



HAL
open science

Comparative effects of a natural androgen, 11β hydroxyandrostenedione, and a synthetic androgen, 17α -methyltestosterone, on the sex ratios of *Oreochromis niloticus*

Jean-François Baroiller, Aboubacar Toguyeni

► **To cite this version:**

Jean-François Baroiller, Aboubacar Toguyeni. Comparative effects of a natural androgen, 11β hydroxyandrostenedione, and a synthetic androgen, 17α -methyltestosterone, on the sex ratios of *Oreochromis niloticus*. Le troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture, 41, ICLARM, 630 p., 1996, ICLARM Conference Proceedings, 971-8709-88-6. hal-02842692

HAL Id: hal-02842692

<https://hal.inrae.fr/hal-02842692v1>

Submitted on 7 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Comparaison des effets d'un stéroïde naturel, 11 β -hydroxyandrostènedione, et d'un androgène de synthèse, 17 α -méthyltestostérone, sur le sexe ratio chez *Oreochromis niloticus*

J.F. BAROILLER

A. TOGUYENI

*Programme aquaculture et pêche du Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement,*

Département d'élevage et de médecine vétérinaire (CIRAD-EMVT),

BP 5095, 34033 Montpellier Cédex 1, France

*Laboratoire de physiologie des poissons de l'Institut national
de la recherche agronomique (INRA),*

Campus de Beaulieu

35042 Rennes Cédex, France

et

Département piscicole de l'Institut des Savanes (IDESSA)

BP 621, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

BAROILLER, J.F. et A. TOGUYENI. 1996. Comparaison des effets d'un stéroïde naturel, 11 β -hydroxyandrostènedione, et d'un androgène de synthèse, 17 α -méthyltestostérone, sur le sexe ratio chez *Oreochromis niloticus*, p. 261-269. In R.S.V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J.B. Amon Kothias et D. Pauly (éds.) Le Troisième Symposium International sur le Tilapia en Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. 41, 630 p.

Résumé

Les androgènes de synthèse sont souvent considérés comme étant plus efficaces que les stéroïdes naturels dans l'inversion sexuelle des poissons. Une expérience préliminaire sur le stéroïde naturel 11 β -OH Δ 4, identifié récemment dans les gonades d'alevins de *O. niloticus* à des stades précoces de l'ontogenèse testiculaire, a révélé un fort effet masculinisant. Des alevins de 10-14 jours post-fécondation ont été obtenus par croisements individuels de femelles non traitées par des mâles classiques ou des néomâles afin de mieux évaluer la possible déviation du sexe ratio par rapport au témoin. A partir de cet âge, les alevins ont été traités pendant une période minimale de 21 jours avec le stéroïde naturel ou de synthèse ajouté à la nourriture selon différentes concentrations. Des inversions complètes ont été obtenues avec les deux stéroïdes. Des populations monosexes mâles sont obtenues dans huit des groupes traités à 10-35 μ g de 11 β -OH Δ 4·g⁻¹ de nourriture et dans deux groupes respectivement traités à raison de 5 et 20 μ g de 17 α -MT·g⁻¹ d'aliment. Aucune différence significative n'a été observée dans l'efficacité des deux androgènes pour des doses supérieures ou égales à 10 μ g·g⁻¹. A 5 μ g·g⁻¹, des populations 100 % mâles ont seulement été obtenues avec la 17 α -méthyltestostérone (17 α -MT), la 11 β -OH Δ 4 ne produisant que 88,9 % de mâles. En revanche, l'administration de la dose la plus faible de 11 β -OH Δ 4 (1 μ g·g⁻¹) a fait sensiblement dévier le sexe ratio alors que le traitement à la 17 α -MT n'a eu aucun effet par rapport au témoin.

L'administration de l'androgène naturel 11 β -OH Δ 4 peut donc remplacer les stéroïdes de synthèse. Une optimisation du traitement à faible dose est entreprise en augmentant la durée.

Introduction

Les tilapias (*Oreochromis*, *Sarotherodon* et *Tilapia*), avec une production mondiale annuelle d'environ 500.000 tonnes (Lazard, 1990), constituent aujourd'hui, en eau douce, l'un des trois groupes les plus utilisés en aquaculture avec les familles des Cyprinidés et des Salmonidés. Néanmoins la grande efficacité de reproduction des espèces de *Oreochromis* (Baroiller et Jalabert, 1989), associée à une maturité sexuelle précoce, conduit en milieu fermé et en situation de compétition alimentaire à une surpopulation et au nanisme. Une solution à ce problème limitant la rentabilité des élevages consiste à produire des populations monosexes. Les populations entièrement mâles sont préférées du fait des meilleures performances de croissance de ce sexe par rapport aux femelles (Pruginin, 1967 ; Hickling, 1968 ; Hanson et coll., 1983).

