

V.- RESULTADOS.

V.1.- Comportamiento de los parámetros ambientales.

Los valores promedios de temperatura en las entradas fueron de 25.7 y 24.0°C, en el interior fueron de 26.4 y 25.9°C y en las salidas de 25.7 y 24.1°C en los estanques 5 y 6 respectivamente (Fig. 3).

El comportamiento similar de la temperatura entre las estaciones, se corroboró con los análisis de varianza, donde estos determinaron que no hubo diferencias significativas entre ellas ($p = 0.4677$; Fig.3). Sin embargo un análisis de varianza realizado entre las fechas para cada estación y para cada estanque indicó que los valores más altos de temperatura durante los cultivos, se registraron en los meses cálidos de agosto y septiembre, y que se presentaron diferencias temporales en todas las estaciones de ambos estanques ($p < 0.05$; Fig.4).

Se observaron promedios similares de oxígeno disuelto en las entradas de los estanques 5 y 6 con concentraciones de 6.1 y 5.2 mg/l, para el interior de los dos estanques fue de 6.3 y 6.8 mg/l respectivamente y en las salidas de ambos estanques con 6.02 y 5.3 mg/l (Fig. 3). Al realizar el análisis de varianza entre los estanques no se encontraron diferencias entre ellos ($p = 0.0608$, Fig. 3). Esto indicó que se presentaron las mismas condiciones de oxígeno disuelto en los dos estanques y en sus respectivas estaciones. Sin embargo, el análisis realizado temporalmente indicó que hubo diferencias significativas entre fechas ($p < 0.05$; Fig. 5) en todas las estaciones excepto en la entrada del estanque 6. En el caso de las salidas de ambos estanques se denota por el analisis temporal que existen diferencias significativas.

El oxígeno disuelto a través del tiempo de engorda, se comportó de la siguiente manera. Desde los últimos días de agosto hasta la mitad de septiembre, se presentó un descenso en todas las estaciones (excepto en la entrada del estanque número 5), con valores bajos (relativamente) en el mes de septiembre y altos en los últimos días de octubre, luego en el mes de noviembre se presentó de nuevo un descenso (Fig.5).

Los valores promedios que registró el pH en las entradas fueron de 8.2 unidades en los dos estanques, en el interior con 8.3 y 8.4 unidades, y en las salidas de 8.2 y 8.4 unidades, para los estanques 5 y 6 respectivamente. Los valores promedios que se registraron para la salinidad,

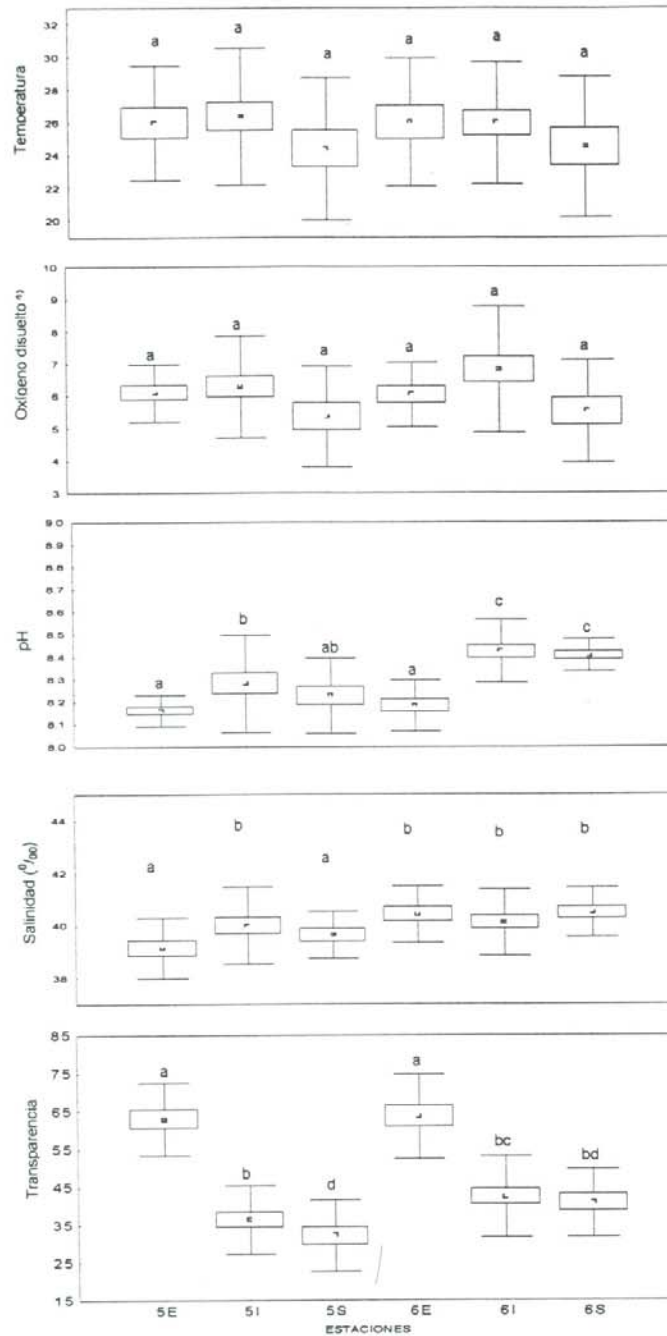


Fig. 3.- Parámetros ambientales. Variación espacial promedio (\pm d.e. y \pm e.e) en las entradas (E), interiores (I) y salidas (S) de los estanques 5 y 6, durante todo el período de estudio. Estaciones con letras diferentes indican diferencias significativas.

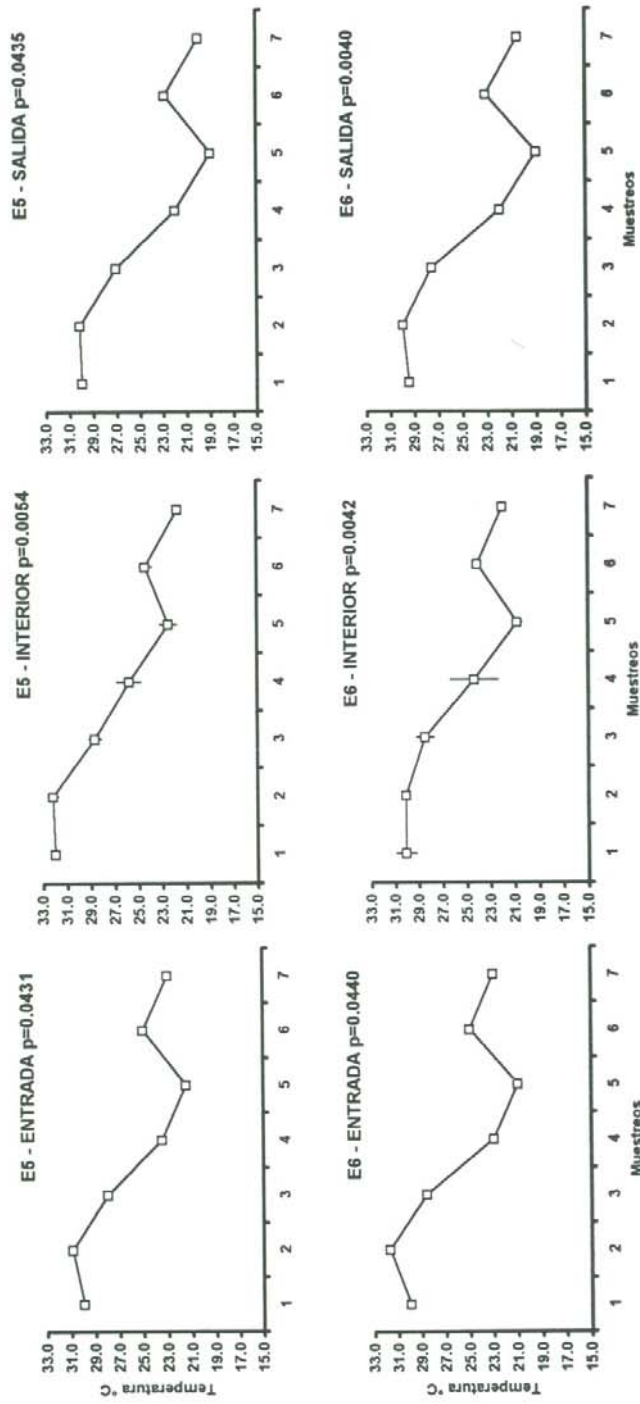


Fig. 4.- Temperatura. Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

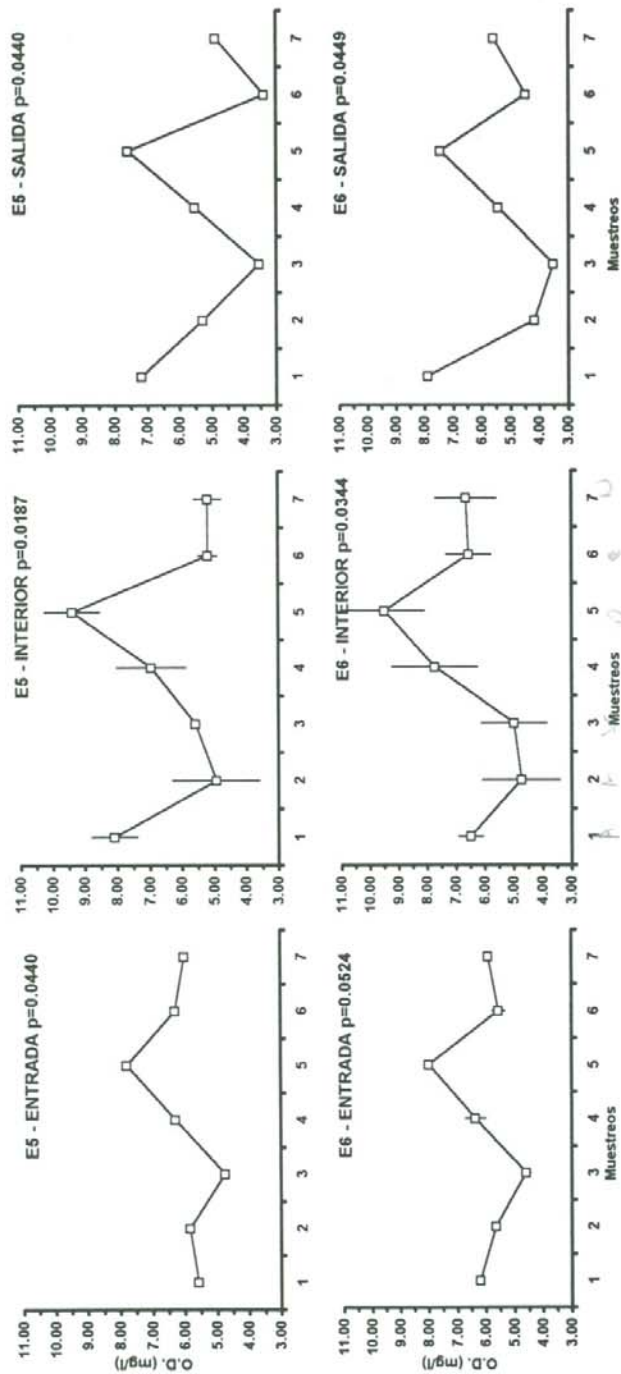


Fig. 5.- Oxígeno disuelto. Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

en las entradas fueron de 39.0‰ en los estanques 5 y 6 respectivamente. En los interiores y en las salidas se encontraron valores de 40.0‰ en ambos estanques. La transparencia presentó valores promedios en las entradas de 63.8 y 32.3 cm en el estanque 5 y 6 respectivamente, en el interior de los estanques los promedios fueron de 36.3 y 42.4 cm y las salidas de ambos estanques presentaron promedios de 64.6 y 41.2 cm respectivamente (fig. 3).

