origen posiblemente como efecto de la diferente

época, pero falta evidencia para establecer alguna conclusión. Las demás relaciones muestran pendientes y ordenadas distintas.

En relación a la aclimatación cruzada se hicieron contrastes para comparar los diferentes ciclos; se contrastaron los ciclos 12 y 17 y los ciclos 6 y 13 que son las confrontaciones definidas para la aclimatación cruzada. Mediante el ajuste al nivel de significancia tipo Bonferroni, se tuvo un nuevo nivel de significancia, que resultó de dividir $\alpha = 0.05$ entre las combinaciones de 2 en 5 (que son las comparaciones posibles de acuerdo al número de ciclos). El nivel de significancia utilizado quedó entonces como $\alpha^* = 0.005$.

De acuerdo a esto, se corroboró la diferencia entre los ciclos 12 y 17 y se observó como la comparación de los ciclos 6 vs. 13, los cuales tienen la misma salinidad, no resultó significativa ante α^* (estos ciclos tienen 25 y 24 °C, respectivamente, que es la temperatura de transición). Se comparó adicionalmente los ciclos 6 y 10 que son de la misma época (la fría) y temperatura similar y no se encontró diferencia significativa. Por último se compararon estos dos ciclos contra el 13 de la época cálida y temperatura de transición, para tratar de encontrar diferencias entre épocas a 25 °C y el resultado fue una $P=0.0086$, que se encuentra cercano al nivel crítico α^* establecido. Lo cual hace sospechar que aún en temperaturas de transición, que se pueden presentar para las dos épocas, los camarones tenderían a desempeñarse de distinta manera en cada temporada. Los detalles se encuentran en el Apéndice 2.

Asimismo para caracterizar la representación gráfica de la interacción, se presentan en ese Apéndice los ajustes lineales simples de cada relación QO_2 , vs. PS para cada ciclo. En los resultados de estos análisis se puede observar que todas las relaciones son inversamente proporcionales como se esperaba. Todos los ajustes fueron significativos y con coeficientes de determinación altos, con excepción del ciclo 10.

Discusión

Considerando los alcances del trabajo, este estudio prácticamente contó con datos concernientes a todos los meses del año; sólo faltó tener información de la tasa metabólica para febrero y para noviembre, y por la naturaleza de los resultados generados en septiembre, estos tuvieron que desecharse de acuerdo con los criterios de eliminación establecidos. Puede decirse que a través de los datos se encuentran bien representadas las épocas y se tienen las temperaturas del agua que típicamente pueden encontrarse, en promedio, en las dos épocas. Así también, se observa que el intervalo de salinidades empleado cubre las fluctuaciones que suelen ocurrir en los sistemas estuarinos como el de Tamiahua y además, las salinidades utilizadas son reflejo de lo que acontece en cada época: en la fría, a pesar de la lluvia que traen los "nortes", el sistema es más salino que en la cálida, donde la influencia de la temporada de lluvias de verano es más importante y diluye el sistema.

El planteamiento de conocer cómo afectan los factores extrínsecos, intrínsecos y la estacionalidad (que es una integración o mezcla que incluye los n-componentes y las posibles interrelaciones de ambos grupos de factores), parece en primera instancia, conferirle al estudio una estructura de investigación como la encuesta comparativa prospectiva (Méndez *et al.*, 1994), puesto que se midió la respuesta acorde con la situación ambiental promedio (salinidad, temperatura) de ese momento. Sin embargo, el haber elegido la temperatura que se mantuvo constante durante todo el proceso de medición del consumo de oxígeno para un ciclo y para los diferentes ciclos dentro de la época, y al incorporar dentro del conjunto de factores por analizar, a la alimentación, variable explicativa que se manipuló en los sujetos de estudio, esta parte de la investigación se considera como un experimento.

El enfoque fisiológico de los estudios bioenergéticos propuesto por Klekowski y Duncan (1975), se ha adoptado en este estudio ya que se desea interpretar los fenómenos o eventos observados en el campo con la ayuda de algunas constantes fisiológicas que permitan conocer el desempeño de los seres vivos ante diferentes situaciones ambientales, o que ciertos planteamientos experimentales y sus resultados se contrasten con la dinámica ambiental y sirvan para explicar cómo funcionan los organismos en condiciones naturales. Este enfoque contempla tanto estructuras de investigación observacionales como experimentales.

Con la información obtenida en este trabajo, pueden plantearse experimentos más finos que tengan establecidos un diseño de tratamientos y un diseño experimental que permitan mejores comparaciones y por otra parte, que el estudio posea mayor validez interna al controlar las variables en estudio y los posibles factores de confusión.

En la Fig. 2 se puede apreciar el ajuste que realizan los organismos conforme pasan de una época a otra, y esto explica por qué en la época fría, se observa un incremento en QO_2 de 20 a 25 °C, pero cuando los camarones están en la época cálida a esta última temperatura, sus consumos son mayores (ciclos 13 y 14). En este proceso de transición los organismos deben

estar cambiando, desde el punto de vista bioquímico, sus sistemas enzimáticos para poder compensar el efecto de la variación de los factores propios de cada época (Hochachka y Somero, 1980). El resultado de esta compensación se ve en los ciclos medidos a 30 °C en la época cálida (ciclos 15, 16, 17, 18 y 20), donde a pesar de que la temperatura se ha incrementado 6 °C. respecto a la de transición, el QO_2 disminuye a niveles comparables con los medidos en la época fría a 25°C. Si la temperatura estuviera actuando sobre un mismo sistema enzimático, al incrementarse ésta, se esperaría que el consumo de oxígeno aumentara progresivamente de 20 a 25 y de 25 a 30°C, sin embargo esto no se observa.

El segundo objetivo del trabajo, que se enfoca a definir más precisamente la influencia de las épocas en la capacidad de respuesta fisiológica de los camarones, es un experimento que aprovechó ciertas condiciones que ya se habían medido sobre todo en los meses de transición entre épocas, y estableció dos condiciones de temperatura no observables o con poca probabilidad de acontecer en la época fría (30°C) o en la cálida (24°C). Aquí también quedó patente que se debió controlar la salinidad para poder ganar en la contundencia de las comparaciones. Es necesario elevar la validez interna de estos estudios a través de mejores diseños de tratamientos y trabajar con diseños experimentales establecidos.

I. Modelos polinomiales para el QO_2 por cámara

Al contar con valores del consumo de oxígeno medidos a diferentes tiempos dentro de un ciclo de 24 horas, se intentó por cada cámara, modelar la respuesta en el tiempo. Debe aclararse que esto no fue un objetivo principal del análisis de la información. Haber medido la tasa metabólica en un ciclo permitió hacer una mejor estimación de la media del QO_2 para un día, evitando subestimar o sobreestimarlos, que son los riesgos que se corren cuando se mide la respuesta sólo en ciertas horas del día. Como fue comentado en su oportunidad, al realizar los polinomios por cada cámara de acuerdo a los modelos (1) y (2), fue evidente la variabilidad de los datos, aún dentro de un mismo ciclo.

La situación que parece operar en este caso, es una falta de expresión homogénea de la ritmicidad en el ciclo circadiano, quizá propia de los organismos de esta especie.

En la literatura no se tiene indicios de que se haya trabajado la modelación del consumo de oxígeno diario en *P. aztecus*. Sin embargo por la descripción de los resultados existe alta concordancia con lo informado por Wickman y Minkler (1975), lo observado en campo y las actividades pesqueras en la laguna.

II Modelos polinomiales para las medias de QO_2 por ciclo

Al tomar la opción de calcular las medias del consumo sobre todas las cámaras medidas en cada intervalo de dos horas, durante el ciclo, se pudo contar con datos para 15 polinomios, con los cuales se tuvieron mejores resultados. Sobre todos los criterios, el preponderante fue el coeficiente de determinación, que inclinó la elección del modelo (4) como el de mejor ajuste a los datos. Esta situación queda ilustrada con la Fig. 3 donde se presentan algunos ciclos a manera de ejemplo, para los cuales la curva que mejor describe los datos es la de orden cuatro.

En la Tabla 4 (Apéndice 1), se observa que aunque para los polinomios de orden tres sólo fueron significativos tres modelos, en el caso de los cuárticos, hubo dos significativos y otros dos que estuvieron cercanos al nivel de significancia elegido (ciclos 2 y 11), con una $P=0.1044$. El haber encontrado un modelo significativo más en los polinomios de orden tres, se debió a que el dato de QO_2 , para las horas en que se presenta el segundo pico de actividad diaria, al anochecer y primeras horas de la noche, fue el consumo máximo en el ciclo y esta situación favoreció que los datos fueran mejor descritos por este tipo de polinomio. Sin embargo, se considera que aún persiste variabilidad debido a que los organismos no presentan simultánea o sincronizadamente su ritmo circadiano.

Es conocido que los camarones de la especie *P. aztecus* presentan dos picos de actividad en el día, asociados con actividades de alimentación (Díaz y Latournerié, 1980; Cisneros Terrones, 1990), preferentemente ubicados al amanecer y al anochecer, con una sima a las horas de máxima temperatura del agua en su ambiente (González Mora, 1990). Este comportamiento es conocida y aprovechada por los pescadores de la laguna, quienes salen a capturarlos a las horas de actividad máxima señaladas anteriormente. En la Fig. 3 se observa la correspondencia de estos máximos alrededor de las 05:00 y entre las 18:00-20:00 horas.

El camarón café muestra comportamiento de enterramiento diurno y picos de actividad nocturnos (Wickman y Minkler, 1975; Boddeke y Kat, 1979); la tasa metabólica debe estar acoplada por tanto, a esta ritmicidad. En organismos de régimen tropical debe ser más difícil que existan tales diferencias, dada la constancia del ambiente (Vernberg, 1959), sin embargo para organismos de las zonas de transición entre régimen templado y tropical sí debe ser evidente. Es muy importante considerar la variación de la respuesta en relación a las horas dentro de los ciclos, para poder estimar un valor adecuado de gasto metabólico diario de rutina (Du Preez, 1983; Dall, 1986). En los estudios de Bioenergética que miden las relaciones de energía en intervalos de tiempo conocidos, el contar con un valor representativo de las pérdidas metabólicas por día, es primordial para la estimación de los balances de energía.

III Modelo para evaluar el grado de ajuste a los polinomios

Resultó interesante preguntarse si los factores que se emplearon en el estudio podrían tener un efecto en el grado de ajuste de los modelos polinomiales de orden cuatro. El modelo (5') mostró la importancia de los factores época, salinidad, temperatura y alimentación. Debe destacarse la participación de la salinidad en las interacciones, las cuales aportan evidencia que este factor, desde luego asociado con los ciclos de marea de los ambientes estuarinos, condiciona y dispara la actividad de los camarones e influye importantemente en su actividad (Cisneros Terrones, 1990). El grado de ajuste a modelos de orden cuatro no se ve afectado por uno de los factores intrínsecos (el peso seco) considerados en este trabajo, por lo que la fluctuación diaria se debe principalmente a los factores ambientales que se probaron.

Este tipo de análisis de los datos de la tasa metabólica para camarones, no se ha visto reportado en la literatura y puede ser un campo muy interesante y otro enfoque para probar el efecto de distintos factores sobre la fisiología de los camarones.

IV Modelos para evaluar el efecto de los factores en la distribución del QO_2

Respecto a las medias del consumo de oxígeno de rutina que representan al día, se probó que son afectadas por todos los factores principales. Se destaca la influencia de la época y la temperatura por la alta significatividad de sus coeficientes. La mayoría de los autores han demostrado la gran relevancia que para la tasa metabólica de *P. aztecus* tiene la temperatura, tanto en los juveniles como en otros estados de desarrollo. Así desde los trabajos de Zein-Eldin and Griffith (1966 y 1968), Venkataramiah, Lakshmi and Gunter. (1974 y 1975), hasta los de Bishop, Gosselink and Stone (1980), Díaz y Latournerié (1980) y González Mora (1990), se ha dado evidencia, utilizando diferentes diseños experimentales y estrategias de análisis estadístico, de esta variable considerada como el factor ecológico maestro por excelencia.

La diferencia que se aprecia entre las distribuciones del consumo de oxígeno en organismos alimentados y sin alimentar, para una misma temperatura, se manifiesta en su dispersión (ver la Fig. 2) más que en la posible diferencia de medias. El enfoque y alcances del modelo (6'a) deben entenderse e interpretarse hacia las dos épocas del año, hacia las diferentes condiciones de los factores extrínsecos que se mantuvieron en la medición del QO_2 , en los que se alimentó a los camarones, a diferencia de aislar para cada grupo de condiciones ambientales los camarones alimentados y contrastarlos contra los no alimentados, como se ha hecho tradicionalmente.

La acción calorigénica del alimento se pudo evaluar a pesar de que fue difícil controlar la ingesta de los individuos y este debe ser un factor de confusión que debe considerarse para futuros estudios. Pagano y Gaudy (1986) encontraron para *Eurytemora velox* que la tasa de respiración correlaciona positivamente con la cantidad de alimento ingerido, sin embargo Nelson *et al.* (1977a) no encontraron dicha relación y establecen que el efecto calorigénico del alimento puede ser una respuesta de tipo umbral. Se considera que este trabajo tiene datos que muestran adecuadamente este efecto del alimento en el contexto de todas las posibles condiciones de los factores ensayados; en el modelo (6'a) se puede observar que el QO_2 se incrementa en 0.113 si el organismo está alimentado.

González Mora (1990) en *P. aztecus*, con otra estrategia de análisis de los datos en la cual hizo comparaciones puntuales, no encontró diferencias significativas en el consumo de oxígeno en ambas condiciones de alimentación (alimentados y no alimentados), para los intervalos medidos en cada época. Este hecho parece coincidir con lo mostrado en el diagrama de cajas múltiple de la Fig. 2. Sin embargo, al utilizar todos los datos, bajo las modalidades de los diferentes factores empleados en el estudio, si se muestra el efecto de la alimentación. Esta situación debe ser tomada en cuenta en el planteamiento de investigaciones ecofisiológicas y depende de la definición de la población y de la validez

externa que se desea tener. En este estudio y su estrategia de análisis se considera que se logra una mayor extrapolación de los datos.

Respecto a la variable salinidad, para otras especies de crustáceos se ha observado que existe influencia del factor sobre el consumo de oxígeno, como en *Palaemonetes antennarius* (Dalla Via, 1987), mostrándose además que la aclimatación reduce tales efectos; Nelson *et al.* (1977c) encontraron que los juveniles de *M. rosenbergii* muestran dependencia de la salinidad principalmente a las salinidades altas donde se observa una depresión del metabolismo; en *Hemigrapsus oregonensis* y *H. nudus* existe una relación conjunta entre salinidad y temperatura (Dehnel, 1960) y Hagerman (1970) nota que la temperatura es más importante como factor que la salinidad, él encontró sin embargo que la tasa metabólica es afectada por la salinidad en *Crangon vulgaris*.

Por otro lado Laird y Haefner Jr. (1976) además de encontrar diferencias debidas al sexo, en un intervalo de 10 a 30 ‰ de salinidad, no encontraron alteraciones del consumo oxígeno en *Callinectes sapidus*; en *Penaeus monodon* y *P. stylirostris*, Gaudy y Sloane (1981) observaron que no hay efecto del factor, aunque la segunda especie muestra tendencia de incrementar la tasa a bajas salinidades; otro punto interesante es que no se detectaron diferencias en las respuestas al medirlas en animales aclimatados y no aclimatados; *P. japonicus* a pesar de resistir un amplio rango del factor, a salinidades de 10 ‰ sufre pérdidas energéticas considerables a través de metabolismo (Dalla Via, 1986).

