

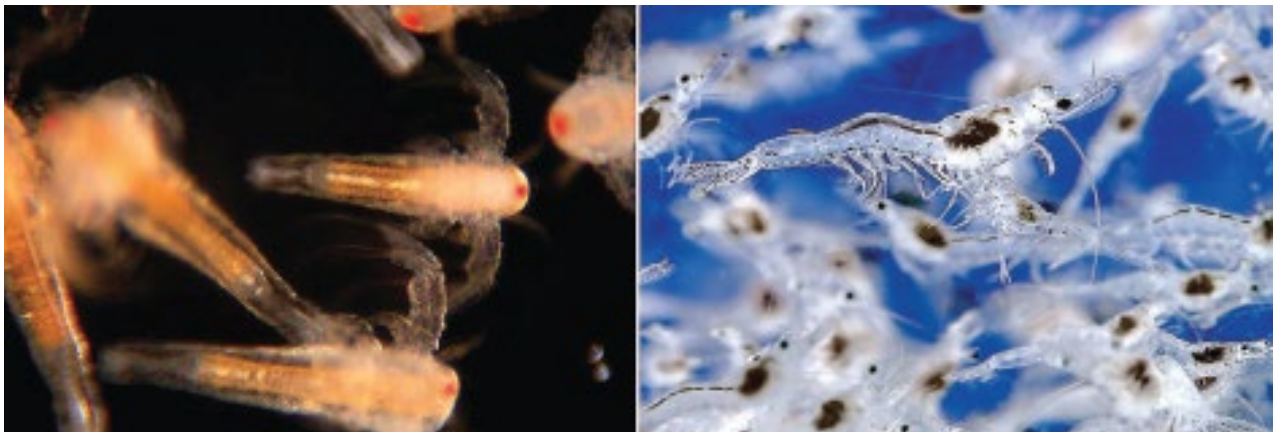
Amélioration des performances de croissance, des taux de survie et de la résistance au stress dans l'élevage larvaire et post-larvaire précoce de *Litopenaeus vannamei*

Yathish Ramena¹, Ravinder S. Sangha², Thomas Bosteels¹ et Frank Martorana¹

Découvrir l'impact bénéfique des régimes alimentaires d'*Artémia franciscana* dans un essai sur le terrain

Résumé

Dans un essai sur le terrain, des *L. vannamei* aux stades larvaires et post larvaires précoces (Zoé I à Post-larve 5) ont été nourries avec différents niveaux d'*Artémias* pour remplacer tout ou partie d'un régime alimentaire artificiel (le « Régime sans *Artémias* »). Les résultats ont montré une amélioration de la survie, de la croissance et de la résistance au stress des crevettes nourries avec des niveaux d'*Artémias* de plus en plus élevés.



Introduction

Des recherches antérieures ont démontré que l'augmentation des densités d'empeusement se traduit généralement par une mortalité plus élevée et une efficacité d'alimentation réduite chez les crevettes *Penaeidae* (Guillermo et al. 2021). Par conséquent, l'objectif principal de l'industrie de l'écloserie est d'optimiser les capacités de production en mettant en

œuvre des régimes alimentaires qui favorisent la métamorphose des larves et améliorent la survie, la croissance et la résistance au stress des post-larves (PL). Cette approche permet aux exploitants d'écloseries d'améliorer leurs marges économiques, même lorsqu'ils ont à gérer des densités d'empeusement plus

élevées, sans soumettre les larves à des mortalités et à des stress excessifs.

Traditionnellement, les *Artémias* ont été largement utilisées comme co-alimentation pour les mysis (M3) jusqu'aux stades postlarvaires dans l'industrie de l'aquaculture (Bengtson 1991 ; Sorgeloos 2001 ; Dirk Halet 2007 ; Azra 2022 ; Sahandi 2022). Les larves de *L. vannamei* ont montré une réponse alimentaire forte aux nauplii d'*Artémias* vivants, résultant en une augmentation de la consommation et une amélioration de l'efficacité alimentaire (Sheen et al. 1994). « Au cours des deux dernières décennies, les tentatives visant à éliminer les *Artémias* d'un régime traditionnel de co-alimentation et à remplacer entièrement les *Artémias* par des aliments artificiels en *L. vannamei* ont donné des résultats pour la plupart inférieurs. »

En général, les aliments vivants ont toujours fourni des résultats positifs cohérents en termes de croissance et de survie chez les larves de *L. vannamei* (Puello-Cruz et al. 2002) et des études récentes continuent de démontrer cette amélioration avec l'augmentation des niveaux d'alimentation des *Artémias* vivantes tout au long des stades larvaires tardifs et postlarvaires (Gamboa-Delgado, J. et Le Vay, L. 2009 ; Sommer 2019 ; Yathish et al. 2022). Des études de terrain et de recherche plus récentes ont également démontré que l'incorporation de formes vivantes ou atténuées d'*Artémias* pendant les premiers stades larvaires de *L. vannamei* favorise une meilleure santé, notamment en termes de résistance au stress, leur permettant de mieux faire face aux défis environnementaux

et conduisant à de meilleurs taux de survie (Liqing 2022).