El análisis de varianza realizado entre los estanques y entre las estaciones indicaron que hubo diferencias significativas entre ellos para los niveles de pH ($p < 0.001$), salinidad ($p < 0.0463$) y transparencia ($p < 0.001$). Los análisis *a posteriori* de Kruskal y Wallis, indicaron que esas diferencias ocurrieron en el caso del pH para la entrada del estanque 5 con el interior del mismo estanque, y con el interior del estanque 6 (Fig.3). El interior del estanque 5 mantuvo diferencias con la entrada, el interior y la salida del estanque 6. La salida del estanque 5 presentó diferencias con el interior y la salida del estanque 6. La entrada del estanque 6 tuvo diferencias con su propio interior y su salida (Fig. 3). Estas diferencias indican en general que los valores de pH más altos se registraron en los interiores de los estanques y los más bajos en las entradas. Para el caso de la salinidad las diferencias significativas de acuerdo al análisis *a posteriori* se presentaron de la siguiente forma; la entrada del estanque 5 presentó diferencias con su interior, además con la entrada y el interior del estanque 6 (Fig. 3); esto quiere decir que los valores más bajos se presentaron en la entrada del estanque 5, pero en la mayoría de las estaciones se presentaron condiciones similares de salinidad. La transparencia manifestó diferencias en la entrada del estanque 5 con su propio interior, salida y el interior del estanque 6. El interior del estanque 5 mantuvo diferencias con la entrada del estanque 6. La salida del estanque 5 demostró tener diferencias con el interior del estanque 6. La entrada del estanque 6 tuvo diferencias con su propio interior y su salida (Fig. 3). Es decir que durante el estudio se presentaron los valores más bajos de transparencia en los interiores y en las salidas de los estanques y que se estuvo bombeando agua con una transparencia alta.

El pH presentó un comportamiento estable a través del ciclo de engorda en las entradas; en los interiores se pueden apreciar valores más altos en la mitad de septiembre con un descenso en los últimos días del mismo mes, para posteriormente aumentar hacia el final de octubre. En las salidas hay una disminución al final de septiembre con un aumento hacia el final de octubre y en los días posteriores otro descenso, en el estanque 5. El análisis temporal

de los estanques 5 y 6, nos demuestra que se presentaron diferencias solo en los interiores de ambos estanques (Fig. 6).

Para la variable salinidad en general en todas las estaciones de muestreo de ambos estanques, se registraron lecturas bajas en el mes de agosto con incremento a septiembre. Sin embargo las diferencias temporales solo fueron significativas en las entradas e interiores de los dos estanques (fig. 7).

La transparencia presentó un comportamiento espacial y temporal, similar en ambos estanques. Se observó que el agua en las entradas de los estanques presentó condiciones de una alta transparencia. En cambio en los interiores y en las salidas de ambos estanques, el agua se presentó más turbia. En el estanque 5 se observa un aumento de la turbidez del agua en los últimos días de septiembre, posteriormente disminuye la turbidez hasta los últimos días de octubre, para darse un aumento de esta variable mencionada en los primeros días de noviembre y se observa un descenso de la turbidez en los últimos días de noviembre en la salida del estanque 5 (Fig.8). En la entrada del estanque 6 se observa un comportamiento irregular al presentarse varios altibajos a lo largo del ciclo de cultivo. El interior y la salida presentan un descenso hacia los últimos días de octubre, presentándose un ligero aumento en los primeros días de noviembre para posteriormente presentarse otro descenso. En el análisis temporal de ambos se demuestran diferencias en todas las estaciones, excepto en el interior del estanque 6 (Fig. 8).

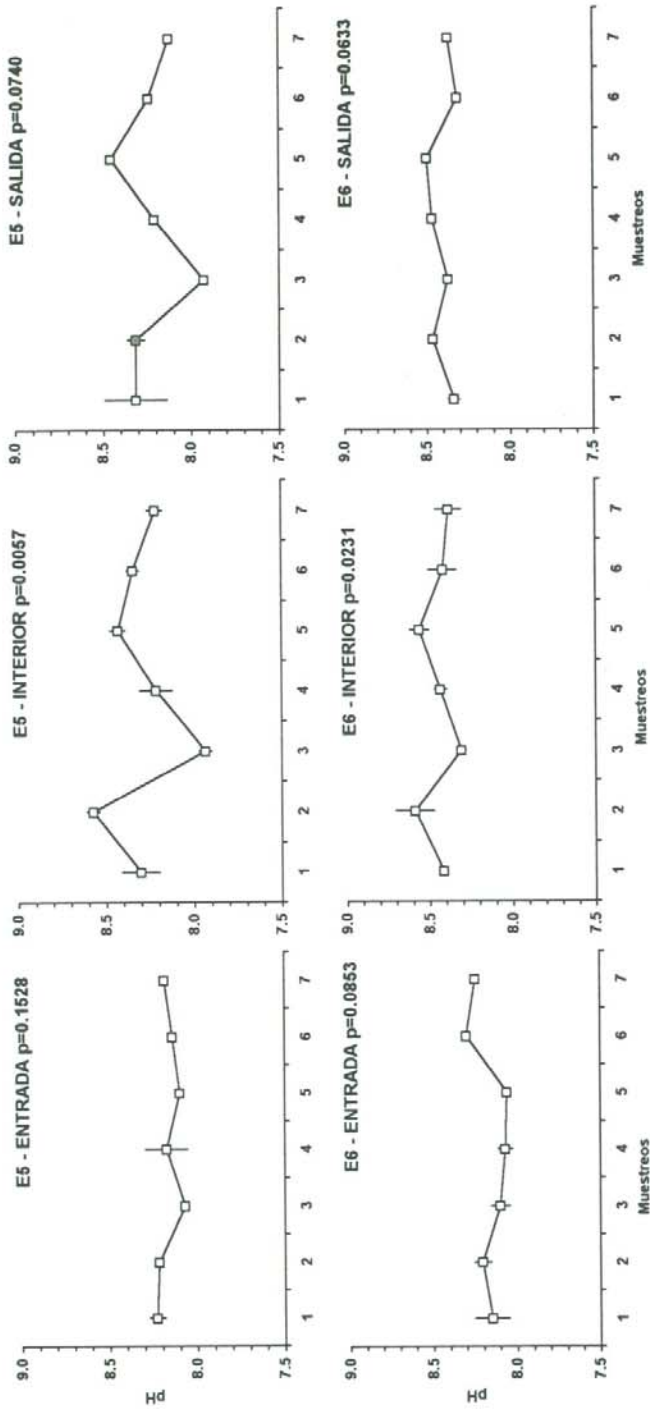


Fig. 6. pH. Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Almasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

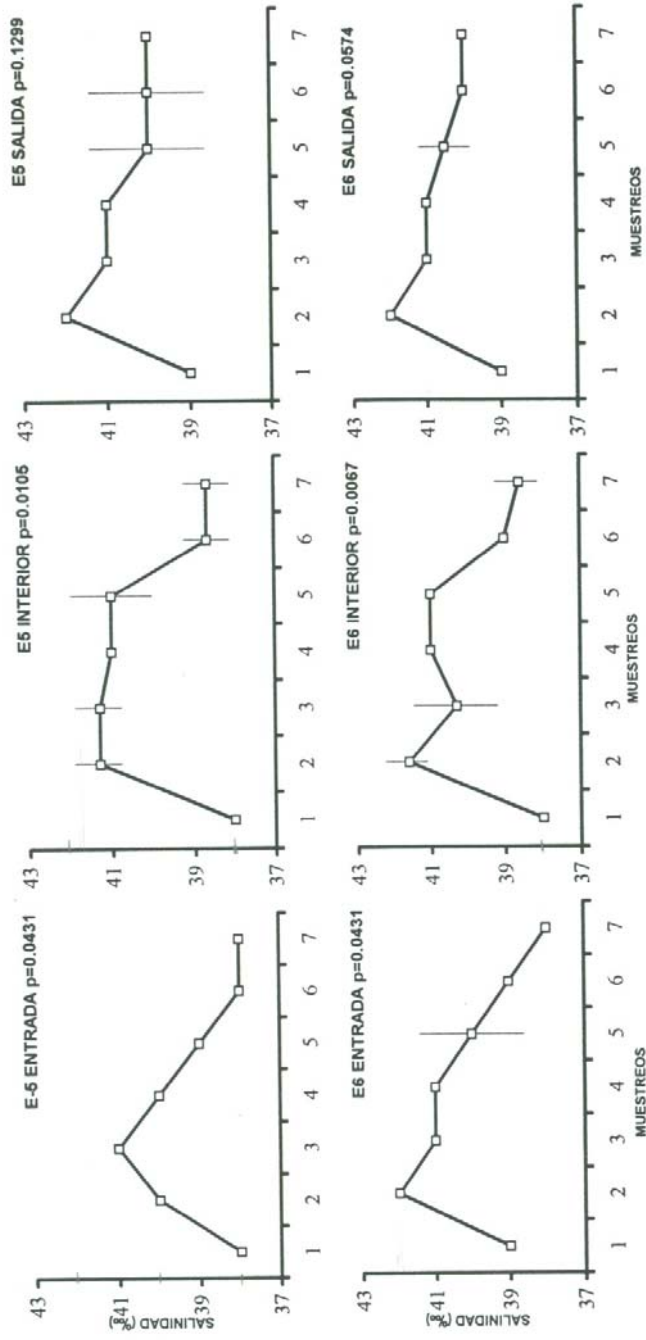


Fig. 7.- Salinidad Comportamiento promedio quincenal (\pm d. e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