Los trabajos más recientes sobre otras especies camarones penaeidos refieren los siguientes resultados:

Clark (1992) encontró que al reducir la salinidad hasta 14 ‰ si hubo efecto significativo de la salinidad en adultos de *P. semisulcatus* a través de análisis de varianza, esto situación experimental concuerda con las salinidades empleadas en este estudio para la época cálida para la cual también hay una diferencia de 14 ‰; además hay que considerar que en este trabajo se tienen juveniles y que se esperaría fueran más eficientes osmorreguladores que en etapa adulta (Cisneros Terrones, 1990). Chen y Lai (1993) para *P. japonicus* informaron que el consumo de oxígeno disminuyó cuando disminuyó la salinidad a temperaturas de 15 y 25 °C, pero no hubo cambio a 35 °C; este mismo efecto se tuvo en este trabajo aunque no se consideró una temperatura mayor de 30 °C. Lo más interesante es que emplearon para los análisis de los datos, análisis de varianza de tres vías para probar el efecto de los factores, y por otro lado hicieron modelos de regresión múltiple para modelar el consumo de oxígeno (C.O.) en relación a la temperatura (T), la salinidad (S) y el tiempo de exposición (t) de los camarones a los factores, encontrando el siguiente modelo: $C.O. = -0.0359 + 0.0235 * T - 0.0024 * S - 0.0043 * t$. Debe notarse que los coeficientes resultado del modelo (6'a), desde luego con más factores, son negativos para la temperatura y la salinidad y estos autores reportan sólo la salinidad con signo negativo; respecto a la interacción no se menciona si fue o no significativa. En el presente trabajo con *P. aztecus*, no se encontró significativa la interacción de la salinidad y la temperatura. En el artículo de Chen y Lai, no se hace ninguna referencia a la revisión de los supuestos del modelo mediante el análisis de los residuos.

Villarreal y Ocampo (1993) reportaron efecto de la talla de los organismos sobre el consumo de oxígeno tal como era de esperarse, a mayor talla menor consumo de oxígeno por unidad de peso, y la temperatura provocó siempre aumento de la tasa de consumo. En el presente estudio se encontró que para el modelo (6'a) la talla tiene un coeficiente positivo pero debe recordarse que éste se encuentra en presencia de otros factores y de sus interacciones; sin embargo, si se revisan los resultados obtenidos por las medias de QO_2 y el PS, en la aclimatación cruzada (Fig. 7), donde la regresión es simple se puede observar el efecto esperado: la pendiente negativa.

Díaz y Latournerié (1980) para la especie de interés, reportan independencia del metabolismo respecto a la salinidad (3.6 - 36 ‰) para cada temperatura utilizada. Bishop *et al.* (1980) informan en su artículo que el consumo de oxígeno se ve afectado por la talla y la temperatura como factores principales y la salinidad sólo opera significativamente cuando interactúa con los factores ya citados; para analizar su información emplearon análisis de varianza para diferentes diseños experimentales (completamente al azar, bloques al azar y factoriales).

Venkataramiah *et al.* (1974 y 1975) consideran también a la salinidad como factor maestro que modula las respuestas de los camarones, con la aclaración que los efectos se tienen para el concurso de la salinidad y la temperatura actuando conjuntamente. A la luz de los resultados aquí obtenidos, se concuerda en parte con esta idea. Además de que se ha obtenido la influencia de la salinidad tanto como factor principal como en interacciones, en este caso se dan evidencias que podrían sacar a revisión cómo se ha trabajado experimentalmente la salinidad, si se ha tomado en cuenta la estacionalidad y desde luego los métodos de análisis empleados.

En general, en los trabajos consultados casi siempre se recurre al análisis de varianza y algunas veces las consecuentes comparaciones múltiples, para probar los efectos, pero nunca se hace mención de la revisión de los residuos para validar los supuestos.

Los modelos estimados en los cuales se utilizaron medidas de dispersión como variables de respuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el modelo (6'b) cuya variable de respuesta fue la desviación estándar, medida de la variación promedio, resultaron significativos la alimentación y el peso seco. Al revisar la Fig. 2 y el modelo (6a') se comentó que el posible efecto de la alimentación sobre el consumo de oxígeno podría manifestarse como un incremento en la variación de los datos. Esta idea se ve apoyada con los resultados de este modelo. Asimismo el cambio en la talla puede tener como consecuencia que la variación promedio se modifique, en este caso disminuyendo la variación conforme la talla aumenta. La salinidad y temperatura para el (6'b) no fueron significativas, sin embargo al ser significativas las interacciones de época con salinidad y de temperatura con alimentación, estos factores principales aparecieron en el modelo.

El modelo (6'c) para el coeficiente de variación, que es la medida de variación específica, se obtuvieron todos los factores principales significativos con excepción de la época, que aparece en el modelo gracias a sus interacciones con la temperatura y la salinidad.

Lo anterior da idea de que la variabilidad no es diferente a pesar de que los camarones ajusten sus procesos metabólicos dependiendo de la época en la que se encuentren.

El modelo para el rango o intervalo (6'd) presentó significativos los factores principales excepto la alimentación con lo cual se esclarece que la alimentación afecta la variación promedio y la específica pero no el recorrido de los datos.

Esta situación refuerza la idea de que el consumo de oxígeno al ser una medida energética integradora de los estímulos ambientales y la condición interna del organismo debe estudiarse a la luz de cuando menos todos los factores utilizados en este trabajo y debe de analizarse considerando el fenómeno como multidimensional, con herramientas tales como los modelos estadísticos lineales que probaron su utilidad y su funcionamiento, corroborado con los análisis de los residuos para los diferentes modelos (Apéndice 2) que suponen cumplimiento en los supuestos (Méndez, 1981; Chetterjee y Price, 1977).

V Modelo para la aclimatación cruzada

El objetivo en esta parte de la investigación, que condujo a la medición de los ciclos 12 y 13 e incorporar los ciclos 6, 10 y 17 de la primera etapa del trabajo, para probar la aclimatación cruzada, resultó en un modelo altamente significativo, pero aún queda abierta la posibilidad de que la salinidad, que no se controló y difiere entre los ciclos 12 y 17 en 4%, tenga su participación en esta diferencia, puesto que se valoró su importancia en la explicación de la respuesta en el modelo (6'a).

Este efecto de adaptación a la temporalidad ha sido reportado por Laird y Haefner Jr. (1976), Wohlschlag *et al.* (1968), von Oertzen (1983) y Klein Breteler (1975a), en el cual los organismos de la época fría consumen mayor cantidad de oxígeno que los de la cálida a la misma temperatura. Esta situación se observó en los resultados del presente estudio, cuando los camarones de la época fría se sometieron a 30°C; además como aportación se obtuvo que organismos de la época cálida que se dispusieron a una temperatura propia de la época fría consumieron más oxígeno que los camarones de la época fría, a esa misma temperatura. Por otra parte este efecto no se ha observado en *O. punctatus* (Du Preez, 1983), ni en las especies trabajadas por Dehnel (1960).

La literatura al respecto menciona que cuando se ha analizado de manera puntual un grupo de organismos (de un sola época), la salinidad no es importante, sin embargo si se quieren hacer extrapolaciones de esos resultados sin limitar sus alcances sólo a la época media puede caerse en un error; en los resultados que se presentan se observa una fuerte tendencia a apoyar la idea de que la aclimatización (el estado que presenta el organismo, adecuado a las n-variables que su ambiente le enfrenta) es un concepto importante que frecuentemente se obvia en la experimentación y que limitaría en cierta medida la validez externa de estos trabajos.

Los modelos estadísticos lineales tienen muchas aplicaciones en el análisis de datos de estudios comparativos, dentro de las cuales se podrían citar la descripción y la explicación, cuyas potencialidades fueron explotadas en el presente trabajo. Para los estudios ecofisiológicos ambas aplicaciones resultan importantes ya que los resultados de los análisis a través de estos modelos proporciona muchas más herramientas para conocer, entender y caracterizar las funciones de los organismos ante su ambiente, que el sólo hecho de saber si tal o cual factor tuvo un efecto significativo. Queda la posibilidad de que en futuras investigaciones se diseñe adecuadamente el experimento a fin de contar con la los datos apropiados para acceder a la posibilidad de la predicción.

Los estudios comparativos se consideran una buena aproximación para conocer las variables relevantes en un fenómeno, para el cual posteriormente se requiera trabajo experimental más fino que fortalezca la validez interna de la investigación. Con este estudio surge la necesidad de trabajar de manera más controlada con la salinidad y proponer mejores diseños de tratamientos que sean completos y balanceados, quizá con equiespaciamento en los niveles de los factores y aprovechar todo el desarrollo estadístico que se ha logrado en la otra área de los modelos lineales, el diseño de experimentos. Así para el tipo de investigación como el aquí presentado, se podrían plantear experimentos con un diseño de parcelas divididas, o bien analizar la influencia de la hora del día mediante el análisis de mediciones repetidas.

Con los modelos estadísticos lineales, de acuerdo a su forma general, se puede conocer que variables están asociadas y cual es la forma de dicha asociación y se puede llegar a proponer hipótesis de relaciones causa-efecto, o si se cuenta con el fundamento teórico necesario, a establecer relaciones de causalidad (Méndez, 1981). Además como se ha obtenido en este trabajo se pueden seleccionar las variables más importantes para la variable de respuesta y proponer explicaciones bajo el enfoque fisiológico de la ecología energética.

Conclusiones

El grado de ajuste de la tasa metabólica medida a través del consumo de oxígeno QO_2 , a un polinomio de orden cuatro, tiene que ver con todos los factores en estudio con excepción de la talla, por lo que la ritmicidad de la actividad de un camarón durante un día es controlada principalmente por factores extrínsecos y estacional de acuerdo a estos resultados.

La temperatura y la época del año parecen ser los factores más importantes para explicar las variaciones en las medias del QO_2 por día, ya sea como factores principales o participando en las interacciones. Sin embargo, la salinidad se muestra como una variable relevante para *P. aztecus*. La variación de las medias de la tasa metabólica es explicada por todos los factores seleccionados para esta investigación.

Para el modelo que pretende explicar las variaciones de la desviación estándar del QO_2 , los factores relevantes son los intrínsecos y el estacional.

Las fluctuaciones en la alimentación previa, la talla y la salinidad, provocan mayor dispersión en la distribución de la variable de respuesta.

El factor de estacionalidad es, dados los resultados obtenidos en el presente estudio, muy importante para tomarse en cuenta en investigaciones ecofisiológicas en camarones juveniles, para poder entender la variación en la tasa metabólica a lo largo del año.

Aún así, es necesario planear y ejecutar mejores diseños de tratamientos y emplear diseños de experimentos establecidos, para hacer definitivamente clara la influencia del factor estacionalidad.

Los modelos estadísticos lineales se mostraron como una herramienta muy útil para abordar problemas ecofisiológicos donde existen diferentes factores especificados que definen poblaciones con un mismo grado de generalidad, y que poseen cierta complejidad debida al número de los factores que se emplean. Además se adecuan perfectamente como estrategia de análisis cuando el enfoque de la investigación trata de nutrirse y plantear estudios y experimentos considerando los niveles de las variables observadas en el ambiente natural y de transferir los resultados encontrados en el laboratorio, a situaciones de campo y que su interpretación tenga sentido en el contexto de las condiciones ambientales

Literatura citada

- Ayala Castañares, A., R. Cruz, A. García-Cubas Jr. y L.R. Segura. 1969. Síntesis de los conocimientos sobre la geología marina de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Mem. Simp. Internat. Lagunas Costeras*. UNAM-UNESCO. p: 39-48.
- Bishop, J.M., J.G. Gosselink and J.H. Stone. 1980. Oxygen consumption and hemolymph osmolality of brown shrimp, *Penaeus aztecus*. *Fish. Bull.* 78 (3): 741-757.
- Boddeke, R. and M. Kat. 1979. Differences in food preference of penaeid shrimps species. *Int. Counc. Explor. Sea. Maric. Cttee.* p: 1-7.
- Boschi, E.E. 1974. Biología de los crustáceos cultivables en América Latina. Simposio FAO/CARPAS/6/74/SR 7. *Contrib. Inst. Biol. Marina*. Núm. 272. Mar del Plata, Argentina 22 pp.
- Cárdenas Flores, L.L. 1989. Estudio preliminar sobre la distribución y abundancia de las postlarvas epibénticas de *Penaeus aztecus* (Ives, 1891) y *Penaeus setiferus* (L.) en la Laguna de Tamiahua Veracruz (Crustacea: Penaeidae). Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias UNAM. México. 63 pp.
- Cisneros Terrones, S. 1990. Efecto de la salinidad, temperatura y presencia de sustrato en la osmorregulación de los juveniles del camarón café *Penaeus aztecus* de la Laguna de Tamiahua, Ver. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 80 pp.
- Clark, J.V. 1992. Physiological responses of adult *Penaeus semisulcatus* (De Han) to changes in salinity. *Comp. Biochem. Physiol.* 101A (1): 117-119.
- Condrey, R.E., J.G. Gosselink and H.J. Bennet. 1972. Comparison of the assimilation of different diets by *Penaeus setiferus* y *P. aztecus*. *Fish. Bull.* 70(4): 1281-1292.
- Chatterjee, S. and B. Price. 1977. REGRESSION ANALYSIS BY EXAMPLE. John Wiley & Sons. N.Y. 228 pp.
- Chen, J.C. and C.Y. Lin. 1992. Oxygen consumption and ammonia-N excretion of *Penaeus chinensis* juveniles exposed to ambient ammonia at different salinity levels. *Comp. Biochem. Physiol.* 102C (2): 287-291.
- Chen, J.C. and S.H. Lai. 1993. Effects temperature and salinity on oxygen consumption and ammonia-N excretion of juvenile *Penaeus japonicus* Bate. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 165: 161-170.
- Dall, W. 1986. Estimation of routine metabolic rate in penaeid prawn, *Penaeus esculentus* (Haswell). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 96: 57-73.
- Dalla Via, G.J. 1986. Salinity responses of the juvenile penaeid shrimp *Penaeus japonicus*. I. Oxygen consumption and estimations of productivity. *Acuaculture.* 65: 297-306.

