

Efecto de diferentes fertilizantes orgánicos sobre el cultivo en laboratorio del camarón duende de agua dulce *Streptocephalus mackini* (Crustacea: Anostraca)

Martha Soriano Salazar, José Figueroa Torres, Haydeé Anguiano Linares, Jorge Luna-Figueroa

Laboratorio de Acuicultura, Departamento de Hidrobiología, CIB-UAEMor
Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C.P. 62210, Cuernavaca, Morelos (México)
e-mail: jlunaf_123@yahoo.com.mx

Resumen

El camarón duende de agua dulce *Streptocephalus mackini* es característico de charcas temporales. La semejanza de esta especie con *Artemia franciscana* y sus características nutricionales, lo convierten en una fuente potencial de alimento vivo para la acuicultura; sin embargo, existe escasa información en lo referente a este organismo. El presente trabajo aporta información sobre el cultivo de la especie y evalúa el efecto de diferentes fertilizantes orgánicos; borregaza, conejaza y gallinaza sobre la producción y eclosión de quistes, así como en la sobrevivencia de los reproductores. Las unidades experimentales fueron acuarios de 40 l con una densidad de 20 organismos (10 machos y 10 hembras). La producción de quistes presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), con un máximo de 50 ± 3 quistes/hembra/día con gallinaza y un mínimo de 10 ± 2 quistes/hembra/día con borregaza. El porcentaje de eclosión de quistes fue 16,90% y 35,21% mayor con gallinaza (71,0%) respecto a conejaza (59,0%) y borregaza (46,0%). La sobrevivencia difirió significativamente ($p < 0,05$) entre los medios de cultivo; gallinaza 73%, conejaza 45% y borregaza 40%. Por lo anterior se concluye que la producción y el porcentaje de eclosión de quistes, así como la sobrevivencia de *S. mackini* es influenciada positivamente por el medio de cultivo enriquecido con gallinaza.

Palabras clave: *Streptocephalus mackini*, fertilizantes orgánicos, quistes

Summary

Effect of different organic fertilizers on laboratory culture freshwater fairy shrimp *Streptocephalus mackini* (Crustacea: Anostraca)

The fairy shrimp freshwater *Streptocephalus mackini* is characteristic of temporary ponds. The similarity of this species with *Artemia franciscana* and its nutritious characteristics, become a potential source of living food for aquaculture; however, scarce information concerning to this organisms exists. This study evaluated the effect of different organic fertilizers; sheep, rabbit and chicken manure on the production and hatching cyst, as well as in the reproducers survival. The experimental units were aquaria of 40 l with a density of 20 organisms (10 males and 10 females). The cyst production differed significantly ($p < 0,05$), with a maximum of 50 ± 3 cysts/female/day with chicken manure and a minimum of 10 ± 2 cysts/female/day with sheep manure. The hatching cyst percentage was 16,90% and 35,21% higher with chicken manure (71,0%) respect to rabbit (59,0%) and sheep manure (46,0%). The survival differed significantly ($p < 0,05$) among the media of cultivation; chicken 73%, rabbit 45% and sheep manure 40%. The cyst production and hatching, as well as the survival of *S. mackini* are influenced positively by the culture medium enriched with chicken manure.

Key words: *Streptocephalus mackini*, organic fertilizers, cysts

Introducción

El camarón duende de agua dulce *Streptocephalus mackini* es característico de ambientes temporales, especialmente durante la primavera y el verano, estos

organismos no se establecen en grandes lagos ni en cuerpos de agua permanentes, ya que son altamente vulnerables a la depredación de peces y de otros organismos. Sin embargo, han sido poco estudiados, ya que los ambientes en donde se desarrollan son considerados como ambientes de poco interés (Pennak, 1978).

El Anostraco más cultivado es *Artemia franciscana* especie muy utilizada en acuicultura como alimento vivo para otros organismos acuáticos de importancia económica, principalmente larvas y juveniles de peces (Ivleva, 1973). Las cualidades nutricionales de *Artemia* y *Streptocephalus* son similares (Bernice, 1972): alto contenido de proteína, alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, fecundidad elevada, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movilidad (Luna-Figueroa, 2002).