Actuellement, en pisciculture, les populations monosexes sont produites selon deux techniques (Baroiller et Jalabert, 1989) :

- Le sexage manuel, basé sur l'existence d'un dimorphisme sexuel de la papille urogénitale, qui conduit à éliminer dès que possible (après deux à trois mois de prégrossissement) la totalité des femelles, soit environ la moitié de la population initiale. Cette technique, qui nécessite du temps et du personnel qualifié, reste néanmoins entachée de 3 à 10 % d'erreurs de diagnostic (Lazard, 1980 ; Chervinski et Rothbard, 1982). De plus, elle conduit à élever durant deux à trois mois une population d'alevins dont la moitié (les femelles) sera éliminée. Cette technique, simple mais coûteuse en temps et en main d'oeuvre, utilisée en Afrique, se traduit donc par une sous-utilisation des infrastructures d'élevage et un moindre rendement de l'aliment.

- L'inversion hormonale, qui consiste à masculiniser la totalité d'une popu-

lation d'alevins en incorporant, durant une courte période, un stéroïde dans l'alimentation (Guerrero, 1982 ; Hunter et Donaldson, 1983 ; Pandian et Varadaraj, 1987 ; Baroiller et Jalabert, 1989). Cette technique est couramment utilisée depuis plusieurs dizaines d'années par certains pays producteurs de tilapia comme Israël, Taïwan et les Philippines. Toutefois, elle implique de traiter systématiquement chaque nouvelle population d'alevins destinée à la production. Or l'utilisation d'hormones pour la production d'animaux destinés à la consommation humaine reste interdite dans de nombreux pays (France, Royaume Uni, par exemple) qui considèrent que le devenir et l'effet des produits de dégradation des stéroïdes de synthèse sont encore insuffisamment étudiés, en particulier pour leurs conséquences écologiques.

Chez les tilapias, comme chez l'ensemble des téléostéens, aucune preuve physiologique déterminante ne supporte l'hypothèse de Yamamoto (1969) selon laquelle les stéroïdes sont les inducteurs naturels de la différenciation (Adkins-Regan, 1987). La modification du processus naturel de la différenciation sexuelle par des stéroïdes exogènes pourrait être due à un effet pharmacologique (Reinboth, 1970). De fait, chez les poissons gonochoriques, peu de travaux ont abordé le problème de la stéroïdogénèse précoce durant la période de la différenciation gonadique du sexe (van den Hurk et coll., 1982 ; Rothbard et coll., 1987 ; Baroiller, 1988a et b ; Baroiller et coll., 1988).

Chez *Oreochromis niloticus*, les potentialités stéroïdogènes précoces des gonades mâles et femelles ont été analysées durant les trois premiers mois de leur vie ; cette période couvre l'ensemble des processus de la différenciation ovarienne et testiculaire (Baroiller et coll., sous presse). La testostérone peut être synthétisée par les gonades des deux sexes contrairement à l'oestradiol dont la production se révèle spécifique de l'ovaire

(Baroiller, 1988b). Inversement, certains androgènes comme la 11β -hydroxyandrostènedione (11β -OH Δ 4) et l'adrénostérone s'avèrent spécifiques du sexe mâle durant cette même période (Baroiller, 1988a et b) et présentent des potentialités masculinisantes (Baroiller, 1988b).

Les stéroïdes artificiels présentent généralement une meilleure efficacité de masculinisation que des androgènes naturels (Hunter et Donaldson, 1983). En ce qui concerne la 17α -MT, cette efficacité est attribuée à la présence du groupement 17α -méthyl qui rend son élimination plus lente que celle de stéroïdes naturels comme la testostérone (Fagerlund et McBride, 1978 ; Donaldson et coll., 1979).

Afin de comparer les performances respectives de deux hormones, artificielle ou naturelle, de tester l'hypothèse d'une implication de la 11β -OH Δ 4 dans le processus de la différenciation testiculaire mais aussi de rechercher une alternative aux traitements classiques d'inversion, une étude de l'efficacité de masculinisation de la 11β -OH Δ 4 et de la 17α -MT a été menée chez *O. niloticus*.