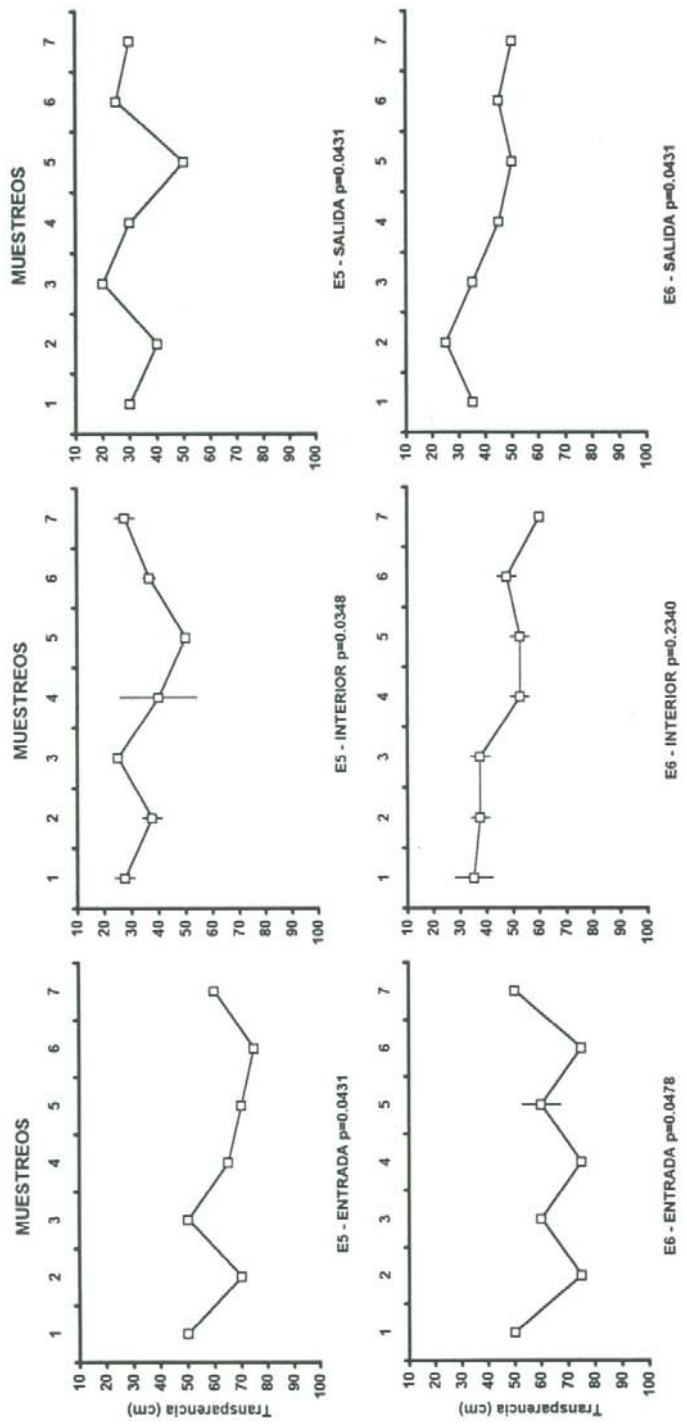


Fig. 8.- Transparencia. Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al analisis temporal de K-W.

V.2.- Comportamiento de los Nutrientes

Los promedios generales de nitratos en las entradas de los estanques 5 y 6 fueron de 0.08 y 0.072 mg/l respectivamente y en los interiores igual que en las salidas de los dos estanques el valor promedio fue de 0.072 mg/l, demostrando que se presentaron muy estables en sus concentraciones (Fig. 9). De hecho, no hubo diferencias significativas ($p=0.2612$) entre esos promedios. En general la variación temporal de los nitratos tanto en las entradas, interiores y salidas de los estanques se comportaron en forma similar (Fig. 10) solo en el interior la variación fue significativa.

Con relación a los ortofosfatos, los valores promedio generales en las entradas fueron de 0.099 y 0.12 mg/l para los estanques 5 y 6 respectivamente. En el interior de los dos estanques se obtuvo un promedio de 0.065 mg/l, mientras que en las salidas fueron de 0.065 y 0.075 mg/l en estanques 5 y 6 respectivamente (Fig. 9) estos valores promedio presentaron diferencias significativas ($p = 0.0188$). Estas diferencias se dieron en las siguientes estaciones la entrada del estanque 5 con la salida del mismo 5 y el interior del estanque 6; el interior del estanque 5 con la entrada del estanque 6; la entrada del estanque 6 con el interior y la salida del mismo estanque (Fig. 9). Esto indica que hubo una tendencia a registrarse los valores más altos en las entradas que en los interiores y las salidas. En los ortofosfatos se aprecian estadísticamente diferencias temporales en el interior y salida del estanque 6 (Fig. 11). En interiores se nota un nivel máximo durante la mitad de octubre con un descenso inmediato a los últimos días de octubre, y un aumento de nivel que se ubica en la mitad del mes de noviembre, pero seguido de una disminución que se nota en el último muestreo de dichas estaciones.

Los promedios generales de los silicatos durante la engorda en las entradas de los estanques 5 y 6 fueron de 3.265 y 2.99 mg/l. En el interior fue 3.84 y 3.68 mg/l, en las salidas fueron de 2.38 y 2.9 mg/l para ambos estanques (Fig. 9). Los análisis estadísticos demostraron que estos valores no presentaron diferencias significativas entre ellos ($p = 0.7900$), esto quiere decir que las concentraciones de los silicatos variaron a través de la engorda en forma muy similar. El SiO_2 en el análisis temporal presentó diferencias significativas en todas las estaciones de ambos estanques (Fig. 12). En todas las estaciones la tendencia fue a encontrar valores elevados al inicio de la engorda y concentraciones mínimas al final.

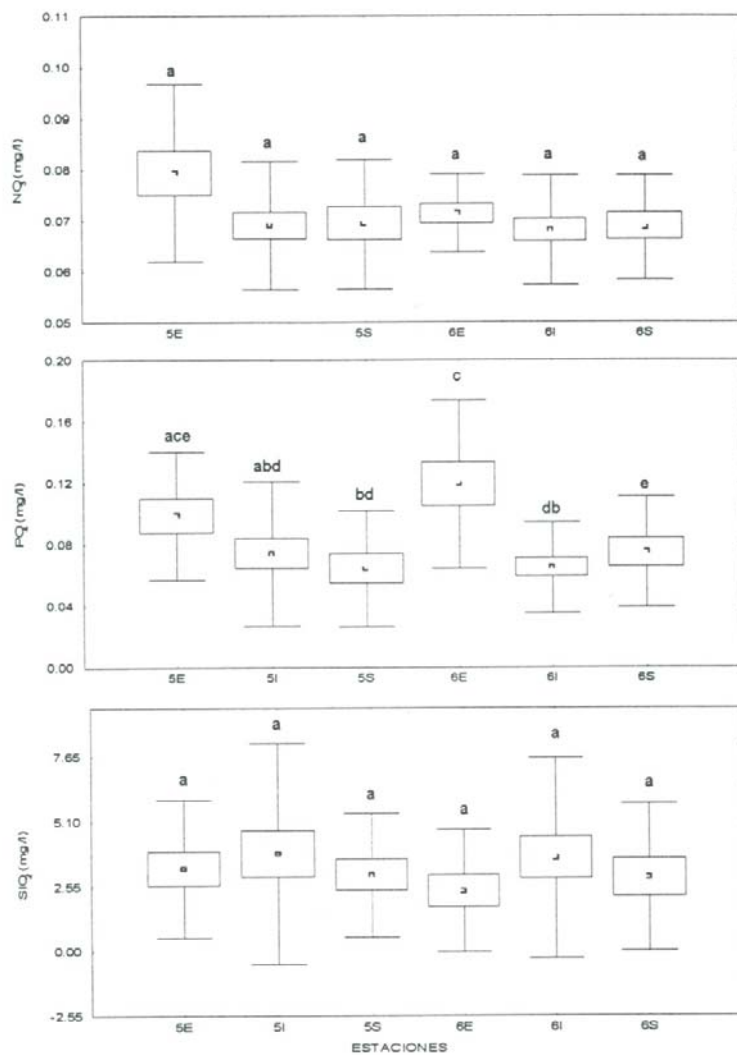


Fig. 9.- Nitratos, Ortofosfatos y Silicatos. Variación espacial promedio (\pm d.e. y \pm e.e) en las entradas (E), interiores (I) y salidas (S) de los estanques 5 y 6, durante todo el periodo de estudio. Estaciones con letras diferentes indican diferencias significativas.

