



INFORME DE SUPERVISIÓN FINAL

29 de junio de 2023 al 28 de diciembre de 2023

Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para el desarrollo del proyecto de investigación científica cuyo objeto es generar un protocolo para la reproducción y mantenimiento del Pez Capitán de la Sabana (EREMOPHILUS MUTISII) en la Estación Piscícola del Parque Forestal Embalse el Neusa.

10 de octubre de 2024



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	
CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN CONTRACTUAL	
1.1 DESCRIPCIÓN CONTRACTUAL	
CAPÍTULO 2. SUPERVISIÓN LEGAL	
CAPÍTULO 3. SUPERVISIÓN CONTABLE	
3.1 ENTRADAS ALMACÉN	
3.2 PAGOS EFECTUADOS	
CAPÍTULO 4. SUPERVISIÓN FINANCIERA	
4.1 DESCRIPCIÓN FINANCIERA	
4.1.1 RESPALDO PRESUPUESTAL PROYECTO	
4.1.2 GARANTÍAS DEL PROYECTO	7
4.1.3 EJECUCIÓN PRESUPUESTAL DEL PROYECTO	
4.1.4 EJECUCIÓN FÍSICA DEL PROYECTO	
CAPÍTULO 5. SUPERVISIÓN ADMINISTRATIVA	
5.1 DESCRIPCIÓN INFORMES Y ACTAS DE SUPERVISIÓN	
5.2 DESCRIPCIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST.	
CAPÍTULO 6. SUPERVISIÓN TÉCNICA	
6.1 OBLIGACIONES GENERALES	
6.2 OBLIGACIONES ESPECÍFICAS	
6.3 APROBACIONES PRODUCTOS/ENTREGABLES	



PRESENTACIÓN

El objetivo del convenio especial de cooperación No. 3211 de 2023, suscrito entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, consistió en "Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para el desarrollo del proyecto de investigación científica cuyo objeto es generar un protocolo para la reproducción y mantenimiento del Pez Capitán de la Sabana (EREMOPHILUS MUTISII) en la Estación Piscícola del Parque Forestal Embalse el Neusa.", en el periodo de ejecución comprendido entre 29 de junio de 2023 al 28 de diciembre de 2023.



CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN CONTRACTUAL

1.1 DESCRIPCIÓN CONTRACTUAL

En el presente capítulo se presenta la información general contractual al Convenio especial de cooperación No.3211 de 2023, en la cual se relaciona el número de la orden de servicio, empresa ejecutora, suspensiones, modificatorios, presupuesto, valor y tiempos de ejecución.

CONVENIO: 3211 de 2023

CONVENIENTE: UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y
AMBIENTALES U.D.C.A

OBJETO DEL CONVENIO: AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CUYO OBJETO ES GENERAR UN PROTOCOLO PARA LA REPRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PEZ CAPITAN DE LA SABANA (EREMOPHILUS MUTISII) EN LA ESTACIÓN PISCICOLA DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE EL NEUSA.

GARANTÍAS Las partes de acuerdo al análisis efectuado en la matriz de riesgos, lo establecido en los estudios previos y atendiendo a la duración del convenio, los compromisos, sus características y el riesgo frente al incumplimiento de las actividades que se pactan y teniendo en cuenta la calidad de Entidades Públicas, se estima conveniente NO solicitar constitución de garantía, en aplicación de la normado en el Artículo 2.2.1.2.1.4.5 del Decreto 1082 de 2015, que establece: (...) "No obligatoriedad de garantías". En la contratación directa la exigencia de garantías establecidas en la Sección 3, que comprende los artículos 2.2.1.2.3.1.1 al 2.2.1.2.3.5.1, del decreto no es "obligatoria" (...), por tal razón estableciéndose que teniendo en cuenta los mecanismos que se han definido para el desarrollo de este convenio, no se estima necesaria la constitución de la garantía entre la UNIVERSIDAD y la CORPORACIÓN.

LUGAR DE EJECUCIÓN: La ejecución del Convenio Especial de Cooperación se desarrollará en las instalaciones de la estación piscícola



Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR
Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental
República de Colombia

Parque Forestal Embalse del Neusa, la sede de Bogotá de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - U.D.C.A, ubicada en la Calle 222 N 55 - 37, y en la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental, ubicada en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) - Parque Industrial Santo Domingo

VALOR INICIAL DEL CONVENIO:

\$ 120.275.335

PLAZO INICIAL DE EJECUCIÓN:

Seis (06) meses, contados a partir de la suscripción del acta de inicio del convenio, previo cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución del convenio.

