

Influence de deux inducteurs hormonaux, HCG et FSH, sur la reproduction contrôlée du poisson chat africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)

Djezzar M¹, Rouabah A¹, Richa A²

¹ Laboratoire Eau-Roche-Plante ; Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana, Route de Theniet El Had 44001, Khemis-Miliana, Algérie. m.djezzar@univ-dbk.m.dz

² Laboratoire de production agricole et valorisation durable des ressources naturelles ; Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana, Route de Theniet El Had 44001, Khemis-Miliana Algérie.

Abstract

In order to control reproduction in African catfish *Clarias gariepinus*, two groups of broodstock, each consisting of 12 females and 6 males, received human chorionic gonadotropin (HCG) and follicle stimulating hormone (FSH), respectively. Both lots, A and B, responded favorably. The amounts of milt were better in batch A having received HCG with 4.33 ± 0.82 ml than in batch B receiving FSH with 3.67 ± 1.03 ml. Spawning amounts obtained under HCG are higher than those obtained under FSH. They are of the order of $196,100 \pm 17,805$ gr for lot A and $100,667 \pm 8,231$ gr for lot B and $454,500 \pm 79,086$ eggs / ml for lot A and $328,000 \pm 19,098$ egg / ml for lot B. Fertilization and hatching rates are more favorable under HCG than under FSH with respectively $38.82 \pm 6.19\%$ and $88.32 \pm 4.59\%$.

Key words: *Clarias gariepinus*, HCG, FSH, hormone, reproduction

Résumé

Dans un objectif de contrôler la reproduction chez le poisson chat africain *Clarias gariepinus*, deux lots de géniteurs, constitués chacun par 12 femelles et 6 males, ont reçu respectivement la gonadotrophine chorionique humaine (HCG) et l'hormone folliculostimulante (FSH). Les deux lots, A et B, ont répondu favorablement. Les quantités de laitance sont meilleures dans le lot A ayant reçu l'HCG avec $4,33 \pm 0,82$ ml que dans le lot B ayant reçu la FSH avec $3,67 \pm 1,03$ ml. Les quantités de frai obtenues sous HCG sont supérieures à celles obtenues sous FSH. Elles sont de l'ordre de $196,100 \pm 17,805$ gr pour le lot A et de $100,667 \pm 8,231$ gr pour le lot B et de $454,500 \pm 79,086$ œufs/ml pour le lot A et $328,000 \pm 19,098$ œuf/ml pour le lot B. il s'avère que les taux de fécondation et d'éclosion sont plus intéressants sous HCG que sous FSH avec respectivement $38,82 \pm 6,19\%$ et $88,32 \pm 4,59\%$.

Mots clés : *Clarias gariepinus*, HCG, FSH, hormones, reproduction

Introduction

En Algérie, le développement de l'aquaculture continentale repose principalement sur l'introduction de diverses espèces de poissons nobles, dont le control nécessite la maitrise des techniques de reproduction (Kara, 2012; Meddour et al., 2005).

Parmi ces espèces, le poisson chat africain, *Clarias gariepinus* (*Clariidae* ; Burchell, 1822), s'impose dans les régions du sud algérien en raison de son adaptation aux conditions climatiques hostiles et à la variabilité de son régime alimentaire qui s'apparentent par une croissance rapide, une résistance aux pathologies et une capacité à se reproduire en milieu confiné (Angoni et al., 2016; Dadebo et al., 2014; Viveen et al., 1985).

De certains constats de terrains, Il ressort que les faibles niveaux de développement et d'exploitation de *C. gariepinus* sont dus à la non disponibilité d'alevins liées particulièrement à la non maîtrise des techniques de reproduction et dont l'aboutissement nécessite, entre autre, l'utilisation de facteurs hormonaux qui permettent le control de la gamétogenèse et donc de l'alevinage de cette espèce. Dans ce contexte, notre travail consiste à évaluer le niveau d'influence de deux inducteurs hormonaux sur la reproduction du poisson chat *C. gariepinus* , en l'occurrence la gonadotrophine chorionique humaine (HCG) et l'hormone folliculostimulante (FSH) qui interviennent dans la gamétogenèse chez les poissons (Breton et al., 1973; Harvey and Hoar, 1980; Jafri and Ensor, 1980).