Matériel et méthodes

Animaux

Deux types de géniteurs mâles de *O. niloticus* de la souche "Bouaké" (Baroiller, 1988b) ont été utilisés pour la production de familles d'alevins : des mâles classiques (XY) et des néomâles (XX). Ces derniers proviennent de deux fratries apparentées et fournissent, pour la plupart, des proportions significatives de mâles inattendus dans leurs descendance individuelle (Baroiller, même volume).

Reproductions

Les géniteurs mâles ont été placés individuellement en aquariums de 400 litres, avec des femelles classiques, à un sexe ratio de 4:1. L'eau des aquariums de reproduction est filtrée et maintenue à 27°C en permanence. Chaque animal est individualisé par une marque insérée dans la musculature dorsale. Les reproductions sont détectées par l'apparition du comportement maternel d'incubation, qui s'accompagne d'une dilatation caractéristique de la cavité bucco-pharyngienne des femelles. Le premier jour de l'incubation, tous les autres individus sont retirés pour laisser la femelle incubatrice seule dans l'aquarium de reproduction. Cinq jours après l'éclosion, soit neuf jours après la fécondation, les alevins sont retirés de la bouche de leur mère. Chaque descendance, identifiée par sa date de fécondation et les marques respectives des parents, est divisée en deux à cinq lots d'au moins 100 alevins élevés séparément en aquariums de 200 litres.

Traitement hormonal

Les stéroïdes sont administrés via l'alimentation. L'incorporation est réalisée par imprégnation d'un aliment premier âge pour Salmonidés (Aqualim) avec une solution alcoolique contenant les stéroïdes. Des doses de 1 à 45 μ g de stéroïde par gramme d'aliment ont été testées. Pour les lots témoins l'aliment a été préparé de la même façon en omettant d'incorporer les stéroïdes.

Les alevins sont nourris sept jours par semaine à raison de six repas quotidiens distribués ad libitum durant les 12 h de photophase à l'aide d'un distributeur

automatique. Les alevins âgés de 10 à 15 jours post-fécondation (jPF) ont été ainsi traités pour des durées comprises entre 45 et 21 jours. Afin d'éviter un potentiel effet masculinisant de la température (Baroiller et coll., sous presse), l'eau, filtrée et aérée, est thermorégulée à $28 \pm 1,5^\circ\text{C}$.

Prégrossissement et sexage des alevins

Dès la fin du traitement, les alevins âgés de plus de 31 jPF sont élevés en bacs extérieurs de $1,5 \text{ m}^3$ jusqu'au sexage. Ils y reçoivent le même régime alimentaire qu'en aquarium. A 60-90 jPF, quand les caractéristiques histologiques de la différenciation gonadique femelle et mâle sont déjà en place (Baroiller, 1988a et b), la totalité des alevins est sexée par examen microscopique du squash des gonades (grossissement de 125). La présence d'ovocytes prévitellogéniques (auxocytose) ou vitellogéniques, et la configuration lobulaire révèlent respectivement les sexes femelle et mâle.

Les sexe ratios des lots traités et témoins ont été comparés par un test du χ^2 ($\alpha=0,05$).

Résultats

La survie des alevins, déterminée à l'issue du traitement et au moment du sexage, ne diffère pas significativement entre les lots témoins et ceux soumis à des inversions hormonales, quelle que soit la durée ou la dose des traitements utilisés (Tableau 1).

Aucune gonade d'alevins traités à la $11\beta\text{-OH}\Delta 4$ (1.631 animaux sexés) comme à la $17\alpha\text{-MT}$ (416 alevins) ne révèle, lors de l'examen microscopique de leur squash, des caractéristiques hermaphrodites, stériles, ou des anomalies de structure. Les gonades des individus traités par la $11\beta\text{-OH}\Delta 4$ sont

fonctionnelles, quel que soit le génotype de l'individu traité : des néomâles XX et des mâles classiques fonctionnels ont été obtenus et identifiés par analyse du sexe ratio à l'issue de tels traitements (Baroiller, même volume).