Sin embargo, *A. franciscana* requiere de agua salobre para poder cultivarse, mientras que *S. mackini* es dulceacuícola y al igual que *Artemia* produce quistes que alcanzan precios muy elevados en el mercado. Por lo antes expuesto, se puede decir que los organismos pertenecientes al género *Streptocephalus* puedan llegar a ser una alternativa como alimento vivo, como ya lo ha estado haciendo *Daphnia* sp y *Moina* sp (Tay, 1980).

Por otro lado, los fertilizantes juegan un papel muy importante en la acuicultura, debido al alto contenido de nutrientes, en particular proteínas y aminoácidos. Asimismo, estas excretas proveen sustancias alimenticias que sirven de enlace en las cadenas alimentarias, porque incrementan la relación productividad-producción. Los fertilizantes orgánicos promueven junto con el agua y el sustrato la producción y el desarrollo de los organismos autótrofos y heterótrofos, originando que sean aprovechados por los organismos filtradores como es el caso de *S. mackini*, al mismo tiempo, son fáciles de conseguir y a bajo costo (Valdés y Cabrera, 1990). Por lo anterior el objetivo de la presente investigación fue implementar el cultivo de *S. mackini* a partir de diferentes fertilizantes orgánicos y cuantificar la producción de quistes, el porcentaje de eclosión y estimar la sobrevivencia de los reproductores.

Material y métodos

El cultivo de *S. mackini* se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura dependiente del CIB-UAEMor, México. Se utilizaron 180 camarones duende adultos (90 machos y 90 hembras), los cuales se sembraron en grupos de 20 (10 machos y 10 hembras) en nueve unidades experimentales (UE) de 40 l provistas de aireación continua y temperatura constante.

El diseño experimental constó de tres tratamientos con tres repeticiones. Como medio de cultivo se probaron diferentes fertilizantes orgánicos: borregaza, conejaza y gallinaza; en concentraciones de 20 g/UE.

Los quistes depositados por las hembras en el fondo de las UE fueron recolectados mediante sifón cada tercer día durante un período de 45 días. El sedimento obtenido fue secado en una estufa blue a $38 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 h. Posteriormente mediante un microscopio estereoscópico los quistes fueron separados y contados por tratamiento.

Las características físicas y químicas del agua fueron evaluadas semanalmente; temperatura (termómetro Brannan $\pm 0,1$), pH (pHmetro Corning $\pm 0,1$), oxígeno (oxímetro YSY modelo 57 $\pm 0,1$), conductividad (Hach Conductivity/Tas Meter $\pm 0,1$) y total de sólidos disueltos (Hach Conductivity/ Tas Meter $\pm 0,1$). El fotoperíodo se fijó en 12 h luz y 12 h oscuridad. A los fertilizantes orgánicos se les realizó, al inicio del

periodo experimental, un análisis químico proximal en el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

Para evaluar el porcentaje de eclosión (PE) se separaron grupos de 100 quistes por triplicado, con la ayuda de un microscopio estereoscópico IROSCOPE Mod. NZ-14 T y una aguja de disección. Éstos se colocaron en cajas Petri de vidrio, en cada caja se adicionó agua libre de cloro y se colocaron cerca de una fuente luminosa. Diariamente se contaron y se separaron los nauplios de cada tratamiento.

Una vez finalizada la etapa experimental, y después de conocer el número de quistes, se consideró la sobrevivencia de los reproductores en cada una de las UE; ésta se estimó por diferencia entre el número inicial y el final de organismos colectados y se expresó en porcentaje.

$$\% \text{ Sobrevivencia} = (\text{Número final de organismos} / \text{Número inicial de organismos}) \times 100$$

Los datos de producción de quistes y calidad del agua se analizaron mediante el análisis de varianza de una vía con una probabilidad de 0,05 (Zar, 1999) con la ayuda del programa de cómputo Statgraphics 5.0 y las medias de los tratamientos fueron comparadas por medio de la prueba de Rango Múltiple de Duncan (Infante y Zarate, 1997).