I. Matériel et méthodes

I.1. Site, période et conditions d'expérimentation

L'étude s'est déroulée au mois de mars 2016 à la ferme aquacole Zahra, Hassi El-Fhal (Ghardaïa, Algérie). Durant toute l'année, la température de l'eau est de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ avec une teneur en oxygène dissous de $4 \pm 0,3\text{mg/l}$.

I.2. Reproduction et dispositif expérimental

Les géniteurs de *C. gariepinus* sont issus de la pisciculture Zahra. Ils sont repartis en deux lots A et B. Chaque lot est constitué de 12 femelles et 6 males. Le poids et la longueur de chaque géniteur sont donnés dans le tableau 1.

Les géniteurs du lot A sont induit à l'HCG alors que ceux du lot B sont induit à la FSH. Sur la base d'une approche bibliographique les doses hormonales totales administrées sont de 250 UI/kg pour l'HCG et de $5\mu\text{g/kg}$ pour la FSH. Ces doses totales sont fractionnées en deux sur un intervalle de temps de 8 heures: - la 1ere est préparatoire et équivaut 10% de la dose totale, - la 2^{ème} est décisive et équivaut 90% de la dose totale (Breton et al., 1973; de Graaf and Hanssen, 1996; Oyeleye et al., 2016; Paper, 2004; Viveen et al., 1985).

Le protocole de reproduction et d'élevage est inspiré de celui décrit par Harvey and Hoar (1980), Viveen et al. (1985), de Graaf and Hanssen (1996), Ducarme and Micha (2003), Paper (2004) et Oyeleye et al. (2016). La reproduction est faite sous anesthésie, un cumul thermique de 275°Heures ; soit un temps de latence de 10 heures à 28°C ont été nécessaire pour le stripping. Les œufs de *C. gariepinus* obtenus sont pesés puis fertilisés par la laitance des males sacrifiés (de Graaf and Hanssen, 1996; Oyeleye et al., 2016; Timothy, 2010). L'incubation des œufs est faite sur frayères dans des bacs aérés de 500l.

Tableau 1 : Données biométriques des géniteurs de *C. gariepinus*. Femelles (F1 à F12) ; Males (M1 à M6). (P : Poids ; LT : Longueur totale)

Géniteurs	Lot A		Lot B	
	P (gr)	LT (cm)	P (gr)	LT (cm)
F1	1957	52,3	2014	58,4
F2	2410	58,0	2220	59,9
F3	1986	54,9	1963	55,2
F4	2607	61,4	2357	61,3
F5	2442	55,8	2248	61,8
F6	1842	51,6	1958	54,3
F7	2640	66,0	1903	56,2
F8	2174	58,2	2147	59,4
F9	1988	53,0	1897	52,2
F10	1993	53,6	1936	56,4
F11	2541	60,8	2404	61,4
F12	2268	58,9	2269	59,9
M1	1974	58,0	1986	57,6
M2	1929	58,8	1964	59,4
M3	1993	57,3	1956	58,3
M4	1984	56,8	1947	57,2
M5	1974	58,4	1938	57,6
M6	1906	58,7	1904	57,3

I.3. Evaluation et traitement de données

L'évaluation porte d'une part sur l'homogénéité des deux lots expérimentaux A et B qui est définie par les corrélations biométriques des géniteurs, et d'autre part sur le pouvoir inducteur de l'HCG et de la FSH sur la reproduction de *C. gariepinus*. Ce pouvoir inducteur est évalué par la quantification du frai de chaque femelle (pesées, dénombrement des œufs) et de la laitance produite par les males ainsi que par les taux de fécondations et d'éclosions.

Des tests d'hypothèses paramétrés ou non paramétrés sont appliqués pour valider les résultats de la reproduction. Deux logiciels sont utilisés dans les calculs statistiques et l'élaboration des droites de régression, il s'agit d'Excel stat version 2009 et R (R Development Core Team 2010).