Les *Artémias* continuent de jouer un rôle vital dans le cadre des régimes alimentaires larvaires et postlarvaires de *L. vannamei* en fournissant des niveaux élevés de protéines (62,7 %) et de lipides (21,7 %) sur une base de poids sec. Les *Artémias* contiennent également des niveaux élevés des acides aminés les plus limitants tels que la méthionine, la thréonine et la lysine essentiels pour les premiers stades larvaires (Niu et al. 2012) qui contribuent de manière significative à la synthèse des protéines, à la production d'enzymes, au métabolisme énergétique, à l'osmorégulation et à la fonction immunitaire. En outre, les *Artémias* fournissent des acides gras essentiels et du cholestérol nécessaires au maintien des membranes cellulaires, à la production d'hormones, à l'absorption et à l'utilisation des lipides, au métabolisme énergétique et à la protection antioxydante (Hernández 2004).

En général, la haute digestibilité et les nutriments essentiels fournis par les nauplii d'*Artémias* permettent une absorption et une utilisation efficaces des nutriments, favorisant la croissance et la survie des larves de *L. vannamei* (Jones et al. 1997a, 1997b). Cet essai sur le terrain visait à évaluer les effets potentiels d'une augmentation des niveaux d'alimentation en nauplii d'*Artémias* instar 1, pendant l'élevage précoce des larves de *L. vannamei* (Mysis I à PL5), par rapport à un régime alimentaire sans *Artémias*.

L'essai sur le terrain, réalisé dans un environnement de production commerciale, a clairement démontré que le remplacement

des aliments artificiels par des niveaux accrus d'*Artémias* aux stades larvaire et postlarvaire précoce (Zoea I à PL5) améliorerait de manière significative la survie, la croissance et la

résistance au stress des post-larves de *L. vannamei*.

Méthodes utilisées

L'essai actuel a mis en œuvre quatre traitements alimentaires différents remplaçant un pourcentage fixe de l'aliment microparticulaire par des nauplii instar 1 d'*Artémias* allant de 25 %, 50 %, 75 % à 100 %. Huit bassins répliqués de manière aléatoire pour chaque traitement ont été utilisés avec une densité d'empoisonnement de 5 800

000 zoés 1, maintenue dans des bassins rectangulaires en béton en forme de U de 30 000 L-1, équivalant à une densité de 200 zoés/L-1. La salinité de l'eau a été constamment maintenue à 26 ppt, tandis que la température a été maintenue à 28 °C tout au long de la période de culture.



Image 1: Schémas de densité des chromatophores plus élevés / plus nets observés chez les larves de *L. vannamei* PL5 nourries aux *Artémias*, sur l'ensemble du corps dorsal, sont indiqués par des flèches orange. Les post-larves non nourries aux *Artémias* ne présentent pas de développement élevé.

La qualité d'éclosion des *Artémias* utilisée dans l'étude était de 200 000 nauplii par gramme, (kystes d'*Artémias* GSL, marque GSLA, USA) qui ont eu une éclosion constante tout au long de l'étude. Tous les kystes ont été éclos en utilisant une densité de stockage de 2g/L-1, 28 °C, une forte aération, 2000 lux, dans des réservoirs cylindro-coniques de 60 L en plastique transparent. Tous les nauplii

d'*Artémias* instar 1 ont été récoltés, rincés et remis en suspension pour les calculs d'éclosion, puis congelés dans des sacs d'alimentation en plastique, prêts pour les larves de crevettes à partir de zoés 3.

Dans les bassins nourris aux *Artémias*, 250 grammes de kystes ont d'abord été éclos et utilisés pour nourrir chaque bassin de traitement alimentaire depuis le stade Zoés 3

jusqu'au stade Mysis I. La quantité de kystes secs a ensuite été augmentée à 400 grammes, 545 grammes, 750 grammes, 800 grammes et 875 grammes pour chaque réservoir de traitement diététique pendant la période d'élevage jusqu'au stade post-larves 5. Au total, 7250 g de kystes secs ont été utilisés pour une densité d'empeusement de 5,8 millions de zoés, ou 1250 g pour un million de post-larves au stade 5.

Un régime alimentaire propriétaire composé d'algues vivantes et d'aliments microparticulaires commerciaux pour crevettes constituait le régime sans *Artémias*. Les régimes alimentaires à 75 %, 50 % et 25 % d'*Artémias* (les régimes *Artémias*) comprenaient une diminution proportionnelle des *Artémias* par rapport à l'alimentation à 100 % d'*Artémias* et donc une augmentation proportionnelle des régimes alimentaires artificiels.

Pour tous les traitements, les essais ont été interrompus à PL5. Toutes les larves ont été récoltées dans des filets en nylon fin dans chaque réservoir (puisqu'elles seront ensuite réintroduites dans des bassins d'élevage) et légèrement comprimées pour éliminer l'excès d'eau. La biomasse totale a ensuite été pesée (Ohaus) et les 3 sous-échantillons suivants ont été prélevés, chacun pesant 1g. Les trois paramètres suivants ont été calculés à partir de ces sous-échantillons. La survie (%) a été déterminée en comptant les larves survivantes. La longueur totale (mm) de 10 larves sélectionnées au hasard dans les répétitions de chaque traitement a été mesurée de l'extrémité du rostre à l'extrémité du telson pour PL5, observées sous un microscope binoculaire avec un réticule

calibré par rapport à un micromètre à platine. Enfin, le poids humide (mg larve⁻¹) de chaque répétition et de chaque traitement a été évalué en prélevant 20 animaux qui ont ensuite été pesés sur une balance électronique (Ohaus).

