

Propriedade Intelectual em Biotecnologia: estratégias para inserção de produtos no mercado



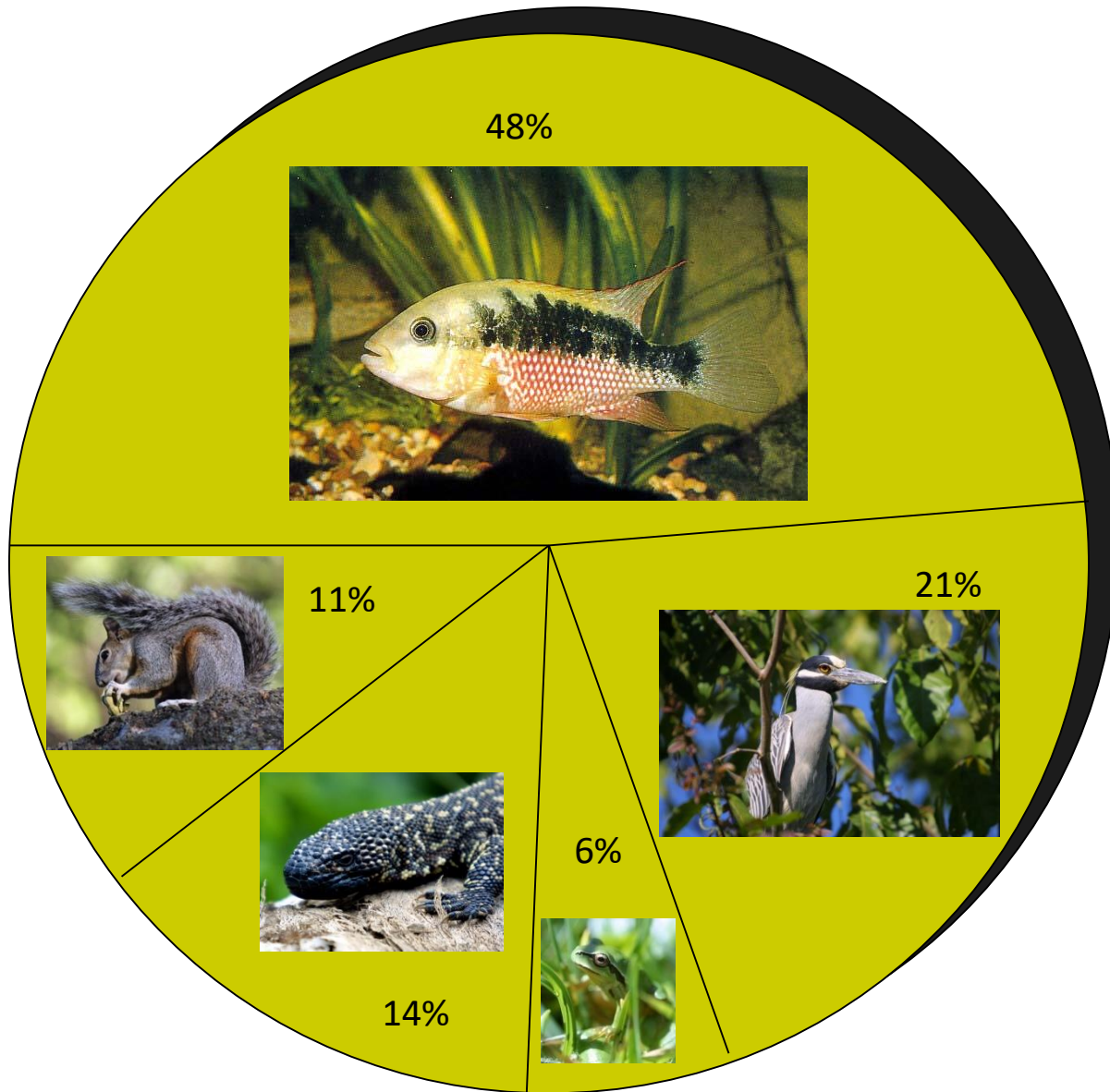
“A multiplicação dos peixes”

DR. LUIZ RENATO DE FRANÇA

lrfranca@icb.ufmg.br

INPA - Manaus – 6 a 7 de junho de 2019

O número de espécies de vertebrados ainda vivas é de ~50.000





Fresh water fish
Planet: ~13,000 species
Amazonian: ~3.000 species

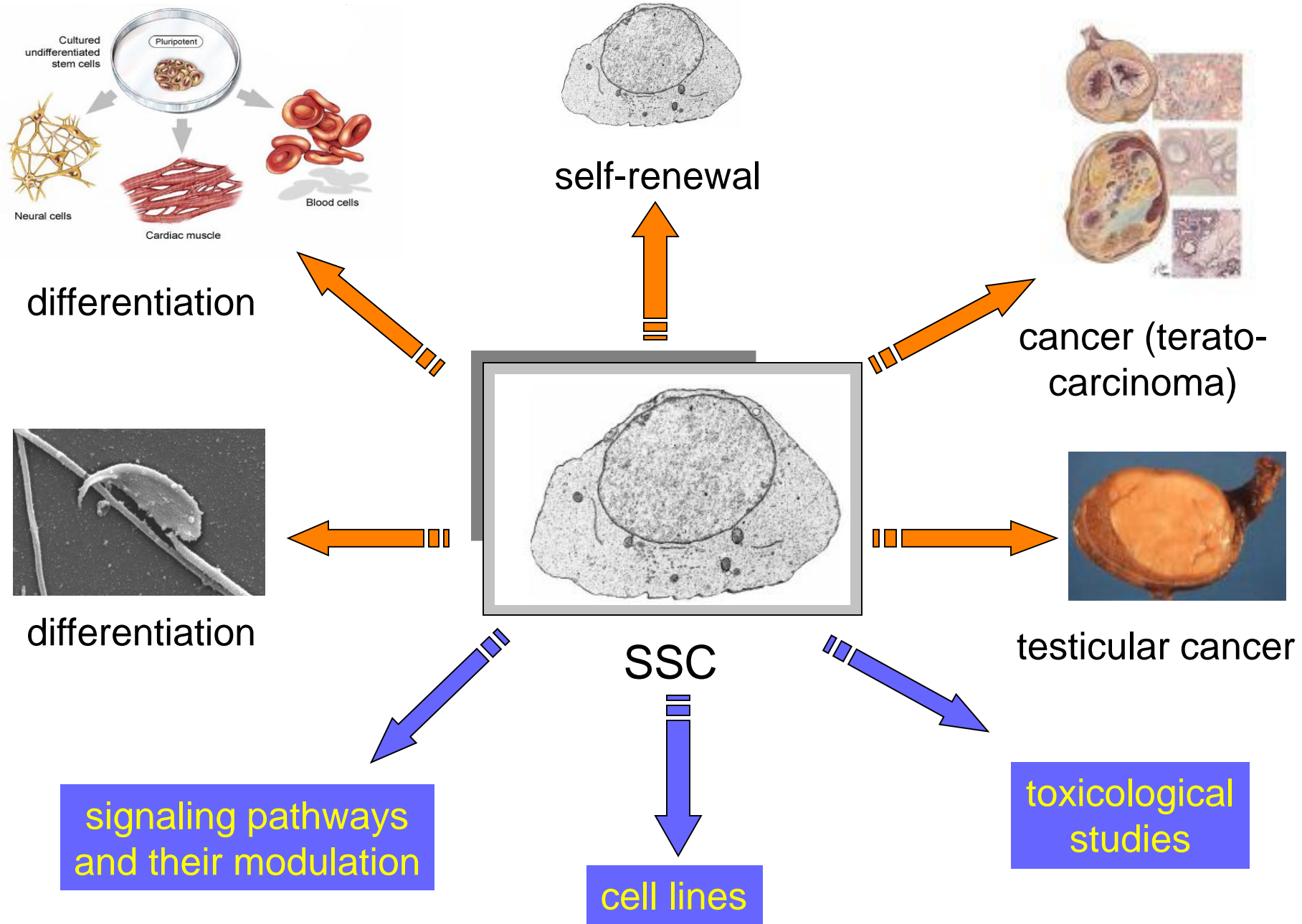
11th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON

REPRODUCTIVE PHYSIOLOGY OF FISH

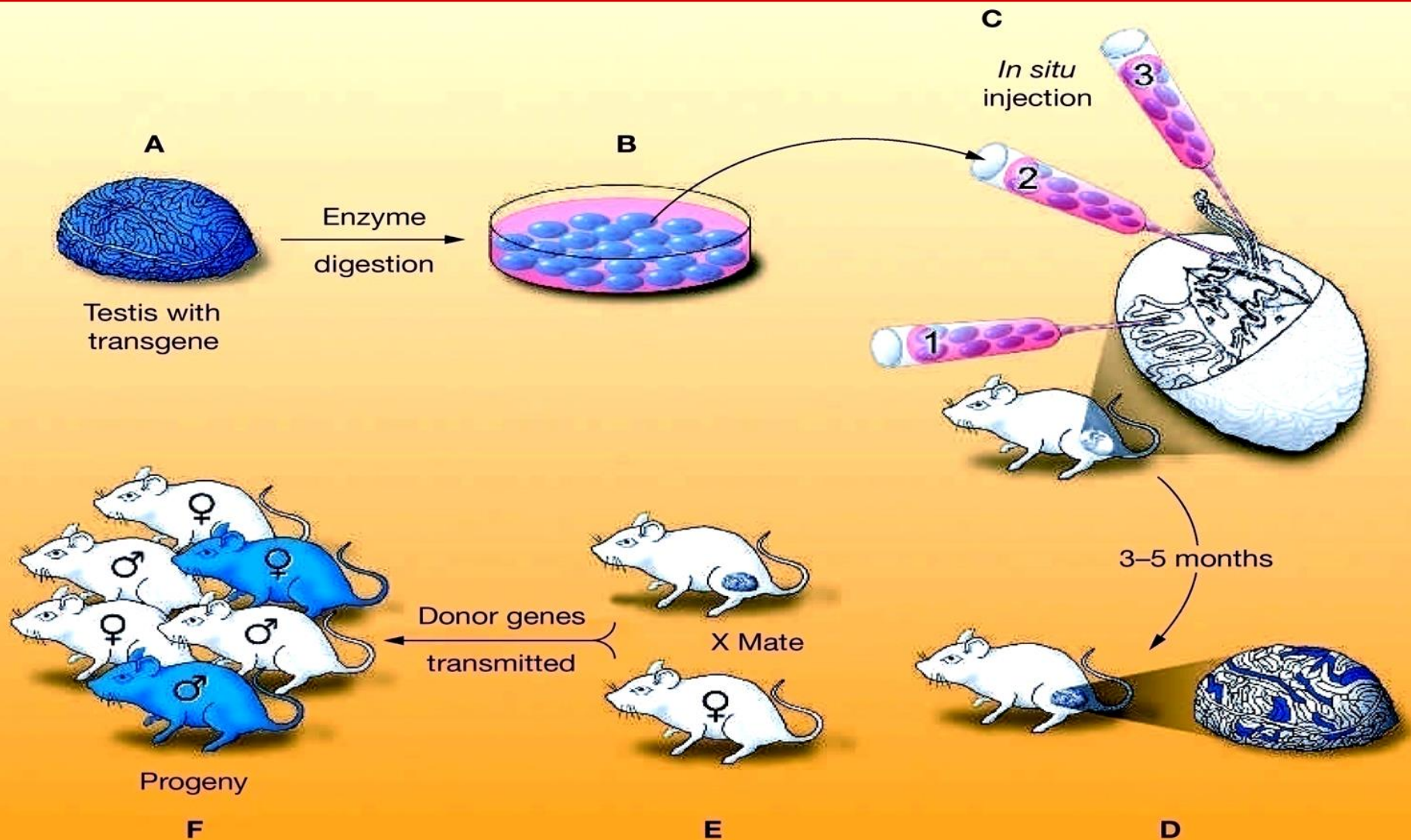


*“New frontiers in reproductive
diversity in a changing environment”*

Manaus - Brazil - 03-08 June 2018



Spermatogonial stem cell transplantation



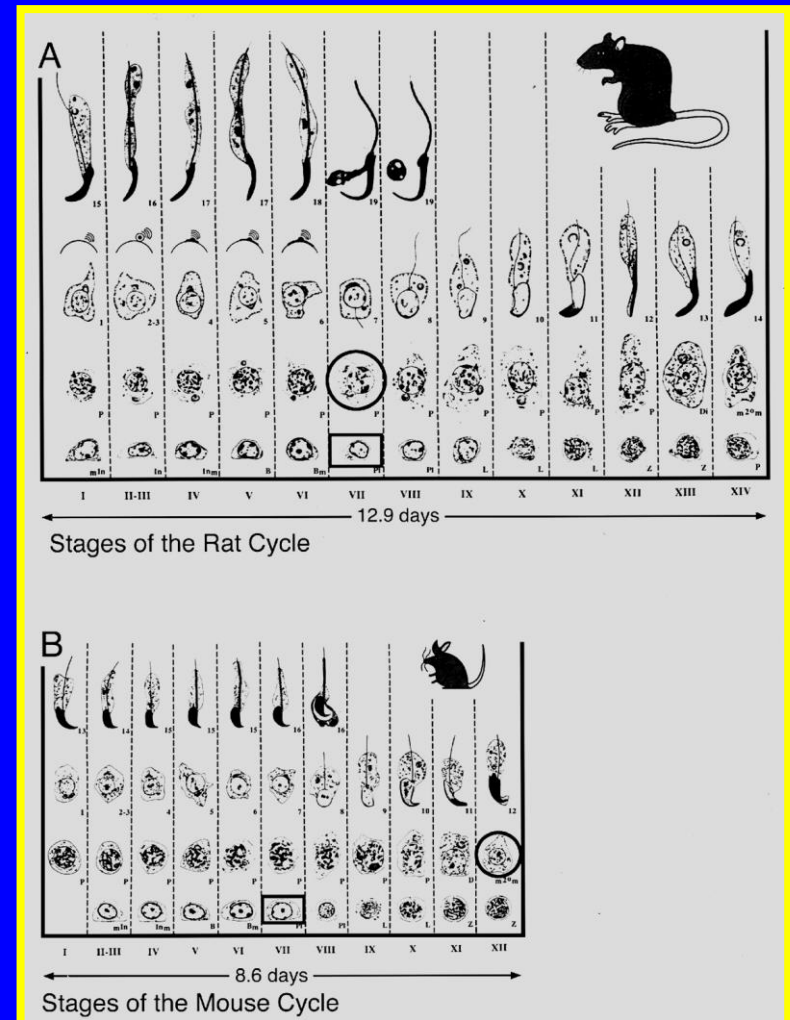
Kubota & Brinster, 2006

Perspectives and possible applications for spermatogonial transplant research

- ◆ **Production of transgenic mammals**
- ◆ **Genetic engineering of larger animals**
- ◆ **Better understanding of stem cell biology and germ-Sertoli cell interaction**
- ◆ **Infertility treatment and gene therapy**
- ◆ **Preservation of fertility for oncological patients**
- ◆ **Preservation of valuable animals and endangered species**

The duration of the spermatogenic cycle is considered a biological constant which is under the control of germ cell genotype (BOR, FRANÇA et al., 1998)

Species	Cycle length (days)	Total duration of spermatogenesis (days) ²
Bull	13.5	60.8
Buffalo	8.6	38.7
Ram	10.6	47.7
Goat	10.6	47.7
Boar	8.6	38.7
Boar	9.0	40.5
Wild boar	9.0	40.5
Stallion	12.2	54.9
Donkey	10.5	47.2
Rabbit	10.9	49
Dog	13.6	61.2
Cat	10.4	46.8
Rat	12.9	58.0
Mouse	8.6	38.7
Hamster	8.7	39.2
Man	16.0	72



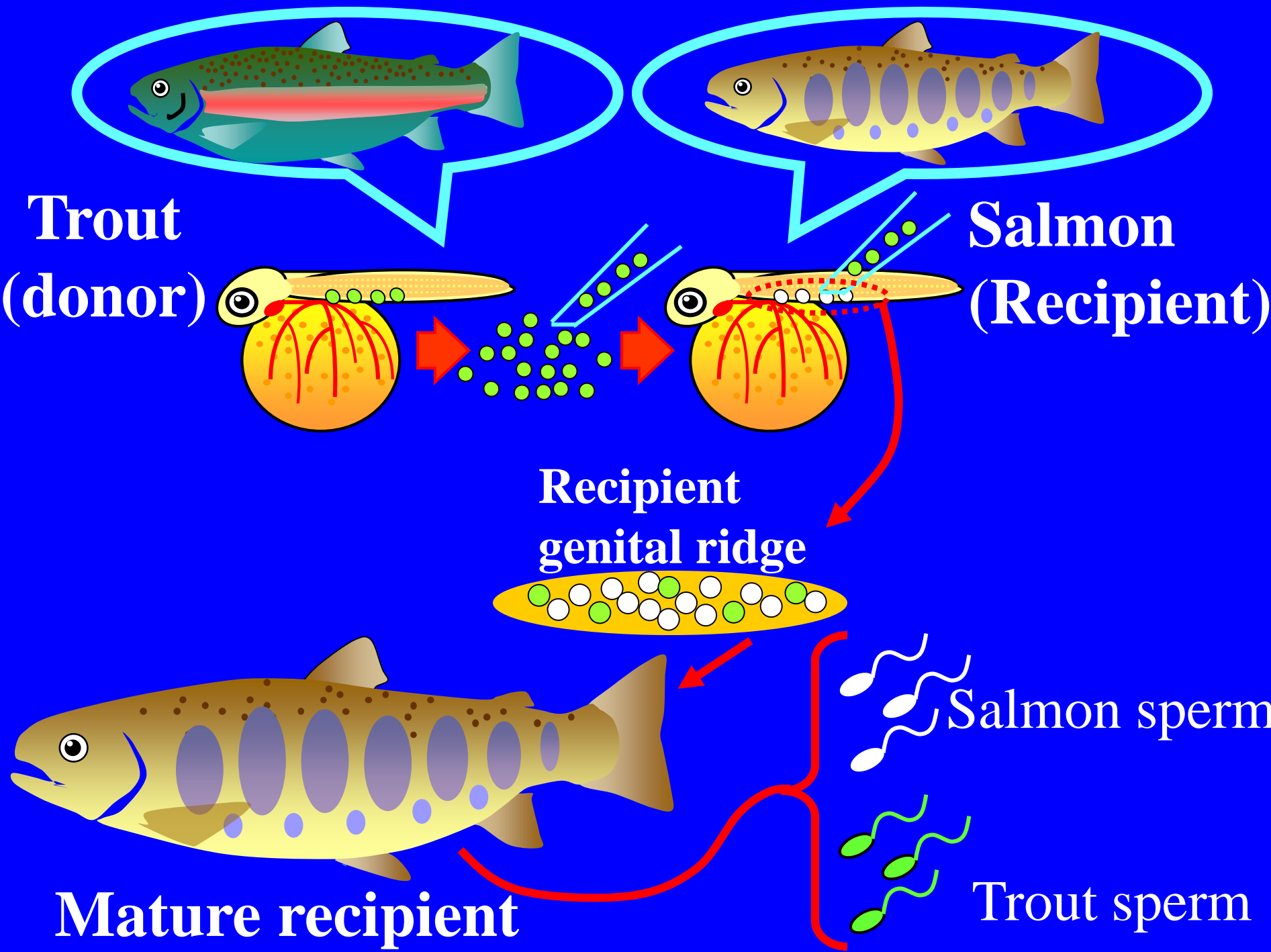
Germ Cell Transplants in Fish

Can Salmon Make Trout?