Resultados y discusión

La calidad del agua es un factor fundamental en la acuicultura, ya que de ésta depende que el cultivo de los organismos sea exitoso, por otra parte, las necesidades de agua son específicas para cada especie y su determinación exacta dependerá de los requerimientos de los diversos cultivos (Boyd, 1979). En relación a los resultados del análisis físico-químico del agua de cultivo, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 1) lo cual fue muy importante debido a que la producción de quistes no fue afectada negativamente por las condiciones fisicoquímicas del agua, sino por la influencia de los diferentes fertilizantes del medio de cultivo de *S. mackini*.

Tabla 1. Características físicas y químicas del agua de los diferentes medios de cultivo de *S. mackini* en condiciones de laboratorio. Promedio \pm ES.

Parámetro	Medio de cultivo		
	Gallinaza	Conejaza	Borregaza
Oxígeno (mg/l)	5,6 \pm 0,03	5,9 \pm 0,03	5,8 \pm 0,04
Temperatura (°C)	28,7 \pm 1,3	29,1 \pm 1,2	28,8 \pm 1,0
pH	6,8 \pm 0,02	7,1 \pm 0,02	6,9 \pm 0,03
Conductividad (μ s/cm)	0,61 \pm 0,20	0,54 \pm 0,18	0,56 \pm 0,20
Total de sólidos disueltos (g/l)	0,32 \pm 0,10	0,27 \pm 0,08	0,29 \pm 0,10

Los fertilizantes empleados en el cultivo de *S. mackini* presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en cuanto al contenido de sus constituyentes (Tabla 2).

La gallinaza presentó mayores concentraciones de proteína y fósforo debido a la poca asimilación de éstos en el metabolismo de las gallinas, dado que su aparato digestivo es más simple que el de borregos y conejos, los cuales asimilan la mayor parte de los nutrientes ya que sus aparatos digestivos son complejos y tienen la capacidad de desdoblar casi todos los alimentos para así llevar a cabo una utilización integral de los mismos.

En este sentido, el fósforo es considerado clave, ya que su disponibilidad regula la productividad primaria de los cuerpos de agua, asimismo se reporta que la mayoría de las aguas responden positivamente a la fertilización del fósforo, con una gran producción de fitoorganismos.

Tabla 2. Análisis químico proximal de los fertilizantes empleados como medio de cultivo de *S. mackini*.

Composición (%)	Medio de cultivo		
	Gallinaza	Conejaza	Borregaza
Proteína cruda	22,0	16,3	12,5
Grasa cruda	1,30	0,96	1,70
Ceniza	28,34	27,32	26,62
N	1,1	2,18	0,5
P	1,28	0,712	0,517
K	0,4	0,3	0,5
Ca	2,25	2,18	2,02

Experiencias realizadas en estanques de cultivo sugieren que la aplicación de fertilizantes que contengan fosfatos, incrementan marcadamente los rendimientos pesqueros (Hutchinson, 1957; Dickman y Effort, 1972; Boyd, 1979) también mencionan que algunas especies de algas crecen aceleradamente después de que se aplica un fertilizante, lo cual es muy importante para los organismos filtradores como es el caso de *S. mackini*, ya que de esta forma aseguran su alimentación, por lo que los estiércoles son una fuente importante de nutrientes para los cultivos, ya sean terrestres o acuáticos (Maraikar y Amarasiri, 1989), en particular la gallinaza se destaca, en comparación con otros estiércoles, por el contenido de N, P y K (Cooke, 1975; Giardini y cols., 1992).

La reproducción es un aspecto fundamental en el desarrollo de cualquier especie, terrestre o acuática, ya que a través de este proceso es posible que una especie se perpetúe y del cual depende el éxito o fracaso de cualquier cultivo (Pennak, 1978). En el caso de los anostracos, éstos producen una gran cantidad de quistes, por lo que son considerados estrategias "r" (Odum, 1979). El tamaño de los quistes del presente cultivo presentó un diámetro mínimo de 0,180 mm y un máximo de 0,280 mm. Al respecto, Hontoria y cols. (1989) mencionan que el tamaño de los quistes está relacionado con el tamaño de los nauplios, así un nauplio grande provee mayor energía por el mismo esfuerzo de captura que un nauplio pequeño.