Test de stress

Un dispositif expérimental contrôlé a été utilisé pour induire un stress salin par une baisse soudaine de la salinité de 26 à 0 ppt en utilisant de l'eau douce à 33,6 °C (conditions d'écloserie de crevettes). Dans des seaux de 4 L en trois exemplaires par traitement, 100 animaux au stade PL 5 ont été directement immergés dans 2L d'eau douce sans subir de procédure d'acclimatation graduelle. L'heure a été notée T0 et par la suite les mortalités totales dans chaque seau ont été soigneusement enregistrées à des intervalles réguliers de cinq minutes jusqu'à 60 minutes.

Résultats

Pendant la période d'élevage, une analyse de la santé postlarvaire a été effectuée, qui a révélé un développement élevé de chromatophores dans tout le corps des crevettes (comme le montre l'image 1) qui ont été nourries avec 75 % à 100 % d'*Artémias*, par rapport aux autres traitements alimentaires.

En général, la survie, la croissance et la résistance au stress se sont améliorées avec l'augmentation de l'inclusion alimentaire d'*Artémias* (Figures 1 à 5), confirmant des recherches antérieures qui ont démontré l'importance de l'alimentation avec des niveaux adéquats d'*Artémias* dans l'élevage larvaire et postlarvaire précoce de *L. vannamei*.

L'analyse statistique indique un effet important des traitements diététiques sur les taux de survie ($p=0,0001$) entre les régimes à base d'*Artémias* (Figure 1). Les bassins ayant reçu des niveaux d'inclusion d'*Artémias* de 75 % et 100 % ont montré des taux de survie nettement plus élevés, de 75 % à 70 %, respectivement, qui étaient significativement meilleurs que les taux de survie de 56 % à 60 % observés dans les bassins ayant reçu des concentrations plus faibles d'*Artémias* ou le régime sans *Artémias*.

Une tendance similaire a été observée en termes de longueur des post-larves (PL). Les PL des bassins ayant reçu 75 % (9,5 mm) et 100 % (9,00 mm) d'*Artémias* ont montré des longueurs significativement ($p>0,0001$) plus grandes (Figure 2) par rapport à celles ayant bénéficié des autres traitements alimentaires.

Les données sur le gain de poids ont également révélé des différences statistiquement significatives ($p<0,0001$) entre les différents traitements alimentaires. Les post-larves 5 qui ont été nourries avec un régime composé à 100 % d'*Artémias* ont présenté le gain de poids le plus élevé, avec une augmentation moyenne de 0,92 mg (Figure 3). En comparaison, celles nourries avec un régime contenant 75 % d'*Artémias* ont eu un gain de poids moyen légèrement inférieur de 0,86 mg, mais toujours significativement meilleur que les bacs nourris avec 0 % (0,83 mg), 25 % (0,82 mg), et 50 % (0,82 mg) d'*Artémias*.

Dans l'expérience de résistance au stress, les différents traitements alimentaires d'*Artémias* ont entraîné des taux de mortalité variables, démontrant une meilleure résistance au stress des PL nourries avec des

niveaux plus élevés d'*Artémias*. Dans les 20 premières minutes d'exposition à l'eau douce, aucun des traitements n'a entraîné de mortalité. Cependant, au fur et à mesure du temps écoulé, le taux de mortalité a progressivement augmenté. La mortalité a augmenté plus rapidement dans les traitements à 0 %, 25 % et 50 % d'*Artémias*, atteignant un taux de mortalité égal ou supérieur à 68 % après 60 minutes. Dans les traitements « 75 % et 100 % d'*Artémias* », la mortalité des PL est restée plus faible (<5 %) pendant les 40 à 45 premières minutes, après quoi elle a progressivement augmenté pour atteindre une mortalité finale de 43 % et 28 % respectivement après 60 minutes de stress salin. Les taux de mortalité totale après 60 minutes d'exposition à l'eau douce étaient significativement plus bas pour les réservoirs ayant reçu des taux d'inclusion d'*Artémias* plus élevés, égaux ou supérieurs à 75 % (Figure 5).

Dans l'ensemble, l'apport de niveaux plus élevés d'*Artémias* (régimes à 75 % et 100 % d'*Artémias*) a significativement amélioré la survie, la croissance et la résistance au stress au cours du cycle précoce de l'écloserie (jusqu'à PL5) par rapport au régime sans *Artémias* et aux régimes à 25 % et 50 % d'*Artémias*. Ces résultats démontrent l'impact positif de l'alimentation avec des niveaux plus élevés d'*Artémias* pendant les stades de développement larvaire et postlarvaire précoce. Les résultats de l'étude de terrain soutiennent l'idée que des niveaux d'alimentation plus élevés en *Artémias* pendant le développement larvaire et postlarvaire précoce (jusqu'à PL5) optimisent les performances de l'écloserie en améliorant

considérablement la survie, la croissance et la résistance au stress des PL de *L. vannamei*.