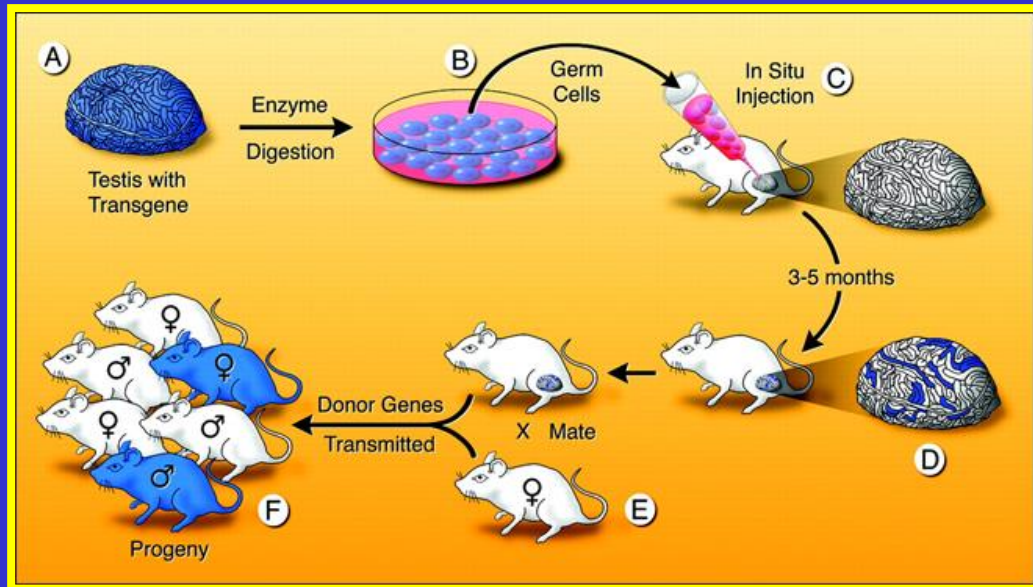
Nature, 430:629-30, 2004

Takeuchi, Y; Yoshizaki, G; Takeuchi, T

**Tokyo University of Marine Science
and Technology**



GERM CELL TRANSPLANTATION IN FISH: THE NILE-TILAPIA EXPERIMENTAL MODEL



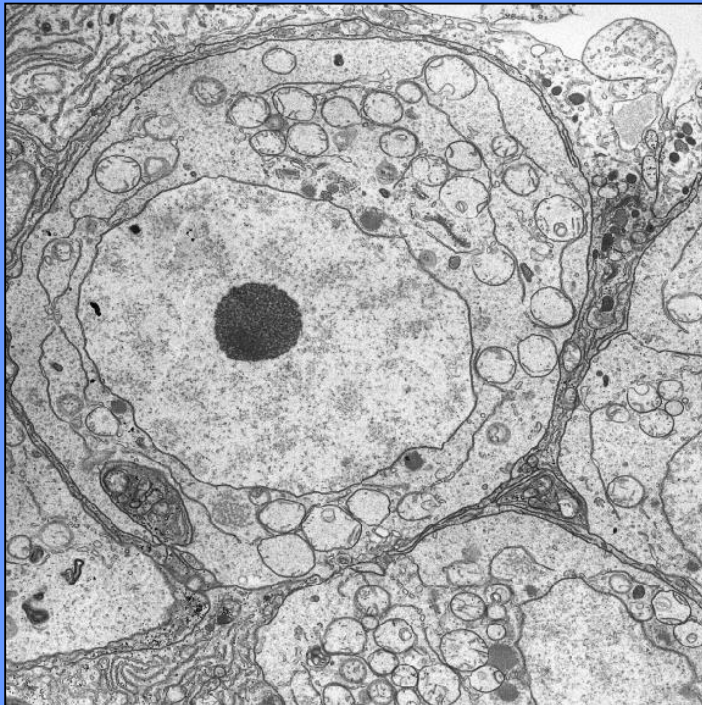
Oreochromis niloticus

Tilapias - Excellent model to investigate testis function in teleosts

- **Fast growth**
- **Relatively small size**
- **Good adaptability to different environmental conditions**
- **Economical importance**



TRANSPLANTE DE ESPERMATOGÔNIAS: A TILÁPIA-NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*) COMO MODELO EXPERIMENTAL



Mestranda : Samyra Maria dos Santos Nassif Lacerda

Orientador: Prof. Dr. Luiz Renato de França

Laboratório de Biologia Celular

2006



Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto de Ciências Biológicas

Laboratório de Biologia Celular

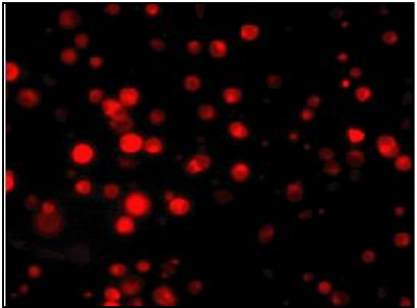
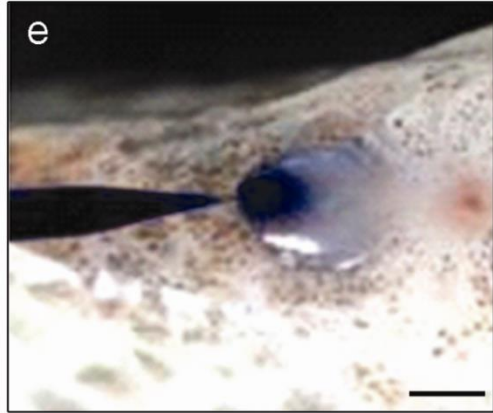
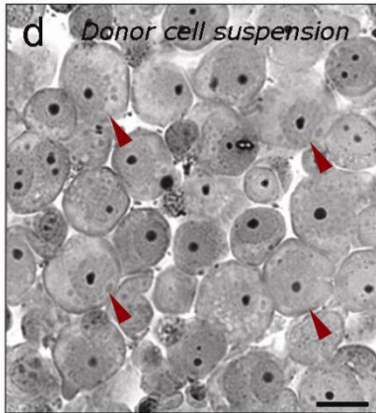
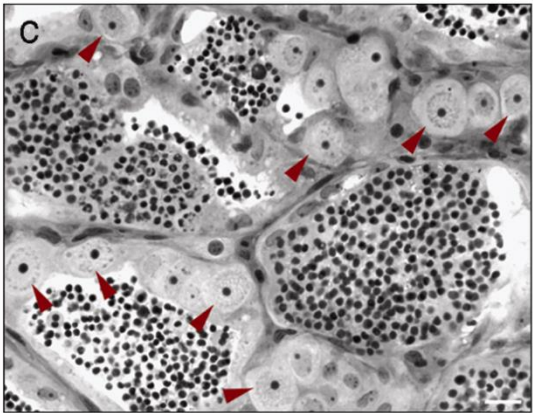
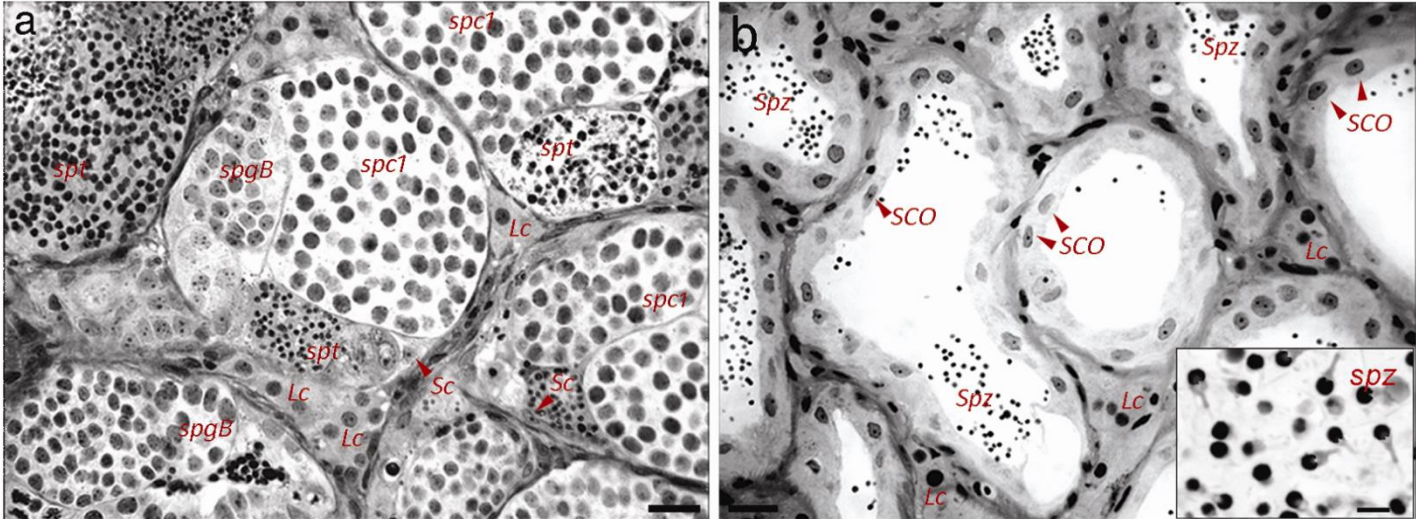
Defesa de Doutorado

**Transplante singênico e xenogênico de
espermatogônias-tronco em tilápias-nilóticas
(*Oreochromis niloticus*) adultas**

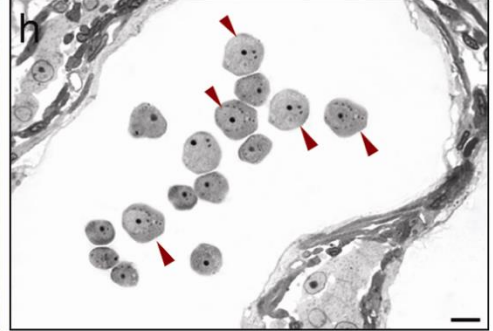
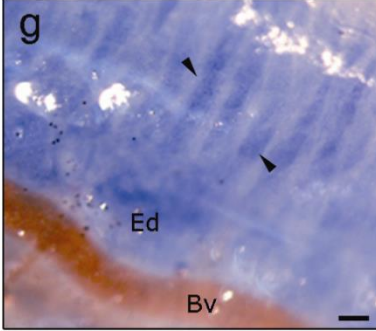
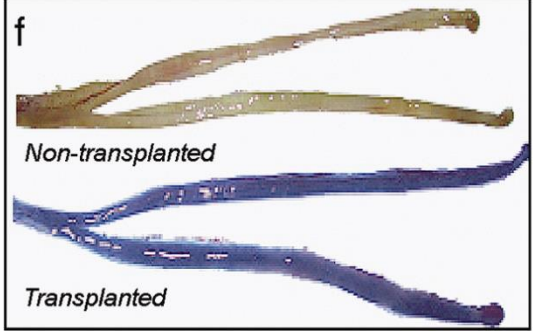
Samyra M. S. Nassif Lacerda

Orientador: Prof. Dr. Luiz Renato de França

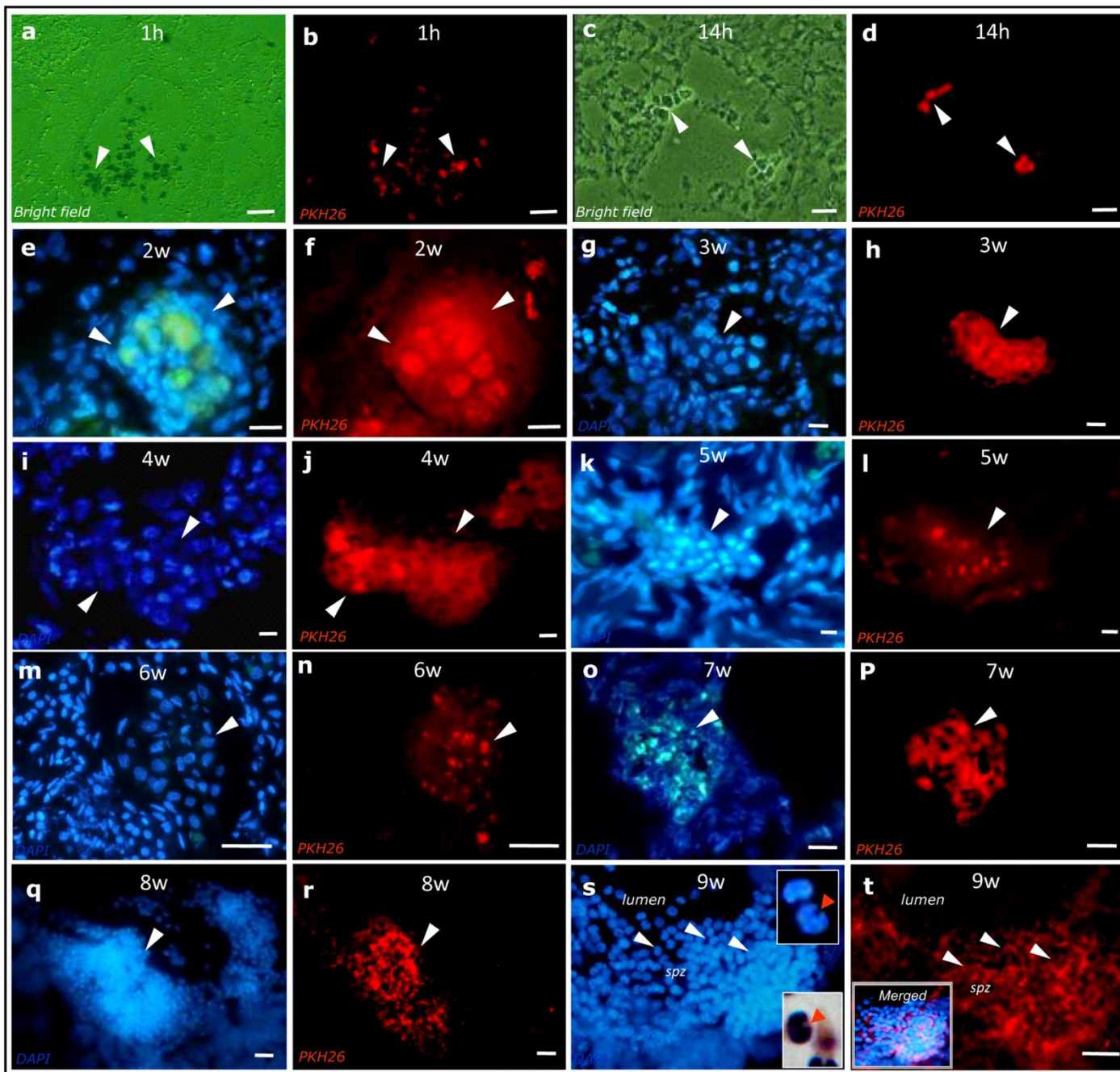
Recipient testis preparation and SSCs transplantation in tilapias