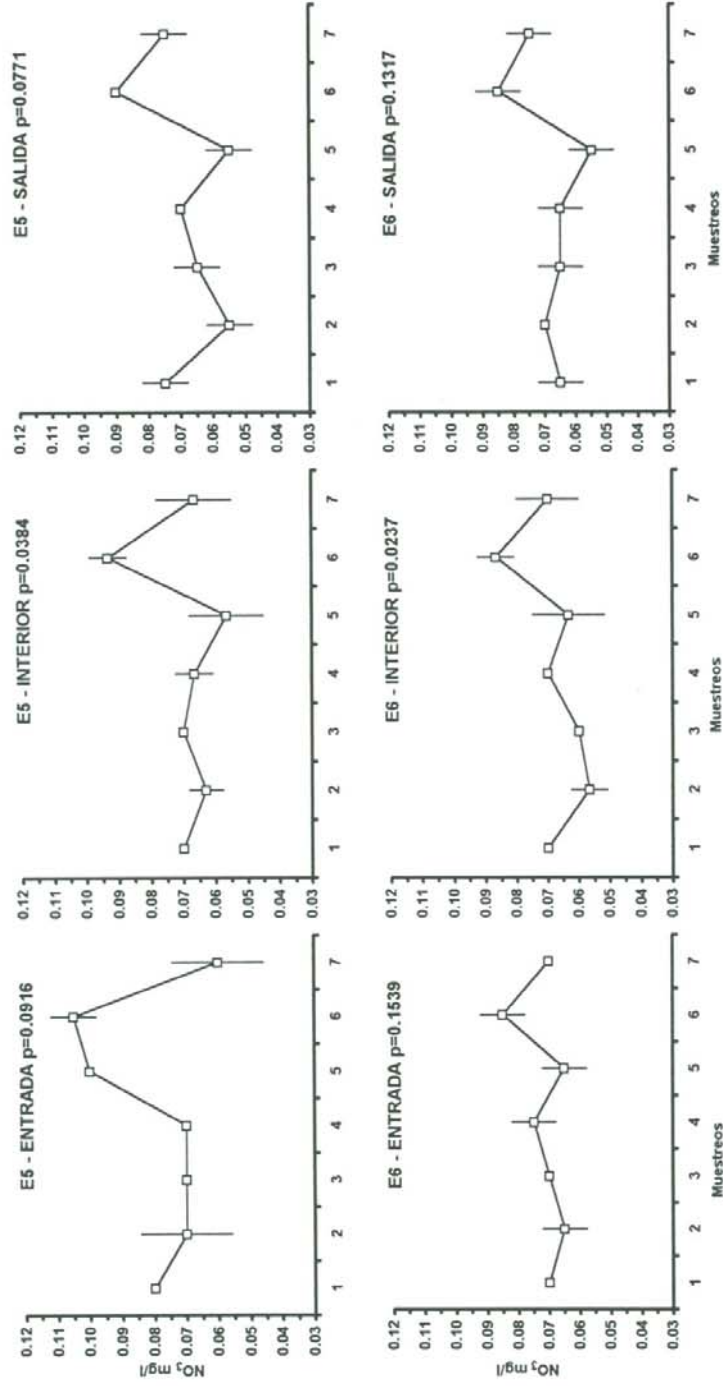


Fig. 10.- Nitratos (NO₃) Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

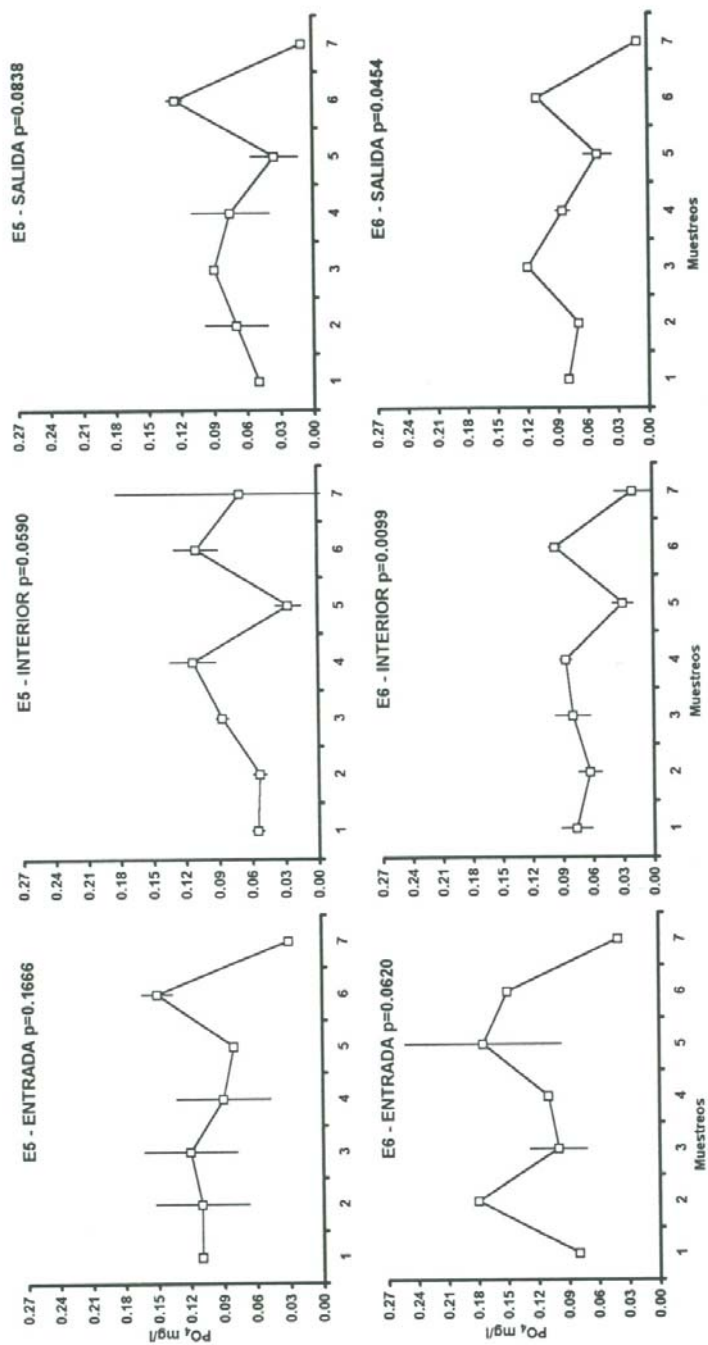


Fig. 11.- Fosfatos (PO_4). Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.) en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

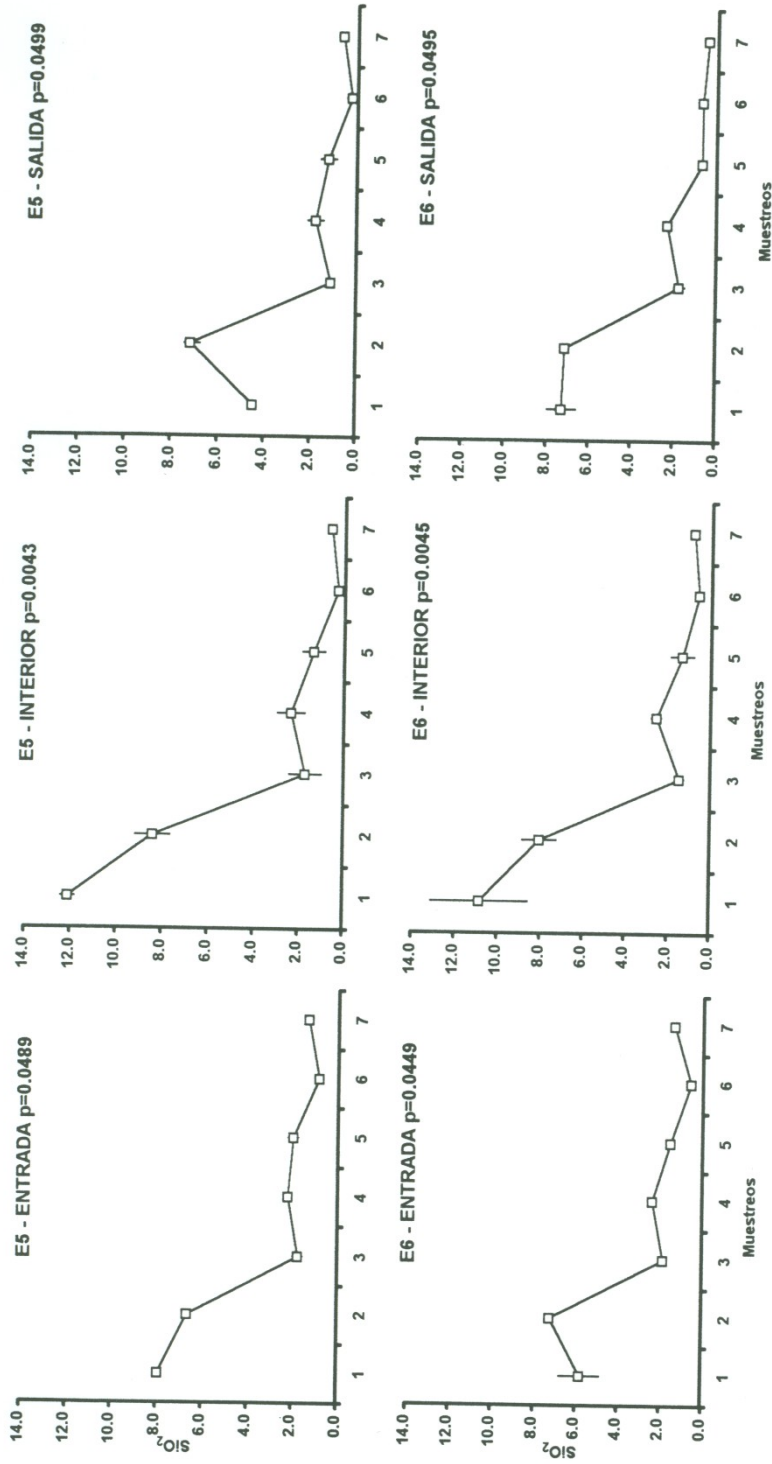


Fig. 12.- Silicatos (SiO₂). Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

V.3.- Comportamiento de la Productividad Primaria.

La Productividad primaria como fotosíntesis bruta (FB), presentó un promedio general en los estanques 5 y 6 de 261.17 y 251.0 mg C m⁻³/hr respectivamente, la fotosíntesis neta (FN) presentó un promedio general de 212.01 y 192.3 mg C m⁻³/hr y la respiración (R) presentó un promedio general de 59.1 y 70.4 mg C m⁻³/hr en ambos estanques (Fig. 13). La fotosíntesis bruta alcanzó valores máximos de 443.89 y 393.21 mg C m⁻³/hr y valores mínimos de 69.84 y 139.09 mg C m⁻³/hr en los estanques 5 y 6 respectivamente, la fotosíntesis neta que se generó en el interior de los estanques registró valores máximos de 389.09 y 296.25 mg C m⁻³/hr y mínimos de 39.91 y 103.03 mg C m⁻³/hr en los estanques 5 y 6. Los valores de respiración alcanzaron valores máximos de 150.82 y 116.35 mg C m⁻³/hr y mínimos de 22.06 y 27.49 mg C m⁻³/hr en ambos estanques (Fig. 14).

Al comparar los resultados globales de la fotosíntesis bruta, fotosíntesis neta y respiración entre los dos estanques se encontró que no hubo diferencias significativas entre ellos ($p=1.000$; Fig. 13). El comportamiento general de la productividad primaria durante la engorda fue con valores altos entre agosto y septiembre y bajos el resto de los meses. En el análisis temporal se encontraron diferencias significativas en todas las estaciones de ambos estanques, excepto para la respiración en el estanque 6 (Fig. 14).

Se normalizó la variabilidad de los datos de la Productividad primaria y la clorofila α , dividiendo los valores de la fotosíntesis bruta entre la concentración de la clorofila α . Al comparar en el estadístico global los resultados de la productividad bruta entre ambos estanques no se encontró diferencia significativa entre ellos ($p=1.000$; Fig. 15). Este análisis arrojó datos que representan la Productividad bruta, que una vez graficados nos muestran un comportamiento real de esta variable con valores promedio de 159 mg C/mg Cla/h en el estanque 5 y 304 mg C/mg Cla/h en el estanque 6 (Fig.15).

En el comportamiento temporal de la productividad bruta se observó que el estanque 5 presentó un máximo de 232 mg C/mg Cla/h y un mínimo de 72 mg C/mg Cla/h (Fig. 16). Para el caso del estanque 6 el comportamiento es diferente ya que el máximo es de 679 mg C/mg Cla/h en el cuarto muestreo y el mínimo es de 99 mg C/mg Cla/h, en este estanque hay dos picos, en el 4to y 6to muestreo. Por lo tanto el comportamiento de la PB es similar en ambos estanques, y en el análisis temporal no se encontraron diferencias significativas (Fig. 16).