Conclusion

Cette étude de terrain unique en son genre a présenté une évaluation complète de l'adéquation nutritionnelle des *Artémias* en tant que source alimentaire cruciale pour les stades larvaires et postlarvaires précoces de *L. vannamei* et a démontré la valeur de l'inclusion d'*Artémias* pour ces stades de développement. Ces résultats soulignent à nouveau l'importance des *Artémias* hautement digestibles en tant qu'aliment

pour améliorer la production globale de l'écloserie pendant les stades larvaires et postlarvaires précoces de *L. vannamei* et pour établir une base solide pour l'élevage ultérieur des stades PL avancés.

L'affinement des niveaux optimaux d'alimentation en *Artémias* et les recherches sur les mécanismes sous-jacents et les réponses physiologiques associées à ces résultats fourniraient des informations précieuses pour optimiser les pratiques d'élevage des larves et promouvoir la culture fructueuse de *L. vannamei*.

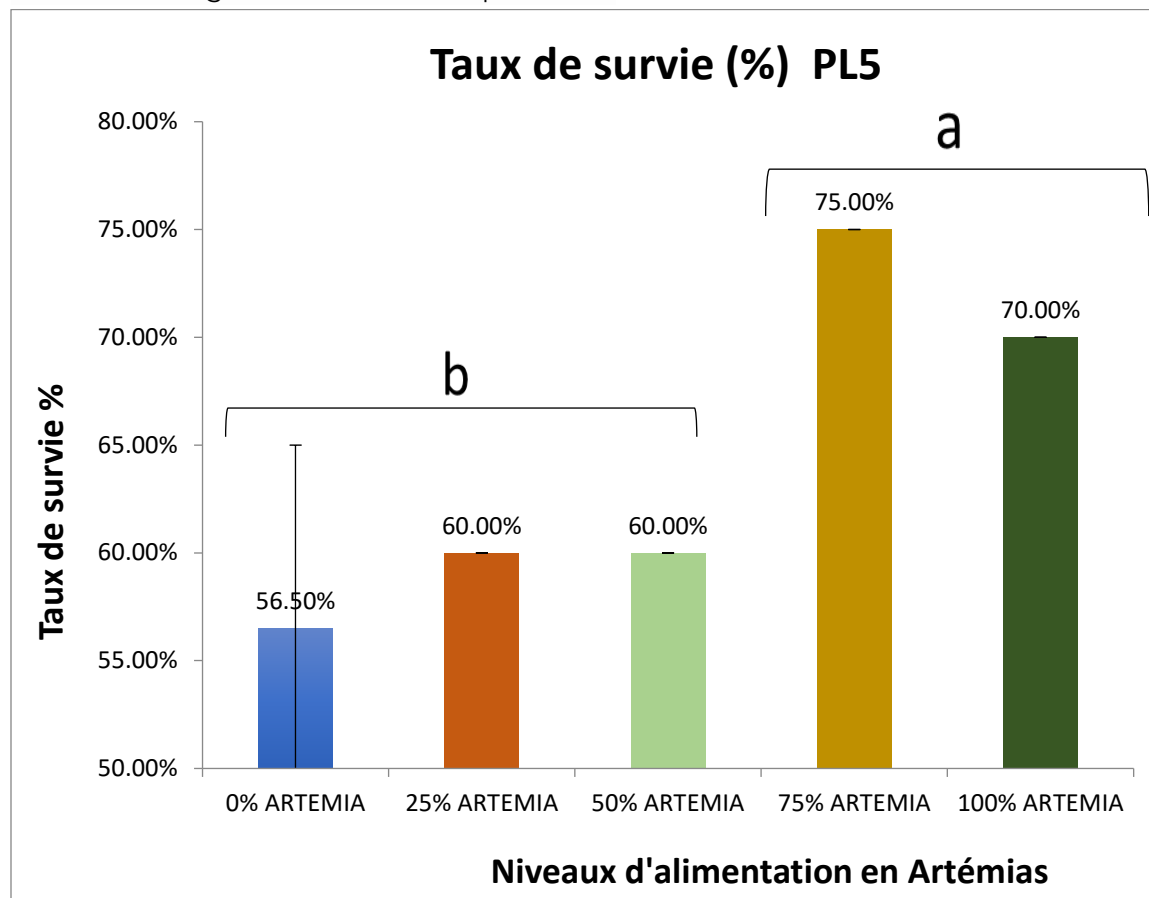


Figure 1 : Taux de survie des post-larves de *L. vannamei* nourries avec différents niveaux alimentaires de nauplii d'*Artémias franciscana* pendant les périodes d'élevage larvaire et postlarvaire.