Sur l'ensemble des 17 lots traités à la $11\beta\text{-OH}\Delta 4$, un seul ne présente aucune déviation du sexe ratio par rapport aux témoins (Tableau 2). Contrairement aux 13 autres familles utilisées, la descendance du mâle XY4 n'a été soumise au traitement d'inversion hormonale, qu'à partir du 15^e jPF et non à partir du 10-14^e jPF. Des inversions ayant été obtenues pour les quatre autres lots également traités à $5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, cette dose ne semble pas être la cause de l'absence de déviation de sexe ratio observé. Ce résultat pourrait plutôt traduire l'existence d'une période critique de sensibilité hormonale.

Tous les traitements à la $11\beta\text{-OH}\Delta 4$, appliqués sur des alevins âgés de moins de 15 jPF, quelle que soit la dose utilisée déplacent significativement, par rapport au témoin, le sexe ratio en faveur du sexe mâle (Tableau 2).

La $17\alpha\text{-MT}$ ne présente par contre des effets masculinisants que dans une gamme de doses comprises entre 5 et $45 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Une durée de traitement de 21 jours permet l'obtention de populations monosexes mâles pour des doses d'hormones comprises entre 10 et $35 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ($11\beta\text{-OH}\Delta 4$) et $5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ($17\alpha\text{-MT}$). Pour des doses inférieures ou égales à $5 \mu\text{g}$ de $11\beta\text{-OH}\Delta 4$ par gramme d'aliment pendant une période de 21 jours, le pourcentage de mâles est proportionnel à la dose utilisée (Fig. 1).

Aucune différence significative d'efficacité de masculinisation n'est décelée entre les deux hormones pour des doses de $10\text{-}45 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. A partir de $5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, des différences significatives sont observées dans les résultats des deux types de traitement : pour une dose de $5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, seule la $17\alpha\text{-MT}$ permet l'obtention de 100 % de mâles

Tableau 1. Taux de survie des alevins de *Oreochromis niloticus* en fonction du traitement hormonal appliqué pour l'inversion du sexe.

Traitement	Survie après traitement (%)	Nombre de lots testés	Survie au sexage (%)	Nombre de lots testés
11 β -OH Δ 4	83,8	15	55,2	17
17 α -MT	85,6	4	56,7	4
Témoin	79,6	12	50,2	14

Tableau 2. Caractéristiques et résultats des traitements d'inversion hormonale du sexe sur des alevins d'*Oreochromis niloticus* issus de couples de géniteurs comportant des mâles classiques (XY_n) ou des néomâles (XX_n).

Mâle N°	Stéroïde	Caractéristiques du traitement				Caractéristiques du sexage		
		Doses $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Age début traitement (jPF)	Age fin traitement (jPF)	Durée jours	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Mâles (%)
XY1	11 β -OH Δ 4	35	12	57	45	81	0	100
	Témoin	0	12	57	45	45	55	45
XY2	11 β -OH Δ 4	35	12	57	45	92	0	100
	Témoin	0	12	57	45	45	41	52
XX1	11 β -OH Δ 4	35	12	57	45	128	0	100
	Témoin	0	12	57	45	64	56	53
XX2	11 β -OH Δ 4	30	13	55	42	64	0	100
	11 β -OH Δ 4	20	13	55	42	51	1	98
	Témoin	0	13	55	42	0	74	0
XX3	11 β -OH Δ 4	30	14	42	28	129	0	100
	11 β -OH Δ 4	30	14	35	21	168	0	100
	Témoin	0	14	42	28	47	69	41
XX4	11 β -OH Δ 4	30	12	54	42	112	2	98
	11 β -OH Δ 4	20	12	54	42	103	1	99
	Témoin	0	12	54	42	0	86	0
XX5	11 β -OH Δ 4	20	11	32	21	74	0	100
	17 α -MT	20	11	32	21	110	0	100
	Témoin	0	11	32	21	23	80	22
XX6	11 β -OH Δ 4	10	10	31	21	100	0	100
	17 α -MT	10	10	31	21	172	1	99
	Témoin	0	10	31	21	34	118	22
XX7	11 β -OH Δ 4	5	10	31	21	24	3	89
	17 α -MT	5	10	31	21	47	0	100
	Témoin	0	10	31	21	6	21	22
XX8	11 β -OH Δ 4	5	11	32	21	79	30	73
	Témoin	0	11	32	21	28	96	23
XX9	11 β -OH Δ 4	5	11	32	21	71	30	70
	Témoin	0	11	32	21	16	69	19
XY3	11 β -OH Δ 4	5	11	32	21	46	20	70
	Témoin	0	11	32	21	15	70	18
XY4	11 β -OH Δ 4	5	15	36	21	79	30	73
	Témoin	0	15	36	21	71	70	70
XX10	11 β -OH Δ 4	1	13	34	21	41	72	36
	17 α -MT	1	13	34	21	12	74	14
	Témoin	0	13	34	21	11	59	16

jPF=jours post-fécondation.

