

EVALUACION EXPERIMENTAL DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO Y PRODUCTIVIDAD PRIMARIA COMO INDICADORES DE LA EFICIENCIA DE CUATRO ABONOS ORGANICOS DE USO COMUN EN ACUACULTURA.

Elizabeth Loza Rubio ^a

Anavel Melgarejo Baños ^a

Arturo Ruíz Luna ^b

RESUMEN

Se determinó experimentalmente a nivel laboratorio el efecto fertilizante de cuatro abonos orgánicos (gallinaza, bovinaza, ovinaza y cerdaza) a través de indicadores de origen biológico, en particular la demanda bioquímica de oxígeno y la productividad primaria (proceso formador de materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas disueltas en el agua), con el objeto de conocer y comparar su influencia sobre la calidad de las aguas destinadas a explotaciones piscícolas y acuícolas. Para determinar la demanda bioquímica de oxígeno, se utilizó el método de Winkler y para la productividad primaria, el método de botellas claras y oscuras. El experimento se realizó cuatro ocasiones para promediar resultados. Estos últimos se evaluaron a través de análisis de varianza y prueba de significancia de Tukey. Los resultados en este estudio muestran que la gallinaza presentó una demanda bioquímica de oxígeno significativamente menor ($P < 0.05$) al resto de los abonos. Por lo que respecta a la Productividad Primaria los cuatro fertilizantes evaluados no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$). Con base en tales resultados se concluye que las excretas de ave son las más eficaces dado que fomentan la productividad primaria utilizando una menor cantidad de oxígeno disponible en el medio. Finalmente se recomienda el uso de estos abonos a nivel experimental en estanques para corroborar los resultados aquí presentados.

Téc. Pec. Méx. Vol. 29 No. 3 (1991)

En Acuicultura los desperdicios se han procesado y usado durante siglos para incrementar la producción de estanques acuícolas^{8,14,17}, las prácticas tradicionales para la fertilización orgánica es aceptada en muchos países¹⁵.

La justificación biológica para que los estanques se fertilicen es estimular el desarrollo de bacterias acuáticas, algas y protozoarios y por lo tanto una variedad de especies de fitoplancton y zooplancton las que puedan ser ingeridas por los peces.

a Proyecto Biotecnología en Salud Animal. Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Microbiología. INIFAP-SARH. Km. 15.5 carretera México-Toluca, D.F. CP 05110.

b Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera de Carbajal 2808, Subestación Marina. Mazatlán, Sinaloa. CP 82000.

Los fertilizantes orgánicos se componen de varias excretas, así como de restos animales y vegetales²⁰. La mayoría de las excretas contienen componentes como nitrógeno, fósforo, potasio, así como materia orgánica y otros elementos como calcio, cobre, zinc, hierro y magnesio, los nutrientes mayores provienen del alimento ingerido por los animales, el cual contiene aproximadamente 16% de nitrógeno, 0.16% de fósforo y 0.55% de potasio, que son recuperados en su mayoría en las excretas¹⁵.

Investigaciones recientes han demostrado que la calidad del agua puede mejorarse considerablemente con la adición de estos fertilizantes a los estanques pues contienen los nutrientes necesarios para hacer crecer al plancton^{3,13}, además de lograr una buena productividad¹⁰ ya que las características del agua afectan la sobrevivencia,

reproducción, crecimiento e incluso el manejo de los organismos acuáticos. Obviamente hay muchas variables dentro de su calidad: pero sólo algunas juegan un papel importante dentro de la acuicultura. El oxígeno disuelto es la variable más crítica en la calidad del agua ¹⁹, por ello es importante fomentar la fotosíntesis del plancton o productividad primaria (PP) (proceso formador de materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas disueltas en el agua) que es la fuente de oxígeno disuelto en un estanque ¹⁹

Una de las formas en que el oxígeno disuelto puede perderse es por la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que indica en gasto o consumo de oxígeno que presentan las poblaciones bacterianas con el objeto de descomponer la materia orgánica disuelta que se encuentra en el agua, hasta bióxido de carbono y agua.

El objetivo de este trabajo fue evaluar experimentalmente cuatro fertilizantes orgánicos (gallinaza, bovinaza, ovinaza y cerdaza) utilizados comúnmente en acuicultura para conocer cual o cuales son los más adecuados en relación a su potencial productivo y a su demanda bioquímica de oxígeno, para posteriormente usarlo en la fertilización de estanques de producción acuícolas.