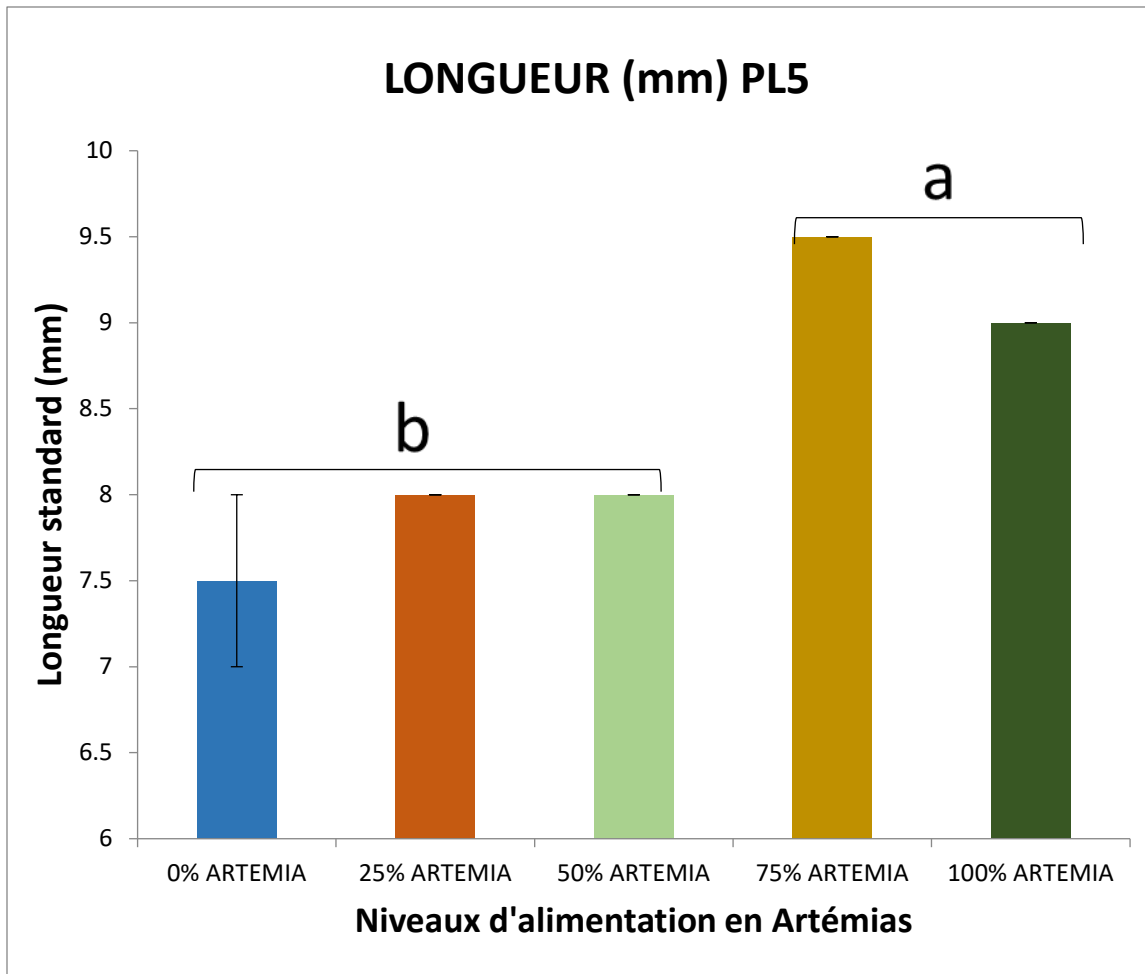


Figure 2 : Longueur (mm) des post-larves de *L. vannamei* nourries avec différents niveaux alimentaires de nauplii d'*Artémias franciscana* pendant les périodes d'élevage larvaire et postlarvaire.