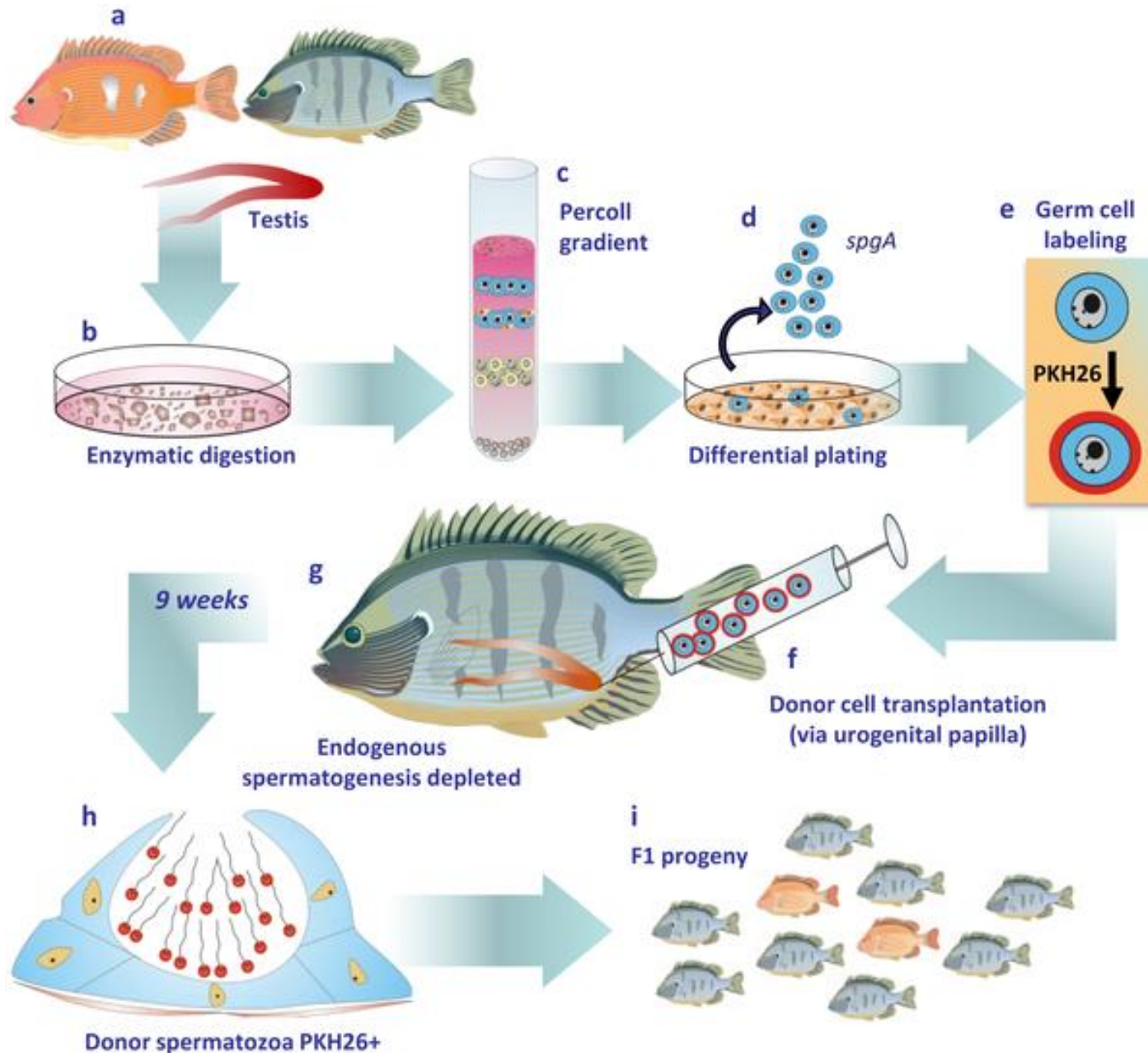
Donor SPGs labeling



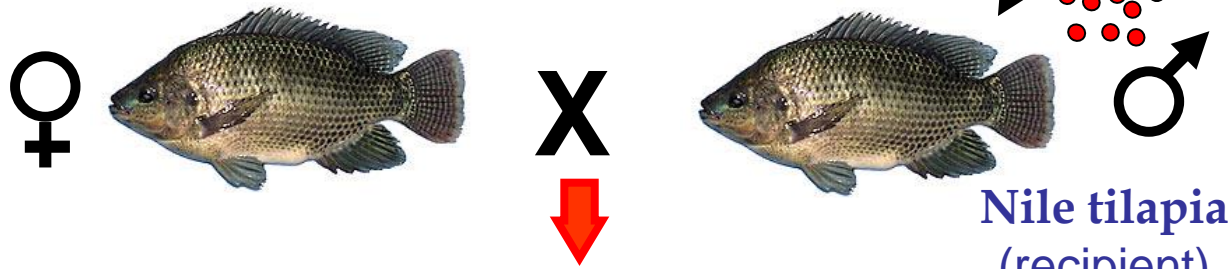
Development of germ cells transplantation in tilapia



Germ cells transplantation in tilapia: Summary



Spermatogonial transplantation



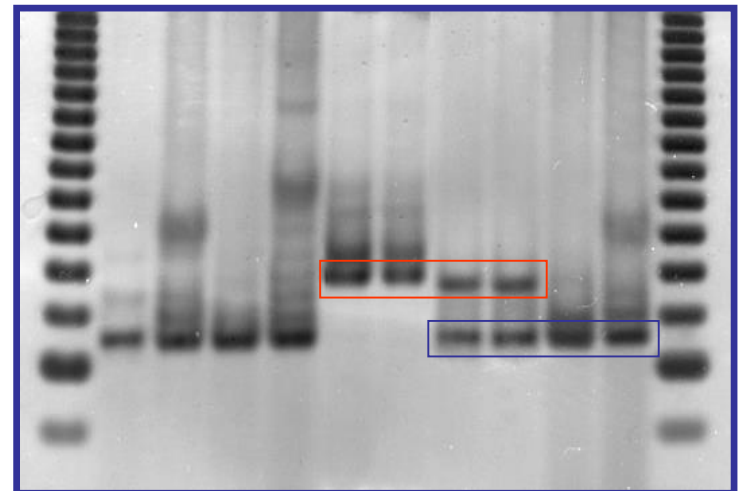
Nile tilapia (recipient)

Donor-derived offspring

F1 offspring

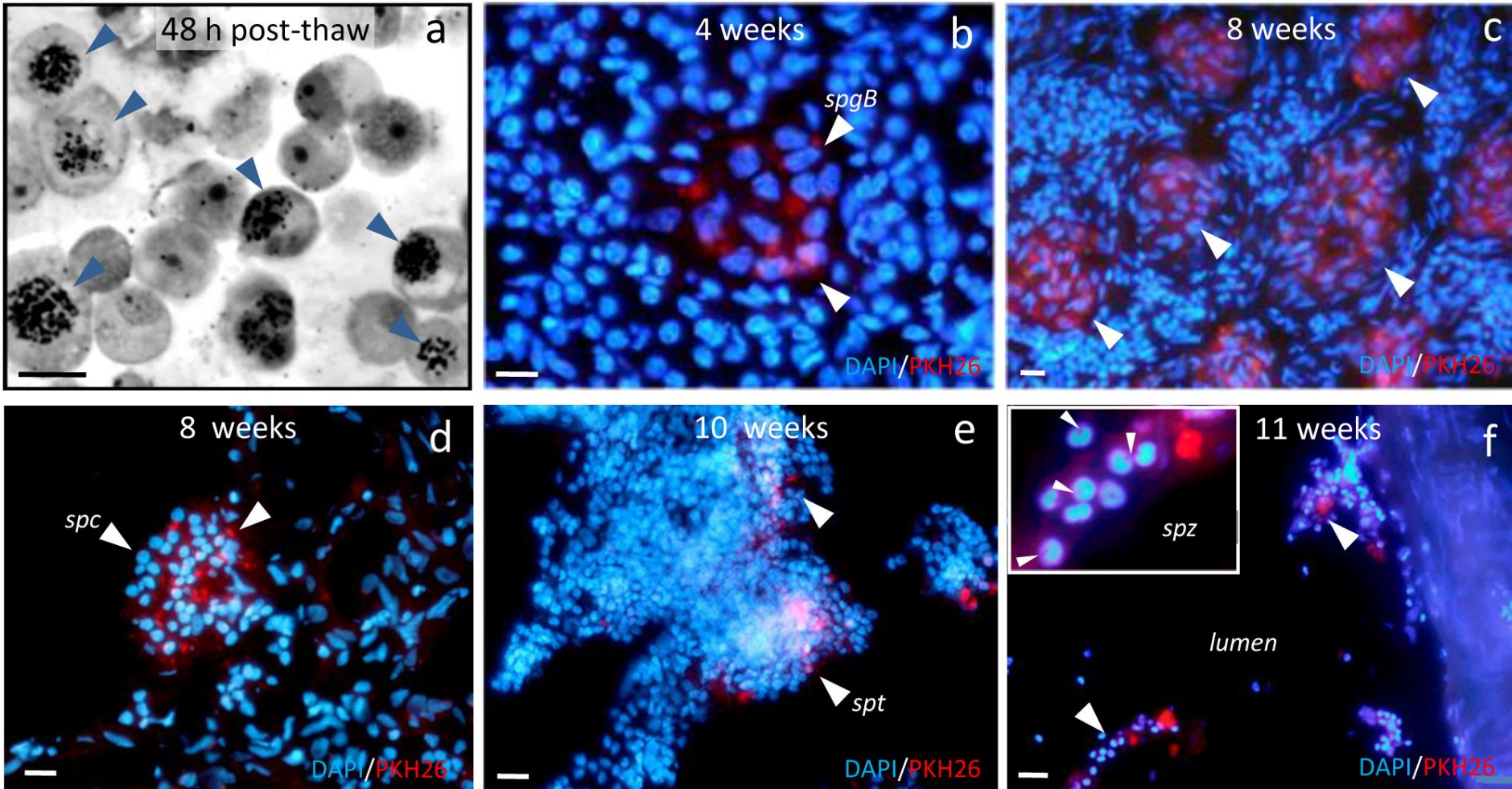


R1 R2 R3 R4 D1 D2 o1 o2 F1 F2



Microsatellite marker: UNH104

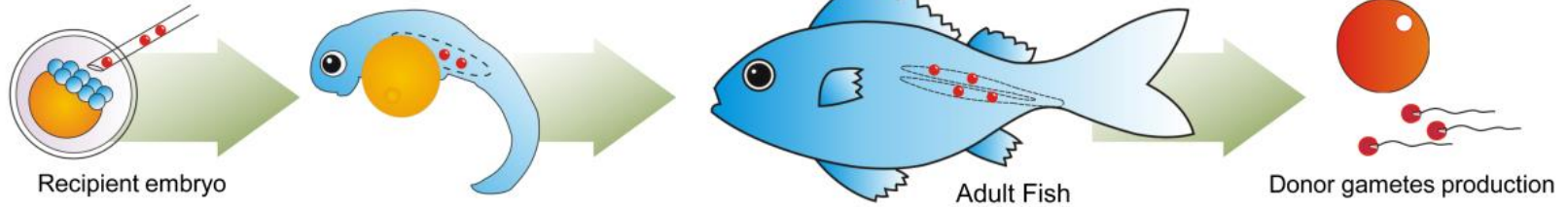
Development of germ cells transplantation in tilapia after spermatogonial stem cell cryopreservation



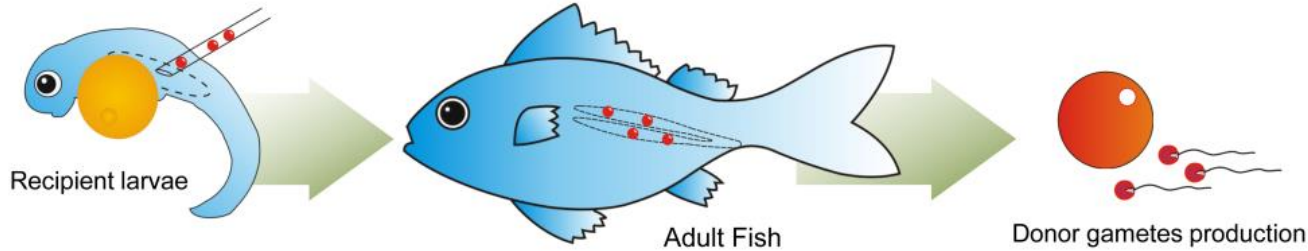
Spermatogonial stem cell transplantation in fish

Donor gametogenesis after germ cell transplantation in different developmental phases of recipient fish

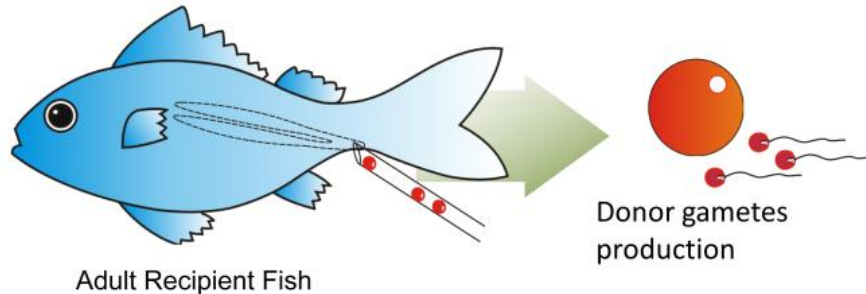
A) Primordial Germ Cell Transplantation in Fish Embryos



B) Germ Cell Transplantation in Newly Hatched Fish Larvae

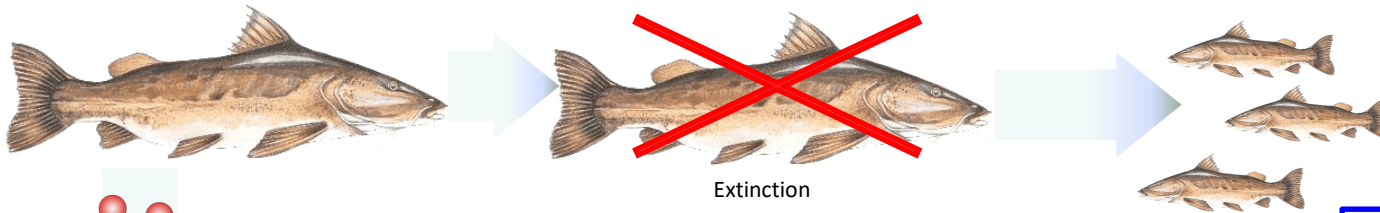
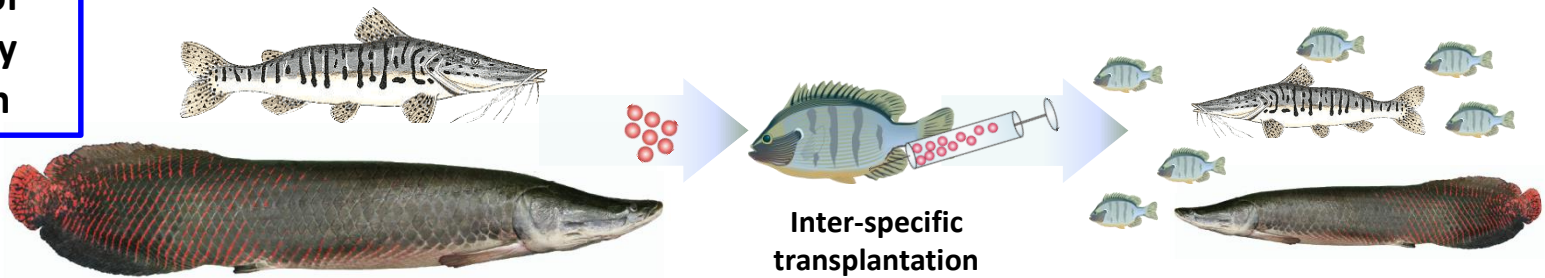


C) Germ Cell Transplantation in Adult Fish



Spermatogonial stem cell transplantation: Development of reproductive biotechnologies

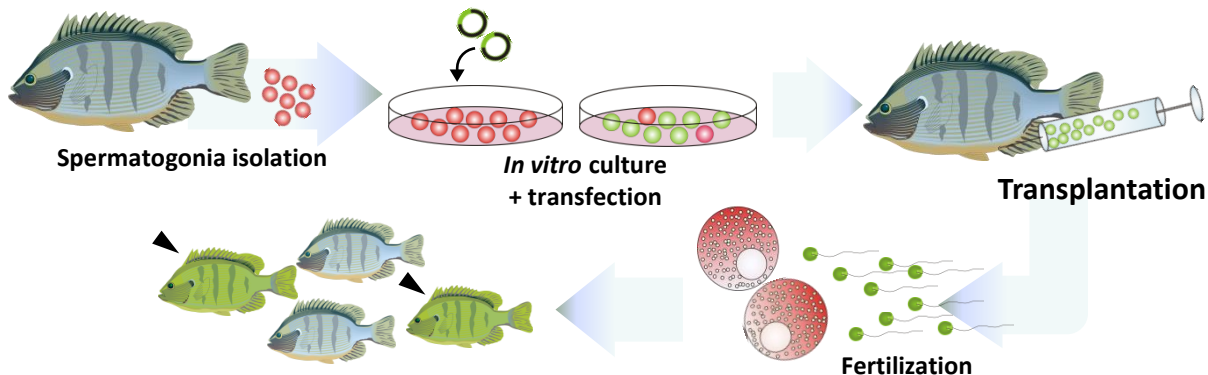
Production of
commercially
valuable fish

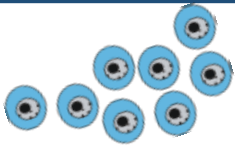


**Purpose: Generate transgenic strain of Nile tilapia through
the transplantation of genetically modified SSC.**

Spermatogonia cryopreservation

Inter-specific transplantation





Duração da espermatogênese e transplante xenogênico de células germinativas de jundiá (*Rhamdia quelen*)