- Dalla Via, G.J. 1987. Salinity responses in brackish water populations of the freshwater shrimp *Palaemonetes antennarius*-I. Oxygen consumption. *Comp. Biochem. Physiol.* 87A: 471-478.
- Dehnel, P.A. 1960. Effect of temperature and salinity on the oxygen consumption of two intertidal crabs. *Biol. Bull.* 118: 215-249.
- Díaz, F. y J.R. Latournerié. 1980. Factores fisiológicos que afectan la sobrevivencia y el metabolismo energético de dos especies de penacidos (*Penaeus aztecus* y *P. setiferus*) de la Laguna de Mandinga Veracruz. Tesis de licenciatura. Fac. de Ciencias UNAM. México. 37 pp.
- Du Preez, H.H. 1983. The effects of temperature, season and activity on the respiration of the three spot swimming crab, *Ovalipes punctatus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 75A (3): 353-362.
- Gaudy, R. and L. Sloane. 1981. Effects of salinity on oxygen consumption in postlarvae of the penaeid shrimps *Penaeus monodon* and *P. stylirostris* without and with acclimation. *Mar. Biol.* 65: 297-301.
- Gleason, D.F. and G.M. Wellington. 1988. Food resources of postlarval brown shrimp (*Penaeus aztecus*) in a Texas salt marsh. *Mar. Biol.* 97: 329-337.
- González Mora, I.D. 1990. Aspectos de las relaciones de energía en camarones juveniles de la especie *Penaeus aztecus* Ives de la Laguna de Tamiahua, Ver., en su ambiente natural. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 90 pp.
- Hagerman, L. 1970. The oxygen consumption of *Crangon vulgaris* (Fabricius) (Crustacea, Natantia) in relation to salinity. *Ophelia* . 7: 283-292.
- Hochacka, P.W. and G.N.Somero. 1980. Biochemical adaptation to the environment. In: W.S. Hoar and D.J. Randall (Eds.). FISH PHYSIOLOGY. Vol. VI. Academic Press. New York. p: 99 - 156.
- Kinne, O. 1967. Physiology of estuarine organisms with special reference to salinity and temperature: General aspects. In: G.F. Lauf (De.) ESTUARIES. Am. Assoc. Advan. Sci. Publ. No. 83 Washington, D.C.
- Klein Breteler, W.C.M. 1975a. Oxygen consumption and respiratory levels of juvenile shore crabs, *Carcinus maenas*, in relation to weight and temperature. *Netherl. J. Sea Res.* 9 (3): 243-254.
- Klekowski, R.Z. and A. Duncan. 1975. Physiological Approach to Ecological Energetics. In: W. Grodzinsky, et al. (Eds.). METHODS FOR ECOLOGICAL BIOENERGETICS. IBP. No. 24. Blackwell Sci. Publ. Oxford. p: 15-64.
- Laird, C.E. and P.A. Haefner Jr. 1976. Effects of intrinsic and environmental factors on oxygen consumption in the blue crab *Callinectes sapidus* (Rathbun). *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 22: 171-178.

- Méndez, I. 1981. MODELOS ESTADÍSTICOS LINEALES. CCH UNAM. México. 110 pp.
- Méndez, I. 1985. LA UBICACIÓN DE LA ESTADÍSTICA EN LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA. Monografías: Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. UNAM. 17 pp.
- Méndez, I. 1991. MODELOS ESTADÍSTICOS LINEALES EN LA INVESTIGACIÓN COMPARATIVA. Monografías. 1 (4). Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. UNAM. 53 pp.
- Méndez, I. *et al.* 1994. EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN. Ed. Trillas. México. 221 pp.
- Nelson, S.G., A.W. Knight and H.W. Li. 1977a. The metabolic cost of food utilization and ammonia production by juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 57A: 67-72.
- Nelson, S.G., D.A. Armstrong, A.W. Knight and H.W. Li. 1977c. The effects of temperature and salinity on the metabolic rate of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 56A: 533-537.
- Pagano, M. et R. Gaudy. 1986. Biologie d'un copépode des mares emporaires du littoral méditerranéen francais: *Eurytemora velox*. *Mar. Biol.* 93:127-136.
- Pérez Farfante, I. 1970. Claves ilustradas para la identificación de camarones marinos comerciales de América Latina. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. México. Serie de Divulgación. Instructivo 3. 50 pp.
- Phillipson, J. 1975. Introduction to Ecological Energetics. In: W. Grodzinsky *et al.* (Eds.). METHODS FOR ECOLOGICAL BIOENERGETICS. IBP. No. 24. Blackwell Sci. Publ. Oxford. p: 3-13.
- Pianka, E.R. 1978. Physiological Ecology. Chapter 4. In: EVOLUTIONARY ECOLOGY. Harper & Row Eds. New York. p: 41 - 73.
- Prosser, C.L. 1958. General Summary: The Nature of Physiological Adaptation. In: C.L. Prosser (Ed.). PHYSIOLOGICAL ADAPTATION. Am. Physiol. Soc. Washington, D.C. p: 167-180.
- Prosser, C.L. 1990. ENVIRONMENTAL AND METABOLIC ANIMAL PHYSIOLOGY. John Wiley & Sons. Illinois. 578 pp.
- Seal, H.L. 1964. MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS FOR BIOLOGISTS. Methuen and Co. LTD. London. 207 pp.
- Venkataramiah, A., G.J. Lakshmi and G. Gunter. 1973. The effects of salinity and feeding levels on the growth rate and food conversion efficiency of the shrimp *Peneus aztecus*. *Proc. 3rd. A Wkshop. Wld. Maricult. Soc.* St. Petersburg, Fla. p: 267-286.

- Venkataramiah, A., G.J. Lakshmi and G. Gunter. 1974. A review of effects of salinity and temperature on the comercial shrimp *Penaeus aztecus* Ives with special regards to survival limits, growth, oxygen consumption and ionic regulation. U.S. Army Corps. Engrs. Waterways Exp. Stn. Vicsburg Mississippi. Contract Rep. H-74-2. 134 pp.
- Venkataramiah, A., G.J. Lakshmi and G. Gunter. 1975. A Review of the Effects of Some Environmental and Nutritional Factors on Brown Shrimp, *Penaeus aztecus* Ives in Laboratory Cultures. 10th. Europ. Symp. Mar. Biol. Belgium. 1: 523-547.
- Vernberg, F.J. 1959. Studies of the physiological variation between tropical and temperate zone fiddler crabs of Genus *Uca*. II Oxygen consumption of whole organisms. *Biol. Bull.* 117: 163-184.
- Vernberg, F.J. 1967. Some future problems in the physiological ecology of estuarine animals. In: G.F. Lauf (Ed.). ESTUARIES. *Am. Assoc. Advan. Sci. Publ.* No. 83. Washington, D.C.
- Villarreal, H. and J.A. Rivera. 1993. Effect of temperature and salinity on the oxygen consumption of laboratory produced *Penaeus californiensis* postlarvae. *Comp Biochem. Physiol.* 106A (1): 103-107.
- Villarreal, H. and L. Ocampo. 1993. Effect of size and temperature on the oxygen consumption of the brown shrimp *Penaeus californiensis* (Holmes, 1990). *Comp. Biochem. Physiol.* 106A (1): 97-101.
- Villarreal, H., P. Hinojosa and J. Naranjo. 1994. Effect of temperature and salinity on the oxygen consumption of laboratory produced *Penaeus vannamei* postlarvae. *Comp. Biochem. Physiol.* 108A (2/3): 331-336.
- von Oertzen, J.A. 1983. Seasonal respiration changes in *Pomatoschistus microps* and *Palaemon adspersus*: an experimental simulation. *Mar. Biol.* 74: 95-99.
- Warren, C.E. and G.E. Davis. 1967. Laboratory studies on the feeding, bioenergetics and growth of fish. In: S.D. Gerking (Ed.). THE BIOLOGICAL BASIS OF FRESH WATERS FISH PRODUCTION. Oxford and Edinburg.
- Wickman, D.A. and F.C. Minkler III. 1975. Laboratory observations on daily patterns of burrowing and locomotor activity of pink shrimp, *Penaeus duorarum*, brown shrimp, *Penaeus aztecus*, and white shrimp, *Penaeus setiferus*. *Contr. Mar. Sci.* 19: 21-35.
- Wiegert, R.G. 1968. Thermodynamic consjderations in animal nutrition. *Amer. Zoologist.* 8 (1): 71-81.
- Wohlschlag, D.E., J.N. Cameron and J.J. Cech Jr. 1968. Seasonal changes in the respiratory metabolism of the pinkfish (*Lagodon rhomboides*). *Contr. Mar. Sci.* 13: 89-104.

- Yañez-Arancibia, A. 1986. ECOLOGÍA DE LA ZONA COSTERA. AGT Ed. México, D.F. 189 pp.
- Zein-Eldin, Z.P. and G.W. Griffith. 1966. The effect of temperature upon the growth of laboratory-held postlarval *Penaeus aztecus*. *Biol. Bull.* 131 (1): 186-196.
- Zein-Eldin, Z.P. and G.W. Griffith. 1968. An appraisal of the effects of salinity and temperature on growth and survival of postlarval penaeids. *FAO Fish. Rep.* 57 (3): 1015-1026.

Apéndice 1

TABLA I. FACTORES EN ESTUDIO, BASE DE DATOS DE QO₂ ESTADÍSTICOS BÁSICOS Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS POLINOMIOS QO₂ vs. HORA

SOLO LOS CICLOS COMPLETOS Y CALIFICADOS

TOTAL DE DATOS (N°)
TOTAL DE CALIFICADOS (M)

769

107

PRIMA
O FRI
I CALIDA

ALIMENTACIÓN
U NO
I SI

#	CICLOS	FACTORES	MEDIDAS QO ₂ Y HORAS RELACIONADAS														ESTADÍSTICOS					SCTCoef	POLINOMIOS						
			Q1		Q2		Q3		Q4		Q5		Q6		Q7		Q8	n	MFDA	H.P.	C.V.		Varia	RANGO	CÚBICO C.V. mod.	CÚBICO RCME	CUÁRTICO C.V. mod.	CUÁRTICO RCME	
			00-02	03-04	05-06	07-08	09-11	12-14	15-17	18-20	21-23	00-02	03-04	05-06	07-08	09-11													12-14
1	2	1	0	29	28	9	11952	0.259	0.120	0.160	0.120	0.110	0.110	0.120	0.110	0.120	7	0.217	0.115	49.580	0.110	0.420	0.310	0.6929	48.1983	0.178	23.4224	0.8156	
		2	0	29	28	0	1.6784	0.209	0.610	0.170	0.150	0.120	0.190	0.110	0.120	0.120	7	0.310	0.191	61.657	0.120	0.610	0.520	0.6219	56.4178	0.2131	17.9799	0.1179	
		3	0	29	28	0	1.84105	0.209	0.610	0.170	0.160	0.250	0.490	0.270	0.120	0.120	7	0.271	0.115	43.743	0.160	0.490	0.340	0.6839	45.2242	0.1997	15.1937	0.8166	
		4	0	20	28	0	1.02515	0.660	0.510	0.590	0.290	0.320	0.860	0.660	0.120	0.120	7	0.510	0.191	37.427	0.290	0.860	0.578	0.2186	49.8292	0.2393	15.265	0.1261	
		5	0	20	28	0	2.19005	0.440	0.580	0.170	0.210	0.230	0.590	0.180	0.120	0.120	7	0.394	0.155	52.741	0.178	0.580	0.416	0.6166	49.8292	0.1855	49.8292	0.1261	
		6	0	20	28	0	1.62005	0.470	0.490	0.180	0.220	0.370	0.270	0.180	0.120	0.120	7	0.293	0.161	45.812	0.110	0.470	0.360	0.6091	49.8292	0.1855	49.8292	0.1261	
		7	0	20	28	0	2.3661	0.190	0.240	0.280	0.250	0.190	0.470	0.560	0.120	0.120	7	0.201	0.107	35.617	0.190	0.470	0.280	0.6639	33.0329	0.0999	17.4711	0.8156	
		8	0	20	28	0	2.3028	0.300	0.280	0.320	0.210	0.270	0.400	0.420	0.120	0.120	7	0.316	0.107	22.609	0.280	0.420	0.250	0.6639	17.5063	0.0534	20.4891	0.8617	
2	3	1	0	20	30	1	1.19	0.450	0.500	0.190	0.410	0.380	0.660	0.410	0.160	0.160	8	0.459	0.049	12.915	0.380	0.580	0.200	0.6217	11.9385	0.0419	9.9331	0.8157	
		2	0	20	30	1	1.98	0.340	0.410	0.360	0.290	0.270	0.440	0.160	0.160	0.160	8	0.350	0.064	18.198	0.270	0.440	0.160	0.6217	21.7049	0.0419	16.4328	0.8157	
		3	0	20	30	1	1.99	0.270	0.290	0.270	0.480	0.340	0.420	0.480	0.250	0.160	0.160	8	0.341	0.085	24.788	0.250	0.430	0.230	0.6091	17.5667	0.0605	16.8354	0.8157
		4	0	20	30	1	1.94	0.280	0.370	0.350	0.190	0.130	0.410	0.410	0.420	0.160	0.160	8	0.390	0.226	52.954	0.190	0.870	0.746	0.3576	49.8292	0.2716	23.794	0.8157
		5	0	20	30	1	2.07	0.197	0.300	0.260	0.170	0.100	0.270	0.310	0.190	0.160	8	0.285	0.231	40.903	0.109	0.830	0.728	0.3735	49.8292	0.2716	23.794	0.8157	
		6	0	20	30	1	2.07	0.500	0.320	0.270	0.190	0.120	0.280	0.350	0.160	0.160	8	0.285	0.115	32.118	0.110	0.830	0.728	0.3735	49.8292	0.2716	23.794	0.8157	
3	4	1	0	21	31	1	1.9148	0.036	0.212	0.118	0.226	0.237	0.058	0.199	0.160	0.160	7	0.158	0.072	45.233	0.058	0.227	0.169	0.0368	55.9446	0.0896	61.4516	0.8157	
		2	0	21	31	1	1.716	0.102	0.350	0.231	0.350	0.379	0.291	0.245	0.160	0.160	7	0.279	0.093	31.901	0.192	0.379	0.279	0.0516	29.2711	0.0617	32.689	0.8157	
		3	0	21	31	1	1.6732	0.379	0.277	0.157	0.272	0.213	0.179	0.217	0.160	0.160	7	0.222	0.043	20.149	0.192	0.379	0.279	0.0312	26.4346	0.0517	32.689	0.8157	
		4	0	21	31	1	1.7549	0.242	0.271	0.185	0.418	0.028	0.171	0.217	0.160	0.160	7	0.233	0.118	63.421	0.028	0.518	0.416	0.1312	31.9223	0.1945	44.3112	0.8157	
		5	0	21	31	1	1.9639	0.140	0.238	0.126	0.154	0.101	0.153	0.115	0.160	0.160	7	0.144	0.038	26.450	0.101	0.218	0.117	0.0987	21.3786	0.0418	23.2622	0.8157	
		6	0	21	31	1	2.1737	0.276	0.266	0.226	0.241	0.188	0.178	0.289	0.160	0.160	7	0.229	0.057	24.772	0.138	0.289	0.151	0.0183	16.983	0.0389	11.1153	0.8157	
		7	0	21	31	1	1.49	0.075	0.141	0.132	0.252	0.125	0.134	0.016	0.160	0.160	7	0.126	0.065	42.967	0.046	0.252	0.206	0.0552	49.8292	0.0926	49.9147	0.8157	
4	6	1	0	25	30	0	0.729	0.225	0.957	0.836	0.972	0.794	0.918	1.160	0.7	0.785	0.255	31.818	0.572	0.537	0.583	0.3848	27.099	0.1154	19.0227	0.1513			
		2	0	25	30	0	0.494	0.791	0.351	0.927	0.674	0.845	0.899	0.969	0.7	0.684	0.219	32.044	0.351	0.898	0.547	0.2884	16.8297	0.1154	19.178	0.1513			
		3	0	25	30	0	0.755	0.453	0.185	0.489	0.558	0.521	0.695	0.784	0.7	0.565	0.116	20.418	0.453	0.695	0.242	0.6811	7.9181	0.0418	9.2917	0.8157			
		4	0	25	30	0	0.8329	0.585	0.434	0.580	0.324	0.535	0.510	0.794	0.7	0.532	0.146	27.383	0.324	0.535	0.261	0.1222	20.7999	0.1199	21.5881	0.1513			
		5	0	25	30	0	1.0066	0.151	0.318	0.459	0.194	0.228	0.489	0.722	0.7	0.367	0.206	56.685	0.134	0.489	0.355	0.2544	29.2777	0.1199	27.3352	0.1513			
		6	0	25	30	0	0.5893	0.447	0.417	0.728	0.686	1.210	0.621	0.410	0.7	0.744	0.286	39.742	0.417	1.210	0.621	0.2544	39.3149	0.2303	19.2753	0.8157			
		7	0	25	30	0	0.7704	0.335	0.471	0.566	0.507	0.975	0.867	0.649	0.7	0.599	0.280	32.118	0.515	0.875	0.636	0.2103	29.2121	0.1692	34.4208	0.2661			
5	9	1	0	26	31	0	1.0596	0.109	0.251	0.113	0.461	0.789	0.609	0.574	0.7	0.356	0.125	41.823	0.109	0.669	0.500	0.1391	19.7813	0.0793	23.9416	0.8157			
		2	0	26	31	0	1.259	0.308	0.525	0.153	0.423	0.310	0.810	0.419	0.7	0.360	0.097	25.537	0.230	0.525	0.293	0.0653	15.9375	0.1606	18.4736	0.8157			
		3	0	26	31	0	0.7196	0.222	0.463	0.475	0.378	0.327	0.928	1.202	0.7	0.583	0.049	40.569	0.222	0.928	0.705	0.754	27.9874	0.0603	32.689	0.1509			
		4	0	26	31	0	2.311	0.161	0.244	0.319	0.344	0.174	0.683	0.514	0.7	0.255	0.105	41.219	0.083	0.334	0.241	0.0661	44.6794	0.1417	30.9611	0.8157			
		5	0	26	31	0	0.975	0.538	0.369	0.155	0.362	0.332	0.263	0.154	0.7	0.328	0.095	29.063	0.154	0.455	0.301	0.0544	9.7998	0.0417	31.216	0.1513			
		6	0	26	31	0	1.971	0.234	0.301	0.326	0.296	0.242	0.118	0.320	0.7	0.264	0.004	28.314	0.118	0.326	0.200	0.0336	25.4331	0.0417	18.545	0.8157			
		7	0	26	31	0	1.0113	0.228	0.407	0.152	0.471	0.533	0.203	0.278	0.7	0.309	0.121	36.415	0.203	0.533	0.375	0.0916	35.4236	0.1241	41.403	0.1506			
		8	0	26	31	0	1.0475	0.366	0.367	0.233	0.291	0.070	0.173	0.243	0.7	0.260	0.117	42.944	0.070	0.243	0.316	0.082	32.9143	0.0855	36.379	0.8157			
6	10	1	0	25	31	0	0.9620	0.446	0.567	0.788	0.223	0.851	0.984	0.769	0.920	0.7	0.450	0.255	37.763	0.223	0.851	0.623	0.3564	39.9466	0.2161	44.6863	0.2516		
		2	0	25	31	0	0.9909	0.158	0.311	0.138	0.468	0.452	0.514	0.542	0.8	0.918	0.204	39.469	0.452	0.851	0.811	0.678	0.2936	49.2643	0.2040	46.2502	0.2516		
		3	0	25	31	0	1.1561	0.152	0.625	0.100	0.475	0.193	0.529	0.421	0.665	0.8	0.420	0.191	45.418	0.193	0.625	0.473	0.2547	42.6213	0.1517	45.9332	0.1512		