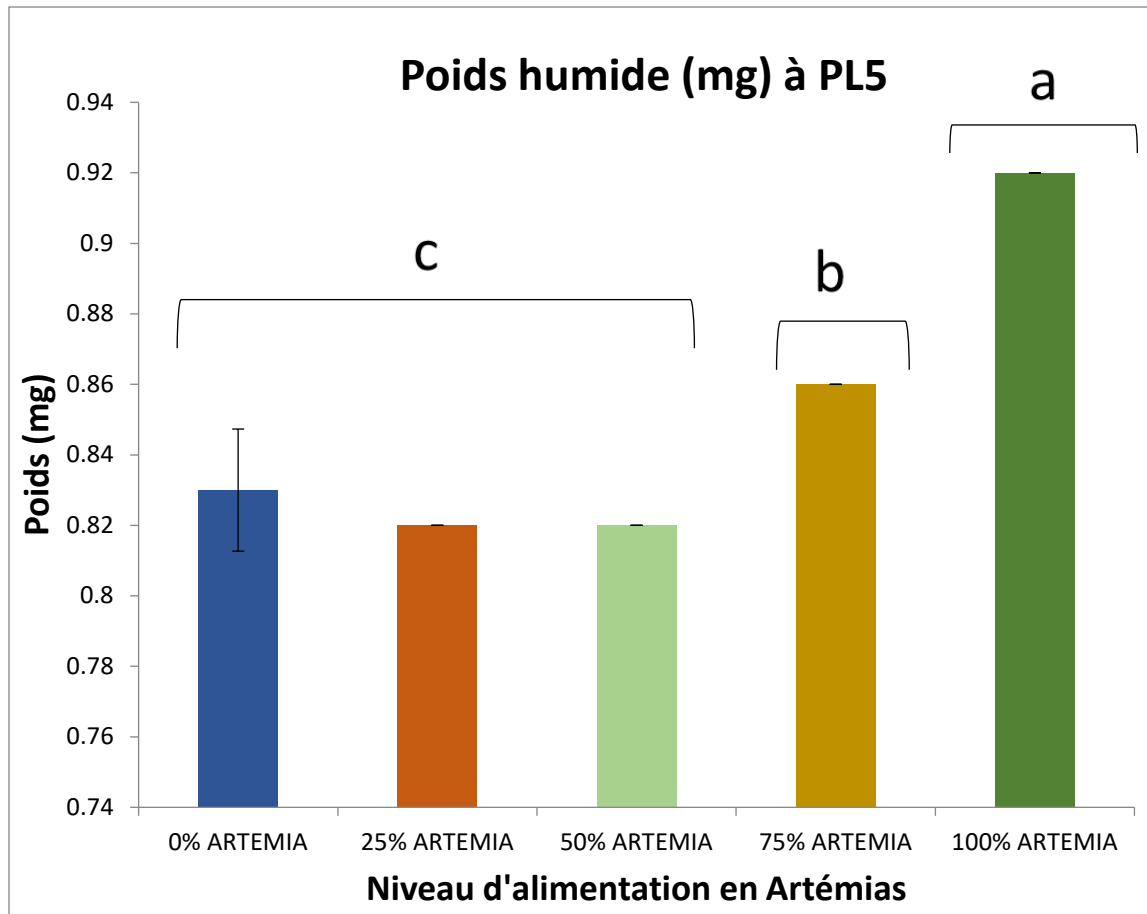


Figure 3 : Poids humide du corps entier (mg) des post-larves de *L. vannamei* nourries avec différents niveaux alimentaires de nauplii d'*Artémias franciscana* pendant les périodes d'élevage larvaire et postlarvaire.

Test de stress en eau douce sur *L. vannamei*

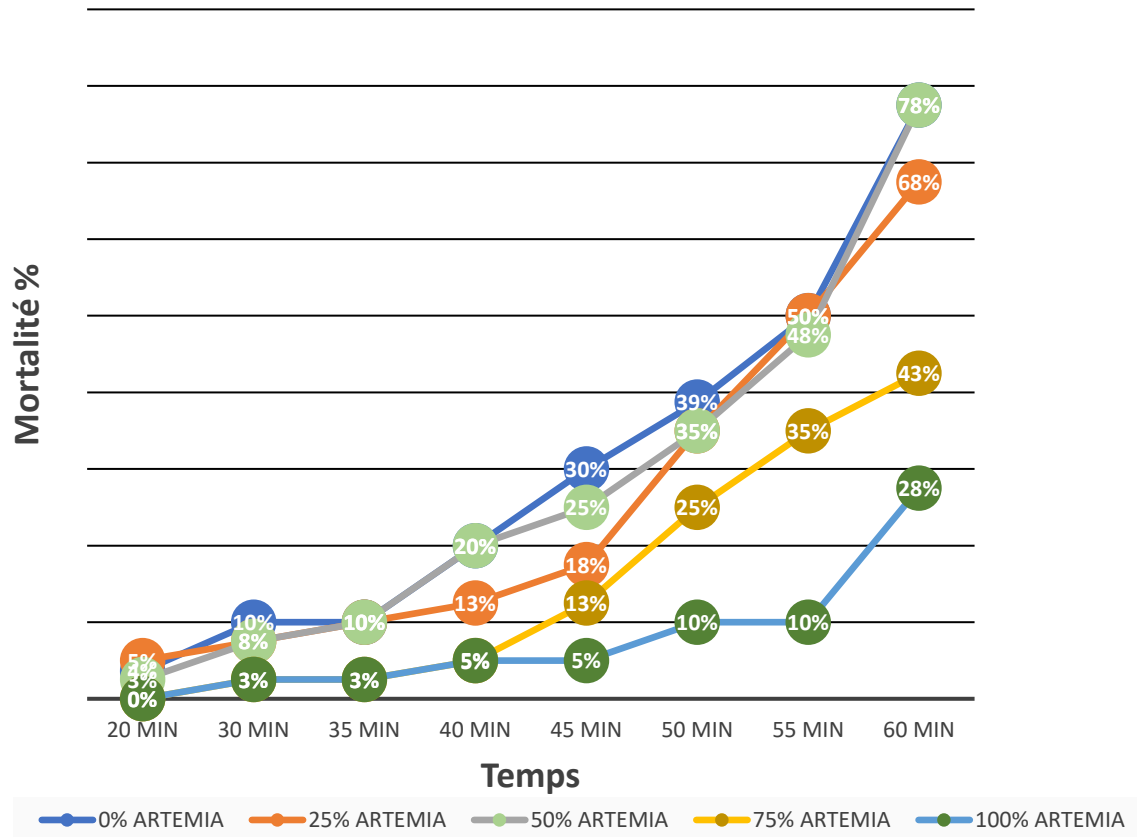


Figure 4 : Taux de mortalité des post-larves de *L. vannamei* nourries avec différents niveaux alimentaires de nauplii d'*Artemias franciscana* pendant les périodes d'élevage larvaire et postlarvaire.