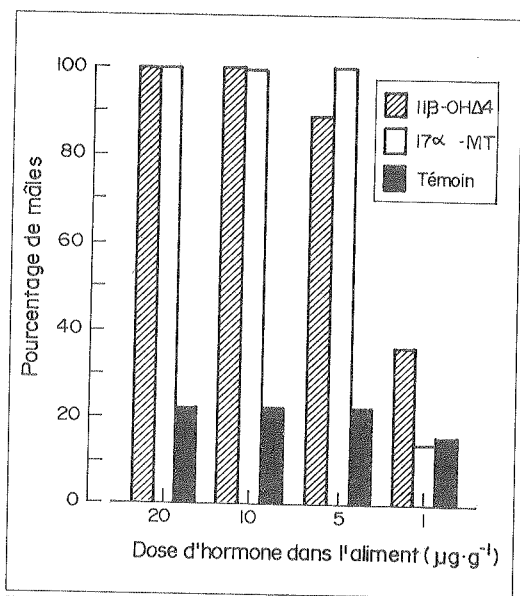


Fig. 1. Efficacité d'un traitement d'inversion hormonale chez *O. niloticus* selon la dose et la nature du stéroïde incorporé dans l'aliment pour tilapia.

contre un maximum de 88 % avec la 11β-OHΔ4. Inversement, la 17α-MT ne présente plus d'efficacité à 1 µg·g⁻¹, alors que la 11β-OHΔ4 utilisée à la même dose déplace significativement le pourcentage de mâles par rapport au témoin.

Pour quatre doses différentes de 11β-OHΔ4 (5, 20, 30 et 35 µg·g⁻¹), deux à quatre réplicats ont été réalisés (Tableau 2). Aucune différence significative de sexe ratio n'est observée entre réplicats d'un même traitement.

Discussion

Chez les poissons, les hormones utilisées pour la masculinisation sont généralement des molécules artificielles dérivées de la testostérone : 17α-MT, 17α-éthynyltestostérone, acétate de dihydrotestostérone, propionate de testostérone. Ces androgènes de synthèse sont considérés comme étant plus efficaces que les stéroïdes naturels pour l'inversion hormonale des espèces de téléostéens gonochoriques (Hunter et Donaldson, 1983).

Chez le tilapia, de nombreux auteurs ont également obtenu des populations 100 % mâles avec ces stéroïdes, malgré une grande hétérogénéité des conditions expérimentales, en particulier des doses variant de 10 à 240 µg·g⁻¹ d'aliment (Baroiller et Jalabert, 1989). Les doses optimales proposées aujourd'hui sont généralement de 30 µg·g⁻¹ pour la 17α-MT et 60 µg·g⁻¹ pour l'éthynyltestostérone (Pandian et Varadaraj, 1987 ; McGeachin et coll., 1987 ; Rothbard et coll., 1987 ; Baroiller et Jalabert, 1989) ; pour la 17α-MT, la dose minimale pour la production de lots monosexes mâles est de 5 µg·g⁻¹ chez *O. mossambicus* (Pandian et Varadaraj, 1987). D'autres androgènes artificiels comme la 17α-méthyl-5-androsten-3β,17β-diol (Varadaraj et Pandian, 1987) et la mibolérone (Guerrero et Guerrero, même volume) ont également été utilisés pour ces traitements.

La présente étude indique que chez *O. niloticus*, la dose minimale testée de 17α-MT, conduisant à une population 100 % mâle est également de 5 µg·g⁻¹ pour une période de traitement de 21 jours ; aucun déplacement de sexe ratio n'étant constaté à la dose de 1 µg·g⁻¹.