N	CICLON	FAI TORP										ADICIONES Q ₁ Y HORAS RELACIONADAS								ESTADÍSTICAS								POLINOMIOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		C	F	T	S	A	B	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀	Q ₂₁	Q ₂₂	Q ₂₃	Q ₂₄	Q ₂₅	Q ₂₆	Q ₂₇	Q ₂₈	Q ₂₉	Q ₃₀	Q ₃₁	Q ₃₂	Q ₃₃	Q ₃₄	Q ₃₅	Q ₃₆	Q ₃₇	Q ₃₈	Q ₃₉	Q ₄₀	Q ₄₁	Q ₄₂	Q ₄₃	Q ₄₄	Q ₄₅	Q ₄₆	Q ₄₇	Q ₄₈	Q ₄₉	Q ₅₀	Q ₅₁	Q ₅₂	Q ₅₃	Q ₅₄	Q ₅₅	Q ₅₆	Q ₅₇	Q ₅₈	Q ₅₉	Q ₆₀	Q ₆₁	Q ₆₂	Q ₆₃	Q ₆₄	Q ₆₅	Q ₆₆	Q ₆₇	Q ₆₈	Q ₆₉	Q ₇₀	Q ₇₁	Q ₇₂	Q ₇₃	Q ₇₄	Q ₇₅	Q ₇₆	Q ₇₇	Q ₇₈	Q ₇₉	Q ₈₀	Q ₈₁	Q ₈₂	Q ₈₃	Q ₈₄	Q ₈₅	Q ₈₆	Q ₈₇	Q ₈₈	Q ₈₉	Q ₉₀	Q ₉₁	Q ₉₂	Q ₉₃	Q ₉₄	Q ₉₅	Q ₉₆	Q ₉₇	Q ₉₈	Q ₉₉	Q ₁₀₀	Q ₁₀₁	Q ₁₀₂	Q ₁₀₃	Q ₁₀₄	Q ₁₀₅	Q ₁₀₆	Q ₁₀₇	Q ₁₀₈	Q ₁₀₉	Q ₁₁₀	Q ₁₁₁	Q ₁₁₂	Q ₁₁₃	Q ₁₁₄	Q ₁₁₅	Q ₁₁₆	Q ₁₁₇	Q ₁₁₈	Q ₁₁₉	Q ₁₂₀	Q ₁₂₁	Q ₁₂₂	Q ₁₂₃	Q ₁₂₄	Q ₁₂₅	Q ₁₂₆	Q ₁₂₇	Q ₁₂₈	Q ₁₂₉	Q ₁₃₀	Q ₁₃₁	Q ₁₃₂	Q ₁₃₃	Q ₁₃₄	Q ₁₃₅	Q ₁₃₆	Q ₁₃₇	Q ₁₃₈	Q ₁₃₉	Q ₁₄₀	Q ₁₄₁	Q ₁₄₂	Q ₁₄₃	Q ₁₄₄	Q ₁₄₅	Q ₁₄₆	Q ₁₄₇	Q ₁₄₈	Q ₁₄₉	Q ₁₅₀	Q ₁₅₁	Q ₁₅₂	Q ₁₅₃	Q ₁₅₄	Q ₁₅₅	Q ₁₅₆	Q ₁₅₇	Q ₁₅₈	Q ₁₅₉	Q ₁₆₀	Q ₁₆₁	Q ₁₆₂	Q ₁₆₃	Q ₁₆₄	Q ₁₆₅	Q ₁₆₆	Q ₁₆₇	Q ₁₆₈	Q ₁₆₉	Q ₁₇₀	Q ₁₇₁	Q ₁₇₂	Q ₁₇₃	Q ₁₇₄	Q ₁₇₅	Q ₁₇₆	Q ₁₇₇	Q ₁₇₈	Q ₁₇₉	Q ₁₈₀	Q ₁₈₁	Q ₁₈₂	Q ₁₈₃	Q ₁₈₄	Q ₁₈₅	Q ₁₈₆	Q ₁₈₇	Q ₁₈₈	Q ₁₈₉	Q ₁₉₀	Q ₁₉₁	Q ₁₉₂	Q ₁₉₃	Q ₁₉₄	Q ₁₉₅	Q ₁₉₆	Q ₁₉₇	Q ₁₉₈	Q ₁₉₉	Q ₂₀₀	Q ₂₀₁	Q ₂₀₂	Q ₂₀₃	Q ₂₀₄	Q ₂₀₅	Q ₂₀₆	Q ₂₀₇	Q ₂₀₈	Q ₂₀₉	Q ₂₁₀	Q ₂₁₁	Q ₂₁₂	Q ₂₁₃	Q ₂₁₄	Q ₂₁₅	Q ₂₁₆	Q ₂₁₇	Q ₂₁₈	Q ₂₁₉	Q ₂₂₀	Q ₂₂₁	Q ₂₂₂	Q ₂₂₃	Q ₂₂₄	Q ₂₂₅	Q ₂₂₆	Q ₂₂₇	Q ₂₂₈	Q ₂₂₉	Q ₂₃₀	Q ₂₃₁	Q ₂₃₂	Q ₂₃₃	Q ₂₃₄	Q ₂₃₅	Q ₂₃₆	Q ₂₃₇	Q ₂₃₈	Q ₂₃₉	Q ₂₄₀	Q ₂₄₁	Q ₂₄₂	Q ₂₄₃	Q ₂₄₄	Q ₂₄₅	Q ₂₄₆	Q ₂₄₇	Q ₂₄₈	Q ₂₄₉	Q ₂₅₀	Q ₂₅₁	Q ₂₅₂	Q ₂₅₃	Q ₂₅₄	Q ₂₅₅	Q ₂₅₆	Q ₂₅₇	Q ₂₅₈	Q ₂₅₉	Q ₂₆₀	Q ₂₆₁	Q ₂₆₂	Q ₂₆₃	Q ₂₆₄	Q ₂₆₅	Q ₂₆₆	Q ₂₆₇	Q ₂₆₈	Q ₂₆₉	Q ₂₇₀	Q ₂₇₁	Q ₂₇₂	Q ₂₇₃	Q ₂₇₄	Q ₂₇₅	Q ₂₇₆	Q ₂₇₇	Q ₂₇₈	Q ₂₇₉	Q ₂₈₀	Q ₂₈₁	Q ₂₈₂	Q ₂₈₃	Q ₂₈₄	Q ₂₈₅	Q ₂₈₆	Q ₂₈₇	Q ₂₈₈	Q ₂₈₉	Q ₂₉₀	Q ₂₉₁	Q ₂₉₂	Q ₂₉₃	Q ₂₉₄	Q ₂₉₅	Q ₂₉₆	Q ₂₉₇	Q ₂₉₈	Q ₂₉₉	Q ₃₀₀	Q ₃₀₁	Q ₃₀₂	Q ₃₀₃	Q ₃₀₄	Q ₃₀₅	Q ₃₀₆	Q ₃₀₇	Q ₃₀₈	Q ₃₀₉	Q ₃₁₀	Q ₃₁₁	Q ₃₁₂	Q ₃₁₃	Q ₃₁₄	Q ₃₁₅	Q ₃₁₆	Q ₃₁₇	Q ₃₁₈	Q ₃₁₉	Q ₃₂₀	Q ₃₂₁	Q ₃₂₂	Q ₃₂₃	Q ₃₂₄	Q ₃₂₅	Q ₃₂₆	Q ₃₂₇	Q ₃₂₈	Q ₃₂₉	Q ₃₃₀	Q ₃₃₁	Q ₃₃₂	Q ₃₃₃	Q ₃₃₄	Q ₃₃₅	Q ₃₃₆	Q ₃₃₇	Q ₃₃₈	Q ₃₃₉	Q ₃₄₀	Q ₃₄₁	Q ₃₄₂	Q ₃₄₃	Q ₃₄₄	Q ₃₄₅	Q ₃₄₆	Q ₃₄₇	Q ₃₄₈	Q ₃₄₉	Q ₃₅₀	Q ₃₅₁	Q ₃₅₂	Q ₃₅₃	Q ₃₅₄	Q ₃₅₅	Q ₃₅₆	Q ₃₅₇	Q ₃₅₈	Q ₃₅₉	Q ₃₆₀	Q ₃₆₁	Q ₃₆₂	Q ₃₆₃	Q ₃₆₄	Q ₃₆₅	Q ₃₆₆	Q ₃₆₇	Q ₃₆₈	Q ₃₆₉	Q ₃₇₀	Q ₃₇₁	Q ₃₇₂	Q ₃₇₃	Q ₃₇₄	Q ₃₇₅	Q ₃₇₆	Q ₃₇₇	Q ₃₇₈	Q ₃₇₉	Q ₃₈₀	Q ₃₈₁	Q ₃₈₂	Q ₃₈₃	Q ₃₈₄	Q ₃₈₅	Q ₃₈₆	Q ₃₈₇	Q ₃₈₈	Q ₃₈₉	Q ₃₉₀	Q ₃₉₁	Q ₃₉₂	Q ₃₉₃	Q ₃₉₄	Q ₃₉₅	Q ₃₉₆	Q ₃₉₇	Q ₃₉₈	Q ₃₉₉	Q ₄₀₀	Q ₄₀₁	Q ₄₀₂	Q ₄₀₃	Q ₄₀₄	Q ₄₀₅	Q ₄₀₆	Q ₄₀₇	Q ₄₀₈	Q ₄₀₉	Q ₄₁₀	Q ₄₁₁	Q ₄₁₂	Q ₄₁₃	Q ₄₁₄	Q ₄₁₅	Q ₄₁₆	Q ₄₁₇	Q ₄₁₈	Q ₄₁₉	Q ₄₂₀	Q ₄₂₁	Q ₄₂₂	Q ₄₂₃	Q ₄₂₄	Q ₄₂₅	Q ₄₂₆	Q ₄₂₇	Q ₄₂₈	Q ₄₂₉	Q ₄₃₀	Q ₄₃₁	Q ₄₃₂	Q ₄₃₃	Q ₄₃₄	Q ₄₃₅	Q ₄₃₆	Q ₄₃₇	Q ₄₃₈	Q ₄₃₉	Q ₄₄₀	Q ₄₄₁	Q ₄₄₂	Q ₄₄₃	Q ₄₄₄	Q ₄₄₅	Q ₄₄₆	Q ₄₄₇	Q ₄₄₈	Q ₄₄₉	Q ₄₅₀	Q ₄₅₁	Q ₄₅₂	Q ₄₅₃	Q ₄₅₄	Q ₄₅₅	Q ₄₅₆	Q ₄₅₇	Q ₄₅₈	Q ₄₅₉	Q ₄₆₀	Q ₄₆₁	Q ₄₆₂	Q ₄₆₃	Q ₄₆₄	Q ₄₆₅	Q ₄₆₆	Q ₄₆₇	Q ₄₆₈	Q ₄₆₉	Q ₄₇₀	Q ₄₇₁	Q ₄₇₂	Q ₄₇₃	Q ₄₇₄	Q ₄₇₅	Q ₄₇₆	Q ₄₇₇	Q ₄₇₈	Q ₄₇₉	Q ₄₈₀	Q ₄₈₁	Q ₄₈₂	Q ₄₈₃	Q ₄₈₄	Q ₄₈₅	Q ₄₈₆	Q ₄₈₇	Q ₄₈₈	Q ₄₈₉	Q ₄₉₀	Q ₄₉₁	Q ₄₉₂	Q ₄₉₃	Q ₄₉₄	Q ₄₉₅	Q ₄₉₆	Q ₄₉₇	Q ₄₉₈	Q ₄₉₉	Q ₅₀₀	Q ₅₀₁	Q ₅₀₂	Q ₅₀₃	Q ₅₀₄	Q ₅₀₅	Q ₅₀₆	Q ₅₀₇	Q ₅₀₈	Q ₅₀₉	Q ₅₁₀	Q ₅₁₁	Q ₅₁₂	Q ₅₁₃	Q ₅₁₄	Q ₅₁₅	Q ₅₁₆	Q ₅₁₇	Q ₅₁₈	Q ₅₁₉	Q ₅₂₀	Q ₅₂₁	Q ₅₂₂	Q ₅₂₃	Q ₅₂₄	Q ₅₂₅	Q ₅₂₆	Q ₅₂₇	Q ₅₂₈	Q ₅₂₉	Q ₅₃₀	Q ₅₃₁	Q ₅₃₂	Q ₅₃₃	Q ₅₃₄	Q ₅₃₅	Q ₅₃₆	Q ₅₃₇	Q ₅₃₈	Q ₅₃₉	Q ₅₄₀	Q ₅₄₁	Q ₅₄₂	Q ₅₄₃	Q ₅₄₄	Q ₅₄₅	Q ₅₄₆	Q ₅₄₇	Q ₅₄₈	Q ₅₄₉	Q ₅₅₀	Q ₅₅₁	Q ₅₅₂	Q ₅₅₃	Q ₅₅₄	Q ₅₅₅	Q ₅₅₆	Q ₅₅₇	Q ₅₅₈	Q ₅₅₉	Q ₅₆₀	Q ₅₆₁	Q ₅₆₂	Q ₅₆₃	Q ₅₆₄	Q ₅₆₅	Q ₅₆₆	Q ₅₆₇	Q ₅₆₈	Q ₅₆₉	Q ₅₇₀	Q ₅₇₁	Q ₅₇₂	Q ₅₇₃	Q ₅₇₄	Q ₅₇₅	Q ₅₇₆	Q ₅₇₇	Q ₅₇₈	Q ₅₇₉	Q ₅₈₀	Q ₅₈₁	Q ₅₈₂	Q ₅₈₃	Q ₅₈₄	Q ₅₈₅	Q ₅₈₆	Q ₅₈₇	Q ₅₈₈	Q ₅₈₉	Q ₅₉₀	Q ₅₉₁	Q ₅₉₂	Q ₅₉₃	Q ₅₉₄	Q ₅₉₅	Q ₅₉₆	Q ₅₉₇	Q ₅₉₈	Q ₅₉₉	Q ₆₀₀	Q ₆₀₁	Q ₆₀₂	Q ₆₀₃	Q ₆₀₄	Q ₆₀₅	Q ₆₀₆	Q ₆₀₇	Q ₆₀₈	Q ₆₀₉	Q ₆₁₀	Q ₆₁₁	Q ₆₁₂	Q ₆₁₃	Q ₆₁₄	Q ₆₁₅	Q ₆₁₆	Q ₆₁₇	Q ₆₁₈	Q ₆₁₉	Q ₆₂₀	Q ₆₂₁	Q ₆₂₂	Q ₆₂₃	Q ₆₂₄	Q ₆₂₅	Q ₆₂₆	Q ₆₂₇	Q ₆₂₈	Q ₆₂₉	Q ₆₃₀	Q ₆₃₁	Q ₆₃₂	Q ₆₃₃	Q ₆₃₄	Q ₆₃₅	Q ₆₃₆	Q ₆₃₇	Q ₆₃₈	Q ₆₃₉	Q ₆₄₀	Q ₆₄₁	Q ₆₄₂	Q ₆₄₃	Q ₆₄₄	Q ₆₄₅	Q ₆₄₆	Q ₆₄₇	Q ₆₄₈	Q ₆₄₉	Q ₆₅₀	Q ₆₅₁	Q ₆₅₂	Q ₆₅₃	Q ₆₅₄	Q ₆₅₅	Q ₆₅₆	Q ₆₅₇	Q ₆₅₈	Q ₆₅₉	Q ₆₆₀	Q ₆₆₁	Q ₆₆₂	Q ₆₆₃	Q ₆₆₄	Q ₆₆₅	Q ₆₆₆	Q ₆₆₇	Q ₆₆₈	Q ₆₆₉	Q ₆₇₀	Q ₆₇₁	Q ₆₇₂	Q ₆₇₃	Q ₆₇₄	Q ₆₇₅	Q ₆₇₆	Q ₆₇₇	Q ₆₇₈	Q ₆₇₉	Q ₆₈₀	Q ₆₈₁	Q ₆₈₂	Q ₆₈₃