El trabajo se realizó en el laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M.

La eficiencia de los abonos citados anteriormente se evaluó en base a dos parámetros de origen biológico que a su vez determinan el ritmo de producción de plancton que puede darse en un cuerpo de agua. Dichos parámetros son DBO y PP.

Para la determinación de la DBO se utilizó el método de Winkler descrito por Wetzel y Likens ²¹, en el cual se usaron tres botellas oscuras de 275 ml, para cada abono del cual se requirieron 0.3 g/l de gallinaza, bovinaza, ovinaza y cerdaza respectivamente, cantidad equivalente a la encontrada en lagos eutróficos, es decir aquellos adecuados para el cultivo de peces ¹⁴, éstos fueron recolectados en la granja avícola Veracruz, Centro Nacional de Extensión e Investigación

para la Enseñanza de la Zootecnia "Rancho Cuatro Milpas", Centro Ovino de Producción y Extensión Académica y granja porcina Zapotitlán, los abonos se conservaron una vez recogidos a temperatura ambiente y se emplearon sin ningún procesamiento antes de su empleo.

En un acuario de 40 l de agua se colocó un aireador (Aquarama) para que el agua se oxigenara. Posteriormente con un matraz aforado de un litro se tomó agua de la pecera y se disolvió el abono respectivo, con esta agua se llenaron tres botellas oscuras que se incubaron dentro de la pecera 20 C ± 1 C durante 24 horas. Como control negativo se utilizó una botella oscura de 275 ml con agua tomada directamente de la pecera, trabajada de la misma manera que las demás muestras y con el mismo número de repeticiones. Para determinar la concentración de oxígeno disuelto tanto inicial como final a las muestras que estaban contenidas dentro de las botellas oscuras, así como al control negativo se les tituló con tiosulfato de sodio al 0.5 N. El volumen de tiosulfato se midió para indicar la concentración de oxígeno en miligramos de oxígeno por litro y se determinó usando la fórmula citada por Wetzel y Likens ²¹.

$$\text{mg/O}_2/\text{l} = \frac{(\text{ml de tiosulfato})(\text{normalidad de tiosulfato})(8000)}{(\text{Vol titulado}) (\text{volumen de la botella-4}) \text{ volumen de la botella}}$$

Mediante esta fórmula se determinó tanto el O₂ inicial como el O₂ final, la resta de ambos arrojó los resultados finales para DBO.

Para determinar la PP se usó el método de botellas claras y oscuras descrito por Wetzel y Likens ²¹, en donde de una de las botellas oscuras, se cambió el agua sin formar burbujas de aire resbalándola por las paredes a una botella clara (275 ml) que se sumergió también dentro del acuario, después de 24 horas se midió la PP (con cada uno de los abonos y control negativo), por medio del método descrito anteriormente. Lo anterior se realizó cuatro ocasiones diferentes.

Una vez se obtuvo la PP en miligramos de oxígeno disuelto por metro cuadrado por día se obtuvieron los miligramos de carbono mediante la fórmula dada por Moss¹².

$$\text{mgC/m}^2/\text{día} = (\text{mgO}_2/\text{m}^2/\text{día}) (0.375)$$

Al realizar el análisis estadístico del presente estudio se practicó un diseño completamente aleatorio 7, y para evaluar los diferentes fertilizantes en la DBO y PP se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Es el efecto fijo del fertilizante en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

U = Media general.

T_i = Es el efecto fijo del fertilizante del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error residual aleatorio ocasionado por todos los efectos no especificados en el modelo.

Al interpretar los resultados de la DBO mediante el análisis de varianza se observa que hubo una diferencia estadística ($P < 0.05$) entre los cuatro abonos por lo que se procedió a realizar la comparación múltiple de medias empleando la prueba de Tukey, en donde se encontró diferencia estadística ($P < 0.05$) de menor consumo de oxígeno por la población bacteriana al utilizar el fertilizante de excremento avícola en comparación con los demás fertilizantes. El gasto de oxígeno que se encontró para el fertilizante de estiércol de bovino no difirió ($P > 0.05$) con los de ovino y porcino, en cambio el de ovinos fue diferente estadísticamente ($P < 0.05$) al de porcino (Cuadro 1). Por otro lado se encontró que los valores promedios obtenidos de la PP, expresada en miligramos de oxígeno por metro cuadrado por día (Cuadro 2) no son estadísti-

camente distintos ($P > 0.05$) entre los diferentes tratamientos. Lo que significa que la población de productores consumen en forma similar la cantidad de oxígeno por unidad de tiempo. De igual manera, los valores promedios encontrados para miligramos de carbono por metro cuadrado por día no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$) entre tratamientos, por lo que la cantidad de carbono orgánico que asimilan los productores por unidad de tiempo fueron similares (Cuadro 3).