Mariana de Araújo da Silva
Doutoranda

Prof. Dr. Luiz Renato de França
Orientador

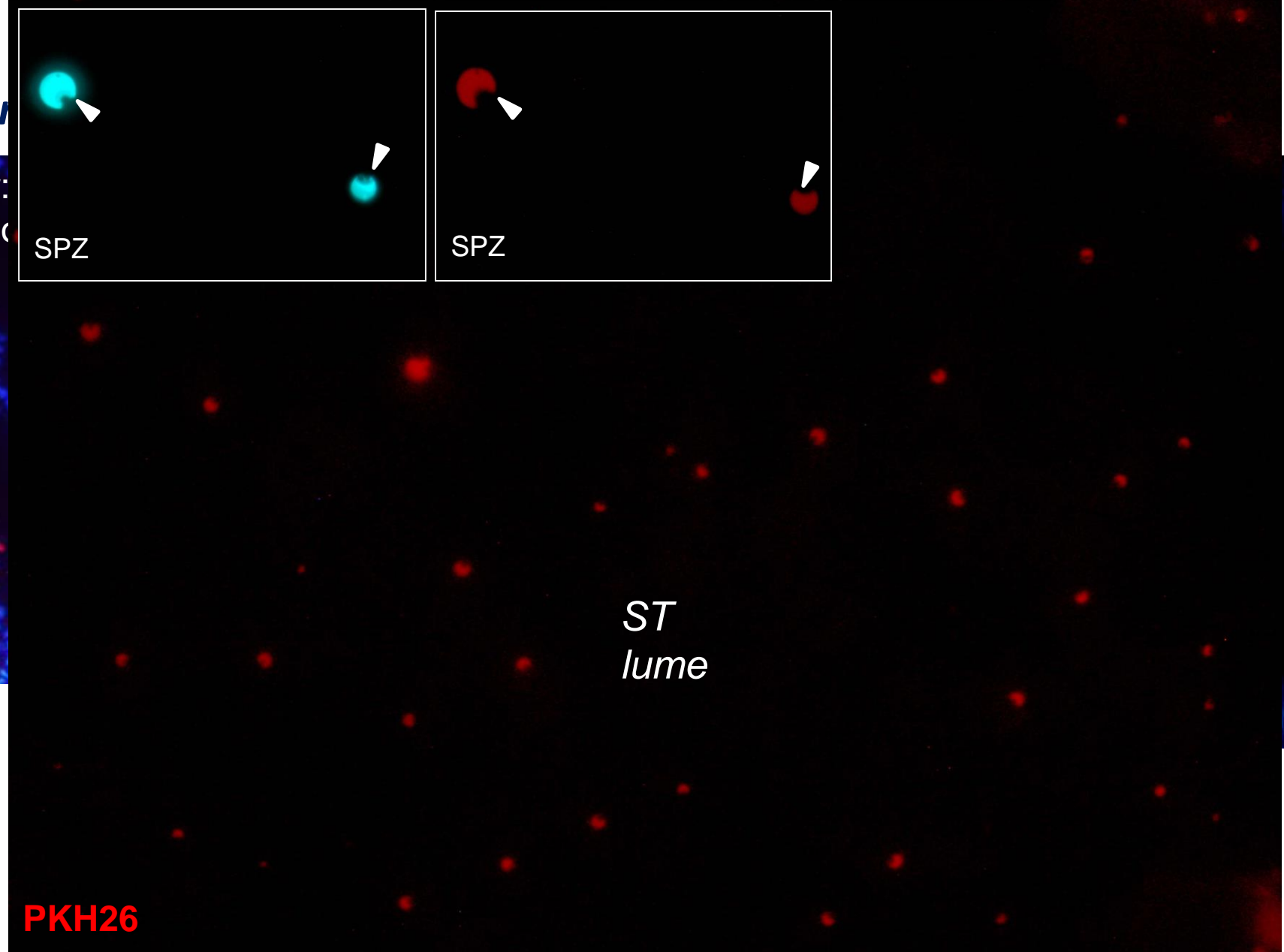
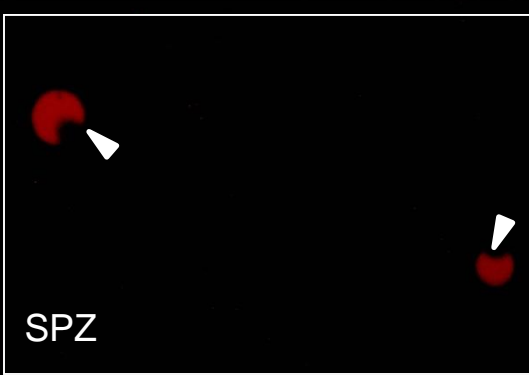
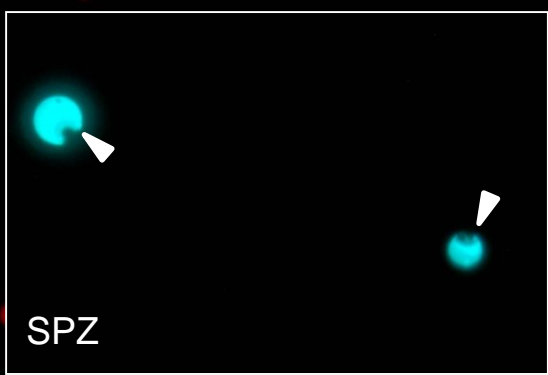
Prof. Dr. Guilherme Mattos Jardim Costa
Co-orientador

2016

Gen

1w:
col

A



PKH26



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA
LABORATÓRIO DE BIOLOGIA CELULAR



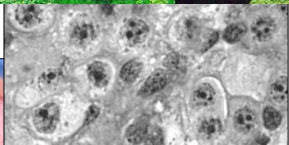
Caracterização do cDNA *vasa*, criopreservação e transplante xenogênico de espermatogônias de pirarucu (*Arapaima gigas*) em larvas de tilápias (*Oreochromis niloticus*)



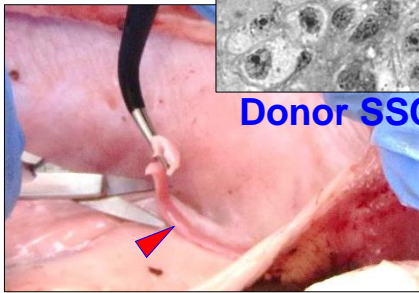
Doutoranda: Moline Severino Lemos
Orientador: Prof. Dr. Luiz Renato França
Co-orientadora: Profa. Dra. Samyra Maria dos Santos Nassif Lacerda

Belo Horizonte, Maio 2018

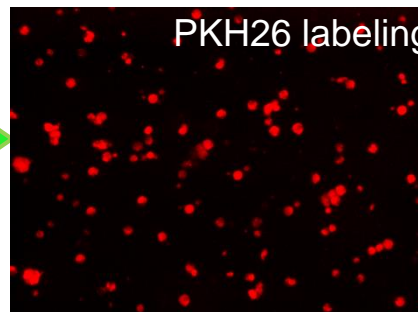
Arapaima gigas spermatogonial transplantation in the Nile tilapia larvae



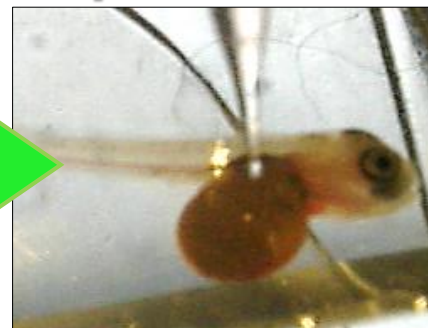
Donor SSCs



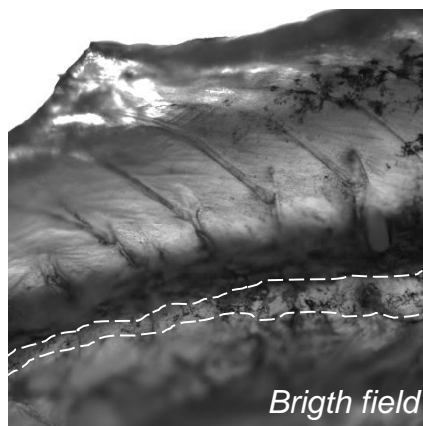
Arapaimas (donor)



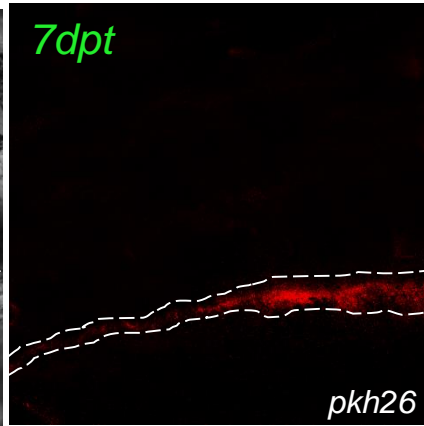
PKH26 labeling



Nile tilapia (recipient)

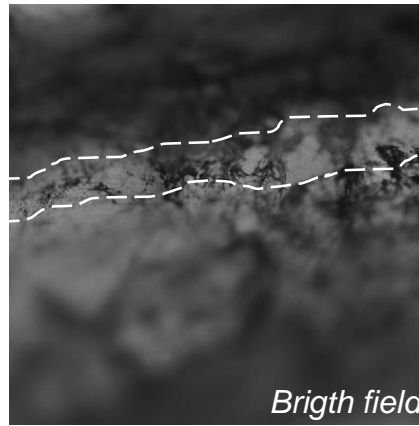


Bright field

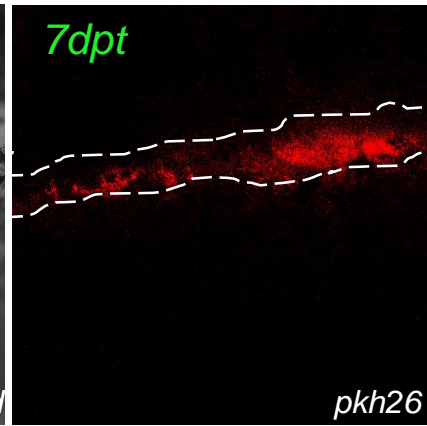


7dpt

pkh26

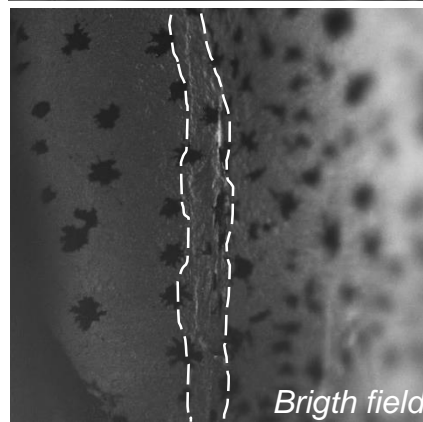


Bright field

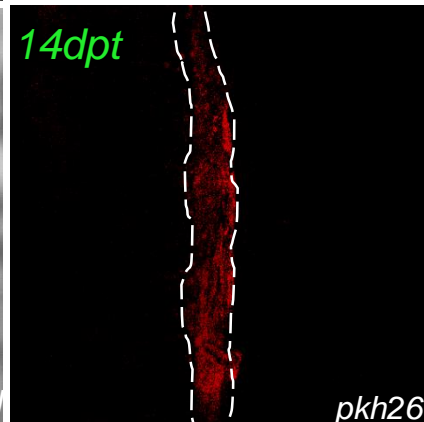


7dpt

pkh26

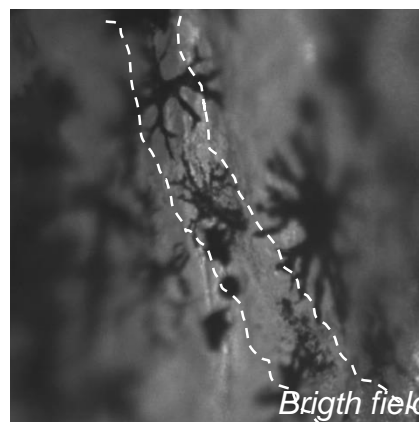


Bright field

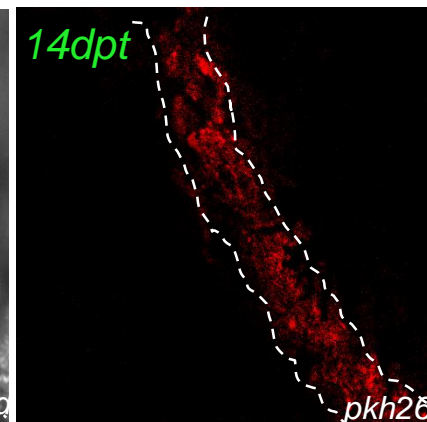


14dpt

pkh26



Bright field

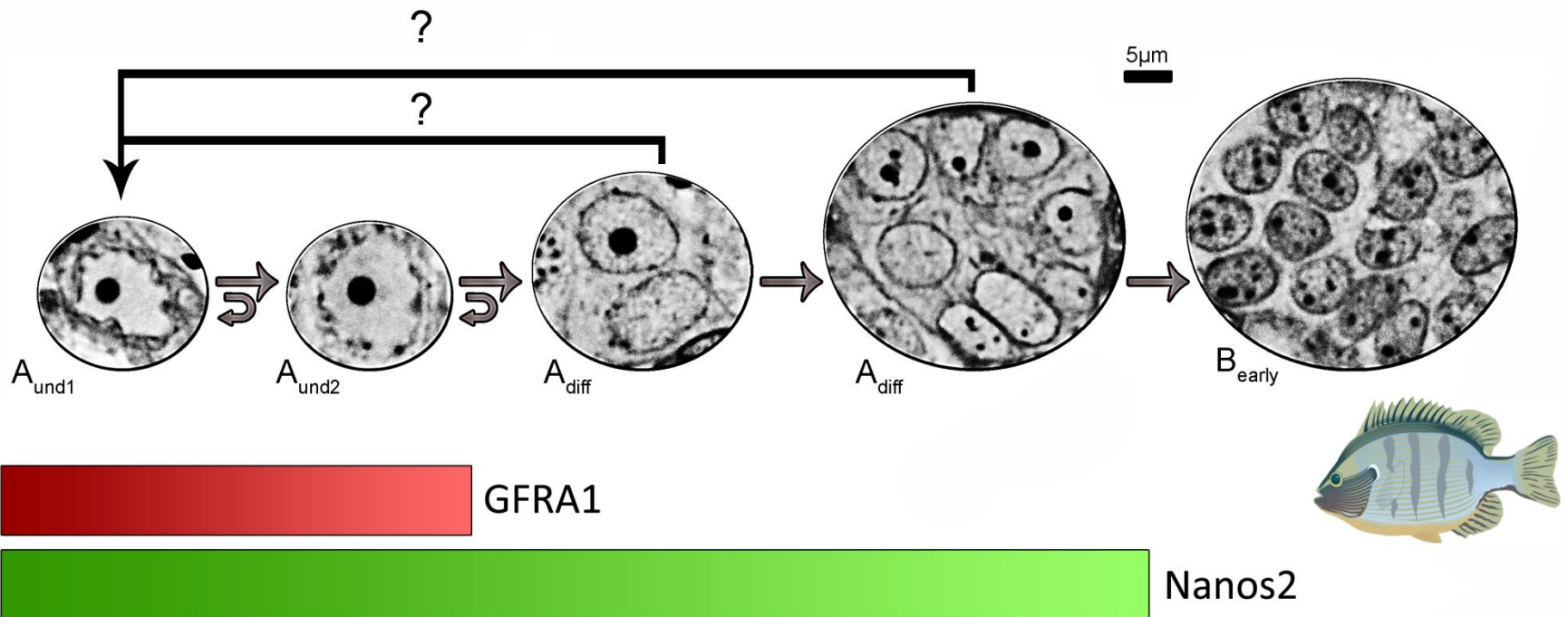


14dpt

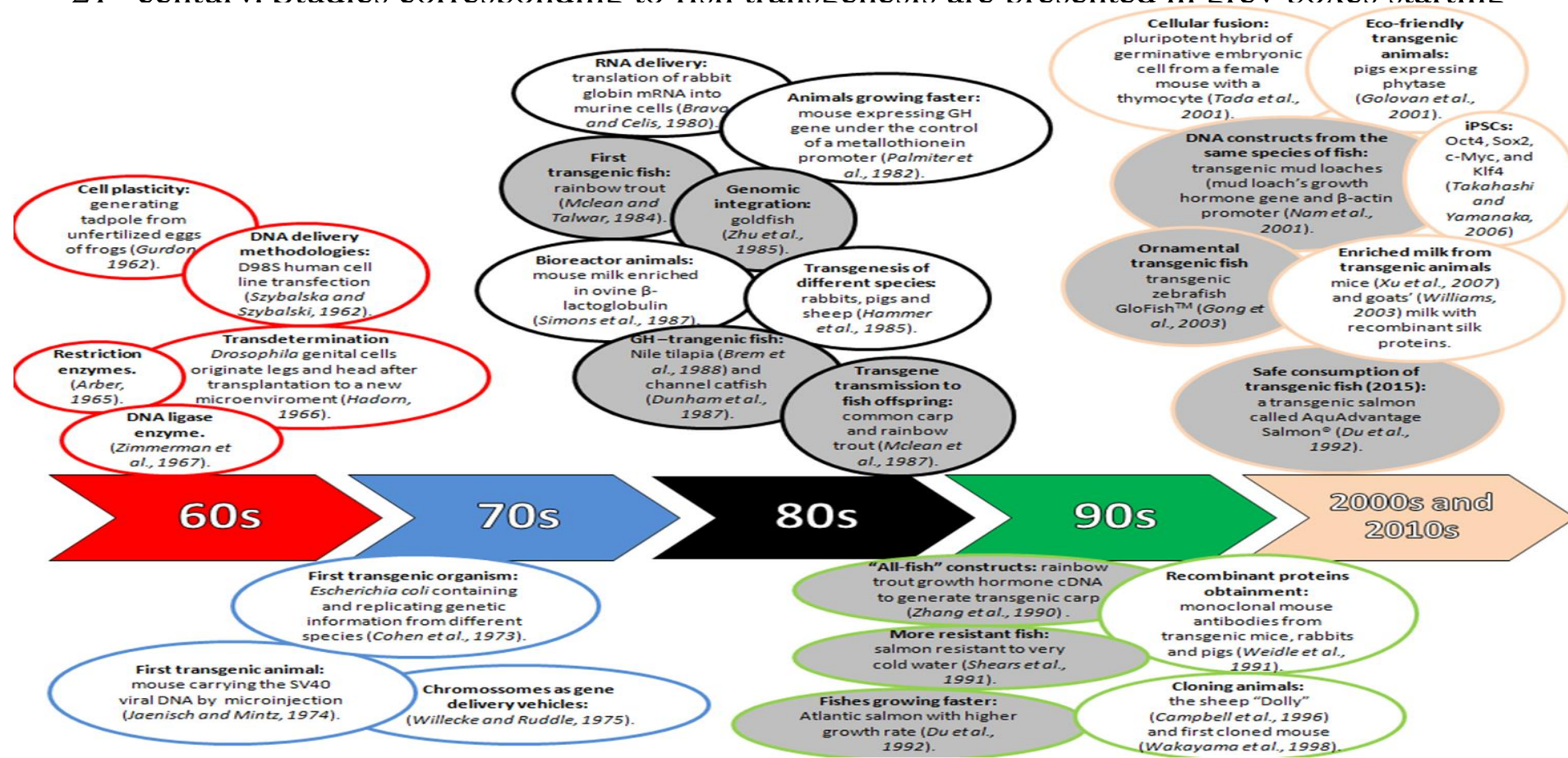
pkh26

HOW CAN WE IDENTIFY SPERMATOGONIAL STEM CELL?