FECHA DE INICIACIÓN:

29 de junio de 2023

FECHA TERMINACIÓN FINAL:

28 de diciembre de 2023

SUSPENSIÓN No.:

N/A

PRÓRROGA No.:

N/A

PLAZO FINAL DE EJECUCIÓN:

Seis (06) meses.

MODIFICATORIO No.:

N/A

ADICIONES:

N/A



CAPÍTULO 2. SUPERVISIÓN LEGAL

Durante la ejecución del Convenio No. 3211 de 2023, no se efectuaron modificaciones, suspensiones ni prorrogas.

CAPÍTULO 3. SUPERVISIÓN CONTABLE

En este convenio no. 3734 de 2022, no se evidenciaron ingresos a almacén, ni tampoco se efectuaron pagos, esto sujeto a que se ejecutó un contrato en especie.

3.1 ENTRADAS ALMACÉN

N/A

3.2 PAGOS EFECTUADOS

N/A

DESCRIPCIÓN	PRODUCTOS	PORCENTAJE DEL PAGO (%)	TIEMPO (MES)
PRIMER PAGO	N/A	N/A	N/A
SEGUNDO PAGO	N/A	N/A	N/A

Fuente: Dirección Administrativa y Financiera-DAF y Carpeta Contractual SGEN. CAR

CAPÍTULO 4. SUPERVISIÓN FINANCIERA

4.1 DESCRIPCIÓN FINANCIERA

De conformidad con la CLÁUSULA OCTAVA – VALOR Y APORTES DEL CONVENIO, el valor para este convenio corresponde a la suma (CIENTO VEINTE MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL TRECIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS M/CTE) (\$ 120.275.335), incluido todo costo DIRECTO e INDIRECTO, discriminado de la siguiente manera: APOORTE LA CORPORACIÓN: aportará en especie un total de OCHENTA Y SIETE MILLONES DOCE MIL QUINIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS M/TE (\$ 87.012.535), representados en aportes asociados al recurso humano y servicios de laboratorio que dispondrá la institución para la ejecución del acuerdo. 2. APOORTE DE LA UNIVERSIDAD: aportará en especie un total de TREINTA Y TRES MILLONES DOSCIENTOS SESENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS PESOS M/CTE (\$ 33.262.800), representados en aportes asociados al recurso humano y servicios de laboratorio que dispondrá la institución para la ejecución del acuerdo.



4.1.1 RESPALDO PRESUPUESTAL PROYECTO.

El convenio No. 3211 de 2023, no cuenta con certificado de disponibilidad presupuestal, ni con el certificado de registro presupuestal, esto debido a que todos los recursos aportados fueron en especie.

NUMERO	AÑO	VALOR	FOLIO
N/A	N/A	\$ N/A	N/A
N/A	N/A	\$ N/A	N/A

Tabla 3 Certificado de Disponibilidad Presupuestal.

Fuente: Carpeta Contractual. SGEN. CAR

NUMERO	AÑO	VALOR	FOLIO
N/A	N/A	\$ N/A	N/A
N/A	N/A	\$ N/A	N/A

Tabla 4 Certificado de Registro Presupuestal.

Fuente: Carpeta Contractual. SGEN. CAR

4.1.2 GARANTÍAS DEL PROYECTO.

CLAUSULA DECIMA SEPTIMA.- GARANTIAS: Las partes de acuerdo al análisis efectuado en la matriz de riesgos, lo establecido en los estudios previos y atendiendo a la duración del convenio, los compromisos, sus características y el riesgo frente al incumplimiento de las actividades que se pactan y teniendo en cuenta la calidad de Entidades Públicas, se estima conveniente NO solicitar constitución de garantía, en aplicación de la normado en el Artículo 2.2.1.2.1.4.5 del Decreto 1082 de 2015, que establece: (...) "No obligatoriedad de garantías". En la contratación directa la exigencia de garantías establecidas en la Sección 3, que comprende los artículos 2.2.1.2.3.1.1 al 2.2.1.2.3.5.1, del decreto no es "obligatoria" (...), por tal razón estableciéndose que teniendo en cuenta los mecanismos que se han definido para el desarrollo de este convenio, no se estima necesaria la constitución de la garantía entre la UNIVERSIDAD y LA CORPORACIÓN.