II. Résultats et discussion

II.1. Profils biométriques des géniteurs de *C. gariepinus*

Les femelles de *C. gariepinus* se caractérisent par un poids moyen de 2237,33±284,06 gr (lot A) et de 2084,67±180,24 gr (lot B), ainsi qu'une longueur totale moyenne de 57,04±4,32cm (lot A) et 56,71±3,68cm (lot B). Les males ont un poids moyen de 1960±34,45gr (lot A) et de 1949,17±27,54gr (lot B) ainsi qu'une longueur totale moyenne de 58±0,8cm (lot A) et 57,9 ±0,83cm (lot B). D'un point de vu biométrique (poids et longueur totale, Tab.2), aucune

différence significative n'est observée entre les lots de géniteurs A et B (femelles et males, t. test, $p \geq 0,13$).

Tableau 2 : Données biométriques, poids et longueurs totales, des géniteurs de *C. gariepinus* (P : Poids ; LT : Longueur totale ; A : lot A ; B : Lot B).

Désignations	Femelles				Males			
	P A (gr)	LT A (cm)	P B (gr)	LT B (cm)	P A (gr)	LT A (cm)	P B (gr)	LT B (cm)
Minimum	1842,00	51,60	1897,00	52,20	1906,00	56,80	1904,00	57,20
Maximum	2640,00	66,00	2404,00	61,80	1993,00	58,80	1986,00	59,40
Moyenne	2237,33	57,04	2109,66	58,03	1960,00	58,00	1949,17	57,90
Ecart-type	284,06	4,32	185,29	3,12	34,45	00,80	27,54	00,83

Les droites de régressions obtenues à partir des facteurs poids et taille des géniteurs soumis à la HCG et à la FSH (Fig. 1 ; H : HCG et F : FSH) indiquent une bonne corrélation (lot A-HCG, $r=0,897$; lot B-FSH, $r=0,899$).

D'un point de vue biométrique, les géniteurs de *C. gariepinus* de ces deux lots sont considérés comme homogènes et propices pour la reproduction puisque cette même espèce devient mature quand elle atteint un poids de 200gr et une taille de 24cm (Bruton, 1979; Micha, 1975) ; d'ailleurs, il est connu que la fécondité de la plupart des téléostéens augmente linéairement avec le poids des femelles (Bagenal, 1978; Legendre, 1986; Legendre and Ecoutin, 1989).

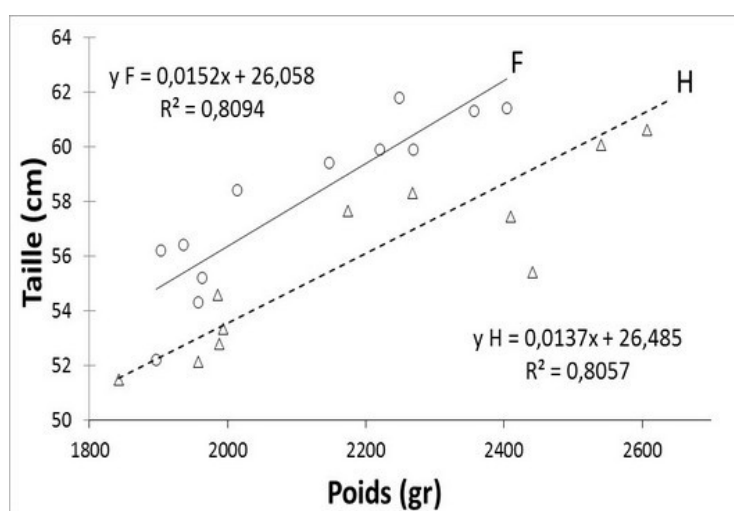


Figure 1 : Corrélations entre poids et tailles des géniteurs soumis à l'HCG (lot A= H) et à la FSH (lot B = F)

II.2. Evaluation de la reproduction

II.2.1. Quantification de la laitance

La production de laitance est observée chez tous les males de *C. gariepinus* et ne présente aucune différence significative entre les deux lots (Tab. 3 ; test t, $p=0,24$). Le volume moyen de laitance produit par les males est de $4,33\pm 0,82$ ml pour les géniteurs du lot A ayant été induit à l'HCG et de $3,67\pm 1,03$ ml pour ceux du lot B ayant été induit à la FSH. Bien qu'à l'origine produite par les cellules hypophysaires, la FSH est considérée comme régulateur du nombre de cellules de Sertoli, de la stéroïdogénèse et de la gamétogenèse. L'HCG est considéré, quant à elle, comme un substitut de l'hormone pituitaire et a toujours donné de bons résultats chez d'autres espèces (Cavaco et al., 2001; Harvey and Hoar, 1980; Micha, 1975; Schulz et al., 2004, 1994). La production de laitance apparait équivalente chez les géniteurs des deux lots A et B. Les quantités de laitance obtenues sont suffisantes pour fertiliser les œufs issus de la reproduction : 1ml de laitance permet la fertilisation de 50kg d'œufs (Hogendoorn and Koops, 1983; Hogendoorn and Vismans, 1980)