Illustration of GFRA1 and Nanos2 protein expression in the different types of spermatogonial cells in the Nile tilapia testis

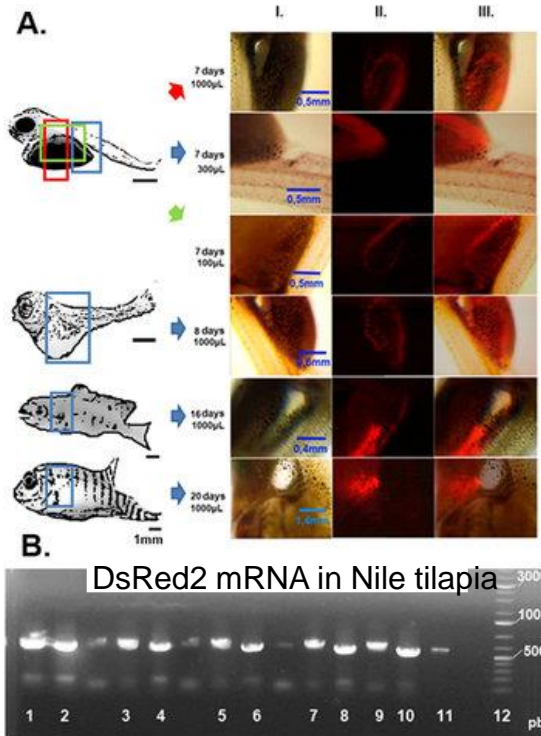


Major landmarks concerning transgenesis and previous related studies from the 1960s to the 21st century. Studies corresponding to fish transgenesis are presented in grey boxes starting

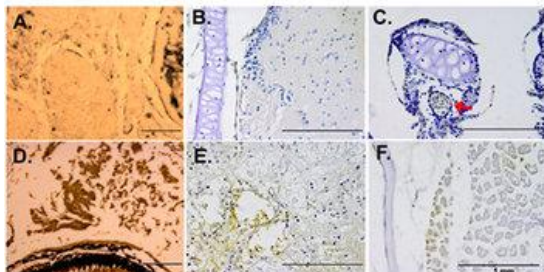


Gene delivery to Nile tilapia cells for transgenesis and the role of phosphatidylinositol-3-kinase enzyme class 2, alpha polypeptide (PI3K-c2α) in angiogenesis

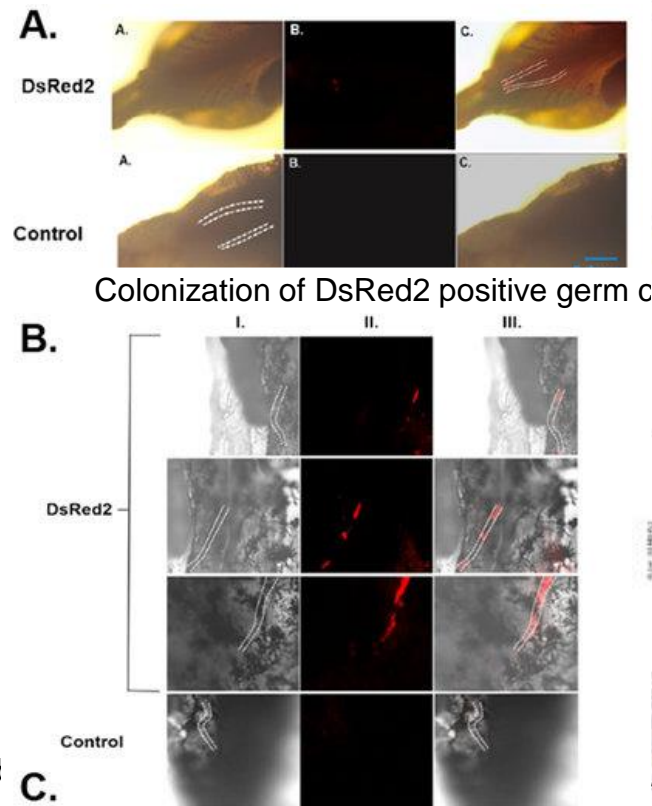
Nile tilapia developed from transduced eggs



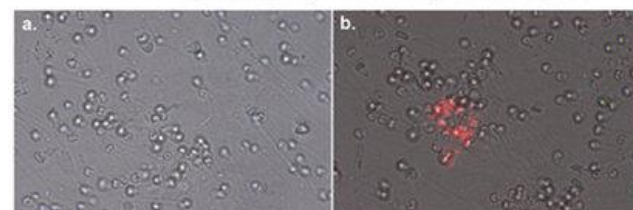
Immunohistochemical localization of DsRed2



Transplantation of genetic modified SSCs

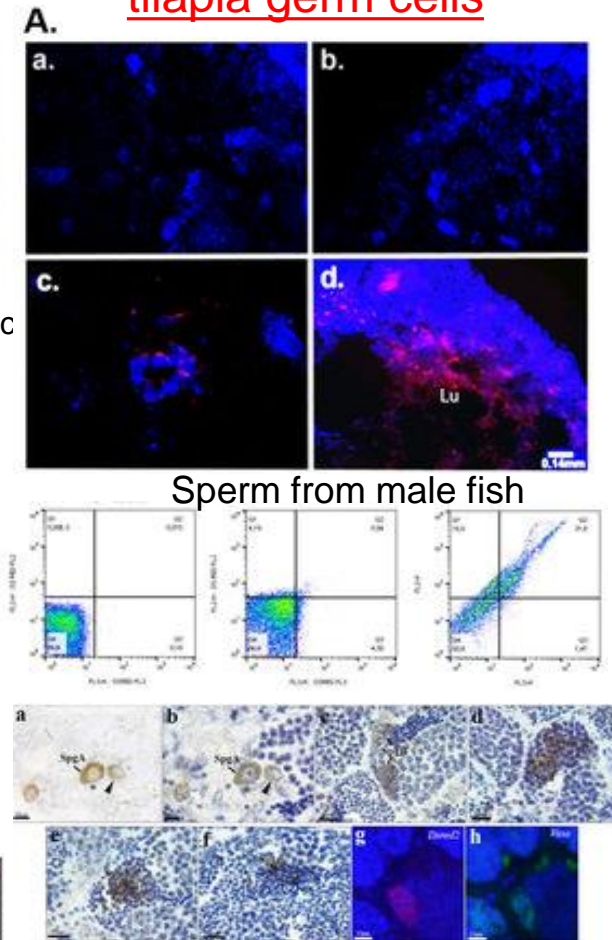


C.



Transgenic sperm obtained from transplanted male

In vivo transduced Nile tilapia germ cells



DsRed2 positive cells in Nile tilapia after in vivo injection of lentiviral particles



Fernanda Maria Policarpo Tonelli

Mestrado em Bioquímica e Imunologia (Conceito CAPES 7).
Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.

Título: Internalização nuclear de DNA exógeno pelas células-tronco espermatogoniais de Oreochromis niloticus

Ano de Obtenção: 2013.

Orientador: Rodrigo Ribeiro Resende.

Coorientador: Samyra Maria dos Santos Nassif Lacerda.

Doutorado em Bioquímica e Imunologia (Conceito CAPES 7).
Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.

Título: PRODUÇÃO DE TILÁPIA DO NILO TRANSGÊNICA: ESTRATÉGIAS DE ENTREGA DE GENES A CÉLULAS DO PEIXE VISANDO EXPRESSÃO TRANSIENTE OU ESTÁVEL.

Ano de obtenção: 2016.

Orientador: Rodrigo Ribeiro Resende.

Coorientador: Samyra Maria dos Santos Nassif Lacerda.

PEDIDOS DE PATENTES – 2014 a 2017

ICB/UFMG

1) LACERDA, S. M. S. N.; TONELLI, FERNANDA M.P.; **FRANÇA LR**, RESENDE, R. R.; LADEIRA, LUIZ ORLANDO. PROCESSO DE TRANSFECCÃO DE CÉLULAS-TRONCO ESPERMATOGONIAIS DE PEIXES MEDIADO POR ELETROPORAÇÃO NA PRESENÇA DE NANOTUBOS DE CARBONO FUNCIONALIZADOS COMPLEXADOS COM DNA E COMPLEXO NANOTUBO-DNA. 2014, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020140139397, **Título:** "PROCESSO DE TRANSFECCÃO DE CÉLULAS-TRONCO ESPERMATOGONIAIS DE PEIXES MEDIADO POR ELETROPORAÇÃO NA PRESENÇA DE NANOTUBOS DE CARBONO FUNCIONALIZADOS COMPLEXADOS COM DNA E COMPLEXO NANOTUBO-DNA", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 06/06/2014; Depósito PCT: 06/07/2014; Concessão: 03/08/2014.

2) LACERDA, S.M.S.N.; TONELLI, FERNANDA M.P.; RESENDE, RODRIGO RIBEIRO; **FRANÇA, L.R.**; LADEIRA, LUIZ O. NANOCOMPLEXOS PARA ENTREGA DE ACIDOS NUCLEICOS, PROCESSO DE PREPARAÇÃO E USOS. 2016, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1320160046636, **Título:** "NANOCOMPLEXOS PARA ENTREGA DE ACIDOS NUCLEICOS, PROCESSO DE PREPARAÇÃO E USOS", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito:

3) LACERDA, S.M.S.N.; TONELLI, FERNANDA M.P.; LADEIRA, LUIZ O.; **FRANÇA, L.R.**; JESUS, ANDERSON CAIRES; RESENDE, RODRIGO R. NANOPARTÍCULAS DE CARBONO FUNCIONALIZADAS PARA ENTREGA DE ACIDOS NUCLEICOS. 2016, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020160177120, **Título:** "NANOPARTÍCULAS DE CARBONO FUNCIONALIZADAS PARA ENTREGA DE ACIDOS NUCLEICOS", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 29/07/2016

4) LACERDA, S.M.S.N.; TONELLI, FERNANDA M.P.; JESUS, ANDERSON CAIRES; **FRANÇA, L.R.**; RESENDE, RODRIGO R.; LADEIRA, LUIZ O. NANOÓXIDOS DE GRAFENO PARA ENTREGA DE ACIDOS NUCLEICOS, PROCESSO DE PREPARO E USO. 2016, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020160173540, **Título:** "NANOÓXIDOS DE GRAFENO PARA ENTREGA DE ACIDOS NUCLEICOS, PROCESSO DE PREPARO E USO", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 26/07/2016

PEDIDOS DE PATENTES – 2014 a 2017

ICB/UFMG

5) LACERDA, S.M.S.N.; TONELLI, F. M. P.; **FRANCA, L.R.**; PEIXOTO, MARCO TÚLIO DINIZ; RESENDE, R. R. GERAÇÃO DE PEIXE TRANSGÊNICO VIA MANIPULAÇÃO GENÉTICA DE CELULAS-TRONCO DE LINHAGEM GERMINATIVA E APLICAÇÕES. 2017, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170106349, **Título:** "GERAÇÃO DE PEIXE TRANSGÊNICO VIA MANIPULAÇÃO GENÉTICA DE CELULAS-TRONCO DE LINHAGEM GERMINATIVA E APLICAÇÕES", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 20/05/2017

6) LACERDA, SAMYRA M.S.N.; TONELLI, F. M. P.; **FRANCA, L.R.**; RESENDE, R. R. PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE PEIXES TRANSGÊNICOS FLUORESCENTES, PRODUTOS E USOS. 2017, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170030032, **Título:** "PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE PEIXES TRANSGÊNICOS FLUORESCENTES, PRODUTOS E USOS", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 15/02/2017

7) LACERDA, SAMYRA M.S.N.; PEIXOTO, MARCO TÚLIO DINIZ; TONELLI, FERNANDA M. P.; **FRANCA, L.R.**; RESENDE, R. R. GERAÇÃO DE TILAPIAS DO NILO TRANSGÊNICAS VIA MODIFICAÇÃO EM OVOS RECÉM FERTILIZADOS E APLICAÇÕES. 2017, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1320170047597, **Título:** "GERAÇÃO DE TILAPIAS DO NILO TRANSGÊNICAS VIA MODIFICAÇÃO EM OVOS RECÉM FERTILIZADOS E APLICAÇÕES", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 09/03/2017

8) LACERDA, SAMYRA M.S.N.; TONELLI, FERNANDA M. P.; **FRANCA LR**; PEIXOTO, MARCO TULIO DINIZ; RESENDE, RODRIGO R. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PEIXES TRANSGÊNICOS FLUORESCENTES VIA TRANSDUÇÃO IN VIVO E USOS. 2017, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170106357, **Título:** "PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PEIXES TRANSGÊNICOS FLUORESCENTES VIA TRANSDUÇÃO IN VIVO E USOS", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 20/05/2017



Produção de proteínas recombinantes via peixe transgênico

Medicamentos biológicos



João
Nanismo



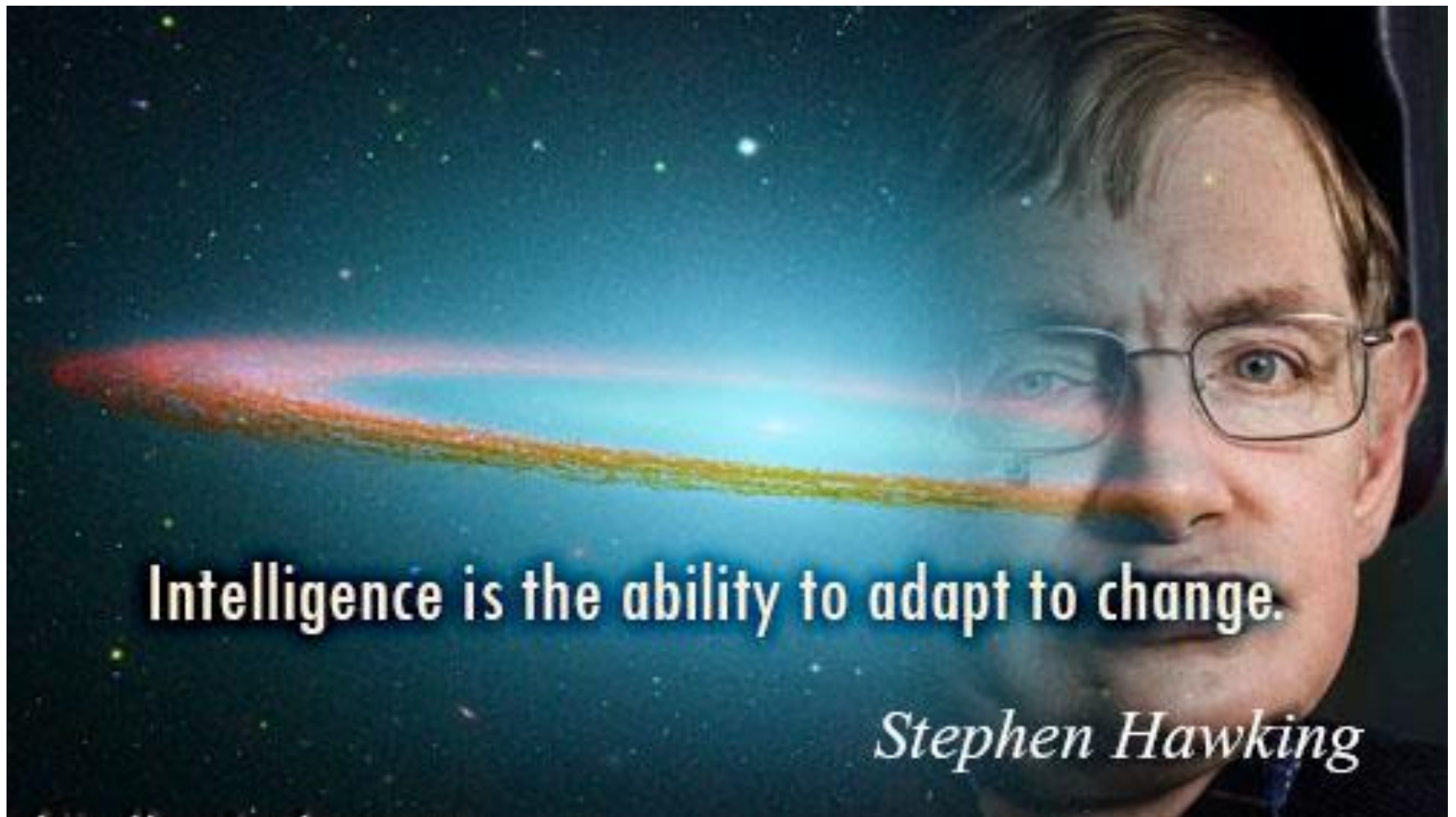
Marcos
Leucemia



Clara
Meningite



Ana
Intolerância à lactose



Intelligence is the ability to adapt to change.