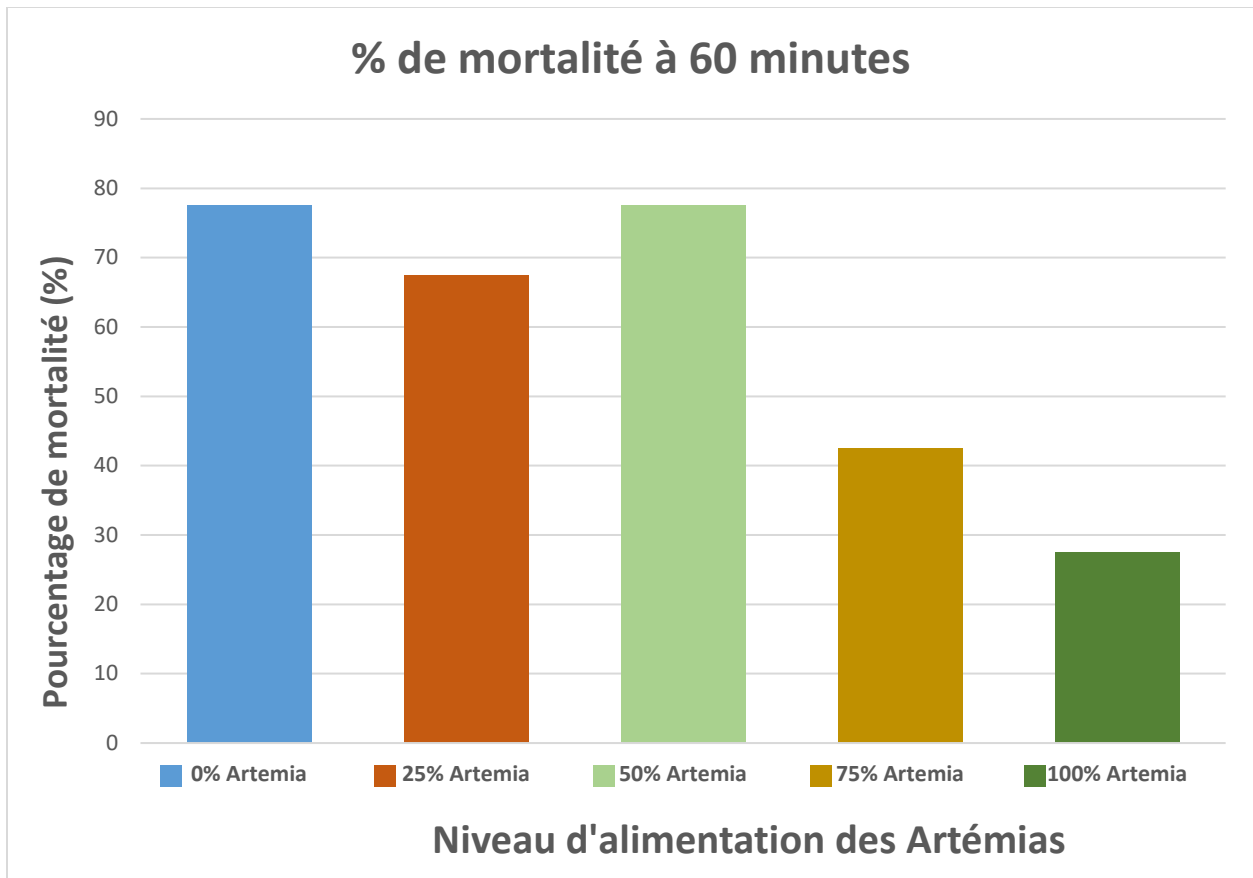
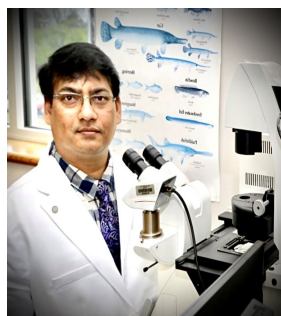


Figure 5 : Pourcentage de mortalité des post-larves de *L. vannamei* nourries avec différents niveaux alimentaires de nauplii d'*Artémias franciscana* pendant les périodes d'élevage larvaire et postlarvaire.

Contact pour les demandes de renseignements sur la recherche



Dr. Yathish Ramena, Ph.D.

Chargé de recherche principal
Great Salt Lake Brine Shrimp
Cooperative, Inc.
1750 W 2450 S, Ogden, UT 84401
États-Unis
Téléphone : (801) 622-1111
Portable professionnel : (801) 821-3846
E-mail : yramena@gsla.us



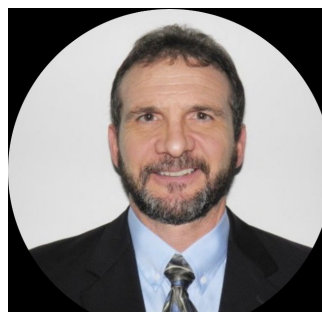
M. Thomas Bosteels

Directeur général
Great Salt Lake Brine Shrimp
Cooperative, Inc.
1750 W 2450 S, Ogden, UT 84401
États-Unis
Téléphone : (801) 622-1111
Portable professionnel : (801) 201-2980
E-mail : thomas@gsla.us