TABLA 3. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE LOS POLINOMIOS (CO₂ VS HORA) CÚBICO Y CUÁRTICO Y LOS FACTORES EN ESTUDIO

SÓLO LOS CICLOS COMPLETOS Y CALIFICADOS

ÉPOCA
0 FRÍA
1 CALIDA

ALIBENCIÓN
0 NO
1 SI

N	CICLOS	C	E	FACTORES					n	ESTIMADORES DE LOS POLINOMIOS														
				T	S	A	FS	CÚBICO					CUÁRTICO											
								B ₀		B ₁	B ₂	B ₃	P>F	r ²	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	P>F	r ²				
1	2	1	0	20	28	0	1.1892	7	0.4787	-0.0209	-0.0007	0.00005	0.7347	0.3110	-1.5039	0.8365	-0.1222	-0.0070	-0.0010	0.1147	0.9208			
		2	0	20	28	0	1.6484	7	0.8689	0.0421	-0.0067	0.00020	0.8665	0.1912	-3.0154	1.5181	-0.2159	0.0190	-0.0070	0.2256	0.8738			
		3	0	20	28	0	1.8105	7	0.4640	-0.0729	0.0062	-0.0010	0.8612	0.1965	-1.7284	0.8948	-0.1269	0.0050	-0.0010	0.0692	0.9548			
		4	0	20	28	0	1.02515	7	0.1964	-0.1852	0.0115	-0.00030	0.8434	0.7137	-1.4205	1.0381	-0.1627	0.0090	-0.0020	0.5052	0.7014			
		5	0	20	28	0	2.1909	7	0.0680	-0.0483	0.0010	0.00001	0.4199	0.5631	-0.9056	0.6529	-0.0984	0.0040	-0.0010	0.3622	0.7990			
		6	0	20	28	0	1.63005	7	1.0981	0.2055	0.0181	-0.00948	0.2144	0.7436	0.1038	0.1897	-0.0398	0.0028	-0.0006	0.5062	0.8029			
		7	0	20	28	0	2.5685	7	0.9582	-0.1925	0.0146	0.00070	0.4134	0.5685	0.4470	0.0354	-0.0197	0.00160	-0.0003	0.6847	0.8256			
		8	0	20	28	0	2.1028	7	0.6328	-0.0026	-0.0001	-0.00003	0.7530	0.7007	-0.0653	0.0291	-0.0153	0.00050	-0.00002	0.4726	0.7531			
2	3	1	0	20	30	1	1.19	7	0.4552	0.0285	-0.0040	0.00010	0.3650	0.5124	0.3692	0.1676	-0.0196	0.00120	-0.0002	0.7411	0.7475			
		2	0	20	30	1	1.98	7	0.3817	-0.0095	0.0008	-0.00002	0.8569	0.9705	0.2370	0.1223	-0.0132	0.00170	-0.0004	0.4155	0.6454			
		3	0	20	30	1	1.59	7	0.3116	-0.0321	0.0055	-0.00010	0.1417	0.7037	0.2371	0.0358	-0.0079	0.00270	-0.0002	0.1947	0.8023			
		4	0	20	30	1	1.94	7	0.4185	0.0407	-0.0072	0.00020	0.8263	0.1749	0.0944	0.5076	-0.0993	0.00050	-0.0010	0.2131	0.7679			
		5	0	20	30	1	2.72	7	0.3336	0.0480	-0.0076	0.00020	0.8053	0.1983	-0.1798	0.5153	-0.0998	0.00640	-0.0010	0.2151	0.7641			
		6	0	20	30	1	2.07	7	0.5277	-0.0319	0.0003	0.00007	0.0161	0.9058	0.5383	-0.0425	0.0015	-0.00006	0.00090	0.6671	0.9608			
3	4	1	0	21	31	1	1.7148	7	0.0451	0.0500	-0.0005	0.00014	0.8208	0.2351	0.1105	-0.0172	0.0011	-0.00104	0.0003	0.8582	0.314			
		2	0	21	31	1	1.716	7	0.0753	0.0059	-0.0038	0.00006	0.3317	0.6338	0.0000	0.1365	-0.0212	0.00142	-0.00033	0.5153	0.6963			
		3	0	21	31	1	1.6732	7	0.7458	0.0003	-0.0005	0.00007	0.9161	0.1386	0.2643	-0.0187	0.0038	-0.00031	0.00000	0.9757	0.1357			
		4	0	21	31	1	1.7549	7	0.1610	0.0624	-0.0077	0.00024	0.9194	0.1349	0.3275	-0.1684	0.0368	-0.00276	0.00008	0.9311	0.6452			
		5	0	21	31	1	1.9639	7	0.1416	0.0137	-0.0020	0.00007	0.7456	0.2992	0.0759	0.0862	-0.0184	0.00134	-0.00003	0.5826	0.2699			
		6	0	21	31	1	2.1777	7	0.2456	0.0275	-0.0052	0.00028	0.1791	0.7550	0.3170	-0.0480	0.0117	-0.0012	0.00003	0.1297	0.9329			
		7	0	21	31	1	1.49	7	0.0485	0.0368	-0.0001	-0.00001	0.3874	0.6703	0.6577	0.0070	0.0003	0.00036	0.00001	0.5386	0.6727			
4	6	1	0	25	30	0	0.599	7	0.7800	0.3444	-0.0078	0.00037	0.3264	0.6381	-1.8523	1.1962	-0.1724	0.00550	-0.00018	0.2237	0.8711			
		2	0	25	30	0	0.7242	7	1.6093	-0.1984	0.0236	-0.00049	0.0833	0.8624	2.2386	-0.0576	0.0624	-0.00270	0.00004	0.7245	0.884			
		3	0	25	30	0	0.755	7	0.4059	-0.0171	-0.0014	0.00006	0.0311	0.9149	0.2151	0.1014	-0.0133	0.00020	-0.00001	0.1331	0.9311			
		4	0	25	30	0	0.8329	7	0.6271	-0.0082	-0.0024	0.00014	0.2387	0.7118	1.0628	-0.2095	0.0248	-0.00140	0.00001	0.4643	0.7319			
		5	0	25	30	0	1.0066	7	-0.624	0.283	-0.0254	0.0007	0.0814	0.8642	-1.6259	0.7252	-0.0880	0.00420	-0.00007	0.1583	0.6174			
		6	0	25	30	0	0.5993	7	0.1673	0.0579	-0.0001	-0.00001	0.4861	0.5107	2.4750	-0.9500	0.1440	-0.06812	0.00016	0.5828	0.6474			
		7	0	25	30	0	0.7704	7	0.4527	-0.0554	0.0095	-0.00030	0.3707	0.6127	0.1295	0.0563	0.0066	0.00000	-0.00002	0.5822	0.6433			
5	9	1	0	26	31	0	1.0596	7	0.0485	0.0615	-0.0035	0.00009	0.0498	0.9030	0.0261	0.0818	-0.0073	0.00034	-0.00001	0.1811	0.9054			
		2	0	26	34	0	1.639	7	0.2292	0.1091	-0.0124	0.00040	0.0000	0.8023	0.1443	0.1862	-0.0273	0.00135	-0.00023	0.1922	0.8500			
		3	0	26	34	0	0.7336	7	0.0767	0.1646	0.0185	0.00000	0.6523	0.8932	-0.0152	0.2572	-0.0364	0.00180	-0.00003	0.1840	0.8032			
		4	0	26	34	0	2.154	7	0.0467	0.0829	-0.0071	0.00017	0.6168	0.4125	0.2363	-0.0893	0.0261	-0.00020	0.00003	0.3467	0.8119			
		5	0	26	34	0	0.975	7	0.3262	0.0224	-0.0013	0.00000	0.0224	0.9430	0.3488	0.0019	0.0026	-0.00027	0.00001	0.9686	0.6533			
		6	0	26	34	0	1.9771	7	1.1399	0.0809	-0.0086	0.00024	0.3817	0.5355	0.2468	-0.0182	0.0105	-0.00101	0.00003	0.2711	0.8534			
		7	0	26	34	0	1.0113	7	0.2068	0.0247	-0.0003	-0.00006	0.4678	0.5253	0.2792	-0.0465	0.0140	-0.00097	0.00002	0.6659	0.5788			
		8	0	26	34	0	0.9475	7	0.3121	0.0453	-0.0076	0.00020	0.2151	0.7334	0.3856	-0.0294	0.0055	-0.00082	0.00002	0.3860	0.2821			
6	10	1	0	25	31	0	0.9026	8	0.4473	0.0564	-0.0063	0.00021	0.5349	0.2891	0.3456	-0.0217	-0.0191	-0.00019	-0.00002	0.7437	0.8999			
		2	0	25	31	0	0.8905	8	0.5135	-0.0312	0.0046	-0.00014	0.9526	0.0732	0.3732	0.0945	-0.0206	0.00157	-0.00004	0.4700	0.4259			
		3	0	25	34	0	1.1561	8	0.1339	0.1105	-0.0118	0.00040	0.4513	0.4484	-0.05837	0.2815	-0.0463	0.0007	-0.00051	0.5241	0.5692			
		4	0	25	34	0	1.1561	8	0.2526	0.0262	-0.0005	0.00000	0.6574	0.3040	0.1625	0.1082	-0.0167	0.00110	-0.00002	0.8278	0.3221			
		5	0	25	34	0	0.7215	8	0.2372	0.1075	-0.0059	0.00007	0.5429	0.3835	-0.1877	0.5124	-0.0858	0.00549	-0.00012	0.6219	0.7378			
		6	0	25	34	0	0.8422	8	0.3476	0.0668	0.0013	-0.00019	0.2816	0.5786	0.1344	0.2564	-0.0361	0.00274	-0.00006	0.4379	0.6297			
		7	0	25	34	0	0.6974	8	0.4785	0.1259	-0.0137	0.00039	0.6314	0.3220	0.1661	0.4183	-0.0698	0.00420	-0.00008	0.3322	0.7034			
		8	0	25	34	0	1.0596	8	0.3145	0.0601	-0.0047	0.00014	0.8858	0.8392	0.4518	-0.0937	0.0249	-0.00179	0.00004	0.5331	0.9202			
7	11	1	0	25	34	1	1.3855	7	0.4945	0.0742	-0.0122	0.00042	0.3729	0.6005	0.1723	0.4048	-0.0868	0.00670	-0.00014	0.0667	0.9601			
		2	0	25	34	1	0.806	7	0.1733	0.0680	-0.0070	0.00013	0.9725	0.1852	-0.2721	0.8509	-1.7962	0.01356	-0.00030	0.1592	0.9191			
		3	0	25	34	1	1.9529	7	0.5390	-0.0090	-0.0016	0.00010	0.5900	0.5863	0.2953	0.1784	-0.0441	0.00340	-0.00004	0.0974	0.9533			
		4	0	25	34	1	0.8122	7	1.4710	-0.0925	-0.0013	0.00028	0.9959	0.3436	0.4428	0.9626	-0.2394	0.01880	-0.00004	0.2643	0.8377			
		5	0	25	34	1	1.7411	7	0.4608	0.1153	-0.0136	0.00032	0.8153	0.2461	0.0051	0.5830	-0.1194	0.00667	-0.00020	0.3629	0.7290			
		6	0	25	34	1	1.1893	7	0.5835	0.2439	0.0384	0.00140	0.5558	0.4561	-0.3617	1.2139	-0.1572	0.01843	-0.00012	0.2052	0.8015			
		7	0	25	34	1	0.8122	7	0.6726	0.1286	-0.0186	0.00000	0.7065	0.3317	0.3740	-0.4362	-0.0879	0.00600	-0.00014	0.7045	0.454			
		8	0	25	34	1	1.5304	7	0.5866	0.0171	-0.0127	0.00004	0.7287	0.2230	-0.2272	0.8825	-0.2012	0.01523	-0.00017	0.1084	0.7432			

#	FACTORS	ESTIMADORES DE LA FUERZA									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

#	FACTORS	CÁRTERO									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
12	0.1002	0.0079	-0.0022	0.0079	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022
13	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072
14	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072
15	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072
16	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072
17	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072
18	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072
19	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072
20	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072

LOS CICLOS DE REPETICIÓN, NO SE CONSIDERAN

TABLA 4 RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE LOS POLINOMIOS CÚBICO Y CUÁRTICO (QO₁ vs HORA) Y LOS FACTORES EN ESTUDIO.