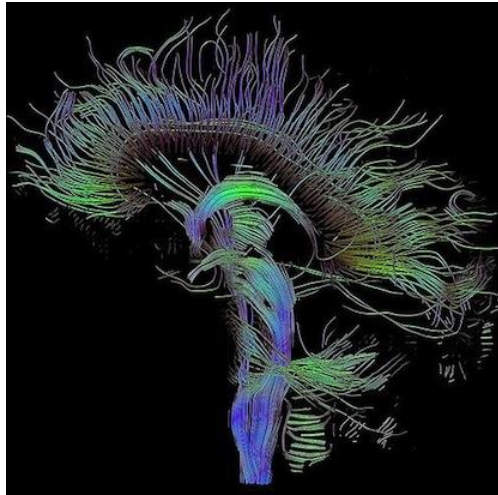
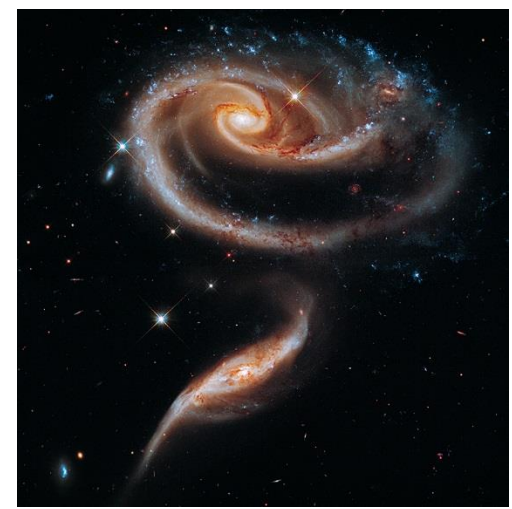
Stephen Hawking

Com raras exceções, as nossas instituições (públicas) não estão preparadas para aqueles que saem de suas amarras burocráticas.

Temos sempre que vislumbrar e almejar o que é melhor para a nossa sociedade!!

RENOVAÇÃO

As aves que passam
Pelo tempo que voa
Num bater de asas
E piscar de luz
Refazem os pensamentos
Juntando assim
Em uníssona singularidade
Os novos e velhos
Passos da jornada
Que se amalgamam
E se renovam
Nos milenares segundos
Do big bang de cada um.
E neste atemporal
Horizonte de eventos
Em elementares energias
E variadas linguagens
Flexíveis e sem limites
D'alma e de emoções
Recria a rejuvenescida
E infindável existência
Doravante emanada
Do livre arbítrio
E de harmônicas estrofes
Que agora compõem
Melódica e especial
Particular canção...





OBRIGADO!



Financial support: CAPES, FAPEMIG and CNPq

João

Tem
nanismo



Marcos

Tem
leucemia



Clara

Tem
meningite



Ana

Tem
resistência à
lactose do leite





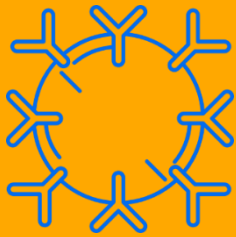
O que estas crianças têm em comum?

Todas fazem uso de medicamentos biológicos

Medicamentos biológicos são produzidos como **Proteínas Recombinantes**



Enzimas



Anticorpos



Vacinas



Drogas alvo-
específicas



Proteínas terapêuticas (insulina, eritropoietina, hGH, etc).

“

Qual é a grande questão por trás de todos esses medicamentos?

Processos de produção e purificação



Mas como são produzidos hoje?



E apresentam os mesmos problemas...

Tempo de moderado a longo;

Produção do transgênico é de difícil manuseio;

Rendimento de baixo a médio;

Controle da população é complicado;

Susceptíveis à contaminações ou infecções;

Purificação difícil, lenta e cara.

Melhores rendimentos



4,4 Kg/Ano

5,0 Kg/Ano

2,0 Kg/Ano

Até as alternativas não utilizadas



24,0 Kg/Ano

Rendimentos superiores



Em 1 tanque de água

De 2,73 a 13 x mais proteína do
que o modelo atual mais
produtivo



Então, se pode produzir até
65,7 Kg/Ano



Apenas em **2014**, o hGH foi responsável por **R\$124 mi** em gastos pelo SUS.



O mercado global para tratamento de deficiência deste hormônio aumentará em valor de **US\$ 1,26 bi** em **2014** para **US\$ 1,88 bi** em **2024** (GlobalData)

Prospecção de parceiros para o co-desenvolvimento e venda do hGH

Muitas Indústrias farmacêuticas ~~Importam~~, poucas produzem

 **CRISTÁLIA**
PRODUTOS QUÍMICOS FARMACÉUTICOS LTDA.

 **BIOMM**

*Medley.*
UMA EMPRESA SANOFI

 **Hypermarchas**

 **EMS**

 | 

 **Eurofarma**

 **achē**

Nosso processo é fácil e já temos 10 pedidos de patentes + R\$60.000,00 para finalizar o peixe hGH

Finalizar a construção do peixe hGH;

Adequar o processo de purificação para aquário

Fase 1

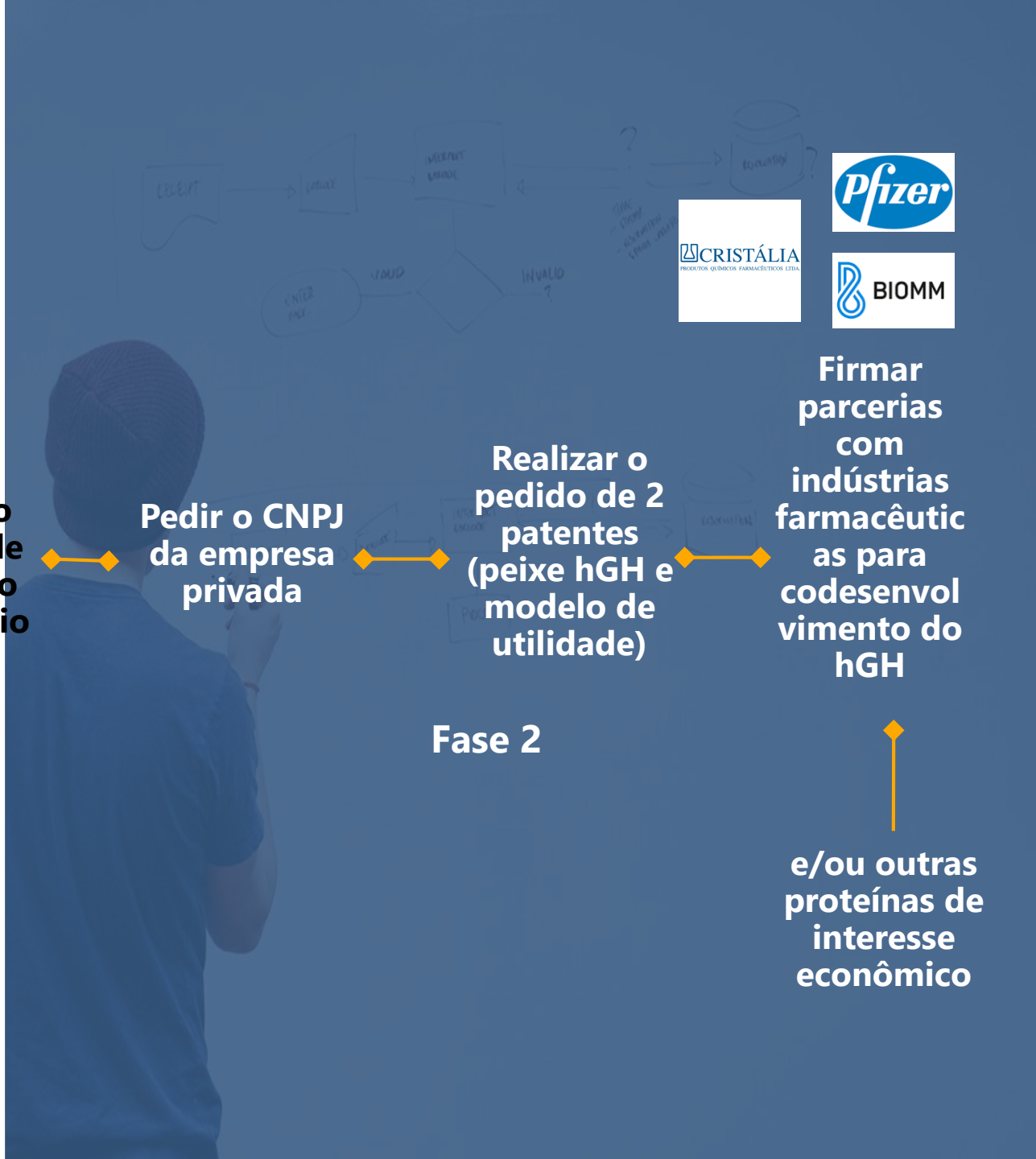
Pedir o CNPJ da empresa privada

Realizar o pedido de 2 patentes (peixe hGH e modelo de utilidade)

Fase 2

Firmar parcerias com indústrias farmacêuticas para codesenvolvimento do hGH

e/ou outras proteínas de interesse econômico



Germ cells transplantation in fish



Meeting of the waters (Manaus - AM) – Brazil

A poetical illustration about
how the differences can join and go together

Solimões River

Negro River

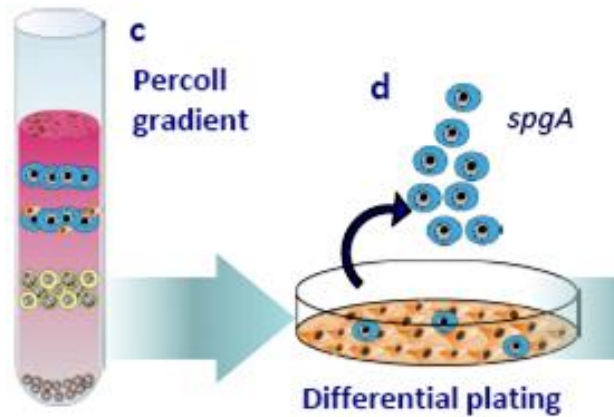
GERM CELL TRANSPLANTATION IN FISH (Tilapias; *Oreochromis niloticus*)



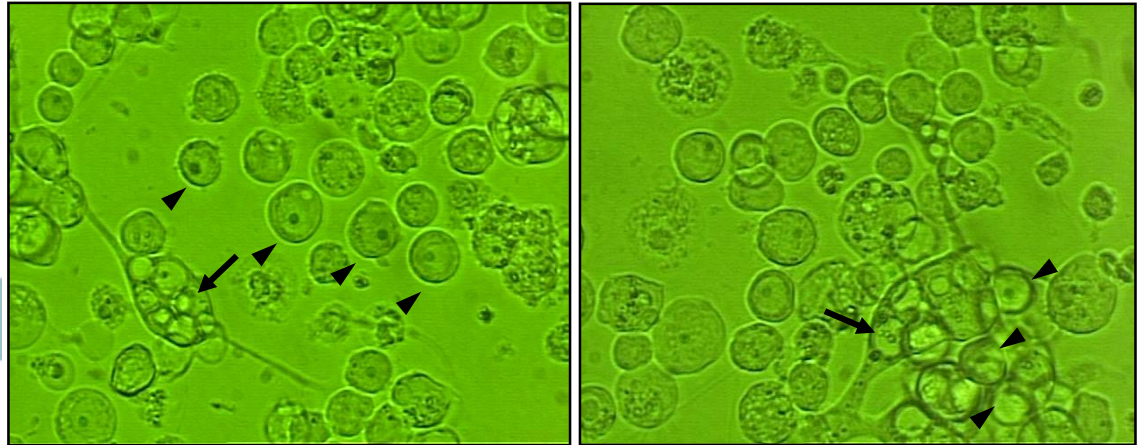
CAN WE MAINTAIN AND EXPAND SSCS *IN VITRO*?

Establishment of Tilapia Spermatogonial Stem Cell Culture

Dissociated testicular cells suspension

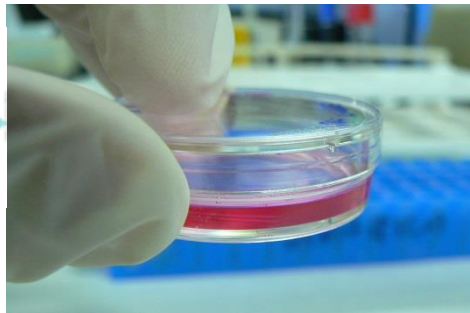


12 hs: *Non-adherent spermatogonia*



Lacerda et al. 2006, 2010

Gelatin-coated dishes



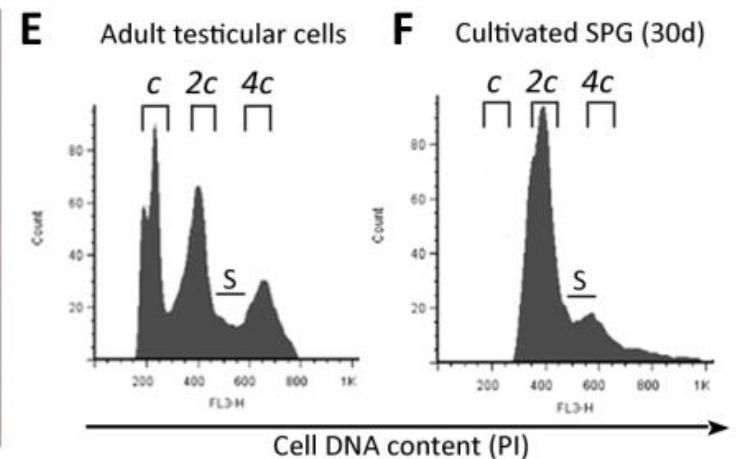
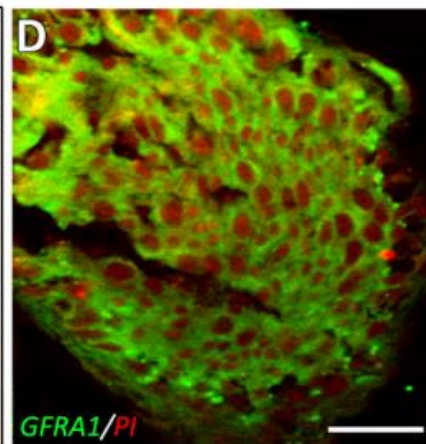
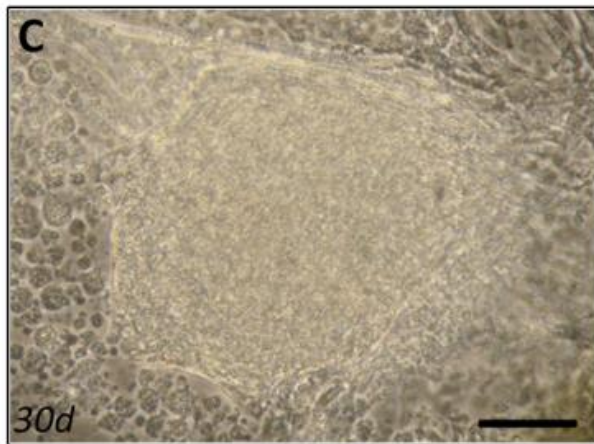
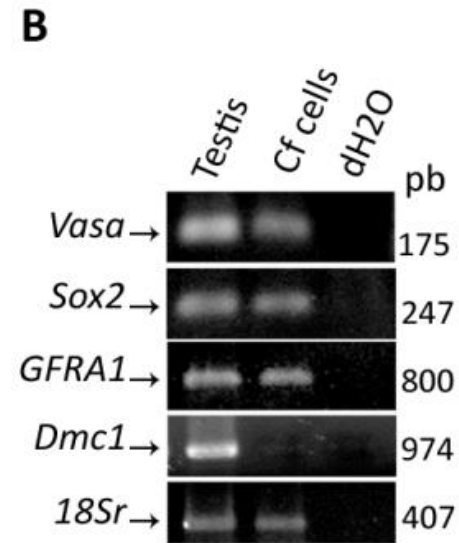
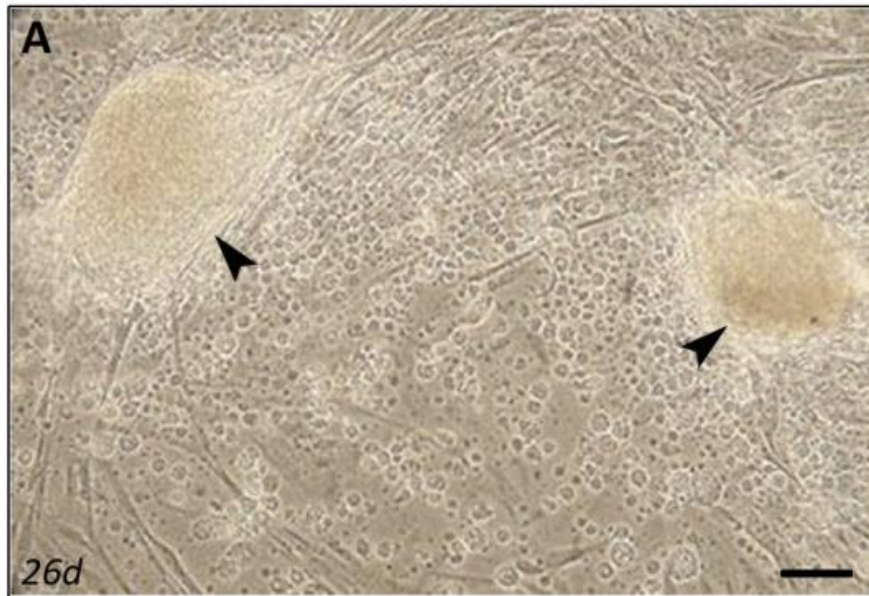
Germ Cell Medium