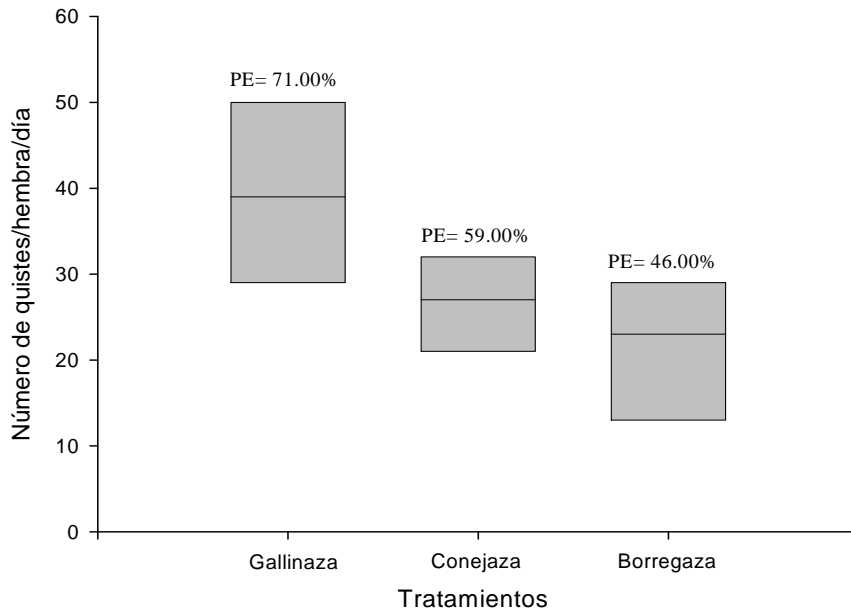
El mayor número de quistes que se obtuvo fue 50 ± 3 quistes/hembra/día con gallinaza y el más bajo 10 ± 2 quistes/hembra/día con borregaza (Figura 1), esto coincidió con el mayor tamaño de las hembras, el cual fue 22,24% (conejaza) y 21,65% (borregaza) mayor en el tratamiento con gallina. Resultados muy similares a los obtenidos por Rodríguez (1990) quien reporta 60,6 quistes/hembra/semana en promedio para *S. mackini*, con un mínimo de 2,6 quistes. Asimismo, Benijits y cols. (1979) registraron 11,3 huevos/hembra/día de *A. salina*, mientras que Beladjal y Mertens (2003) reportan 74 quistes/día de *S. tovicornis*.

Además Centeno (1994) afirma que la producción de quistes en los anostracos está en función de la calidad y cantidad del alimento y sugiere que es más recomendable dar una dieta mixta a una monodieta compuesta sólo por microalgas o zooplancton.

El porcentaje de eclosión de los quistes de *S. mackini* fue 16,90% y 35,21% mayor con gallinaza (71,0%) que con conejaza (59,0%) y borregaza (46,0%) respectivamente. Al respecto, Herrera (1986) obtuvo 57% y Rodríguez (1990) 11% de eclosión de quistes

de la misma especie. Los resultados de porcentaje de eclosión muestran la calidad de los quistes y varían de acuerdo al manejo y a las condiciones a que son sometidos (Amat, 1985). La calidad de los quistes depende de factores como las características de la diapausa, así como la talla de quistes y nauplios (Bossier y cols., 2004).

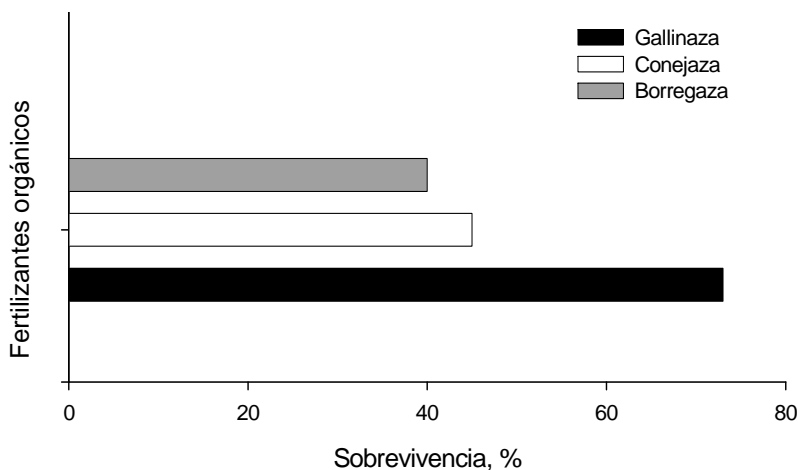
Figura 1. Producción de quistes/hembra/día y porcentaje de eclosión (PE) de quistes de *S. mackini* utilizando diferentes fertilizantes orgánicos.