Tableau 3 : Quantités de laitance, exprimées en ml, produites par *C. gariepinus* sous l'influence de l'HCG et de la FSH

Géniteurs	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Moyenne	Ecart-type
Lot A	5	4	4	5	3	5	4,33	0,82
Lot B	4	2	4	5	3	4	3,67	1,03

II.2.2. Quantification du frai

Les quantités de frai produites par *C. gariepinus*, exprimées en masse (PO), en volume (VO) et en nombre d'œufs (NO), sont supérieures sous HCG (H) que sous FSH (F) (Tab. 4 ; Fig. 2a, b, c ; $p < 0,0001$). Contrairement à nos résultats (Tab. 4), où le nombre d'œufs est de $454,5\pm 79,08$ sous HCG et $328\pm 19,09$ sous FSH, il se trouve que les essais in vivo et in vitro, effectués sur des ovocytes de poissons, ont fait que ces deux hormones induisent le même nombre de cellules blastocystes (Junk et al., 2003). Toutefois, il est connu que la HCG, qui est communément utilisée avec succès dans la reproduction des poissons d'élevages, carpe indiennes et chinoises, mullet ainsi que le poisson chat (*C. macrocephalus*), est assimilée à la lutéine hormone LH (Carreon et al., 1976; Harvey and Hoar, 1980). Cette dernière se caractérise par ses similitudes avec la gonadotrophine (GtH) des téléostéens (Burzawa-Gerard, 1971; Peter, 1981), qui pourrait provoquer à son tour un processus de rétroaction gonadique régulant l'activité du récepteur de la gonadotrophine releasing hormone (GnRH) dans l'hypophyse de *C. gariepinus* (Habibi et al., 1989). Cette rétroaction explique cette grande variabilité du nombre d'œufs observée chez les géniteurs du lot A, soumis à l'HCG et, pour laquelle nous considérons que les facteurs biométriques ne sont pas incriminés en raison de l'homogénéité des deux lots de géniteurs (Fig. 2c ; Tab. 4 ; Fig. 1).

Tableau 4 : Données relatives aux frais de *C. gariepinus* obtenus sous HCG et sous FSH (PO : Poids des œufs ; VO : Volume des œufs ; NO : Nombre d'œufs ; H : HCG ; F : FSH ; N/ml : Nombre d'œufs par ml)

Désignations	PO H (gr)	PO F (gr)	VO H (ml)	VO F (ml)	NO H (N/ml)	NO F (N/ml)
Minimum	166,400	89,800	52,000	36,000	327,000	304,000
Maximum	216,700	115,300	69,000	46,000	608,000	351,000
Moyenne	196,100	100,667	58,750	41,333	454,500	328,000
Ecart-type	17,805	8,231	5,643	3,257	79,086	19,098