La stéroïdogénèse en période de différenciation gonadique restant peu étudiée chez les téléostéens, et en particulier chez le tilapia (Baroiller, 1988a et b ; Baroiller et coll., 1988), seul un nombre restreint d'androgènes naturels a été testé en traitement masculinisant. Parmi ceux-ci, deux dérivés 11-oxygénés, respectivement administrés dans l'eau d'élevage et dans l'alimentation, peuvent modifier le déroulement de la différenciation chez le tilapia : l'adrénostérone, à une dose de 5 mg·l⁻¹, provoque une destruction des structures ovariennes chez *O. niloticus* (Katz et coll., 1976) et la 11 cétotestostérone, à 200 µg·g⁻¹, inhibe la formation de la cavité ovarienne mais n'empêche pas l'apparition de jeunes ovocytes qui dégénéreront

ultérieurement chez *O. mossambicus* (Nakamura, 1981). Néanmoins, compte tenu des fortes doses utilisées, l'hypothèse d'effets toxiques ou paradoxaux ne peut être rejetée (Hunter et Donaldson, 1983). Chez *O. niloticus*, de effets masculinisants de l'adrénostérone ont également été démontrés après traitement via l'alimentation à des doses de $45 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Baroiller, 1988b).

La $11\beta\text{-OH}\Delta 4$ n'avait, jusqu'alors, pas été utilisée en traitement d'inversion hormonale chez le tilapia. Cet androgène naturel présente une efficacité de masculinisation comparable à celle de la $17\alpha\text{-MT}$, pour des doses comprises entre 10 et $35 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. De plus, contrairement à la $17\alpha\text{-MT}$ pour des doses inférieures à $5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, des déviations de sexe ratio restent constatées.

Aucune anomalie dans le déroulement de l'ontogénèse gonadique n'est observée lors des examens microscopiques des gonades des alevins traités pendant 60-90 jours ; de plus, l'inversion fonctionnelle des gonades est démontrée par identification de néomâles après épreuve de la descendance des individus traités dans la présente étude (Baroiller, même volume).

La $11\beta\text{-OH}\Delta 4$ a été identifiée in vitro chez trois espèces de téléostéens à des stades précoces de la différenciation : ce stéroïde 11-oxygéné peut en effet être synthétisé spécifiquement par les testicules de la truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss* (van den Hurk et coll., 1982), du poisson-chat *Clarias gariepinus* (van den Hurk et coll., 1989) et de *O. niloticus* (Baroiller, 1988b) durant l'ontogénèse gonadique précoce.

Administrée via l'alimentation (60 et $6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) et via l'eau d'élevage ($300 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), la $11\beta\text{-OH}\Delta 4$ produit des populations à forts taux de mâles, avec respectivement 76-78 % chez la truite (van den Hurk and Lambert, 1982 ; van den Hurk and van Oordt, 1985) et 77 % chez le poisson-chat (van den Hurk et coll., 1989), contre respectivement 48 et 50 % de mâles chez les témoins. Chez *C. gariepinus* (van

den Hurk et coll., 1989), la $17\alpha\text{-MT}$ déplace significativement le sexe ratio en faveur des mâles (65 %) à des doses de $30 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ et en faveur des femelles à $100 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Chez *O. mykiss*, les dérivés de la testostérone pourraient ne pas être indispensables à la différenciation testiculaire : en effet, la testostérone et ses dérivés 11-oxygénés ne peuvent être synthétisés par le testicule qu'à des stades ultérieurs à ceux pendant lesquels la $11\beta\text{-OH}\Delta 4$ a été identifiée (van den Hurk et coll., 1982). De plus, un traitement par l'acétate de cyprotérone n'affecte pas le sexe ratio de lots d'alevins de truite (van den Hurk and van Oordt, 1985) et de tilapia (Hopkins et coll., 1979). Les dérivés 11-oxygénés de l'androstènedione pourraient être impliqués dans des étapes de la différenciation testiculaire chez ces trois espèces.

Chez *O. niloticus*, la sensibilité au traitement hormonal apparaît durant une période critique précise. Le traitement pour être efficace doit débuter entre neuf et 13 jPF. Au-delà de cette période, la différenciation semble définitivement engagée conformément au génotype ; dès lors, elle ne serait plus influencée par des facteurs stéroïdiens exogènes.

Le traitement appliqué durant une période de 21 jours intervient donc entre le 9^e et 30^e jPF. Histologiquement, à 27°C , se déroulent successivement chez les individus femelle, la prolifération ovogoniale entre 20 et 28 jPF, puis l'apparition des premières figures de prophase de méiose de 28 à 35 jPF (Baroiller, 1988a et b). Chez le mâle, durant la même période, se déroule la phase de multiplication très progressive des cellules somatiques et spermatogoniales (Baroiller, 1988a et b). Les hormones exogènes sont donc fournies à l'alevin avant la mise en place de ces processus histologiques.