Estos resultados concuerdan con los trabajos de Rappaport *et al.*¹⁶, donde encontraron que las excretas de aves son efectivas ya que incrementan el crecimiento del plancton en un 30% más que en los estanques a los que no se fertilizó. Burns y Stickney⁵, Johnson y Avault¹⁰, y Manjunatha¹¹, muestran que una alta cantidad de gallinaza aplicada a los estanques crea un ambiente más productivo, debido a que mejoran la PP, la calidad del agua, así como el crecimiento de los peces. Por lo que concierne a los demás fertilizantes, Degani *et al.*⁶, encontraron que la adición de bovinaza incrementa la PP, aunque no informan en que grado. Asare¹, indica que la ovinaza es una buena fuente de nutrientes, aunque produce gran turbidez, lo cual hace que se reduzca la luz que debe penetrar al estanque para una correcta producción de plancton. Behrends *et al.*² y Buck *et al.*⁴ observaron que la cerdaza tiene una DBO menor a la de otros fertilizantes, lo cual difiere con lo obtenido en este trabajo.

En relación a las alternativas que deben considerarse para fertilizar y aprovechar los abonos orgánicos así como las dosis que se apliquen a los estanques de producción están en función de las condiciones abióticas y bióticas de la localidad donde se desea aplicar el desecho animal, así como las especies que se cultiven.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que las excretas de ave son las más eficaces dado que fomentan la productividad primaria utilizando una menor cantidad de oxígeno disponible en el medio.

Finalmente se recomienda el uso de es-

CUADRO 1. RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY EXPRESADOS EN mg/O₂/m²/día, PARA LA DBO.

TRATAMIENTO	Nº DE OBSERVACIONES	MEDIA ± DESV.ESTANDAR	MIN.	MAX.
Gallinaza	4	1.70 ± 0.23 c	1.46	1.97
Bovinaza	4	2.54 ± 0.21 ab	2.34	2.80
Ovinaza	4	2.84 ± 0.10 a	2.73	2.96
Cerdaza	4	2.18 ± 0.09 b	2.07	2.30
Total	16	2.31 ± 0.46		

Valores con diferente literal son estadísticamente distintos (P < 0.05).

CUADRO 2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA EXPRESADOS EN mgO₂/m²/día, PARA PP.

TRATAMIENTO	Nº DE OBSERVACIONES	MEDIA ± DESV.ESTANDAR	MIN.	MAX.
Gallinaza	4	660 ± 129.6	420	720
Bovinaza	4	1249.8 ± 519.5	499.9	1599.8
Ovinaza	4	1064.9 ± 420	420	1380
Cerdaza	4	589.9 ± 153.6	420	720

Estadísticamente no significativo (P > 0.05).

CUADRO 3. RESULTADOS DE ANALISIS DE VARIANZA EXPRESADOS EN mgC/m²/día, PARA PP.

TRATAMIENTO	Nº DE OBSERVACIONES	MEDIA ± DESV.ESTANDAR	MIN.	MAX.
Gallinaza	4	82 ± 17.5	57.8	98.5
Bovinaza	4	171.0 ± 71.1	68.4	218.9
Ovinaza	4	145.7 ± 60.1	57.4	188.8
Cerdaza	4	80.8 ± 20.8	57.8	98.5

Estadísticamente no significativo (P > 0.05).

tos abonos a nivel experimental en estanques, para de esta manera corroborar estos resultados.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Rodolfo Rodríguez Malto la colaboración brindada en la parte estadística de este trabajo.

SUMMARY

The fertilizer effect of four organical fertilizers (wastes of poultry, bovine, sheep and swine) was determined experimentally using biological indicators, particularly total oxygen demand and primary productivity. The purpose was to know and to compare its influence under quality water which is used in ponds. Winkler method was used for the determination of total oxygen demand and primary productivity was measured by the light and dark bottles method. Each treatment was made four times. Statistically variance analysis was used, and Tukey test when significative differences existed. The results showed that poultry wastes had a total oxygen demand smaller ($P > 0.05$) than the other wastes. On the other hand primary productivity was not different for anyone ($P > 0.05$). The conclusion was that poultry wastes used less disponible oxygen on the water and had good primary productivity.