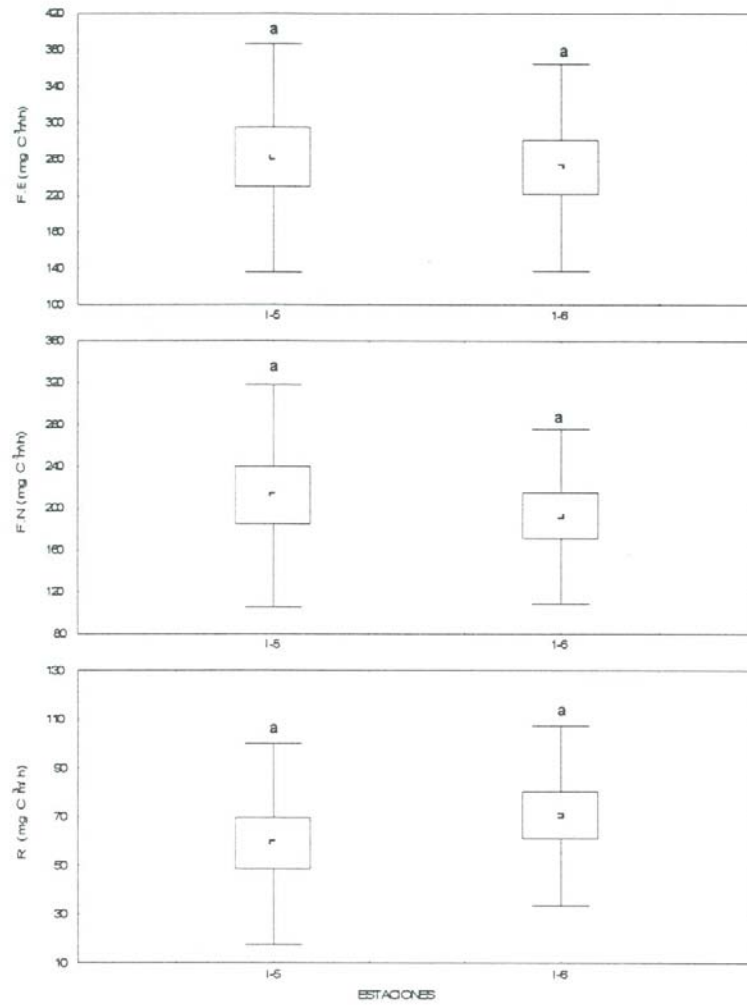


Fig. 13.- Productividad Primaria. Variación espacial promedio (\pm d.e. y \pm e.e) en los interiores (I) de los estanques 5 y 6, durante todo el período de estudio. Estaciones con letras iguales indican homogeneidad estadística.

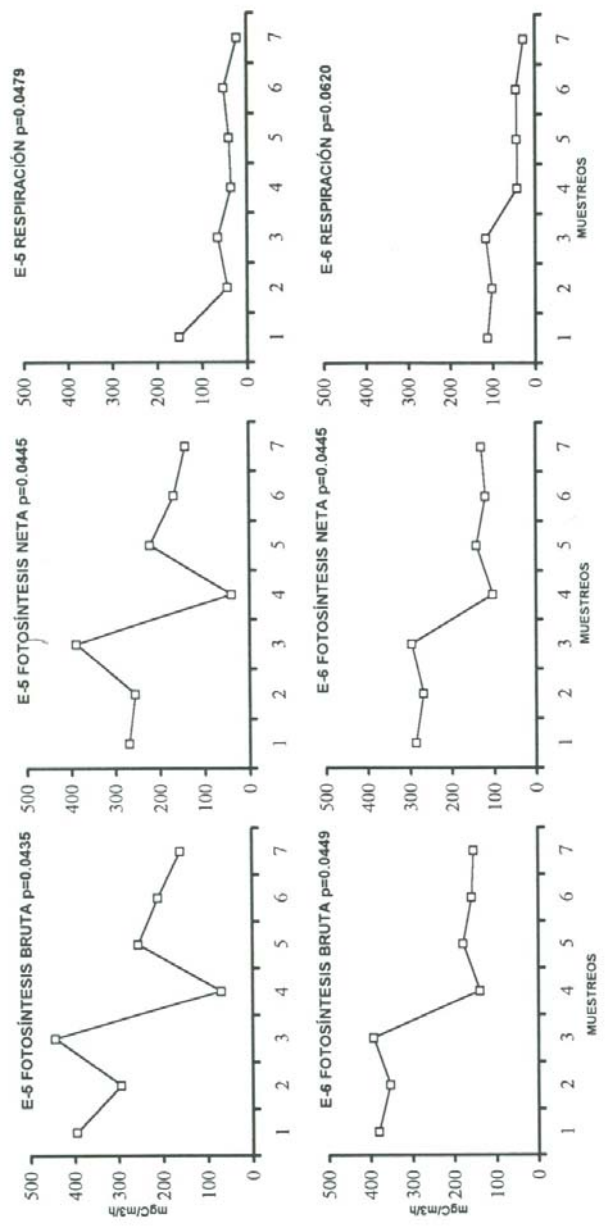


Fig. 14.- Productividad primaria Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en los interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

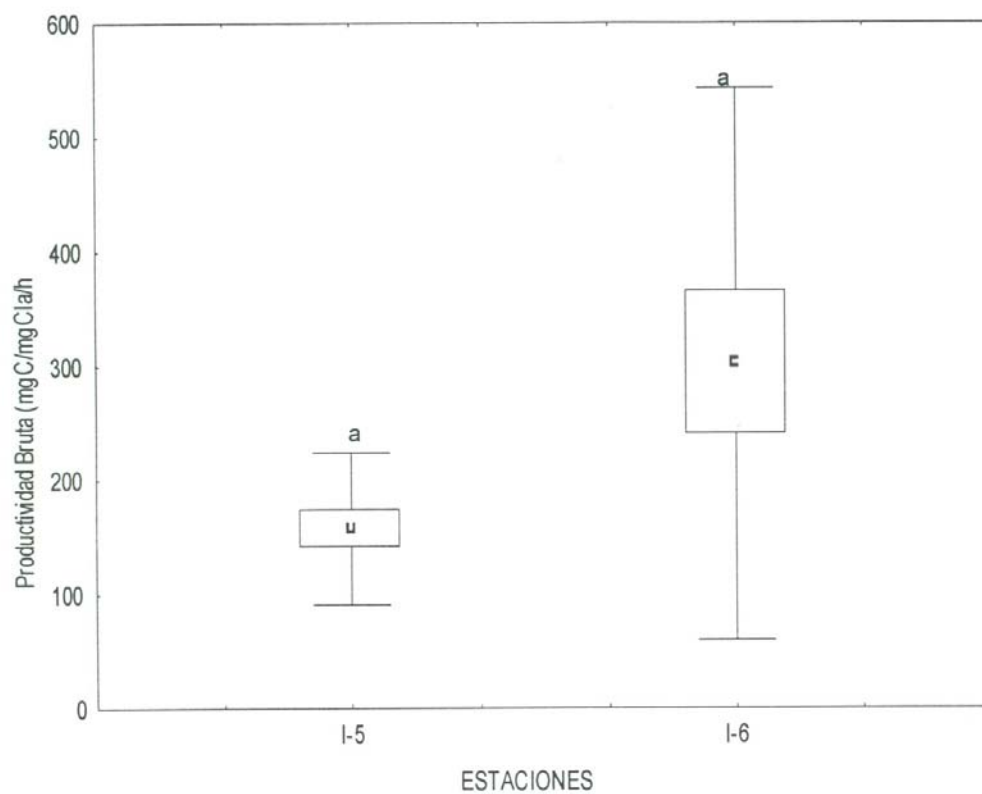


Fig. 15.- Productividad Bruta (=F.B./Cla) Variación espacial promedio (\pm d.e. y \pm e.e) en los interiores de los estanques 5 y 6, durante todo el período de estudio. Estaciones con letras iguales indican homogeneidad estadística.

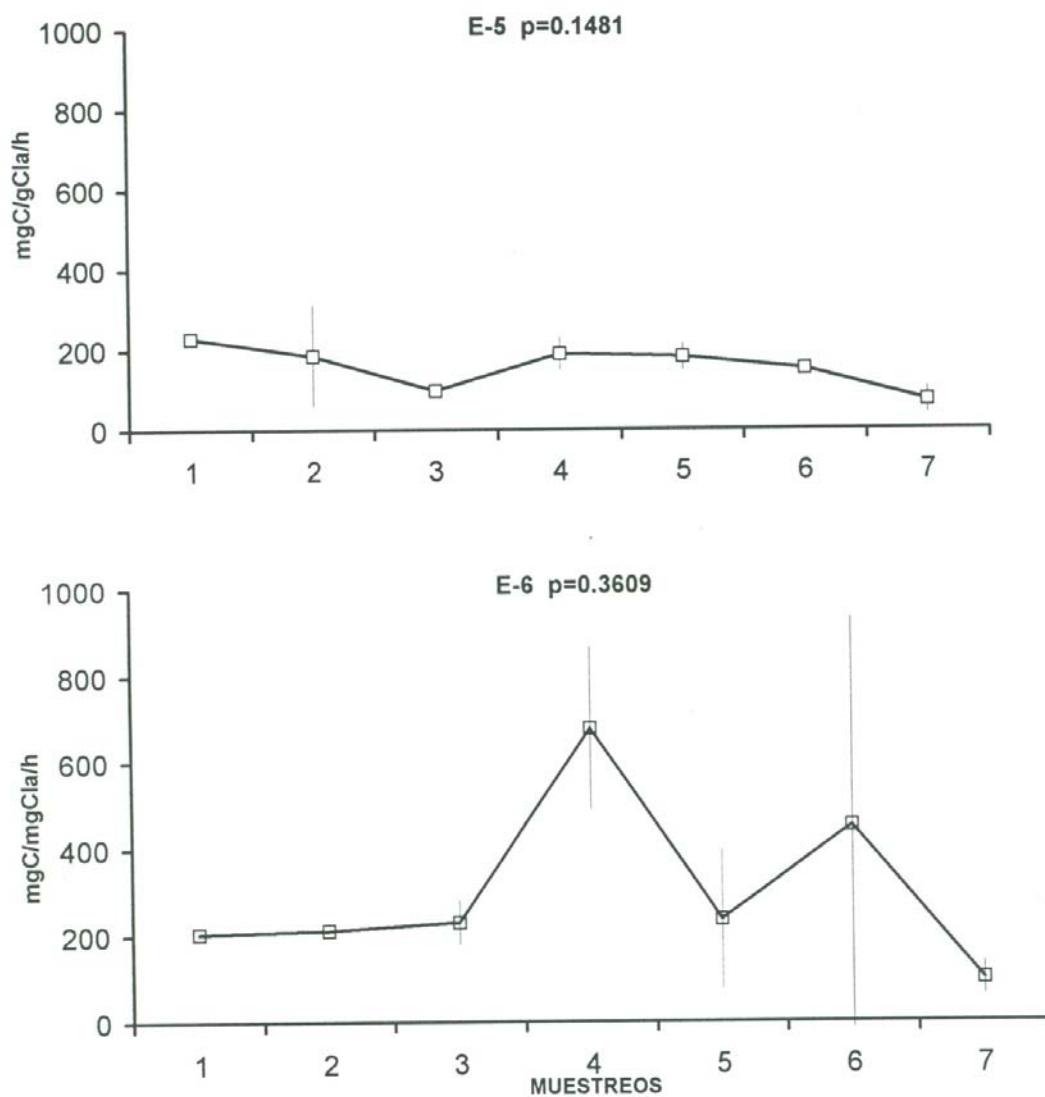


Fig. 16.- PRODUCTIVIDAD BRUTA (=F.B./Cla) . Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en los interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

V.4 Comportamiento de las Clorofilas.