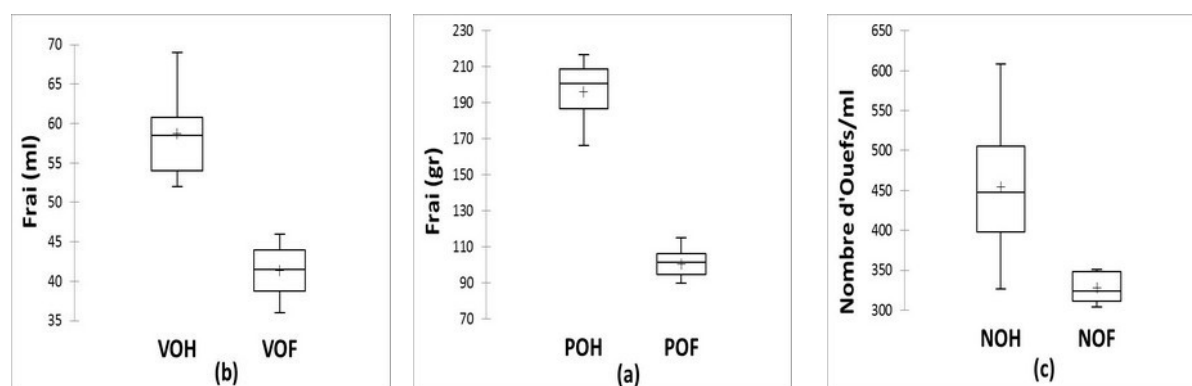


Figure 2 : Variabilité quantitative du frai chez *C. gariepinus*. (a) : Poids du frai en gr ; (b) : volume du frai en ml ; (c) : Nombre d'œuf/ml de frai.

Contrairement au lot A, le faible niveau de frai du lot B, obtenu par induction à la FSH, peut-être, quant à lui, entravé par les doses faibles de cette hormone qui sont connues pour leurs influences dans l'expulsion des ovocytes ; puisque les niveaux élevés de FSH sont connus pour leurs implication dans l'atrésie ovarienne provoquée par la nature du biotope dans lequel les géniteurs s'y trouve (Breton et al., 1998; Ola et al., 2008; Smitz and Cortvrindt, 2002).

II.2.3. Fécondation et éclosion

Les taux de fécondation et d'éclosion sont supérieurs chez les géniteurs du lot A, induits à l'HCG, que chez les géniteurs du lot B, induits à la FSH (test WMW, $p \leq 0,004$; Tab. 5).

Les taux de fécondation atteignent une moyenne de $38,82 \pm 6,19\%$ du frai total obtenu par induction à l'HCG et sont considérés comme meilleurs par rapport à ceux obtenus par induction à la FSH ($29,5 \pm 1,57\%$), cependant, ils restent faibles par rapport à ceux obtenus par induction à l'hypophyse qui sont de l'ordre de $65,67 \pm 1,00\%$ (Tabaro et al., 2005). Cette faiblesse du taux de fécondation peut être liée à la gamétogenèse, à la qualité de la laitance ou aux conditions de fertilisation. Contrairement à la fécondation les taux d'éclosions, qui sont de l'ordre de $88,32 \pm 4,59\%$ pour les œufs obtenus sous HCG et $80,75 \pm 1,81\%$ pour ceux obtenus à la FSH, sont considérés comme intéressants par rapport aux taux d'éclosions obtenus par induction à l'hypophyse $44,00 \pm 13,6\%$ (Ducarme and Micha, 2003; Tabaro et al.,

2005). Cependant, il est à noter que les taux d'éclosions sont souvent liés à la qualité de l'eau et les conditions d'incubations (Nguenga et al., 2000).

Tableau 5 : Données relatives à la fécondation et à l'éclosion des œufs de *C. gariepinus*

Désignations	Taux de fécondations (%)		Taux d'éclosions (%)	
	FSH	HCG	FSH	HCG
Minimum	28,00	27,93	78,00	78,82
Maximum	32,00	44,97	83,00	92,86
Moyenne	29,50	38,82	80,75	88,32
Ecart-type	1,57	6,19	1,81	4,59

Conclusion

L'induction hormonale du *Clarias gariepinus* par la gonadotrophine chorionique humaine (HCG) et l'hormone folliculostimulante (FSH) entrepris à la ferme Zahra dans les conditions abiotiques optimales a permis de constater que les quantités d'œufs produites et les taux d'éclosions sont supérieures sous l'HCG que sous la FSH. Les quantités de frais sont faibles par rapport à ce qui est relaté dans la littérature mais encourageant car elles plaident en faveur du développement d'un tel protocole afin de remplacer les glandes pituitaires non purifiées dont le prix de revient est très élevé ; ce qui ouvre de nouvelles voies de stimulation ovariennes chez le *Clarias gariepinus*.

Remerciements

Nous tenons à remercier Mr Rouani directeur de la ferme aquacole Zahra, Hassi El-fhal de Ghardia pour nous avoir permis de concrétiser ce travail.