MEDIAS DE QO₁ POR HORA, DE LOS CICLOS COMPLETOS Y CALIFICADOS

EPOCA:
0 FRÍA
1 CÁLIDA

ALIMENTACION:
0 NO
1 SI

DOS CICLOS DE SLP/EMBRIE, NO SE CONSIDERARON

#	CICLOS	FACTORES						ESTIMADORES DE LOS POLINOMIOS												
								CÚBICO						CUÁRTICO						
								QO ₁ vs HORA	QO ₁ vs HORA	QO ₁ vs HORA	QO ₁ vs HORA	P>F	r ²	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	P>F	r ²
1	2	0	20	28	0	1	7	0.690	-0.090	0.005	-0.000	0.748	0.300	-1.005	0.662	-0.100	0.096	-0.060	0.104	0.950
								0.234	0.380	0.671	0.750			0.120	0.053	0.044	0.041	0.034		
2	3	0	20	30	1	1	7	0.405	0.007	-0.020	0.000	0.800	0.200	0.184	0.208	-0.042	0.003	-0.000	0.173	0.820
								0.055	0.910	0.744	0.673			0.186	0.061	0.048	0.047	0.050		
3	4	0	21	31	1	1	7	0.138	0.034	-0.004	0.000	0.776	0.275	0.166	0.005	0.003	-0.000	0.000	0.901	0.310
								0.198	0.439	0.481	0.534			0.344	0.067	0.000	0.027	0.784		
4	6	0	25	30	0	1	7	0.490	0.004	-0.000	0.000	0.114	0.829	0.391	0.047	-0.007	0.000	-0.000	0.313	0.830
								0.252	0.922	0.944	0.812			0.740	0.022	0.020	0.913	0.921		
5	9	0	26	34	0	1	7	0.173	0.074	-0.007	0.000	0.024	0.942	0.206	0.094	-0.002	-0.000	0.000	0.054	0.972
								0.011	0.012	-0.013	0.013			0.026	0.198	0.737	0.582	0.270		
6	10	0	25	34	0	1	8	0.345	0.064	-0.005	0.000	0.662	0.301	0.151	0.246	-0.040	0.002	-0.000	0.648	0.478
								0.213	0.420	0.608	0.654			0.652	0.302	0.346	0.370	0.388		
7	11	0	25	34	1	1	7	0.651	0.074	-0.013	0.000	0.760	0.294	0.054	0.690	-0.152	0.011	-0.000	0.104	0.946
								0.120	0.071	0.581	0.540			0.794	0.038	0.035	0.026	0.039		
8	12	0	30	30	0	1	7	0.900	-0.107	0.012	0.000	0.513	0.490	0.672	0.313	-0.053	0.003	-0.000	0.344	0.810
								0.022	0.205	0.272	0.288			0.076	0.136	0.130	0.178	0.142		
9	13	1	24	30	0	1	7	0.934	-0.075	0.006	0.000	0.011	0.965	0.900	-0.044	-0.000	0.000	-0.000	0.309	0.920
								0.001	0.016	0.034	0.083			0.002	0.259	0.036	0.470	0.336		
10	14	1	24	30	1	1	7	0.990	-0.107	0.011	-0.000	0.222	0.727	0.813	0.055	-0.021	0.002	-0.000	0.139	0.924
								0.007	0.180	0.200	0.248			0.021	0.561	0.275	0.178	0.142		
11	15	1	30	22	0	1	8	1.174	-0.150	0.010	-0.000	0.181	0.763	0.330	0.221	-0.043	0.003	0.000	0.124	0.936
								0.020	0.150	0.225	0.320			0.500	0.316	0.206	0.164	0.146		
12	16	1	30	22	1	1	6	0.607	0.093	-0.014	0.000	0.295	0.258	-0.015	0.691	-0.138	0.000	-0.000	0.459	0.749
								0.301	0.470	0.557	0.509			0.980	0.174	0.166	0.174	0.157		
13	17	1	30	26	0	1	7	0.710	0.110	-0.002	0.000	0.337	0.629	0.576	0.130	-0.025	0.002	0.000	0.425	0.345
								0.009	0.798	0.970	0.921			0.035	0.229	0.179	0.173	0.174		
14	18	1	30	26	1	1	8	0.688	-0.011	0.000	0.000	0.818	0.931	0.590	0.079	-0.018	0.001	-0.000	0.895	0.305
								0.012	0.870	0.991	0.970			0.073	0.662	0.546	0.531	0.531		
15	20	1	30	36	1	1	8	0.641	0.015	-0.005	0.000	0.887	0.911	0.735	-0.060	0.012	0.000	0.000	0.895	0.985
								0.003	0.581	0.120	0.038			0.003	0.097	0.116	0.000	0.047		

NOTAS En la segunda fila correspondiente a cada ciclo, se anotan con números entre los valores de P resultado de la prueba de t para probar la significancia de cada estimador. Cuando aparece 0.000 debe entenderse que el valor del estimador es pequeño y no alcanza a estar representado en las milésimas de la cifra, pero su valor es negativo.

Apéndice 2

Salidas del paquete estadístico JMP

Modelo para evaluar el impacto de los factores sobre el ajuste
de los polinomios de orden cuatro.

Modelo (5')

Variable de respuesta: r24 (r² del polinomio de orden cuatro)

El modelo se estimó y se observaron dos datos extremos, el 14 y el 4, los cuales fueron eliminados del análisis. La selección del modelo, se hizo tanto en la rutina *Stepwise* del JMP, con una dirección hacia atrás y reglas combinadas, como por el autor considerando la significancia de los estimadores y la aportación a la suma de cuadrados, también hacia atrás. Ambas coincidieron.

Summary of Fit

RSquare	0.909478
RSquare Adj	0.728435
Root Mean Square Error	0.108391
Mean of Response	0.826462
Observations (or Sum Wgts)	13

Term	Parameter Estimates		t Ratio	Prob> t
	Estimate	Std Error		
Intercept	63.728925	11.7848	5.41	0.0057
E	14.95846	2.984259	5.01	0.0074
T	-2.534898	0.477844	-5.30	0.0061
S	-2.162937	0.403512	-5.36	0.0058
A	0.5184487	0.147918	3.50	0.0248
E*T	-0.068717	0.024928	-2.76	0.0510
E*S	-0.42402	0.087882	-4.82	0.0085
E*A	-0.608379	0.175653	-3.46	0.0257
T*S	0.0866779	0.016258	5.33	0.0060

Effect Test

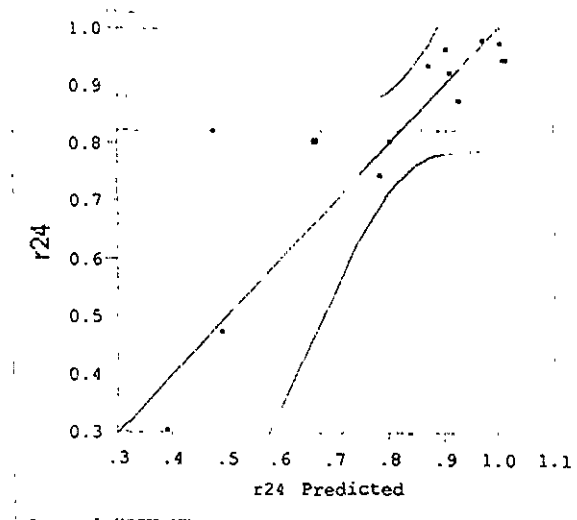
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob>F
E	1	1	0.29518151	25.1247	0.0074
T	1	1	0.33062563	28.1416	0.0061
S	1	1	0.33756974	28.7326	0.0058
A	1	1	0.14432963	12.2848	0.0248
E*T	1	1	0.08927591	7.5988	0.0510
E*S	1	1	0.27350490	23.2797	0.0085
E*A	1	1	0.14093673	11.9960	0.0257
T*S	1	1	0.33392230	28.4221	0.0060

Salidas del paquete estadístico JMP

Durbin-Watson

Durbin-Watson	Number of Obs.	AutoCorrelation	Prob<DW
3.0259433	13	-0.5511	0.8566

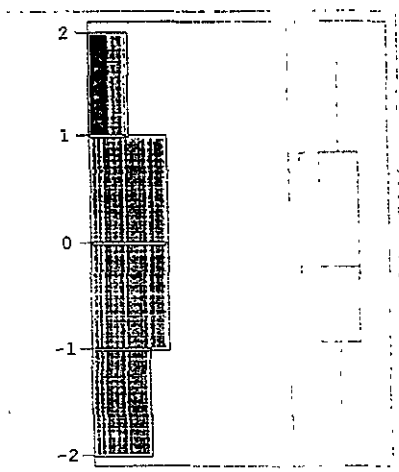
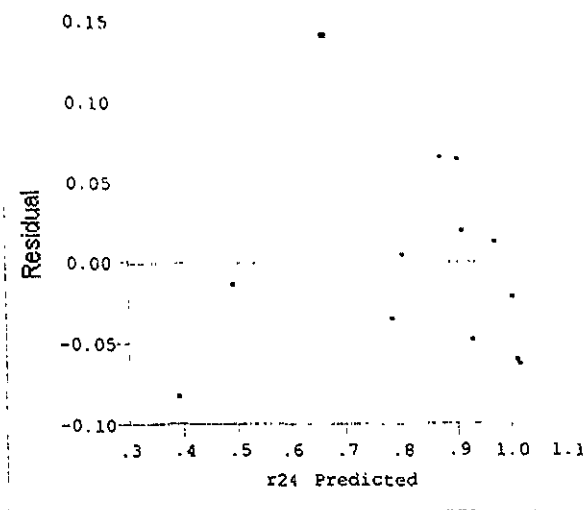
Whole-Model Test



Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	8	0.47215857	0.059020	5.0235
Error	4	0.04699466	0.011749	Prob>F
C Total	12	0.51915323		0.0681

Salidas del paquete estadístico JMP



Salidas del paquete estadístico JMP

Quantiles

maximum	100.0%	1.7342
	99.5%	1.7342
	97.5%	1.7342
	90.0%	1.5224
quartile	75.0%	0.8511
median	50.0%	-0.2220
quartile	25.0%	-0.9094
minimum	10.0%	-1.6188
	2.5%	-1.7598
	0.5%	-1.7598
	0.0%	-1.7598

Moments

Mean	-0.04360
Std Dev	1.06884
Std Err Mean	0.29644
upper 95% Mean	0.60229
lower 95% Mean	-0.68949
N	13.00000
Sum Wgts	13.00000

Test Mean=value

Hypothesized Value	0
Actual Estimate	-0.0436

	t Test	Signed-Rank
Test Statistic	-0.147	-3.500
Prob > t	0.886	0.839
Prob > t	0.557	0.580
Prob < t	0.443	0.420

Test for Normality
Shapiro-Wilk W Test

W	Prob < W
0.973314	0.8885

Salidas del paquete estadístico JMPModelos estadísticos lineales para la distribución del QO₂**Modelo (6a')****Variable de respuesta: media del QO₂**

Para la selección del modelo se empleó la rutina *Stepwise* del JMP, utilizando una dirección mixta y con reglas combinadas. La selección con dirección hacia atrás y hacia adelante coincidieron con ésta. La selección del autor, hacia atrás y con los criterios de la significancia del estimador del parámetro y su contribución a la suma de cuadrados, coincidió salvo que las selecciones con el JMP, sí proponen la interacción E*PS. Una vez seleccionado el modelo, se revisaron los datos para encontrar a aquellos que se consideraran extremos. El dato 99 así fue calificado y se eliminó del análisis. La interacción E*PS, que resultó no significativa se consideró para formar parte del modelo como fue sugerido por el paquete estadístico.