La clorofila *a* en las entradas presentó valores promedios de 0.564 y 0.606 mg m⁻³, en los interiores de 2.0 y 1.24 mg m⁻³ y presentó en las salidas de 2.051 y 1.361 mg m⁻³ en los estanques 5 y 6, respectivamente. La clorofila *b* presentó los valores más bajos también en las entradas, con valores promedios de 0.088 y 0.086 mg m⁻³, los interiores alcanzaron 0.35 y 0.32 mg m⁻³, en las salidas con 0.345 y 0.230 mg m⁻³. Los promedios de clorofila *c* en las entradas fueron de 0.15 y 0.16 mg m⁻³, en los interiores de 0.43 y 0.38 mg m⁻³, y en las salidas de 0.438 y 0.349 mg m⁻³. Los pigmentos carotenoides presentaron valores de 0.262 y 0.28 mg m⁻³ en las entradas, de 0.92 y 0.85 mg m⁻³ en los interiores y en las salidas 0.939 y 0.894 mg m⁻³ (Fig. 16).

Los análisis de varianza realizados para comparar las concentraciones globales entre las entradas interiores y salidas de los dos estanques, demostraron que todas las clorofilas y pigmentos carotenoides poseen diferencias significativas entre las estaciones ($p < 0.001$ en todos los casos). La prueba *a posteriori* presenta los contrastes o comparaciones múltiples para las entradas interiores y salidas. Esto demostró que todas las clorofilas y los pigmentos presentaron diferencias significativas al comparar las entradas del estanque 5 con su interior, su misma salida y con el interior del estanque 6. También el interior del estanque 5 tuvo diferencias con la entrada del estanque 6, al igual que al comparar esta entrada del estanque 6 con su respectivo interior y salida (Fig. 16). Esto significa que en los interiores de los estanques se generaron los valores más altos de biomasa fitoplanctónica.

Es importante resaltar que en el análisis temporal, la clorofila *a* presentó diferencias en la entrada del estanque 6 y en los interiores de ambos estanques, mientras que la clorofila *b* solo presenta diferencias en el interior del estanque 6, la clorofila *c* y los pigmentos carotenoides no presentaron diferencias temporales en ninguna de las estaciones en ambos estanques (Figs. 17, 18, 19 20 y 21).

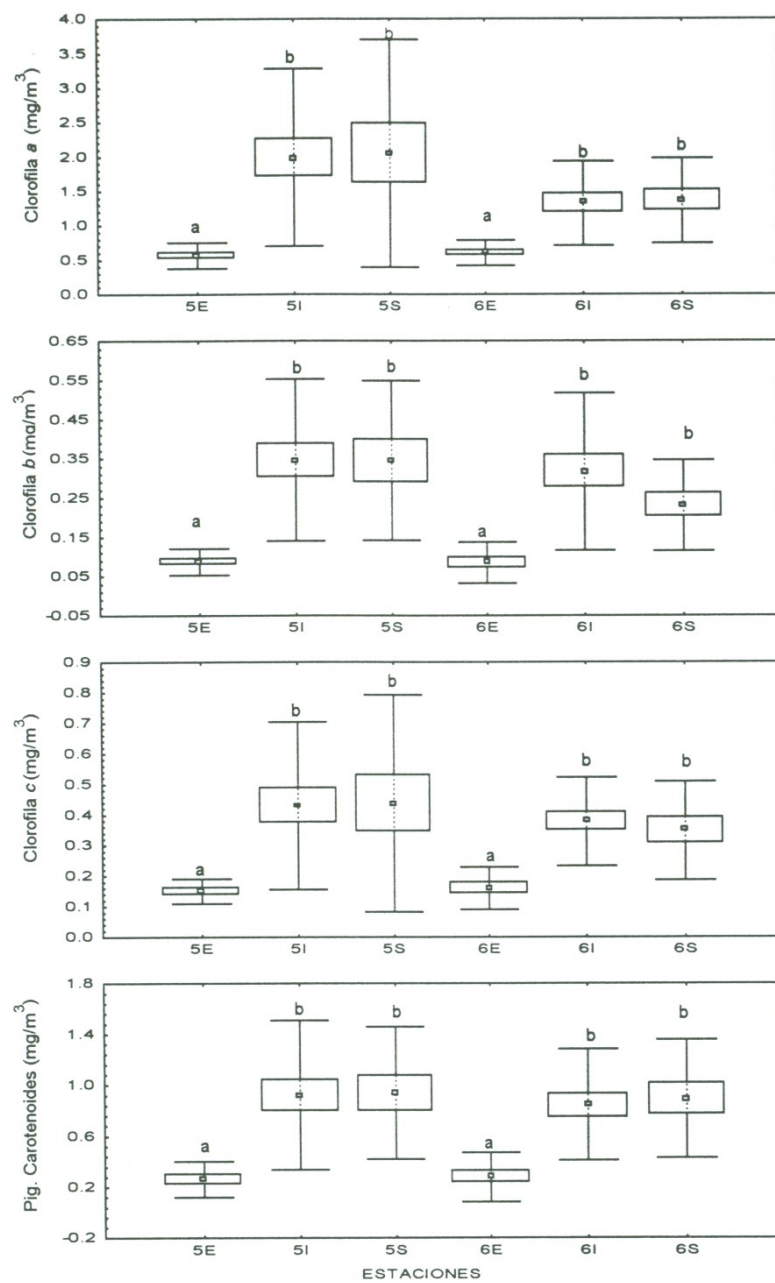


Fig. 17.- Clorofila *a*, *b*, *c* y pigmentos carotenoides. Variación espacial promedio (\pm d.e. y \pm e.e.) en las entradas (E), interiores (I) y salidas (S) de los estanques 5 y 6, durante todo el período de estudio. Estaciones con letras diferentes indica diferencias significativas.

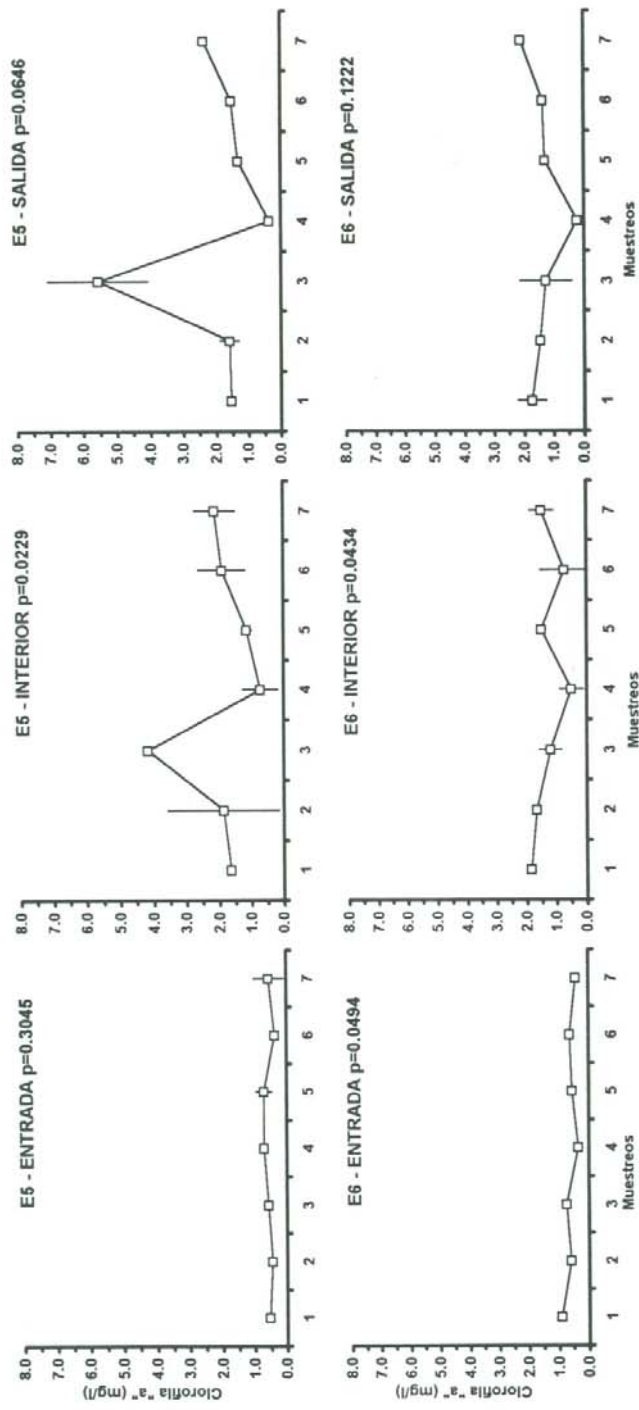


Fig. 18.- Chlorofila α . Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

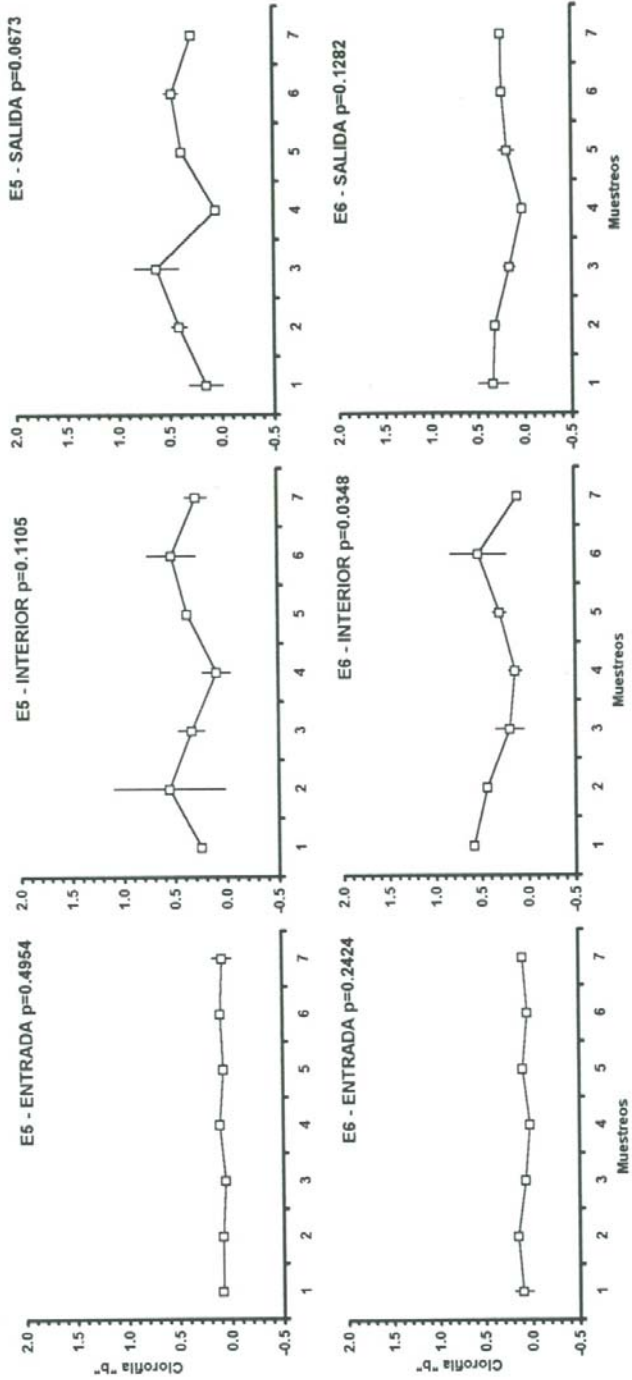


Fig. 19.- Chlorofila b. Comportamiento promedio quincenal (± d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