Inicial:

TIPO DE GARANTÍA	ENTIDAD	RIESGO CUBIERTO	NÚMERO DE LA GARANTÍA	VIGENCIA	VALOR ASEGURADO
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ N/A

Tabla 7. Información Garantías inicio Convenio Especial de Cooperación No. 3211 de 2023

Fuente: Carpeta Contractual. SGEN. CAR

Final:

TIPO DE GARANTÍA	ENTIDAD	RIESGO CUBIERTO	NÚMERO DE LA GARANTÍA	VIGENCIA	VALOR ASEGURADO
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	\$ N/A

Tabla 8. Información Garantía Etapa Liquidación.

Fuente: Carpeta Contractual. SGEN. CAR



4.1.3 EJECUCIÓN PRESUPUESTAL DEL PROYECTO

De conformidad con la CLÁUSULA OCTAVA – VALOR Y APORTES DEL CONVENIO, el valor para este convenio corresponde a la suma (CIENTO VEINTE MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL TRECIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS M/CTE) (\$ 120.275.335), incluido todo costo DIRECTO e INDIRECTO, discriminado de la siguiente manera: APOORTE LA CORPORACIÓN: aportará en especie un total de OCHENTA Y SIETE MILLONES DOCE MIL QUINIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS M/TE (\$ 87.012.535), representados en aportes asociados al recurso humano y servicios de laboratorio que dispondrá la institución para la ejecución del acuerdo. 2. APOORTE DE LA UNIVERSIDAD: aportará en especie un total de TREINTA Y TRES MILLONES DOSCIENTOS SESENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS PESOS M/CTE (\$ 33.262.800), representados en aportes asociados al recurso humano y servicios de laboratorio que dispondrá la institución para la ejecución del acuerdo.

1. PERSONAL							APORTES C.A.R.		APORTES U.D.C.A	
1.1. PROFESIONALES ESPECIALIZADOS U.D.C.A.										
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	MESES (B)	%DEDICACION (C)	VALOR MENSUAL (D)	VALOR TOTAL (A*B*C*D)	ESPECIE		ESPECIE	
1.1.1	Un(1) Profesional en Zootecnia con Maestría y Doctorado en Acuicultura, con énfasis en conocimientos sobre fisiología general, nutrición y formulación de alimentos, morfología, reproducción y endocrinología de peces de agua dulce y marinos.	1	6	13%	\$ 8.214.400	\$ 6.160.800	\$0		\$ 6.160.800	
1.1.2	Un (1) Profesional en Zootecnia con Maestría en Ciencias Agropecuarias y más de 10 años de experiencia en investigación en Medicina Veterinaria	1	6	8%	\$ 11.415.600	\$ 5.707.800	\$0		\$ 5.707.800	
1.1 PROFESIONALES ESPECIALIZADOS U.D.C.A						\$11.868.600	\$0		\$11.868.600	
1.2. PROFESIONALES CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA C.A.R.										
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	MESES (B)	%DEDICACION (C)	VALOR MENSUAL (D)	VALOR TOTAL (A*B*C*D)	ESPECIE		ESPECIE	
1.2.1	Un (1) Profesional con título de licenciatura en Biología o Biología Aplicada con título de Magister en Biología. Experiencia profesional de Tres (3) años, de los cuales Dos (2) años deben corresponder a experiencia profesional relacionada en Técnicas limnológicas	1	6	5%	\$ 7.555.500	\$ 2.266.650	\$ 2.266.650		\$0	
1.2.2	Un (1) Profesional con título en Biología Ecología o microbiología. Énfasis en ecología y conservación de comunidades biológicas. Sin experiencia profesional.	1	6	40%	\$ 4.500.000	\$ 10.800.000	\$ 10.800.000		\$0	
1.2.3	Un (1) profesional en Biología. Con experiencia profesional de un (1) año y seis (5) meses de experiencia relacionada con análisis hidrobiológico.	1	6	35%	\$ 5.047.000	\$ 10.598.700	\$ 10.598.700		\$0	
1.2.4	Un (1) Técnico Asistencial en recursos naturales con experiencia en muestreo físico-químico, caudales e hidrobiológicos.	1	6	60%	\$ 2.900.000	\$ 10.440.000	\$ 10.440.000		\$0	
1.2.5	Un (1) profesional en Biología, con Maestría en Ciencias Biológicas y Baños de experiencia en formulación de proyectos y análisis hidrobiológico en diversos ecosistemas de Colombia. Con énfasis en taxonomía y ecología de las comunidades biológicas que componen los sistemas limnológicos.	1	6	10%	\$ 4.950.000	\$ 2.970.000	\$ 2.970.000		\$0	
1.2.6	Un (1) profesional en Biología con más de 9 años de experiencia generalizada en estudios de ictiofauna, con conocimientos y experiencia en formulación y ejecución de proyectos de investigación relacionadas en biología y ecología de ictiofauna nativa de diversas cuencas hidrográficas.	1	6	40%	\$ 5.238.327	\$ 12.571.985	\$ 12.571.985		\$0	
1.2 PROFESIONALES CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA						\$ 49.647.335	\$ 49.647.335		\$0	
1. TOTAL PERSONAL						\$ 61.515.935	\$ 49.647.335		\$11.868.600	
2. ANALIS LABORATORIO										
ITEM	DESCRIPCION					VALOR TOTAL	ESPECIE		/ ESPECIE	
2.1	Salidas de campo para los muestreos icticos.					\$ 7.013.584	\$ 7.013.584		\$0	
22	Análisis de laboratorio de muestreos icticos.					\$ 51.745.816	\$ 30.351.616		\$ 21.394.200	
TOTAL 2. ANÁLISIS LABORATORIO Y MUESTREO						\$ 58.759.400	\$ 37.365.200		\$ 21.394.200	
TOTAL PRESUPUESTO OFICIAL (1+2)						\$120.275.335	\$ 87.012.535		\$ 33.262.800	