Summary of Fit

RSquare	0.752381
RSquare Adj	0.724868
Root Mean Square Error	0.108961
Mean of Response	0.548871
Observations (or Sum Wgts)	101

Lack of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack of Fit	87	1.0492369	0.012060	1.8755
Pure Error	3	0.0192910	0.006430	Prob>F
Total Error	90	1.0685279		0.3393
Max RSq				0.9955

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-0.818492	0.609433	-1.34	0.1826
E	2.2447761	0.529436	4.24	0.0001
T	0.0868128	0.025593	3.39	0.0010
S	-0.016539	0.006611	-2.50	0.0142
A	-0.856568	0.337894	-2.54	0.0130
PS	0.8331703	0.352407	2.36	0.0202
E*T	-0.091991	0.022594	-4.07	0.0001
E*PS	0.1623127	0.120996	1.34	0.1831
T*A	0.0210304	0.007527	2.79	0.0064
T*PS	-0.045317	0.014877	-3.05	0.0030
S*A	0.0142426	0.006814	2.09	0.0394

Salidas del paquete estadístico JMP

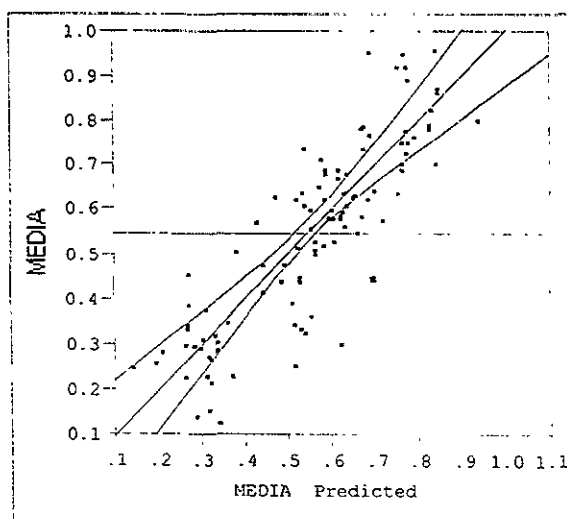
Effect Test

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob>F
E	1	1	0.21343315	17.9771	0.0001
T	1	1	0.13660198	11.5057	0.0010
S	1	1	0.07431467	6.2594	0.0142
A	1	1	0.07629659	6.4263	0.0130
PS	1	1	0.06636251	5.5896	0.0202
E*T	1	1	0.19681300	16.5772	0.0001
E*PS	1	1	0.02136508	1.7995	0.1831
T*A	1	1	0.09267038	7.8054	0.0064
T*PS	1	1	0.11016401	9.2789	0.0030
S*A	1	1	0.05187624	4.3694	0.0394

Durbin-Watson

Durbin-Watson	Number of Obs.	AutoCorrelation	Prob<DW
1.8378349	101	0.0679	0.0602

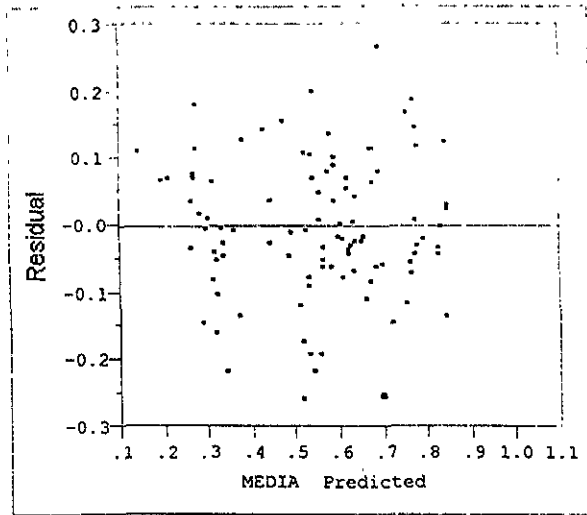
Whole-Model Test



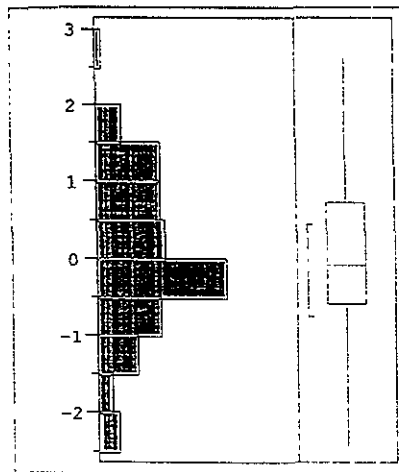
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	10	3.2466879	0.324669	27.3462
Error	90	1.0685279	0.011873	Prob>F
C Total	100	4.3152158		0.0000

Salidas del paquete estadístico JMP



Studentized Resid MEDIA



Salidas del paquete estadístico JMP

Quantiles

maximum	100.0%	2.6159
	99.5%	2.6159
	97.5%	1.9163
	90.0%	1.3186
quartile	75.0%	0.7400
median	50.0%	-0.0671
quartile	25.0%	-0.5717
	10.0%	-1.3409
	2.5%	-2.2229
	0.5%	-2.4433
minimum	0.0%	-2.4433

Moments

Mean	0.0074
Std Dev	1.0012
Std Err Mean	0.0996
upper 95% Mean	0.2050
lower 95% Mean	-0.1903
N	101.0000
Sum Wgts	101.0000

Test Mean=value

Hypothesized Value	0	
Actual Estimate	0.00739	
	t Test	Signed-Rank
Test Statistic	0.074	20.500
Prob > t	0.941	0.945
Prob > t	0.470	0.473
Prob < t	0.530	0.527

Test for Normality
Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0.983044	0.6864

Salidas del paquete estadístico JMP

Modelos estadísticos lineales para la distribución del QO₂

Modelo (6b')

Variable de respuesta: LDE (logaritmo de la desviación estándar del QO₂)

Para la selección del modelo se empleó la rutina *Stepwise* del JMP, utilizando una dirección mixta y con reglas combinadas. La selección con dirección hacia atrás y hacia adelante no coincidieron con ésta; y presentaron menos variables en el modelo estimado. La selección del autor, hacia atrás y con los criterios de la significancia del estimador del parámetro y su contribución a la suma de cuadrados, se pareció más a la selección hacia adelante que propone el JMP. Se estimó el modelo y se detectaron cuatro datos extremos 89, 99, 12 y 13, que se eliminaron en ese orden. Al terminar la exclusión, aparecieron tres interacciones como no significativas (E*PS, E*T y T*PS) que se quitaron del modelo. Los factores y las interacciones que resultaron al final, concordaron con el modelo seleccionado por el autor, con excepción de la interacción S*A, que aparece en vez de la T*PS.

Summary of Fit

RSquare	0.605033
RSquare Adj	0.56953
Root Mean Square Error	0.339674
Mean of Response	-1.8381
Observations (or Sum Wgts)	98

Lack of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack of Fit	86	9.896214	0.115072	0.9268
Pure Error	3	0.372464	0.124155	Prob>F
Total Error	89	10.268677		0.6376
Max RSq				
0.9857				

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-0.404869	0.816446	-0.50	0.6212
E	2.5178694	1.228634	2.05	0.0434
T	-0.0532	0.027125	-1.96	0.0530
S	0.0226108	0.028113	0.80	0.4234
A	-4.703105	1.197952	-3.93	0.0002
PS	-0.719605	0.092807	-7.75	0.0000
E*S	-0.100939	0.03796	-2.66	0.0093
T*A	0.1480367	0.026967	5.49	0.0000
S*A	0.0401073	0.022033	1.82	0.0721

Salidas del paquete estadístico JMP

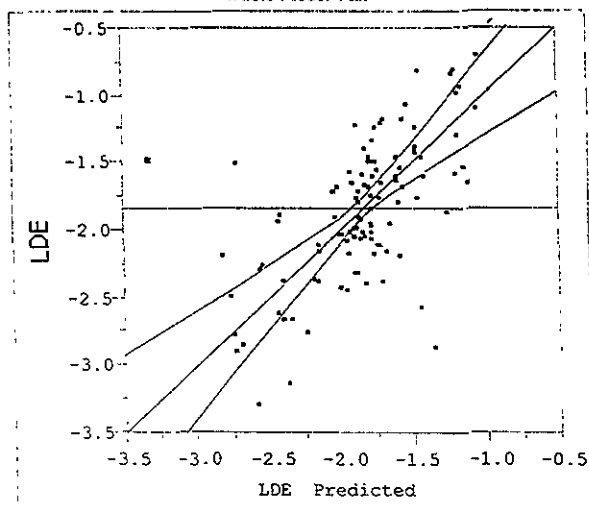
Effect Test

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob>F
E	1	1	0.4845582	4.1997	0.0434
T	1	1	0.4438023	3.8465	0.0530
S	1	1	0.0746361	0.6469	0.4234
A	1	1	1.7783413	15.4131	0.0002
PS	1	1	6.9367016	60.1213	0.0000
E*S	1	1	0.8158070	7.0707	0.0093
T*A	1	1	3.4769395	30.1351	0.0000
S*A	1	1	0.3823033	3.3135	0.0721

Durbin-Watson

Durbin-Watson	Number of Obs.	AutoCorrelation	Prob<DW
2.0886114	98	-0.0546	0.3856

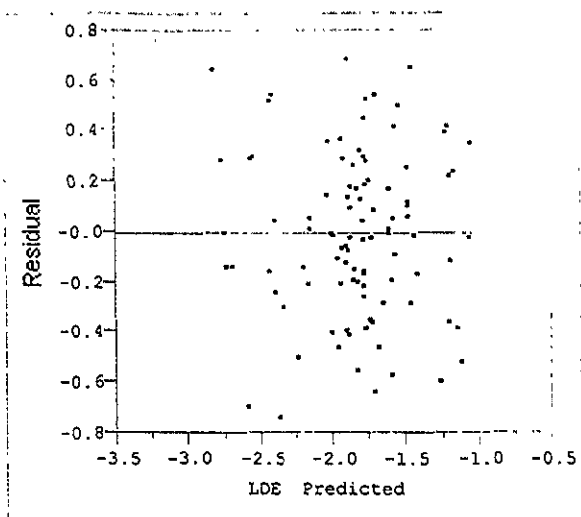
Whole-Model Test



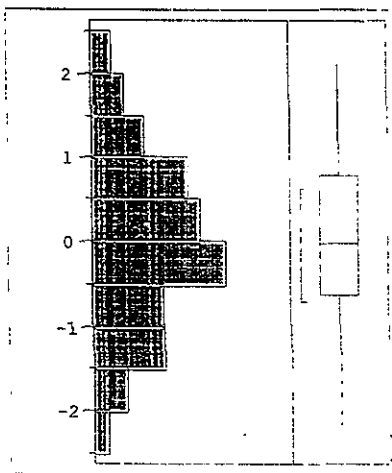
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	8	15.730118	1.96626	17.0419
Error	89	10.268677	0.11538	Prob>F
C Total	97	25.998795		0.0000

Salidas del paquete estadístico JMP



Studentized Resid LDE



Salidas del paquete estadístico JMP

Quantiles

maximum	100.0%	2.1256
	99.5%	2.1256
	97.5%	2.0527
	90.0%	1.3395
quartile	75.0%	0.7937
median	50.0%	-0.0202
quartile	25.0%	-0.6229
	10.0%	-1.3779
	2.5%	-2.0029
	0.5%	-2.2251
minimum	0.0%	-2.2251

Moments

Mean	0.00148
Std Dev	1.00303
Std Err Mean	0.10132
upper 95% Mean	0.20257
lower 95% Mean	-0.19962
N	98.00000
Sum Wgts	98.00000

Test Mean=value

Hypothesized Value	0
Actual Estimate	0.00148

	t Test	Signed-Rank
Test Statistic	0.015	-3.500
Prob > t	0.988	0.990
Prob > t	0.494	0.505
Prob < t	0.506	0.495

Test for Normality
Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0.975616	0.3243

Salidas del paquete estadístico JMP

Modelos estadísticos lineales para la distribución del QO₂

Modelo (6c')

Variable de respuesta: LCV (logaritmo del coeficiente de variación del QO₂)

Para la selección del modelo se empleó la rutina *Stepwise* del JMP, utilizando una dirección mixta y con reglas combinadas. La selección con dirección hacia atrás y hacia adelante coincidieron con ésta. La selección del autor, hacia atrás y con los criterios de la significancia del estimador del parámetro y su contribución a la suma de cuadrados, coincidió también. Se estimó el modelo y se observaron tres datos extremos: 98, 9 y 13, los cuales fueron excluidos.

Summary of Fit

RSquare	0.444012
RSquare Adj	0.395666
Root Mean Square Error	0.293845
Mean of Response	3.445086
Observations (or Sum Wgts)	101

Lack of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack of Fit	89	7.7418751	0.086987	1.2929
Pure Error	3	0.2018350	0.067278	Prob>F
Total Error	92	7.9437102		0.4881
Max RSq				
0.9859				

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	31.157842	8.895697	3.50	0.0007
E	4.1707721	2.279793	1.83	0.0706
T	-1.167865	0.361028	-3.23	0.0017
S	-0.86867	0.299562	-2.90	0.0047
A	0.2339866	0.07856	2.98	0.0037
E*T	0.1261701	0.029402	4.29	0.0000
E*S	-0.261793	0.069836	-3.75	0.0003
T*S	0.0369375	0.012125	3.05	0.0030
PS	-0.236493	0.093511	-2.53	0.0131

Effect Test

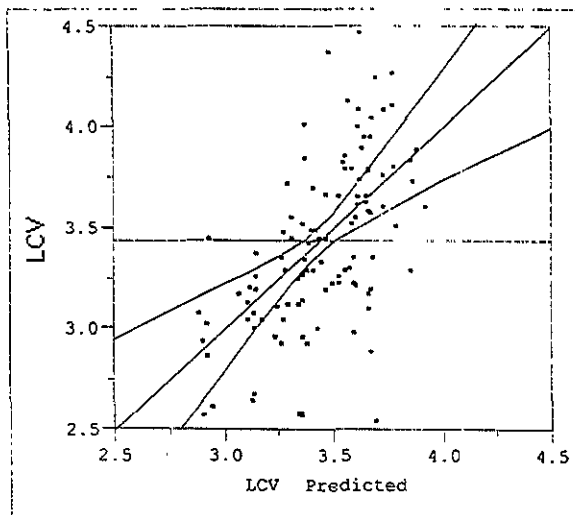
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob>F
E	1	1	0.2889867	3.3469	0.0706
T	1	1	0.9035218	10.4641	0.0017
S	1	1	0.7260612	8.4089	0.0047
A	1	1	0.7659793	8.8712	0.0037
E*T	1	1	1.5900024	18.4146	0.0000
E*S	1	1	1.2133779	14.0327	0.0003
T*S	1	1	0.8013683	9.2810	0.0030
PS	1	1	0.5522637	6.3960	0.0131

Salidas del paquete estadístico JMP

Durbin-Watson

Durbin-Watson	Number of Obs.	AutoCorrelation	Prob<DW
2.1669976	101	-0.0878	0.5604

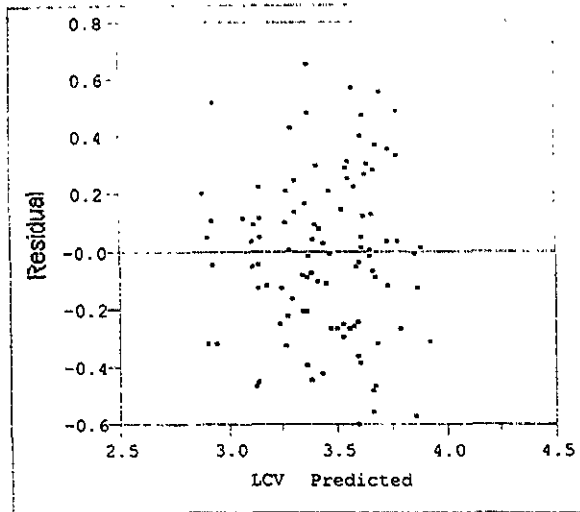
Whole-Model Test



Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	8	6.343855	0.792982	9.1839
Error	92	7.943710	0.086345	Prob>F
C Total	100	14.287566		0.0000

Salidas del paquete estadístico JMP



Residual LCV3



Salidas del paquete estadístico JMP

Quantiles

maximum	100.0%	0.66070
	99.5%	0.66070
	97.5%	0.57387
	90.0%	0.37842
quartile	75.0%	0.19716
median	50.0%	-0.0007
quartile	25.0%	-0.2386
	10.0%	-0.3804
	2.5%	-0.5517
	0.5%	-0.5858
minimum	0.0%	-0.5858

Moments

Mean	-0.0000
Std Dev	0.2818
Std Err Mean	0.0280
upper 95% Mean	0.0556
lower 95% Mean	-0.0556
N	101.0000
Sum Wgts	101.0000

Test Mean=value

Hypothesized Value	0
Actual Estimate	-2e-15

	t Test	Signed-Rank
Test Statistic	-0.000	-5.500
Prob > t	1.000	0.985
Prob > t	0.500	0.507
Prob < t	0.500	0.493

Test for Normality
Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0.975064	0.2919

Salidas del paquete estadístico JMP

Modelos estadísticos lineales para la distribución del QO_2

Modelo (6d')

Variable de respuesta: LRAN (logaritmo del intervalo de QO_2)

Para la selección del modelo se empleó la rutina *Stepwise* del JMP, utilizando una dirección mixta y con reglas combinadas. La selección con dirección hacia atrás y hacia adelante no coincidieron con ésta. La selección del autor, hacia atrás y con los criterios de la significancia del estimador del parámetro y su contribución a la suma de cuadrados, coincidió en mayor grado con aquella de la dirección combinada salvo por las interacciones E*T y T*A, que se sustituyeron por E*S y T*S en la sugerencia del JMP. Se estimó el modelo y se observó a los datos 13, 98 y 12 como extremosos; se excluyeron del análisis. A: reció entonces la interacción T*PS como no significativa y se eliminó.