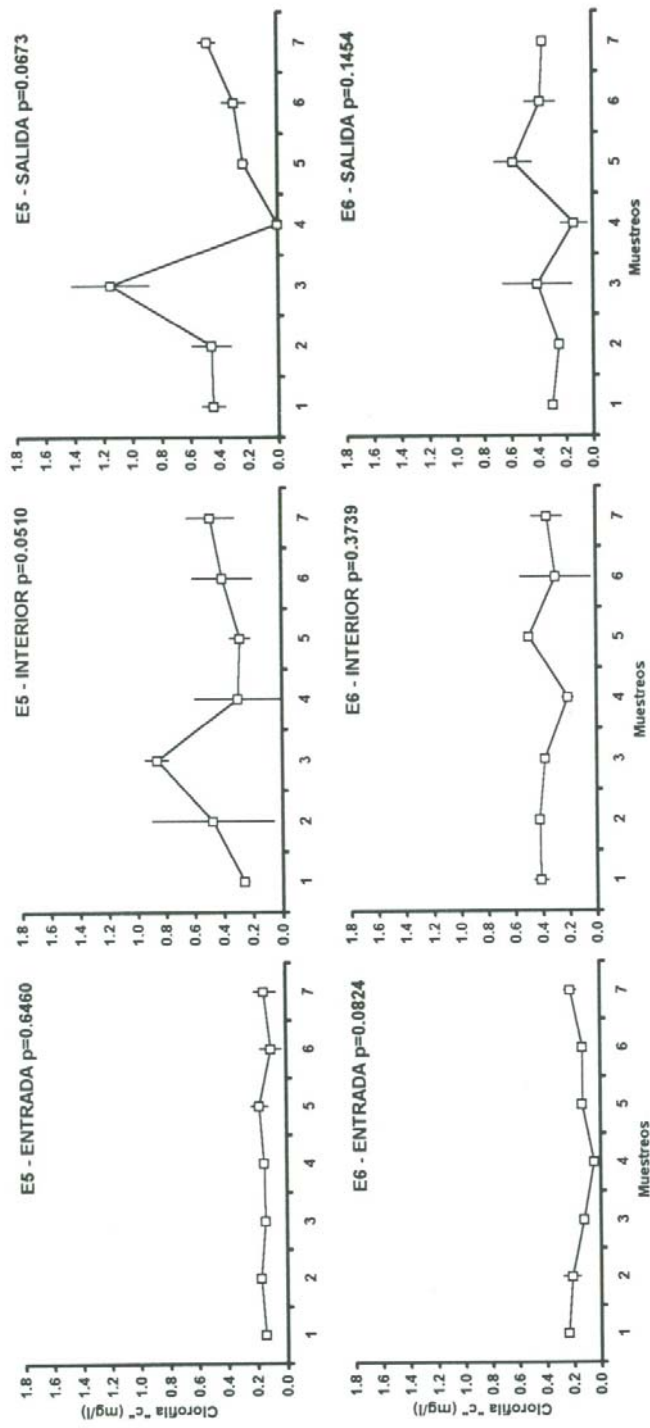


Fig. 20.- Chlorofila c. Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

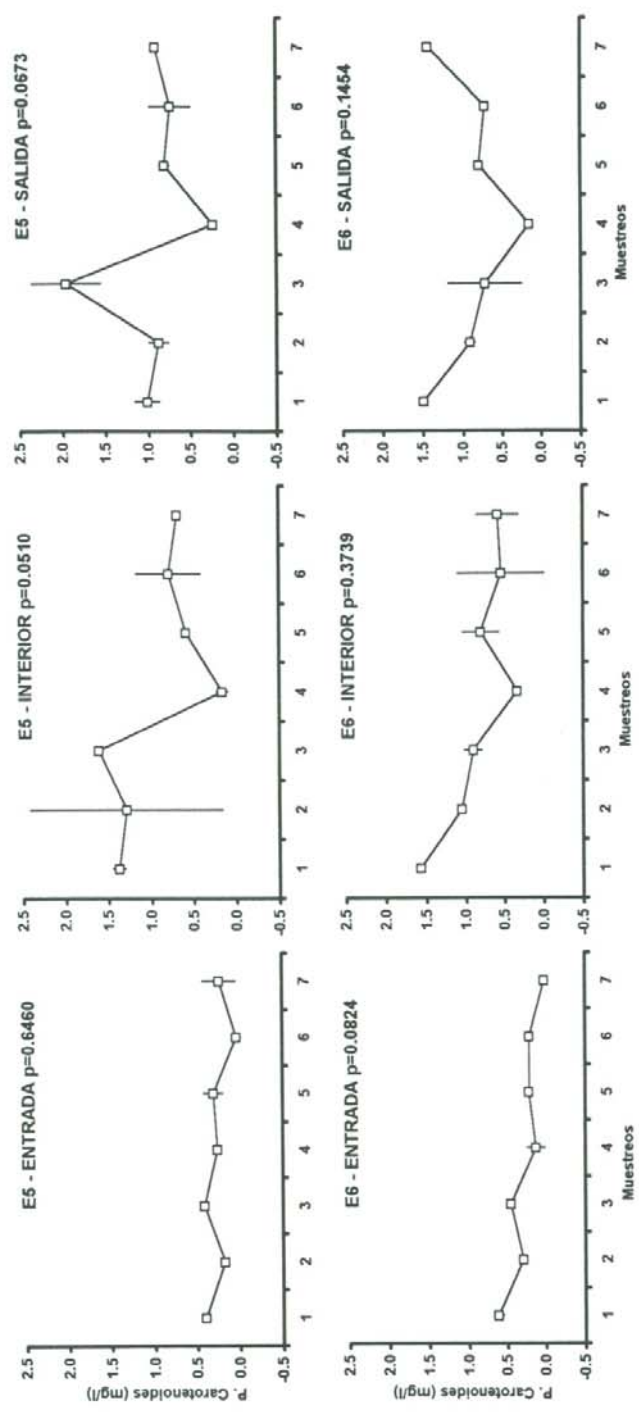


Fig. 21.- Pigmentos carotenoides. Comportamiento promedio quincenal (\bar{x} d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Alanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

V.5.- Comportamiento del Seston.

Se pueden observar los valores promedios generales obtenidos durante los ciclos de las engordas. En cuanto a los sólidos suspendidos totales, los valores promedios en las entradas fueron de 58.8 y 69 mg/l, en los interiores presentaron valores promedios de 143.3 y 113.2 mg/l en y las salidas de 143 y 106 mg/l en los estanques 5 y 6, respectivamente. Para materia orgánica en el particulado de 8.3 y 9 mg/l en las entradas, en los interiores de 21.3 y 18.0 mg/l y en las salidas de 17.6 y 17.0 mg/l para ambos estanques respectivamente. Para la materia inorgánica los valores para entradas fueron de 50.6 y 63 mg/l, en los interiores de 121.7 y 95.1 mg/l y en las salidas de 128 y 89.0 mg/l en los estanques 5 y 6 respectivamente (Fig. 22).

Los análisis de varianza, al comparar las concentraciones del seston entre las entradas interiores y salidas, demostraron que hubo diferencias significativas en las concentraciones para todas las fracciones del seston ($p < 0.00001$). La prueba *a posteriori*, presenta las comparaciones múltiples, en la cual se obtuvieron diferencias significativas entre las entradas interiores y salidas. En los sólidos suspendidos totales la prueba *a posteriori* encontró diferencias en la entrada del estanque 5 con respecto a su mismo interior, su salida y el interior del estanque 6. El interior del estanque 5 marco diferencias con su propia salida y con la entrada del estanque 6. La entrada del estanque 6 denotó diferencias con su mismo interior y su salida. La materia orgánica demuestra en el estanque 5 que la entrada tiene diferencias con su respectivo interior y salida al igual que con el interior del estanque 6. El interior del estanque 5 presenta diferencias con la salida del mismo, y con la entrada del estanque 6. La materia inorgánica presenta las siguientes diferencias; la entrada del estanque 5 señala diferencias con su propio interior, con su salida y con el interior del estanque 6. El interior de este estanque 5 presentó diferencias con la entrada del estanque 6. La entrada del estanque 6 el análisis demostró tener diferencias con su respectivo interior y salida. Estas diferencias reafirman las observaciones mencionadas en el primer párrafo.

En general la variación del seston durante el ciclo de las engordas coincidió con lo registrado por la biomasa fitoplanctónica. Esto en el sentido de presentarse las concentraciones más bajas en las entradas de agua y las más altas en el interior y en las salidas. También en el sentido de que las concentraciones de seston en las salidas son un reflejo del comportamiento registrado en el interior de los estanques.

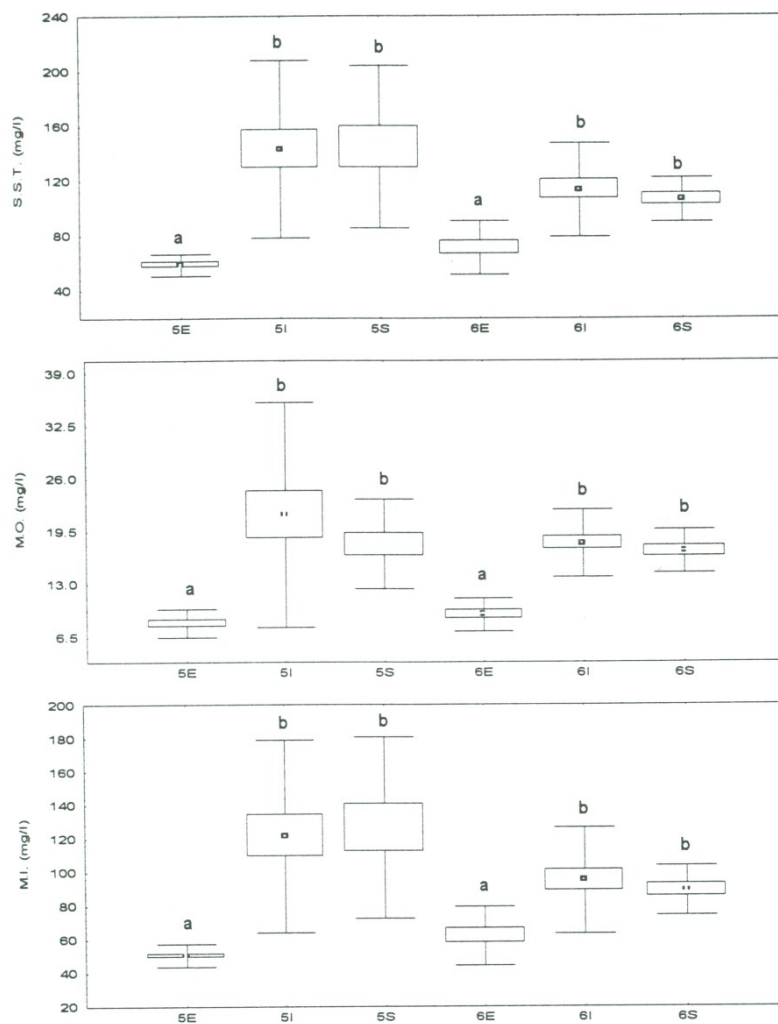


Fig. 22.- Sólidos suspendidos totales, Materia orgánica y Materia inorgánica. Variación espacial promedio (\pm d.e. y \pm e.e) en las entradas (E), interiores (I) y salidas (S) de los estanques 5 y 6, durante todo el período de estudio. Estaciones con letras diferentes indican diferencias significativas.