Hong et al., 2004 modified

- ✓ Growth factors
- ✓ Knockout™ SR

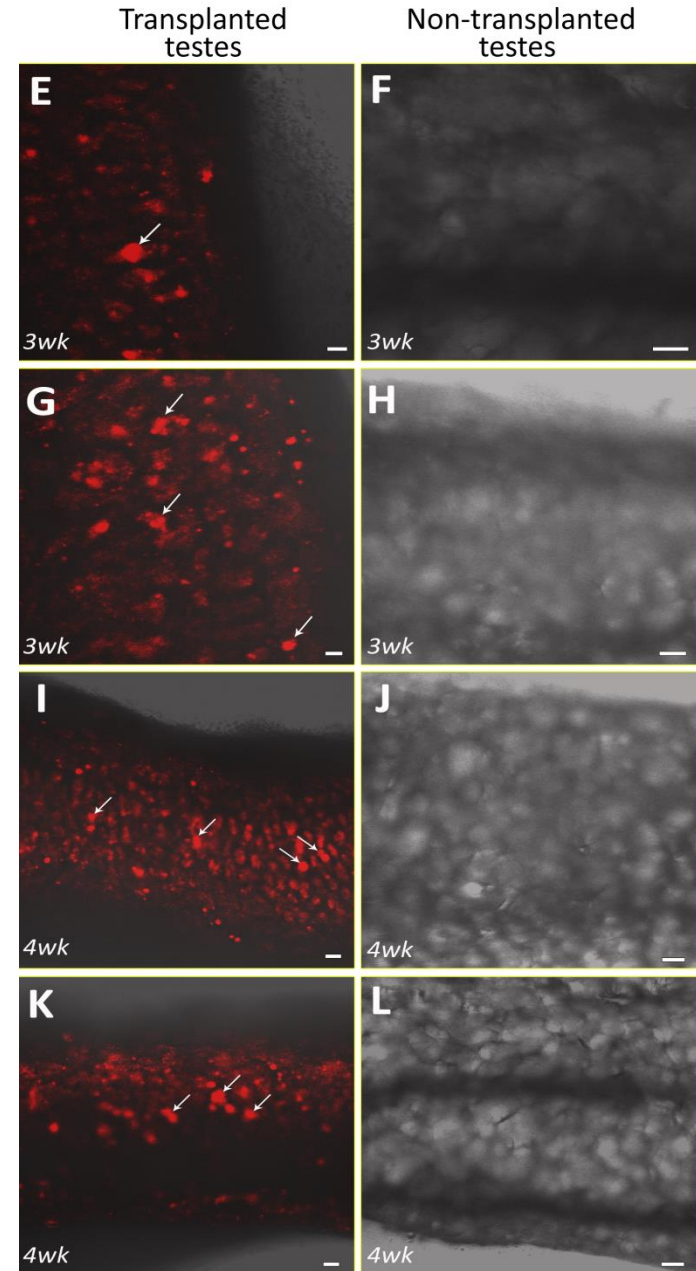
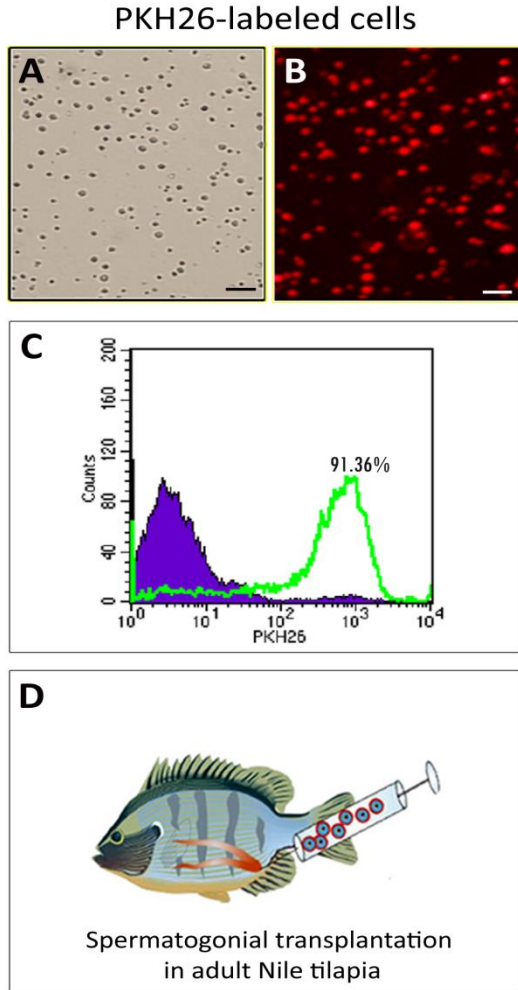
CAN WE MAINTAIN AND EXPAND SSCs *IN VITRO*?

Maintenance and propagation of the Nile tilapia spermatogonia *in vitro*



CAN WE MAINTAIN AND EXPAND SSCs *IN VITRO*?

Transplantation of 30 days-cultured A_{und} spermatogonia

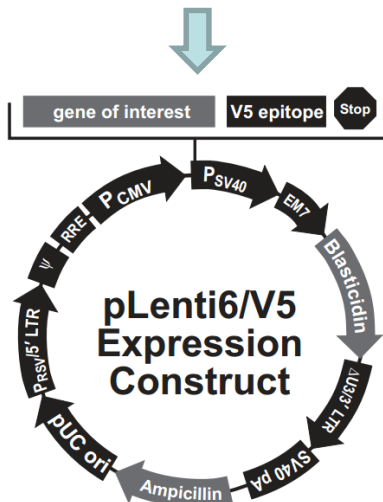


CAN WE GENETICALLY MODIFY SSCs *IN VITRO*?

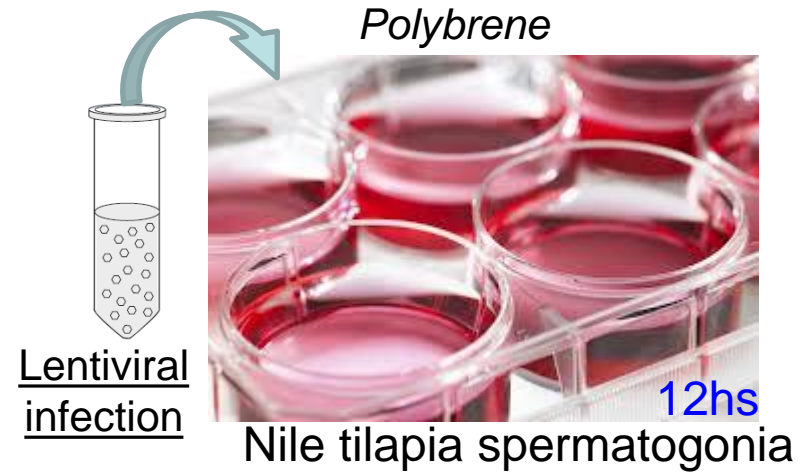
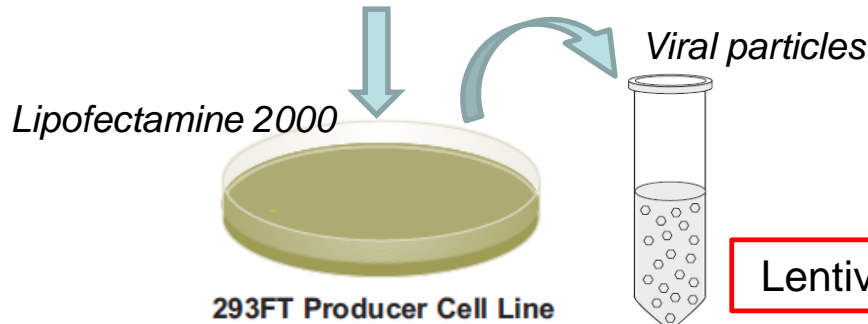
Lentiviral vector

Create an expression construct

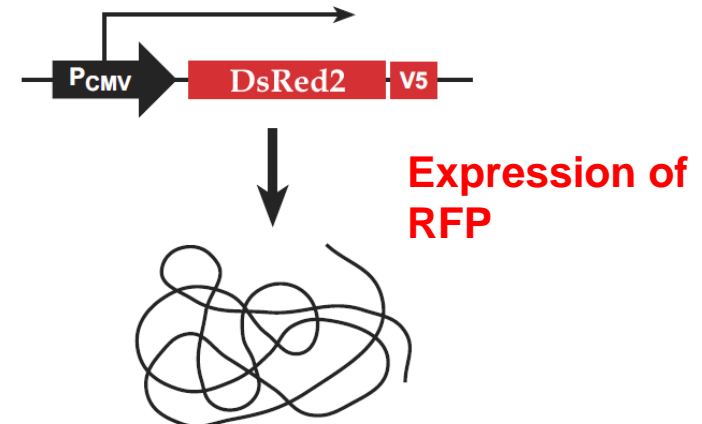
DsRed2 gene sequence:
red fluorescence protein (RFP)



Transformation in Stbl3™ *E. coli* cells

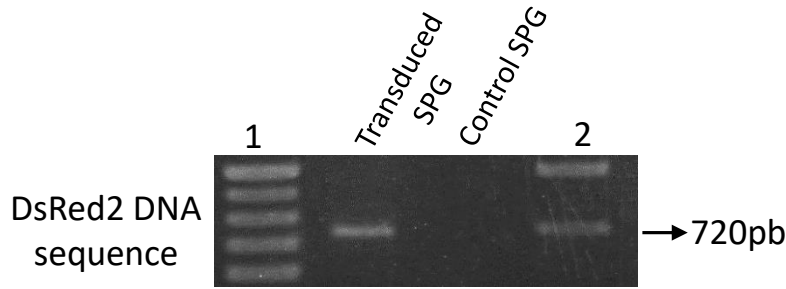


Selection with Blasticidin



CAN WE GENETICALLY MODIFY SSCs VITRO?

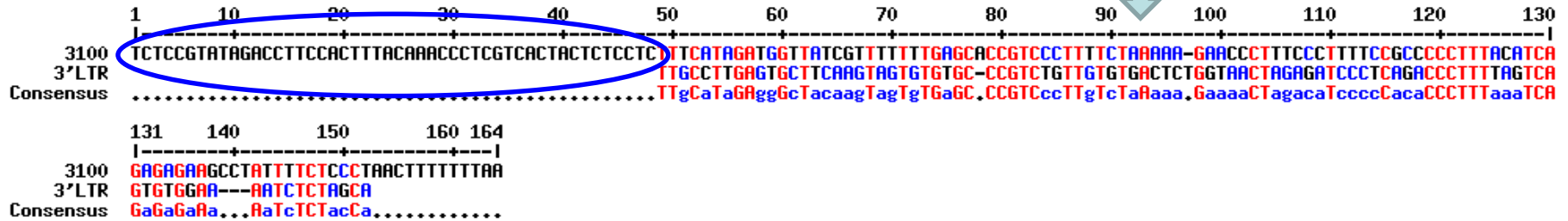
Integration of the transgene into Nile tilapia SPG genome



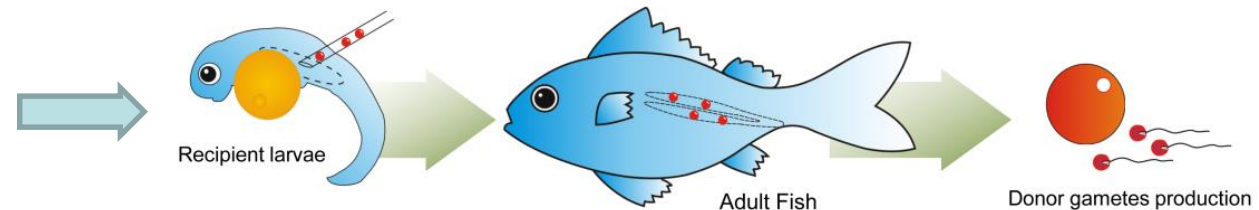
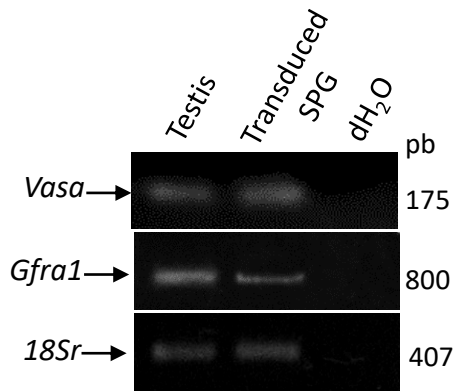
PCR analysis of SPG 10 days after infection

Primers: LTRs sequences
Insert of virus genetic material into the host genomes.

DNA sequencing



Maintenance of A_{und} characteristics



13 days after SPG infection

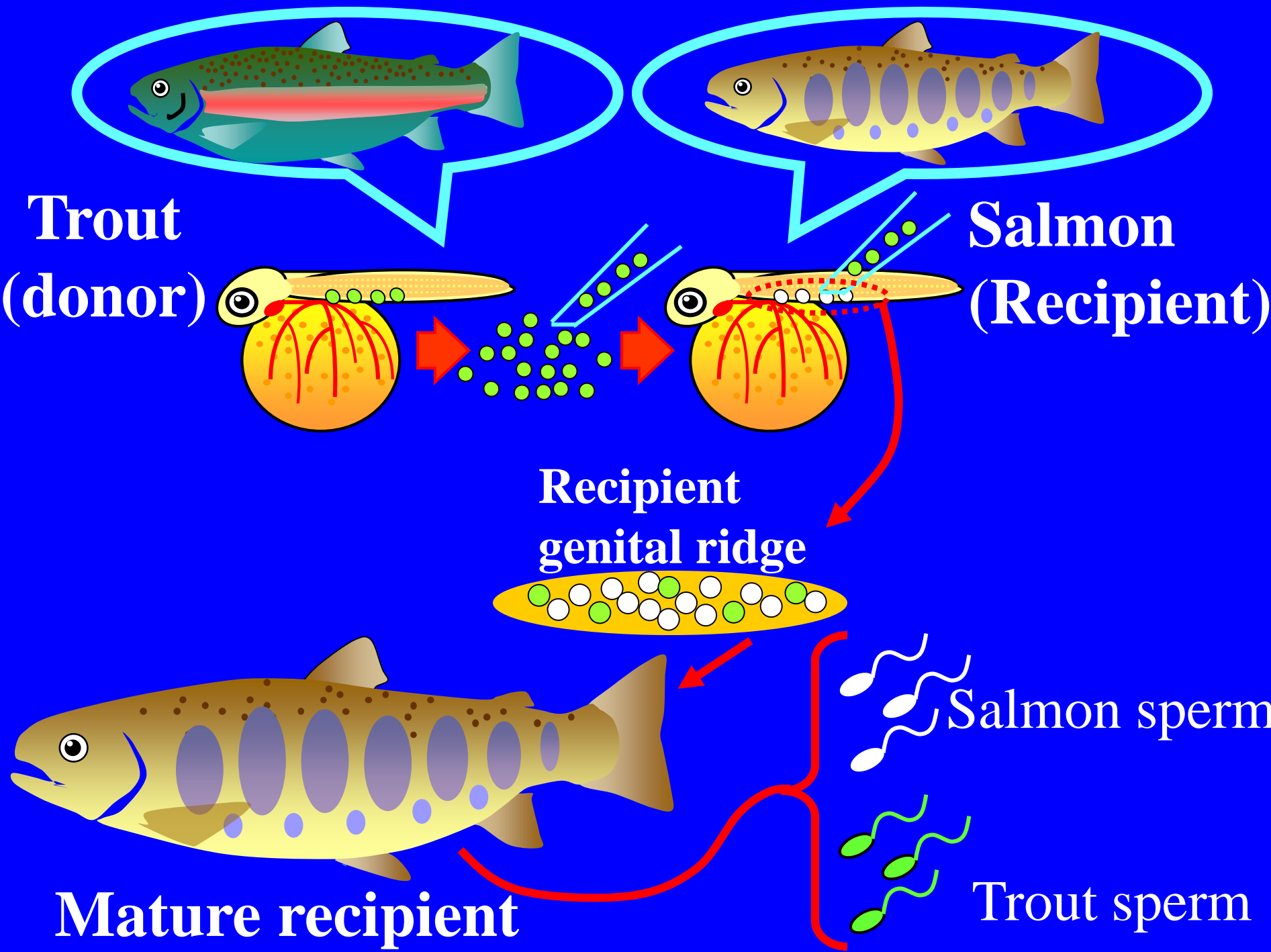
Germ Cell Transplants in Fish

Can Salmon Make Trout?