Summary of Fit

RSquare	0.544335
RSquare Adj	0.509284
Root Mean Square Error	0.381265
Mean of Response	-0.88889
Observations (or Sum Wgts)	99

Lack of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack of Fit	88	12.964506	0.147324	1.6772
Pure Error	3	0.263520	0.087840	Prob>F
Total Error	91	13.228025		0.3809
Max RSq				0.9909

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	52.413197	11.6057	4.52	0.0000
E	13.416012	2.948737	4.55	0.0000
T	-2.156833	0.476197	-4.53	0.0000
S	-1.765926	0.387615	-4.56	0.0000
A	0.5040031	0.098121	5.14	0.0000
PS	-0.89909	0.104349	-8.62	0.0000
E*S	-0.464489	0.096316	-4.82	0.0000
T*S	0.0725142	0.015845	4.58	0.0000

Salidas del paquete estadístico JMP

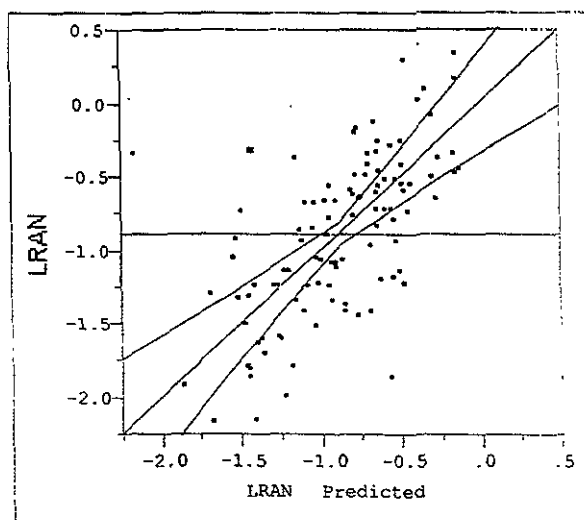
Effect Test

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob>F
E	1	1	3.009043	20.7002	0.0000
T	1	1	2.982034	20.5144	0.0000
S	1	1	3.017148	20.7560	0.0000
A	1	1	3.835272	26.3841	0.0000
PS	1	1	10.791591	74.2390	0.0000
E*S	1	1	3.380714	23.2571	0.0000
T*S	1	1	3.044406	20.9435	0.0000

Durbin-Watson

Durbin-Watson	Number of Obs.	AutoCorrelation	Prob<DW
2.0954398	99	-0.0664	0.4399

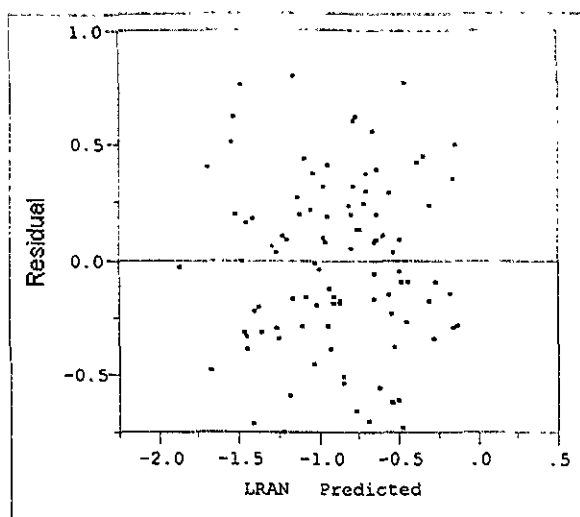
Whole-Model Test



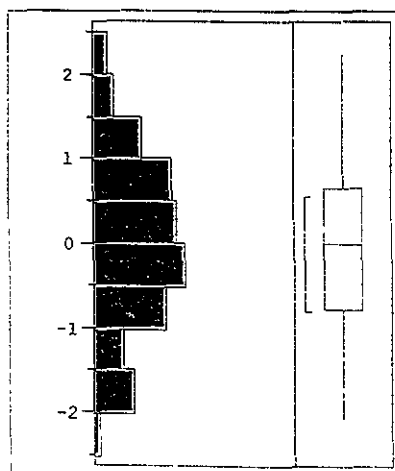
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	7	15.802161	2.25745	15.5298
Error	91	13.228025	0.14536	Prob>F
C Total	98	29.030186		0.0000

Salidas del paquete estadístico JMP



Studentized Resid LRAM



Quantiles

maximum	100.0%	2.2595
	99.5%	2.2595
	97.5%	2.1340
	90.0%	1.2541
quartile	75.0%	0.6775
median	50.0%	0.0149
quartile	25.0%	-0.7577
	10.0%	-1.4104

Salidas del paquete estadístico JMP

	2.5%	-1.9397
	0.5%	-2.0556
minimum	0.0%	-2.0556

Moments

Mean	0.00022
Std Dev	1.00622
Std Err Mean	0.10113
upper 95% Mean	0.20091
lower 95% Mean	-0.20047
N	99.00000
Sum Wgts	99.00000

Test Mean=value

Hypothesized Value	0
Actual Estimate	0.00022

	t Test	Signed-Rank
Test Statistic	0.002	-1.000
Prob > t	0.998	0.997
Prob > t	0.499	0.501
Prob < t	0.501	0.499

Test for Normality
Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0.973165	0.2296

Salidas del paquete estadístico JMP

Modelo para la aclimatación cruzada

Modelo 7'

Sin datos 17, 20 y 21

Variable de respuesta: MEDIA (Media del QO₂.)

Se detectaron 3 valores extremos, el 17, 20 y 21, los cuales fueron removidos para el análisis. Además se presenta la gráfica para la interacción entre QO₂ y el PS por ciclo, y la estimación de los parámetros de cada una de estas regresiones lineales simples.

Summary of Fit

RSquare	0.923895
RSquare Adj	0.891278
Root Mean Square Error	0.056906
Mean of Response	0.671358
Observations (or Sum Wgts)	31

Lack of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack of Fit	20	0.06611904	0.003306	1.7538
Pure Error	1	0.00188498	0.001885	Prob>F
Total Error	21	0.06800402		0.5410
Max RSq				0.9979

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	1.3618708	0.063749	21.36	0.0000
PS	-0.947151	0.093352	-10.15	0.0000
CICLO[6-17]	0.007429	0.116818	0.06	0.9499
CICLO[10-17]	-0.297707	0.108142	-2.75	0.0119
CICLO[12-17]	0.6817778	0.178892	3.81	0.0010
CICLO[13-17]	-0.118979	0.11149	-1.07	0.2980
CICLO[6-17]*PS	-0.055043	0.158189	-0.35	0.7313
CICLO[10-17]*PS	0.4471363	0.131486	3.40	0.0027
CICLO[12-17]*PS	-0.341303	0.22108	-1.54	0.1376
CICLO[13-17]*PS	-0.201439	0.235955	-0.85	0.4029

Effect Test

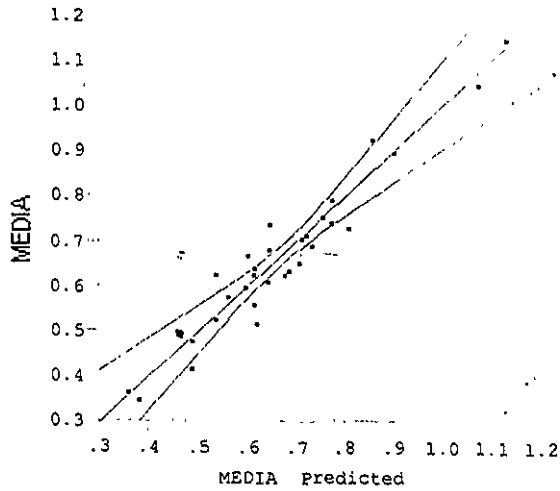
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob>F
PS	1	1	0.33335556	102.9420	0.0000
CICLO	4	4	0.06210397	4.7945	0.0066
CICLO*PS	4	4	0.04176349	3.2242	0.0327

Durbin-Watson

Durbin-Watson	Number of Obs.	AutoCorrelation	Prob<DW
2.0699744	31	-0.0467	0.2651

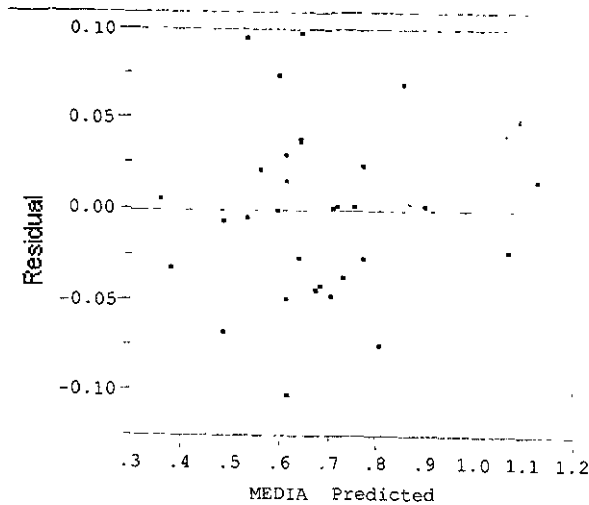
Salidas del paquete estadístico JMP

Whole-Model Test



Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	9	0.82554753	0.091728	28.3259
Error	21	0.06800402	0.003238	Prob>F
C Total	30	0.89355156		0.0000



Salidas del paquete estadístico JMP

CICLO

Effect Test

Sum of Squares	F Ratio	DF	Prob>F
0.06210397	4.7945	4	0.0066

Least Squares Means

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
6	0.658052682	0.0227873523	0.612300
10	0.709308050	0.0329758216	0.600025
12	1.129245540	0.0442625350	0.981533
13	0.427748212	0.0859682131	0.767567
17	0.524080209	0.0268468535	0.596543

Contrast

6	0	1
10	0	0
12	1	0
13	0	-1
17	-1	0
Estimate	0.6052	0.2303
Std Error	0.0518	0.0889
t Ratio	11.69	2.5895
Prob> t	1e-10	0.0171
SS	0.4425	0.0217
Sum of Squares	0.4642426436	
Numerator DF	2	
F Ratio	71.680285717	
Prob > F	0.0000000004	

Contrast

6	1	0.5
10	-1	0.5
12	0	0
13	0	-1
17	0	0
Estimate	-0.051	0.2559
Std Error	0.0401	0.0883
t Ratio	-1.279	2.8993
Prob> t	0.2149	0.0086
SS	0.0053	0.0272
Sum of Squares	0.0307867686	
Numerator DF	2	
F Ratio	4.7535580794	
Prob > F	0.0198193981	

Salidas del paquete estadístico JMP

Contrast

6	0
10	1
12	0
13	-1
17	0
Estimate	0.2816
Std Error	0.0921
t Ratio	3.0579
Prob> t	0.006
SS	0.0303

Sum of Squares	0.0302807384
Numerator DF	1
F Ratio	9.3508513609
Prob > F	0.0059741927

MEDIA DEL QO₂ By PS

Linear Fit CICLO=6

Summary of Fit

RSquare	0.958046
RSquare Adj	0.949656
Root Mean Square Error	0.032373
Mean of Response	0.6123
Observations (or Sum Wgts)	7

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0.11965770	0.119658	114.1793
Error	5	0.00523990	0.001048	Prob>F
C Total	6	0.12489760		0.0001

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	1.3692998	0.071893	19.05	0.0000
PS	-1.002194	0.09379	-10.69	0.0001

Linear Fit CICLO=10

Summary of Fit

RSquare	0.609739
RSquare Adj	0.544696
Root Mean Square Error	0.077741
Mean of Response	0.600025
Observations (or Sum Wgts)	8

Salidas del paquete estadístico JMP

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0.05665557	0.056656	9.3743
Error	6	0.03626215	0.006044	Prob>F
C Total	7	0.09291771		0.0222

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	1.0641636	0.154064	6.91	0.0005
PS	-0.500015	0.16331	-3.06	0.0222

Linear Fit CICLO=12

Summary of Fit

RSquare	0.990072
RSquare Adj	0.980144
Root Mean Square Error	0.028379
Mean of Response	0.981533
Observations (or Sum Wgts)	3

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0.08031418	0.080314	99.7236
Error	1	0.00080537	0.000805	Prob>F
C Total	2	0.08111955		0.0635

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	2.0436486	0.107613	18.99	0.0335
PS	-1.288454	0.129024	-9.99	0.0635

Linear Fit CICLO=13

Summary of Fit

RSquare	0.803816
RSquare Adj	0.764579
Root Mean Square Error	0.051512
Mean of Response	0.769857
Observations (or Sum Wgts)	7

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0.05435951	0.054360	20.4863
Error	5	0.01326728	0.002653	Prob>F
C Total	6	0.06762680		0.0062

Salidas del paquete estadístico JMP

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	1.2331051	0.104184	11.84	0.0001
PS	-1.132715	0.250258	-4.53	0.0062

Linear Fit CICLO=17

Summary of Fit

RSquare	0.836504
RSquare Adj	0.803805
Root Mean Square Error	0.050743
Mean of Response	0.596543
Observations (or Sum Wgts)	7

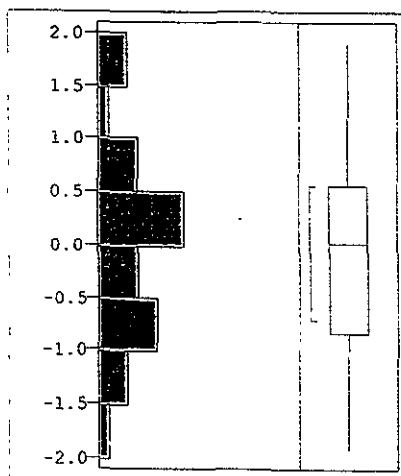
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0.06586982	0.065870	25.5819
Error	5	0.01287432	0.002575	Prob>F
C Total	6	0.07874414		0.0039

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	1.0893504	0.099304	10.97	0.0001
PS	-0.796503	0.157478	-5.06	0.0039

Distribución de residuos estudentizados



Salidas del paquete estadístico JMP

Quantiles

maximum	100.0%	1.9081
	99.5%	1.9081
	97.5%	1.9081
	90.0%	1.4917
quartile	75.0%	0.5683
	50.0%	0.0399
quartile	25.0%	-0.8270
	10.0%	-1.4408
	2.5%	-1.9024
	0.5%	-1.9024
	0.0%	-1.9024

Moments

Mean	-0.00525
Std Dev	0.98402
Std Err Mean	0.17673
upper 95% Mean	0.35569
lower 95% Mean	-0.36618
N	31.00000
Sum Wgts	31.00000

Test Mean=value

Hypothesized Value	0
Actual Estimate	-0.0052

	t Test	Signed-Rank
Test Statistic	-0.030	-3.000
Prob > t	0.977	0.954
Prob > t	0.512	0.523
Prob < t	0.488	0.477

Test for Normality
Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0.973701	0.6733