Las diferencias existentes en la calidad de la eclosión, pueden ser atribuidas principalmente a las condiciones ambientales, dado que los cambios medioambientales influyen en el estado de la diapausa del quiste y esto finalmente afecta la capacidad de eclosión de los mismos (Lavens y Sorgeloos, 2000). Por su parte, Quynh y cols. (1988) establecieron que los porcentajes de eclosión de *Artemia* superiores al 70% son considerados como aceptables y mencionan que en el mercado internacional se comercializa con quistes de baja calidad con 50% de eclosión o menos.

La sobrevivencia de los reproductores de *S. mackini* presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los medios de cultivo; gallinaza 73%, conejaza 45% y borregaza 40% (Figura 2), esto supuso que fue un 38,35% y un 45,20% mayor con gallinaza.

Figura 2. Porcentaje de sobrevivencia de los reproductores de *S. mackini* en medios de cultivo con diferente fertilizante orgánico.



Brendonck y cols. (1990) relacionan el incremento de la mortalidad de camarón duende a causas naturales, asociadas con la edad de la población, ya que estos organismos presentan un ciclo de vida corto, al deterioro gradual de la calidad del agua y deficiencia nutricional de los alimentos. De igual manera, Jawahar y Dumont (1995) mencionan que la sobrevivencia para *S. proboscideus* varía significativamente dependiendo de la concentración algal, reportando que a bajas concentraciones ($0,05 \times 10^3$ y 1×10^3 cel/ml) el 50% de los organismos no sobrevivieron después de dos días y a altas concentraciones (1×10^5 y 5×10^5 cel/ml) el 50% de los organismos sobrevivieron a 7 días.

Por su parte, Maeda y cols. (1995) registraron mortalidades mayores a 59% durante los primeros días de cultivo de camarón duende, lo cual atribuyen a que los organismos no fueron capaces de digerir el alimento disponible o a que la concentración no fue la adecuada. El elevado porcentaje de sobrevivencia de *S. mackini* utilizando gallinaza posiblemente indica que, junto con buenas condiciones ambientales, este estiércol aportó al medio los nutrientes suficientes para sostener la reproducción y la vida del camarón duende.

Conclusiones

- Las características físicas y químicas del agua no afectaron negativamente en ningún tratamiento la producción de quistes de *S. mackini*.
- El medio de cultivo enriquecido con gallinaza influyó positivamente en la producción de quistes/hembra/día, en el porcentaje de eclosión y en la sobrevivencia.
- Se observó una relación directa entre el tamaño de la hembra y el número de quistes producidos.
- La utilización de estiércol de gallina, como fertilizante orgánico económico, mejora la producción de *S. mackini* en condiciones controladas.