Littérature citée

- Adkins-Regan, E. 1987. Hormones and sexual differentiation, p. 1-29. In D.O. Norris et R.E. Jones (éds.) Hormones and reproduction in fishes,

- amphibians and reptiles. Plenum Publishers, New York.
- Baroiller, J.F. 1988a. Etude corrélée de l'apparition des critères morphologiques de la différenciation de la gonade et de ses potentialités stéroïdogènes chez *Oreochromis niloticus*. Université Pierre et Marie Curie, Paris. 89 p. Thèse de doctorat.
- Baroiller, J.F. 1988b. Etude des processus morphologiques et endocrinologiques de la différenciation naturelle du sexe chez *Oreochromis niloticus*, appliquée à la production de populations monosexes : intérêts et perspectives, p. 256-266. In G.M. Bernacsek and H. Powles (éds.) Recherche sur les systèmes aquacoles en Afrique. Comptes-rendus d'un atelier organisé à Bouaké, Côte d'Ivoire, 14-17 novembre 1988. International Development Research Centre, Ottawa, Canada.
- Baroiller, J.F., A. Fostier et B. Jalabert. 1988. Precocious steroidogenesis in the gonads of *Oreochromis niloticus* during and after sexual differentiation, p. 137-141. In Y. Zohar et B. Breton (éds.) Reproduction in fish. Basic and applied aspects in endocrinology and genetics. Les Colloques de l'INRA n°44.
- Baroiller, J.F. et B. Jalabert. 1989. Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. Aquat. Living Resour. 2:105-116.
- Baroiller, J.F., X. Rognon, V.C. Yapi et A. Cissé. Genetic characterization and sex determination in tilapia in Côte d'Ivoire. In A.E. Eknath et B.O. Acosta (éds.) Present progress, future direction and needs in fish genetics research in Asia, Pacific and Africa. ICLARM Conf. Proc. 38. (Sous presse.)
- Chervinski, J. et S. Rothbard. 1982. An aid in manually sexing tilapia. Aquaculture 26:389.
- Donaldson, E.M., U.H.M. Fagerlund, D.A. Higgs et J.R. McBride. 1979. Hormonal enhancement of growth, p. 456-578. In W.S. Hoar, D.J. Randall et J.R. Brett (éds.) Fish physiology. Vol. 8. Academic Press, New York.
- Fagerlund, U.H.M et J.R. McBride. 1978. Distribution and disappearance of radioactivity in blood and tissues of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) after oral administration of 3H-testosterone. J. Fish. Res. Board Can. 35:893-900.
- Guerrero, R.D. 1982. Control of Tilapia reproduction, p. 309-316. In R.S.V. Pullin et R.H. Lowe-McConnell (éds.) The biology and culture of tilapias. ICLARM Conf. Proc. 7, 432 p.
- Hanson, T.R., R.O. Smitherman, W.L. Shelton et R.A. Dunham. 1983. Growth comparison of monosex tilapia produced by separation of sexes, hybridization and sex-reversal, p. 570-579. In L. Fishelson et Z. Yaron (comps.) Proceedings of the First International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Tel Aviv, Israël.
- Hickling, C.F. 1968. Fish hybridization. FAO Fish. Rep. 44:1-11.
- Hopkins, K.D., W.L. Shelton et C.R. Engle. 1979. Estrogen sex-reversal of *Tilapia aurea*. Aquaculture 18:263-268.
- Hunter, G.A. et E.M. Donaldson. 1983. Hormonal sex control and its application to fish culture, p. 223-303. In W.S. Hoar, D.J. Randall et E.M. Donaldson (éds.) Fish physiology. Vol. 9(B). Academic Press, New York.
- Katz, Y., M. Abraham et B. Eckstein. 1976. Effects of adrenosterone on gonadal and body growth in *Tilapia nilotica* (Teleostei, Cichlidae). Gen. Comp. Endocrinol. 29:414-418.
- Lazard, J. 1980. Le développement de la pisciculture intensive en Côte d'Ivoire. Exemple de la ferme pilote de Natio-Kobadara (Korhogo). Notes et Documents sur la Pêche et la Pisciculture 21:1-44.
- Lazard, J. 1990. Transfert de poissons et développement de la production piscicole. Exemple de trois pays d'Afrique subsaharienne. Rev. Hydrobiol. Trop. 23(3):251-265.
- McGeachin, R., E.H. Robinson et W.H. Neill. 1987. Effect of feeding high levels of androgens on the sexe ratio of *Oreochromis aureus*. Aquaculture 61:317-321.
- Nakamura, M. 1981. Effects of 11-ketotestosterone on gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica*. Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr. 47:1321-1327.
- Pandian, T.J. et K. Varadaraj. 1987. Techniques to regulate sex-ratio and breeding in tilapia. Curr. Sci. 56(8):337-343.
- Pruginin, J. 1967. Report to the Government of Uganda on the experimental fish culture project in Uganda, 1965-1966. UNDP/FAO Report No. TA 2446, 16 p.
- Reinboth, R. 1970. Intersexuality in fishes. Mem. Soc. Endocr. 18:515-544.
- Rothbard, S., B. Moav et Z. Yaron. 1987. Changes in steroid concentrations during sexual ontogenesis in tilapia. Aquaculture 61:59-74.
- van den Hurk, R. et J.G.D. Lambert. 1982. Temperature and steroid effects on gonadal sex differentiation in rainbow trout, p. 69-72. In C.J.J. Richter et H.J.Th. Goos (comps.) Proceedings of the International Symposium on Reproduction Physiology of Fish, PUDOC, Wageningen.
- van den Hurk, R. et P.G.W.J. van Oordt. 1985. Effects of natural androgens and corticos-teroids on gonad differentiation in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Gen. Comp. Endocrinol. 57:216-222.
- van den Hurk, R., C.J.J. Richter et J. Janssen-Dommerholt. 1989. Effects of 17 α -methyltes-