Références bibliographiques

Angoni D E, Eyango M T, Djoko H, Tchoumboué J, 2016, Performances de croissance du poisson-chat Africain *Clarias jaensis* Boulanger , 1909 (Pisces : Claridae) en étangs fertilisés des fientes de poules et des lisiers de porcs [Growth performances of African catfish

Boulanger C J, 1909 (Pisc. Int. J. Innov. Appl. Stud. 17, 1294–1301.

Bagenal T B, 1978, Aspects of Fish Fecundity. Gerking, Shelby Delos., (Ed.).Ecology Freshw. Fish Prod. Press. New York, N.Y, Usa.Isbn 0-470-99362-6 75–101.

Breton B, Billard R, Alabert J, 1973, Spécificité d'action et relations immunologiques des hormones gonadotropes de quelques téléostéens. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 13, 347-362.

Breton B, Govoroun M, Mikolajczyk T, 1998, GTH I and GTH II Secretion Profiles during the Reproductive Cycle in Female Rainbow Trout: Relationship with Pituitary

Responsiveness to GnRH-A Stimulation. Gen. Comp. Endocrinol. 111, 38–50. doi:10.1006/gcen.1998.7088

Bruton M N, 1979, The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding in species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*), Trans. Zool. Soc, London 35, 1–45. doi:10.1111/j.1096-3642.1979.tb00056.x

Burzawa-Gerard E, 1971, Purification d'une hormone gonadotrope hypophysaire de poisson téléostéen, la carpe (*Cyprinus carpio* L.). Biochimie 53, 545–552. doi:10.1016/S0300-9084(71)80172-4

Carreon JA, Estocapio F A, Enderez E.M, 1976, Recommended procedures for induced spawning and fingerling production of *Clarias macrocephalus* Gunther. Aquaculture 8, 269–281, doi:10.1016/0044-8486(76)90089-2

Cavaco J.E, Bogerd J, Goos H, Schulz R W, 2001, Testosterone inhibits 11- ketotestosterone-induced spermatogenesis in African Cat sh (*Clarias gariepinus*), Biol. Reprod, 65, 1807–1812.

Dadebo E, Aemro D, Tekle-Giorgis Y, 2014, Food and feeding habits of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Pisces: Clariidae) in Lake Koka, Ethiopia Dadebo

E Aemro D, Tekle-Giorgis Y, 2014, Food and feeding habits of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Pisc. Afr. J. Ecol. 52, 471–478. doi:10.1111/aje.12146

de Graaf G, Hanssen H, 1996, Artificial Reproduction and pond rearing of the African Catfish (*Clarias gariepinus*) in sub-Saharan Africa, FAO Fish, Tech, Pap, Rome 362, 73.

Ducarme, C., Micha, J., 2003. Technique de production intensive du poisson chat africain, *Clarias gariepinus*. Tropicultura 21, 189–198.

Habibi H.R, De Leeuw R, Nahorniak C S, Goos H.J.T, Peter R.E, 1989, Pituitary gonadotropin-releasing hormone (GnRH) receptor activity in goldfish and catfish: seasonal and gonadal effects, Fish Physiol. Biochem, 7, 109–118. doi:10.1007/BF00004696

Harvey B, Hoar W, 1980, La reproduction provoquée chez les poissons: Theorie et pratique, TS-21, ed, Ottawa, Ontario.

Hogendoorn H, Koops W.J, 1983, Growth and production of the African catfish, *Clarias lazera* (C. & V.), I, Effects of stocking density, pond size and mixed culture with tilapia (*Sarotherodon niloticus* L.) under extensive field conditions, Aquaculture 34, 253–263. doi:10.1016/0044-8486(83)90207-7

Hogendoorn H, Vismans M.M, 1980, Controlled propagation of the African catfish, *Clarias lazera* (C. & V.): II, Artificial reproduction. Aquaculture 21, 39–53. doi:10.1016/0044-8486(80)90124-6

Jafri H, Ensor D.M, 1980, Cell types in the pituitary of the roach, *Rutilus rutilus* (L.),

(Teleostei). *J. Anat.*, 130, 667–672.