LITERATURA CITADA

1. ASARE, S.O., 1981. Animal waste as a nitrogen source for *Gracillaria Tikivehie* and *Neogardhiella baijerzi* in culture. *Aquaculture*. 21:87.
2. BEHREND, L.L., MADDOX, J.J., MEDEWELL, C.C. and PILE, R.S., 1980. Comparison of two methods of using liquid swine manure as an organic fertilizer in the production of filter feeding fish. *Aquaculture*. 20:147.
3. BOYD, C.E., 1981. Water quality management in Pond Fish Culture. 2nd. ed. *Auburn University Agricultural Experiment*. U.S.A., P. 67.
4. BUCK, D.H., BAUR, R.J. and ROE, C.R., 1978. Utilization of swine manure in polyculture of Asian and North American fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107:216.
5. BURNS, R.P. and STICKNEY, R.R., 1980. Growth of *Tilapia nilotica* in ponds receiving poultry wastes. *Aquaculture*. 20:117.
6. DEGANI, G., DOSORETZ, C. and LEVANON, D., 1984. The influence of cow manure on growth rates of *Oreochromis aureus* and *Clarus lazera* in Israel smalt outdoor tanks. *Bamidgeh*. 39:114.
7. DORANTES, C.L., GARCIA, R.H. y MENDEZ, R.I., 1977. Principios de investigación Médica. *Impresiones Modernas*, México, D.F. P. 58.
8. EDWARDS, P., 1980. A review of recycling organic wastes into fish, with emphasis on the tropics. *Aquaculture*. 21:261.
9. GEIGER, G.J., 1983. A review of pond zooplankton production and fertilization for the culture of larval and fingerling striped bass. *Aquaculture*. 35:353.
10. JOHNSON, W.B., Jr. and AVAULT, J.W., Jr., 1982. Effects of poultry waste supplementation to rice-crayfish (*Oryza sativa-Procamburus Clark*) culture ponds. *Aquaculture*. 29:109.
11. MANJUNATHA, M.M 1979. Studies on the use of different combinations of organic manures in relation to fish culture. *J. Agric. Sci.*, 13:123.
12. MOSS, B., 1980. Ecology of fresh waters. *A Halstead Press Book*. New York, U.S.A. P. 125.
13. MULLIGAN, H.F., BARANOWKI, A. and JOHNSON, R., 1976. Nitrogen and Phosphorus fertilization of aquatic vascular plants and algae in replicated ponds I. Initial response to fertilization. *Hidrobiol.*, 48:109.
14. PORRAS, D.D., 1981. Sobre la utilización en Acuicultura de fertilizantes orgánicos (desechos y excretas), Sistema Económico Latinoamericano. *Rev. Lat. Acuí.* 9:6.
15. PORRAS, D.D., 1984. Fertilizantes orgánicos. *Biotecnía Acuicola*. 1:1.
16. RAPPAPORT, U., SARING, S. and BEJARANO, Y., 1977. Observations on the use of organic fertilizers in intensive fish farming at the ginosar station in 1976. *Bamidgeh*. 30:57.
17. RIOJA, L.B.E., RUIZ, O.M. y LARIOS, R.I., 1984. *Zoología*. 13a ed. E.C.L.A.S.A. México, D.F. P. 18.
18. RUBIN, R., 1979. *Piscicultura. Manual Práctico de Piscicultura Rural*. 3a. ed. Editores Mexicanos Unidos S.A. México, D.F. P. 26.
19. SCHROEDER, G.L., 1975. Nighttime material balance for oxygen in fish ponds receiving organic wastes. *Bamidgeh*. 27:65.

20. STICKNEY, R.R., HESBY, J.H., MC. GEACHIN, R.B. and ISABELL, W.A., 1979. Growth of *Tilapia nilotica* in ponds with differing histories of organic fertilization. *Aquaculture*. 17:189.

21. WETZEL, R.G. and LIKENS, G.E., 1979. Limnological Analyses. *W.B. Saunders Company*. Philadelphia, U.S.A. P. 257.