Bibliografía

1. Amat, F. (1985). *Biología de Artemia*. Informe Técnico del Instituto de Investigaciones Pesqueras. Instituto de Investigaciones Pesqueras, 127:3-59
2. Beladjal, L. y J. Mertens (2003). Interstitial remains for fauna reconstruction of desert pools using fairy shrimps as example (Anostraca). *Journal of Crustacean Biology*, 23(1):60-68
3. Benijits, F., E. Vanvoorden y P. Sorgeloos (1979). Change in the biochemical composition of the early larval stage of the brine shrimp *Artemia salina* Linneo. En: *Proceedings X European Symposium Marine Biology. Research in mariculture at laboratory and pilot scale*. Persoone, G. y E. Jasper. Universa Press. Wetteren. 1:1-9
4. Bernice, R. (1972). Biochemical composition of *Streptocephalus dichotomus* Baird *Branchinella kugenumaensis* (Ishikawa). *Hydrobiologia*, 39(2):155-164
5. Boyd, C.E. (1979). *Water quality in warmwater fish ponds*. Auburn. Alabama
6. Brendonck, L., G. Uyttersprot y G. Persoone (1990). A culture system for fairy shrimps (Crustacea: Anostraca). *Aquacult. Eng.*, 9:267-289
7. Centeno, M.D. (1994). Influence of production, processing, and storage conditions of resting eggs of *Streptocephalus proboscideus* (Crustacean: Branchiopoda: Anostraca): influence of selected environmental conditions. *Chemosphere*, 27:2213-2224
8. De Walsche, C., J. Mertens y H. Dumont (1991). Observations on temperature optimum, cyst production, and survival of *Streptocephalus proboscideus* (Frauenfeld, 1873) (Crustacea: Anostraca), fed different diets. *Hydrobiologia*, 212:21-26
9. Dickman, M. y E. Effort (1972). Some effects of artificial fertilization on enclosed plankton population in Marion Lake, British Columbia. *J. Fish Res. Board. Canada*, 29:1595-1604

10. Giardini, L., F. Pimpini, M. Borin y G. Gianquinto (1992). Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the yield of crops. *J. Agric. Sci.*, 118:207-213
11. Herrera, C. (1986). *Contribución a la biología de Streptocephalus mackini, Moore 1966 (Branchiopoda:Anostraca) posibilidades de su cultivo*. Tesis Profesional. E.N.C.B. I.P.N. México, D.F.
12. Hontoria, F., J. Varo y F. Amat (1989). Utilization of *Artemia* cysts in Marine Larvae Cultures; A model of quality evaluation. *Aqua. Eng.*, 8:127-138
13. Hutchinson, G.E. (1957). *A treatise on limnology: Vol. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton*. John Wiley and Sons, New York
14. Infante, G. y L. Zarate (1997). *Métodos Estadísticos. Un enfoque interdisciplinario*. Ed. Trillas, México.
15. Ivleva, I. (1973). *Mass cultivation of invertebrates. Biology and Methods*. Academy of Sciences of the USSR. All Union Hydrobiological Society and Israel Program for Scientific Translations. Cap. Branchiopoda. 52-78.
16. Jawahar, A. y H. Dumont (1995). Larviculture of the fairy shrimp, *Streptocephalus proboscideus* (Crustacea: Anostraca): effect of food concentration a physical and chemical properties of the culture medium. *Hydrobiologia*, 298:159-165
17. Lavens, P. y P. Sorgeloos (2000). The history present status and prospects of the availability of *Artemia* cyst for aquaculture. *Aquaculture*, 181:397-403.
18. Luna-Figueroa, J. (2002). Alimento vivo: Importancia y valor nutritivo. *Ciencia y Desarrollo*, 166:70-77
19. Maeda-Martínez, A., H. Obregón-Barbosa y J. Dumont (1995). Laboratory culture of fairy shrimp using baker's as basic food in a flow-through system. *Hydrobiologia*, 298 (Dev. Hydrobiol. 103):141-157
20. Maraikar, S. y S.L. Amarasiri (1989). Effect of cattle and poultry dung addition on available P and exchangeable K of a red-yellow podzolic soil. *Tropical Agriculturalist*, 144:51-59
21. Pennak, R. (1978). *Freshwater Biology*. John Wiley & Sons. New York.
22. Quynh, V., P. Lavens, P. Léger, W. Tackert y P. Sorgeloos (1988). Characterization of brine shrimp *Artemia* of Cam Ramh Bay in Central Vietnam. *Hydrobiology*, 157:209-217
23. Rodríguez, G. (1990). *Cultivo en laboratorio de Streptocephalus mackini Moore, 1966 (Crustácea:Anostraca)*. Tesis Profesional Escuela. Nacional de Ciencias Biológicas IPN
24. Tay, S. (1980). A method on the production of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), (Udang Galah), juveniles in Singapore. Singapore. *J. Primary Ind.*, 8(2):111-118
25. Valdés, M. y A. Cabrera (1990). *Evaluación del potencial de rendimiento en un cultivo de Moina macrocopa en tres sistemas de fertilización con algunas notas de interés económico*. Tesis Profesional UNAM, ENEP