Junk S.M, Dharmarajan A, Yovich J.L, 2003, FSH priming improves oocyte maturation, but priming with FSH or hCG has no effect on subsequent embryonic development in an in vitro maturation program *Theriogenology* 59, 1741–1749. doi:10.1016/S0093-691X(02)01234-7

Kara H.M, 2012, Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species, *Eur. J. Wildl. Res.* 58, 243–253, doi:10.1007/s10344-011-0570-6

Legendre M, 1986, Seasonal changes in sexual maturity and fecundity, and HCG-induced breeding of the catfish, *Heterobranchus longifilis* Val. (Clariidae), reared in Ebrie Lagoon (Ivory Coast), *Aquaculture* 55, 201–213. doi:10.1016/0044-8486(86)90115-8

Legendre M, Ecoutin J.-M, 1989, Suitability of brackish water tilapia species from Ivory Coast for lagoon aquaculture, I-Reproduction. *Aquat, Living Resour.* 2, 71–79. doi:10.1051/alr:1989009

Meddour A, Rouabah A, Meddour-Bouderda K, Loucif N, Remili A, Khatal y, 2005, Expérimentations sur la reproduction artificielle de Sander lucioperca, *Hypophthalmichthys molitrix* et *Aristichthys nobilis* en Algérie, *Sci, Technol, C*, 63 – 71.

Micha J, 1975, Synthese des essais de reproduction, d'alevinage et de production chez un silure africain: *Clarias lazera* Val, *Bull, Fr, Piscic.* 1.

Ngueng D, Teugels G.G, Ollevier F, 2000, Fertilization, hatching, survival and growth rates reciprocal crosses of two strains of an African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 under controlled hatchery conditions, *Aquac. Res.* 31, 565–573, doi:10.1046/j.1365-2109.2000.00468.x

Ola S.I, Ai J.S, Liu J.H, Wang Q, Wang Z.B, Chen D.Y, Sun Q.Y, 2008, Effects of gonadotrophins, growth hormone, and activin a on enzymatically isolated follicle growth, oocyte chromatin organization, and steroid secretion. *Mol. Reprod. Dev.* 75, 89–96. doi:10.1002/mrd.20762

Oyeleye O.O, Ola S.I, Omitogun O.G, 2016, Ovulation induced in African catfish (*Clarias gariepinus* , Burchell 1822) by hormones produced in the primary culture of pituitary cells 8, 67–73. doi:10.5897/IJFA2015.0523

Paper O, 2004, Artificial propagation of African catfish (*Clarias gariepinus*): the application of a single dose of pellets containing D-Ala⁶,Pro⁹NET-mGnRH and dopamine inhibitor metoclopramide 2004, 289–296.

Peter R.E, 1981, Gonadotropin secretion during reproductive cycles in teleosts: Influences of environmental factors. *Gen. Comp. Endocrinol.* 45, 294–305. doi:10.1016/0016-6480(81)90070-8

Schulz R.W, Dijk W, Van Bogerd J, 2004, Sertoli cell proliferation and FSH signalling in African catfish, *Clarias gariepinus*. *Fish Physiol. Biochem.* 28, 223–224.

doi:10.1023/B:FISH.0000030537.56120.fe

Schulz R.W, van der Corput L, Janssen-Dommerholt J, Goos H.J.T, 1994, Sexual steroids during puberty in male African catfish (*Clarias gariepinus*): serum levels and gonadotropin-stimulated testicular secretion in vitro, *J. Comp. Physiol. B* 164, 195–205. doi:10.1007/BF00354080

Smitz J.E.J, Cortvrindt R.G, 2002, The earliest stages of folliculogenesis in vitro. *Reproduction*. doi:10.1095/biolreprod.113.115089

Tabaro S.R, Micha J, Ducarme C, 2005, Essais d ' adaptation de production massive de juvéniles de *Clarias gariepinus* en conditions rurales. *Aquaculture* 23, 231–244.

Timothy D, 2010, Effects of feeding levels and temperature on the developpement of the gonads in the african catfish (*Clarias Lazera*): an overview. *Multidiscip. J. Res. Dev.* Vol. 15, 1–9.

Viveen W, Richter C, Van Oordt P, Janssen J, Huisman E, 1985, Manuel pratique de pisciculture du poisson chat africain (*Clarias Gariepinus*).