Se registró una tendencia a mantener las mismas concentraciones en los dos estanques, al igual que las clorofilas. Esto indica que los estanques generaron niveles similares de productividad y materiales en su interior (Figs., 23, 24, y 25).

En el análisis temporal se presentaron condiciones homogéneas en los sólidos suspendidos totales, en todas las estaciones de ambos estanques, exceptuando el interior del estanque 5. Para la materia orgánica solo el interior del estanque 5 presentó diferencias significativas, el resto de las estaciones de ambos estanques muestran homogeneidad. Para el caso de la materia inorgánica, el interior del estanque 6 presentó diferencias significativas, las demás estaciones de ambos estanques muestran homogeneidad.

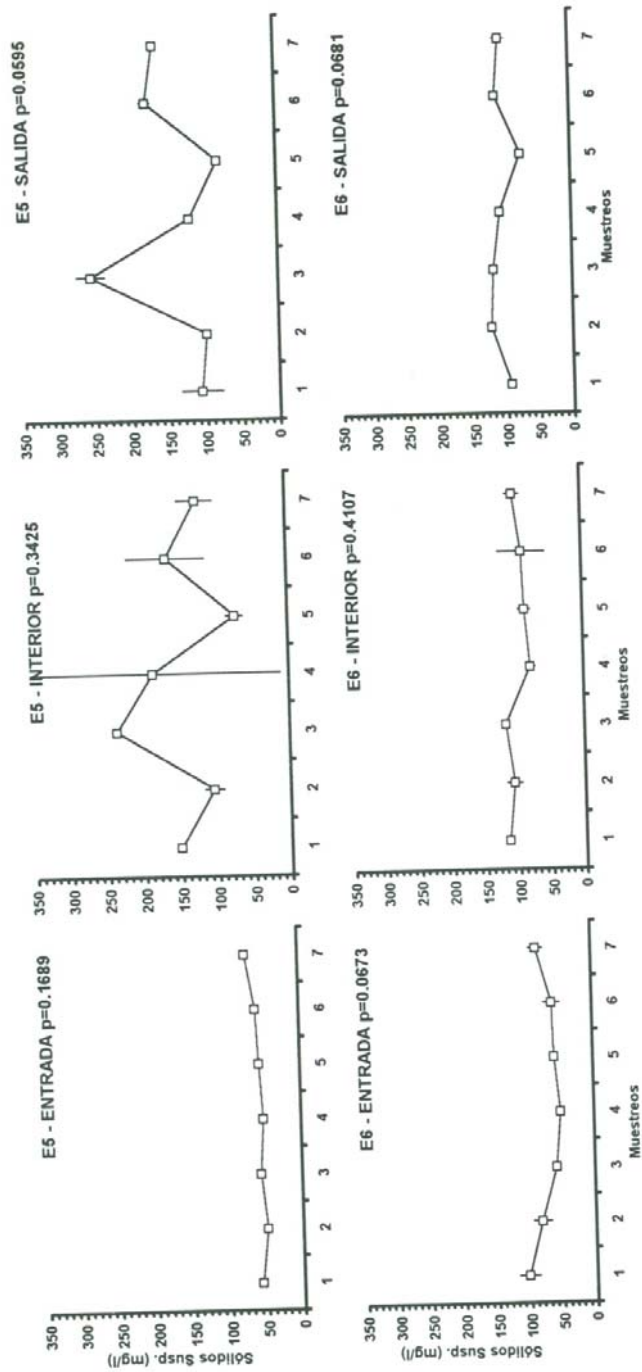


Fig. 23.- Sólidos suspendidos totales. Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

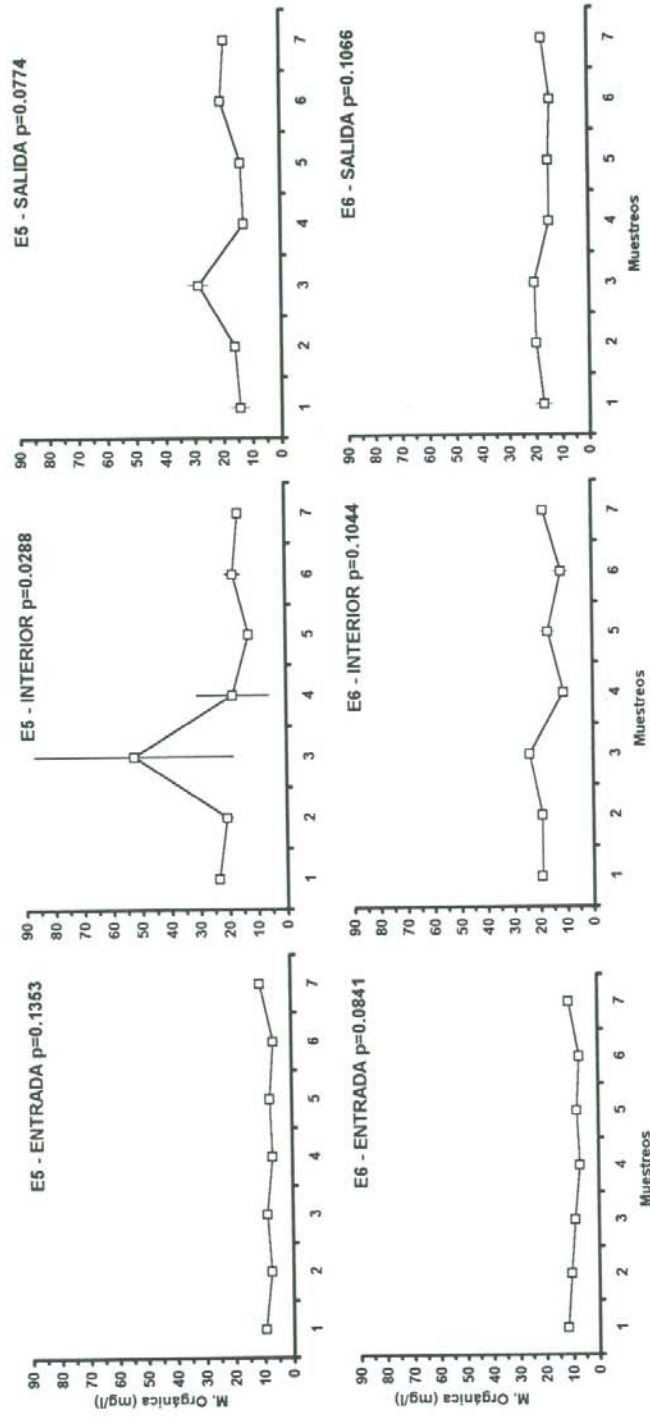


Fig. 24.- Materia orgánica. Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.), en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.

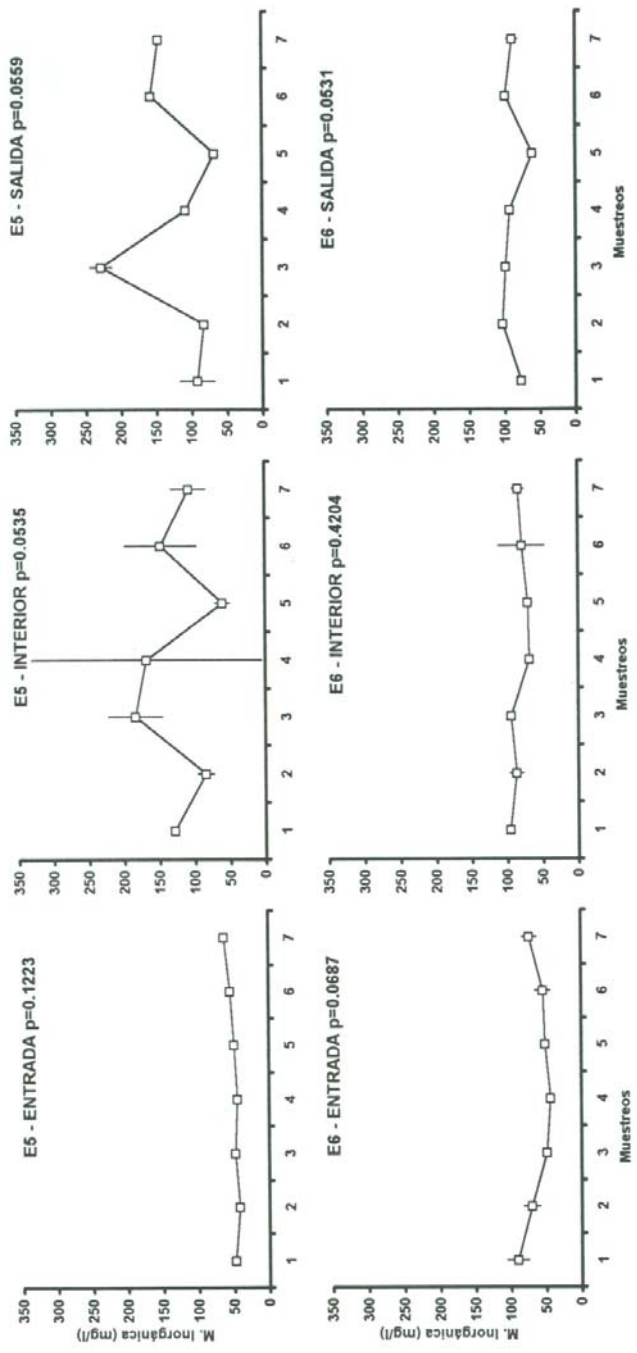


Fig. 25.- Materia inorgánica. Comportamiento promedio quincenal (\pm d.e.) en las entradas, salidas e interiores de los estanques 5 y 6, durante agosto a noviembre de 1997 en el Parque Acuicola La Atanasia. El valor de significancia se refiere al análisis temporal de K-W.