Nature, 430:629-30, 2004

Takeuchi, Y; Yoshizaki, G; Takeuchi, T

**Tokyo University of Marine Science
and Technology**



Trout

(donor)

Salmon

(Recipient)

**Recipient
genital ridge**

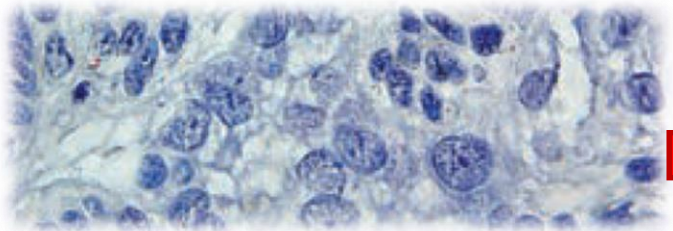
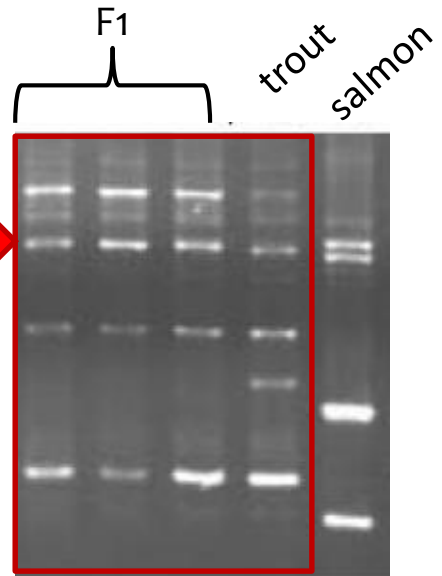
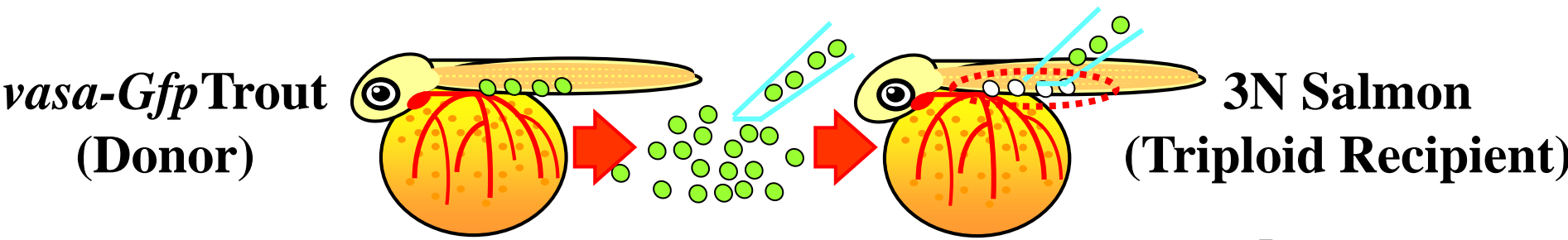
Mature recipient

Salmon sperm

Trout sperm

Germ cell transplantation in newly hatched fish larvae

How can we eliminate endogenous germ cells?
Sterile triploid fish can be used as a recipient?



Infertile

Triploid Salmon (control)

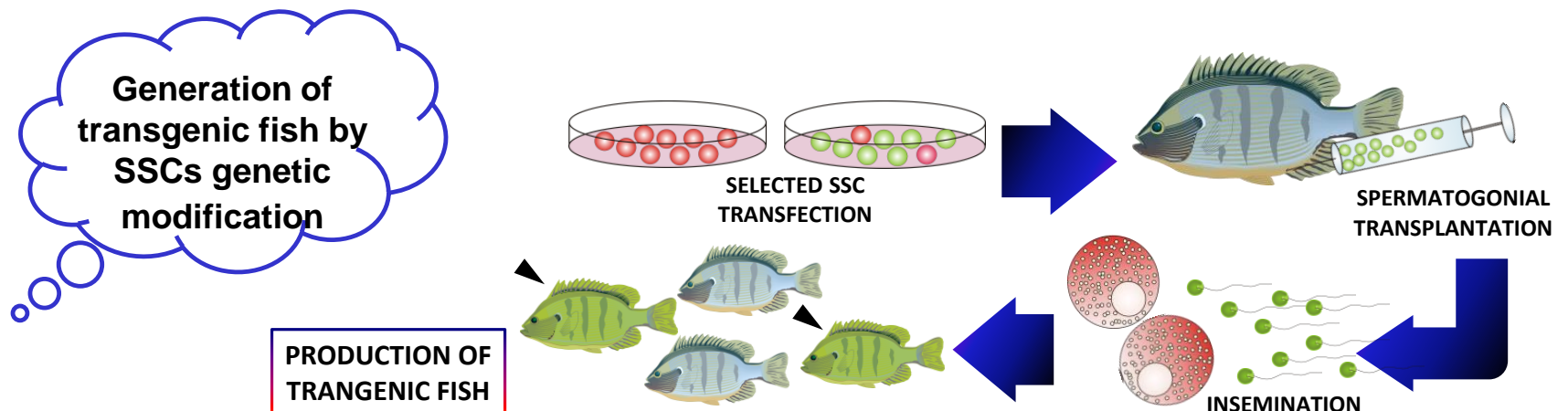
(Okutsu et al. 2007, Science 317:1517)

✓ *In vitro* lentiviral-mediated gene delivery into the Nile tilapia A_{und} spermatogonia results in long-term integration and expression of RFP transgene.

✓ Similar to mammals, viral transduction represents an efficient method to introduce genes into the fish male germline.

✓ First step in establishing a system that will allow genetic manipulation of fish SSCs.

✓ Important progress towards the production of transgenic fish lines and new biotechnologies in aquaculture.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ÉRIKA RAMOS DE ALVARENGA

EFEITOS DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE AS
CÉLULAS GERMINATIVAS E SOMÁTICAS DO TESTÍCULO DE
TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*) ADULTAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Biologia Celular

Orientador: Prof. Dr. Luiz Renato de França

Março, 2008



Instituto Nanocell

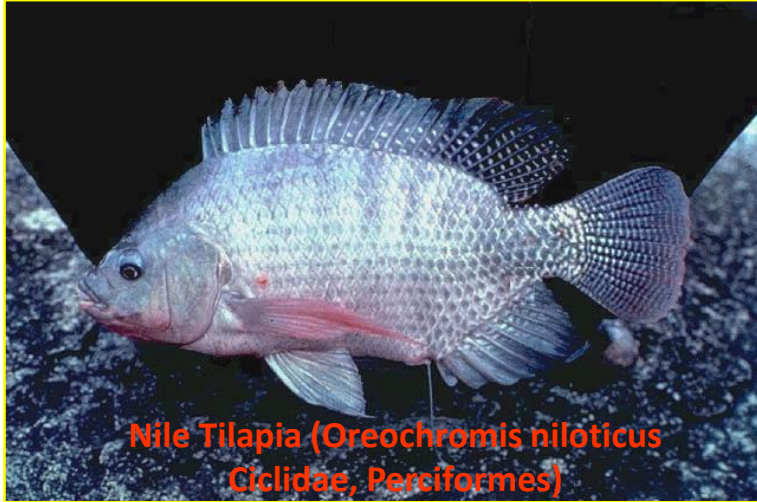
PRODUÇÃO DE PROTEÍNAS RECOMBINANTES VIA PEIXE TRANSGÊNICO

SERTOLI CELL PROLIFERATION

Lessons from Fish Species Belonging to Different Orders



Zebrafish (*Danio rerio*)

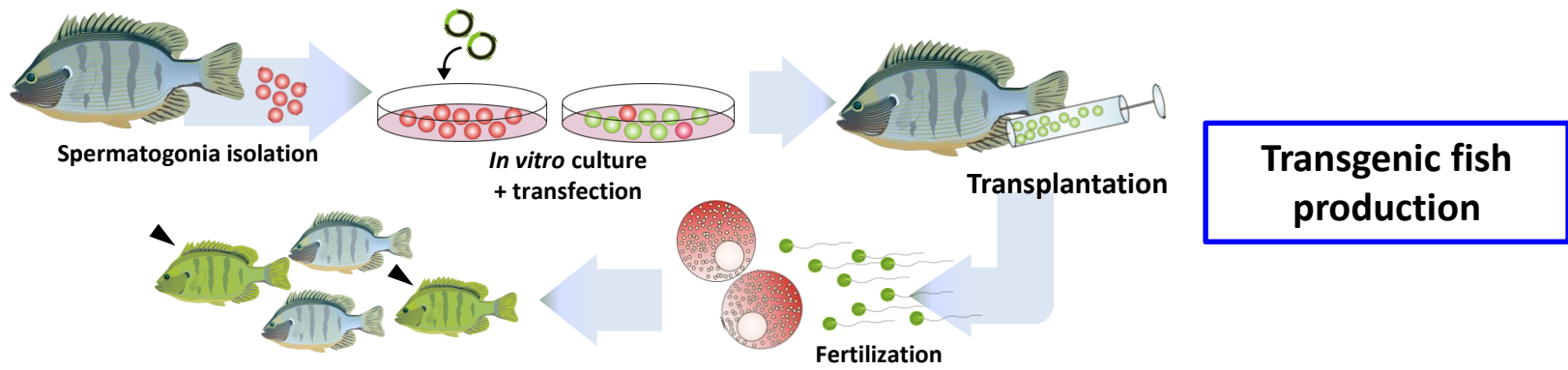


Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*
Cichlidae, Perciformes)

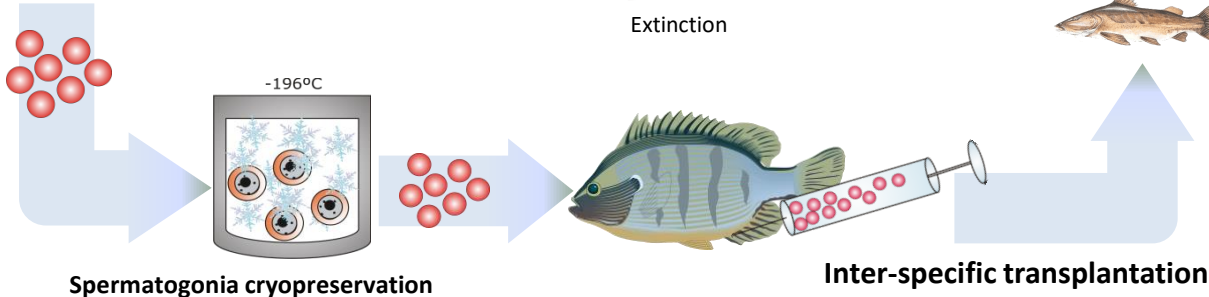
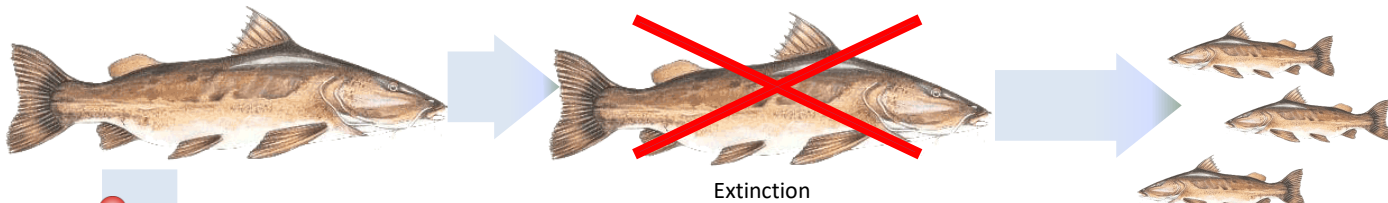
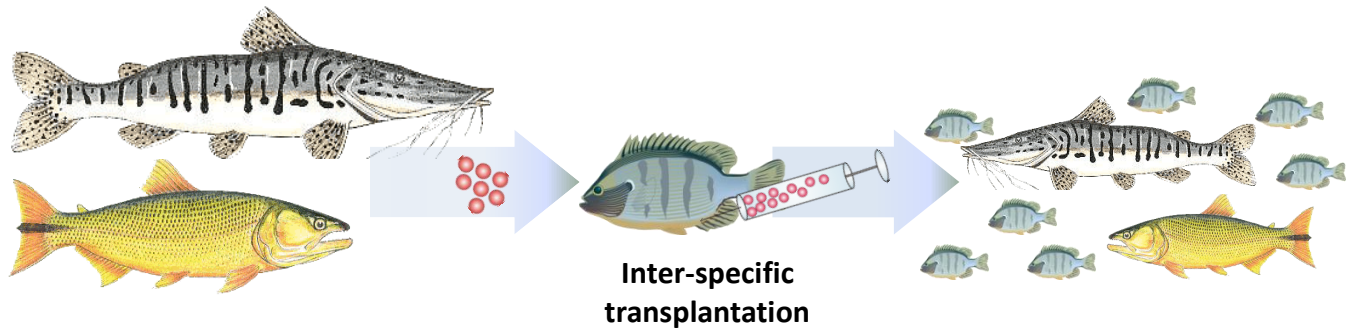


African Catfish (*Clarias gariepinus*
Clariidae, Siluriformes)

There is still very little data in the literature regarding Sertoli cell proliferation in sexually mature teleosts. Although seasonally variable, the testis size and sperm production in most teleost species increase continually, suggesting that Sertoli cells proliferate actively (provides more niches) during adulthood.

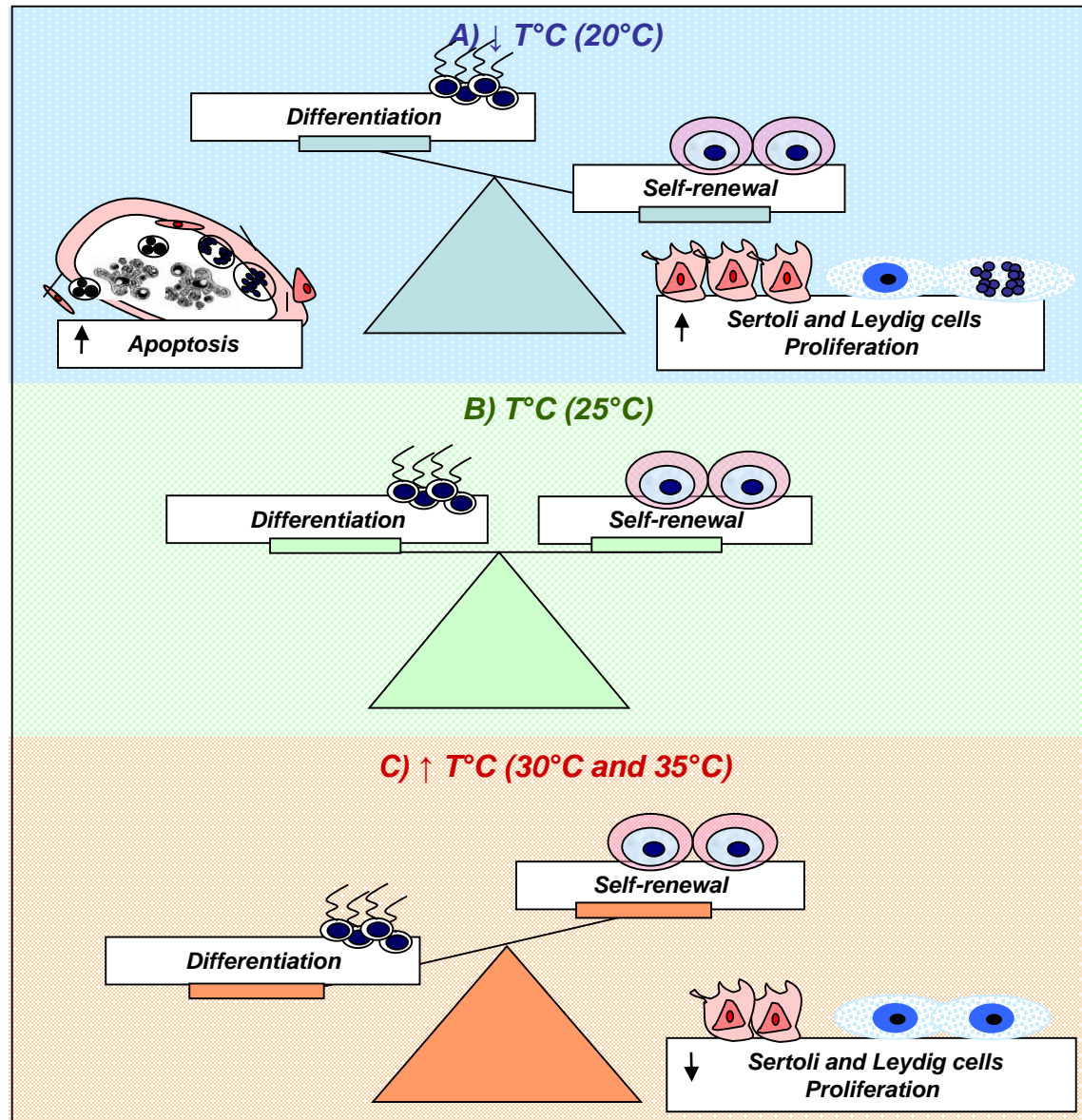


Production of commercially valuable fish



Conservation of endangered fish species

INFLUENCE OF TEMPERATURE IN TILAPIA SPERMATOGENESIS (Master thesis 2008)



Boletim

Nº 1.961 - Ano 43 - 12 de junho de 2017



90 ANOS
UFMG
1927 - 2017

MULTIPLICAÇÃO DOS PEIXES

A geração de ampla gama de proteínas recombinantes para uso em soros, vacinas e fármacos são potenciais desdobramentos de uma série de pesquisas desenvolvidas no ICB, baseadas na modificação genética de peixes e no emprego de nanomateriais.

Páginas 4 e 5



Foto: ICB/UFMG

Concerto da Filarmônica de Minas
comemora 90 anos da UFMG

Página 8

Criação de tilápias no biotério do
Laboratório de Biologia Celular do ICB

Germ cells transplantation in fish



Because spermatogonial stem cells (SSCs) are able to pass their genetic information to the offspring, the genetic manipulation of these unique cells results on the lifelong production of modified gametes.