- tosterone and 11β -hydroxyandrostenedione on gonad differentiation in the African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture* 83:179-191.
- van den Hurk, R., J.G.D. Lambert et J. Peute. 1982. Steroidogenesis in the gonads of rainbow trout fry *Salmo gairdneri* before and after the onset of gonadal sex differentiation. *Reprod. Nutr. Develop.* 22:413-426.
- Varadaraj, K. et T.J. Pandian. 1987. Masculinization of *Oreochromis mossambicus* by administration of 17α -methyl-5-androsten- 3β - 17β -diol through rearing water. *Curr. Sci.* 56(9):412-413.
- Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation, p. 117-175. *In* W.S. Hoar et D.J. Randall (éds.) *Fish physiology*. Vol. 3. Academic Press, New York.

Le troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture



Sous la direction de

R.S.V. PULLIN

J. LAZARD

M. LEGENDRE

J.B. AMON KOTHIAS

D. PAULY

Traductions de

C. LHOMME-BINUDIN

1996



International Center for Living Aquatic
Resources Management



L'Institut français de recherche scientifique
pour le développement en coopération

République de Côte d'Ivoire



Centre de recherches océanologiques



Centre de coopération internationale en recherche
agronomique pour le développement

Avec la coopération de



Coopération
française



Centre technique
de coopération agricole et rurale

Le troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture

Sous la direction de

R.S.V. PULLIN, J. LAZARD, M. LEGENDRE, J.B. AMON KOTHIAS et D. PAULY

Traductions de

C. LHOMME-BINUDIN

1996

Edité par le Centre international de gestion des ressources aquatiques vivantes (ICLARM), MCPO Box 2631, 0718 Makati City, Philippines ; le Centre de recherches océanologiques (CRO) - Abidjan, 29, rue des Pêcheurs, BP V 18 Abidjan, Côte d'Ivoire ; L'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM), 213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10, France ; et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement/ Département d'élevage et de médecine vétérinaire (CIRAD-EMVT), Campus international de Baillarguet, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

Imprimé à Manille, Philippines.

Pullin, R.S.V., J. Lazard, M. Legendre, J.B. Amon Kothias et D. Pauly, Editeurs 1996. Traduit de l'anglais par C. Lhomme-Binudin. Le troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture. ICLARM Conf. Proc. 41, 630 p.

Relecture et corrections : Catherine Lhomme-Binudin, Lilybeth Eleccion, Marciana E. Araneta et Jessica A. Moya

Mise en page : Ariel C. Aquisap

Maquette de la couverture : Alan Siegfried Esquillon ; batik ivoirien représentant des tilapias

ISSN 0115-4435

ISBN 971-8709-88-6

ICLARM Contribution No. 1326