M. Ravi Sangha M.S.c

Directeur général
Acua Biomar de Mexico, S. de R.L. de C.V.
Av. Dr. Carlos Canseco No. 6020-Local 2,
Marina Mazatlán, 82103
Mazatlán, Sin. Mexique
Téléphone : +52 (669) 913-2587
+52 (669) 913-2587
Portable professionnel : (6695) 333-1111
E-mail : acuabiomar@gmail.com



M. Frank Martorana, M.S.

Responsable du développement
commercial mondial et de l'assistance
technique
Great Salt Lake Brine Shrimp
Cooperative, Inc.
1750 W 2450 S, Ogden, UT 84401
États-Unis
Portable professionnel : (303) 815-9341
E-mail : fmartorana@gsla.us

Références

- Azra, M.N.; Noor, M.I.M.; Burlakovs, J.; Abdullah, M.F.; Abd Latif, Z.; Yik Sung, Y. *Trends and New Developments in Artémia Research*. *Animals* 2022, 12, 2321. <https://doi.org/10.3390/ani12182321>
- Bengtson DA, Léger P, Sorgeloos P : *Use of Artémia as a food source for aquaculture*. In *Artémia Biology*. Publié par Browne RA, Sorgeloos P, Trotman CNA. Boca Raton, FL : CRC Press; 1991:255–285.
- Dirk Halet et autres, *Poly- β -hydroxybutyrate-accumulating bacteria protect gnotobiotic Artémia franciscana from pathogenic Vibrio campbellii*, *FEMS Microbiology Ecology*, Volume 60, Revue 3, Juin 2007, Pages 363–369, <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2007.00305>.
- El-Sayed, H.S., El-Dahhar, A.A., El-Zaeem, S.Y. et al. *Evaluation of short and long term enrichment of Artémia franciscana with mixed algae or DHA oil emulsion for improving Dicentrarchus labrax larvae aquaculture*. *Rend. Fis. Acc. Lincei* 33, 889–902 (2022). <https://doi.org/10.1007/s12210-022-01109-1>.
- Guillermo Bardera, Matthew A.G. Owen, Felipe N. Façanha, Jose M. Alcaraz-Calero, Mhairi E. Alexander, Katherine A. Sloman (2021). *The influence of density and dominance on Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) feeding behavior*, *Aquaculture*, Volume 531, 2021,
- Hernández PV, Olvera-Novoab MA, Rousec DB : *Effect of dietary cholesterol on growth and survival of juvenile redclaw crayfish Cherax quadricarinatus under laboratory conditions*. *Aquaculture* 2004, 236:405–411.
- Jamali H., Imani A., Abdollahi D., Roozbehfar R., Isari A. *Use of Probiotic Bacillus spp. in Rotifer (Brachionus plicatilis) and Artémia (Artémia urmiana) Enrichment: Effects on Growth and Survival of Pacific White Shrimp, Litopenaeus vannamei, Larvae*. *Probiotics Antimicrob. Proteins*. 2015;7:118–125. doi: 10.1007/s12602-015-9189-3.
- Liqing, Mat Taib Mimi Iryani, Aijun Lv, Jinfeng Sun, Anupa Anirudhan, Min Pau Tan, Muhd Danish-Daniel, Li Lian Wong, Kartik Baruah, Patrick Sorgeloos, Tengku Sifzizul Tengku Muhammad, Min Wang, Yantao Liang, Wen Jye Mok, Yeong Yik Sung (2022). *Effects of heat shock protein 70 knockdown on the tolerance of the brine shrimp Artémia franciscana to aquaculture-related stressors: Implications for aquatic animal health and production*, *Aquaculture*, Volume 550, 2022, 737-872, doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737872.
- Naegel L.C.A., Rodríguez-Astudillo S. *Comparison of growth and survival of white shrimp post larvae (Litopenaeus vannamei) fed dried Artémia biomass versus four commercial feeds and three crustacean meals*. *Aquac. Int.* 2004;12:573–581. doi: 10.1007/s10499-004-1024-x.
- Niu, J., Chen, PF., Tian, LX. et al. *Excess dietary cholesterol may have an adverse effect on growth performance of early post-larval Litopenaeus vannamei*. *J Animal Sci Biotechnol* 3, 19

(2012). <https://doi.org/10.1186/2049-1891-3-19>

P Sorgeloos, P Dhert, P Candreva, *Use of the brine shrimp, Artémia spp., in marine fish larviculture, Aquaculture*, Volume 200, Issues 1–2, 2001, Pages 147-159.

Sahandi, J., Sorgeloos, P. & Zhang, W. *Culture of Artémia franciscana nauplii with selected microbes suppressed Vibrio loading and enhanced survival, population stability, enzyme activity, and chemical composition. Aquacult Int* 30, 2279–2293 (2022).
<https://doi.org/10.1007/s10499-022-00905-8>

Sheen SS, Liu PC, Chen SN, Chen JC : *Cholesterol requirement of juvenile tiger shrimp (Penaeus monodon)*. *Aquaculture* 1994, 125:131–137.

Yathish Ramena, Femi J. Fawole, Frank Martorana, Thomas Bosteels, Krishna P. Singha, Amit K. Yadav, and Vikas Kumar. (2022) *Insights into the increased dietary levels of Brine Shrimp Artémia franciscana co-fed with microparticle diets in the rearing of Litopenaeus vannamei* World Aquaculture Society Abstract 2022.