Tabla 9. Presupuesto Proyecto.

Fuente: Convenio No.3211 de 2023. Carpeta Contractual. SGEN. CAR



Nota: La ejecución presupuestal del presente convenio se evidencia en el aporte en especie (recursos humanos y servicios de laboratorios) proporcionado por ambas entidades. Este aporte se respalda mediante los productos desarrollados, tanto en la metodología empleada (pruebas de laboratorio realizadas), como en su autoría (profesionales dedicados al convenio quienes firmaron los productos a cargo de la Corporación, la Universidad y los productos conjuntos, conforme a lo establecido en la minuta contractual).

4.1.4 EJECUCIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.

En cuanto al avance físico del proyecto, al respecto se tiene una ejecución física del 100 % de las actividades programadas de acuerdo con el Convenio No.3211 de 2023 y cronograma presentado en desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO 5. SUPERVISIÓN ADMINISTRATIVA

En el presente capítulo se presenta la Supervisión Administrativa adelantada en desarrollo de la ejecución del Convenio No. 3211 de 2023, en la cual se presenta la relación de los informes y actas de supervisión en desarrollo del mismo, las cuales permitieron efectuar el seguimiento al avance y ejecución de este, garantizado el cumplimiento con los requerimientos contractuales y estándares de calidad exigidos por la entidad.

De otra parte, el seguimiento y cumplimiento de los requisitos exigidos dentro del sistema HSEQ de la Corporación (Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente, Calidad) y los del sistema que esté formule para la ejecución del contrato.

Será de cargo del contratista la remuneración, prestaciones sociales y aportes al Sistema de Seguridad Social Integral y aportes parafiscales a que haya lugar. Afiliar a su personal a los Sistemas de Seguridad Social en salud, pensiones y riesgos laborales, estar al día en sus pagos incluyendo sus obligaciones parafiscales durante la vigencia del contrato. (Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Servicio Nacional de Aprendizaje –Sena).

5.1 DESCRIPCIÓN INFORMES Y ACTAS DE SUPERVISIÓN.

A continuación, se presenta la relación de los diferentes informes de supervisión en desarrollo del convenio, las cuales permitieron efectuar el seguimiento al avance y ejecución del mismo.

Informe de seguimiento:

No.	Consecutivo	Fecha	Folio	Temática
1.	Informe de supervisión 1	20/12/2023	Se adjunta con el presente informe	Informe de supervisión 1

Tabla 10. Informes Seguimiento.
Fuente: Supervisión Convenio 3211 de 2023



5.2 DESCRIPCIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST.

Conforme a la CLAUSULA TERCERA: COMPROMISOS GENERALES DE LOS CONVINIENTES. La supervisión verifico el cumplimiento de ambas partes del compromiso 11: *Tomar las precauciones necesarias para la protección y seguridad del personal a su cargo, conforme a los compromisos.*

CAPÍTULO 6. SUPERVISIÓN TÉCNICA

6.1 COMPROMISOS DE LOS CONVINIENTES:

En cumplimiento de los compromisos generales del Convenio No. 3211 de 2023, cláusula tercera, el conveniente Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, dio cumplimiento de estos así:

Compromiso General	Consideraciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
1. Designar el supervisor del convenio.	La U.D.C.A designo como supervisor a la Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento, mediante el Plan de Trabajo allegado por la Universidad.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta 1y2 Archivo pdf: Plan de Trabajo Pez Capitan 2023
2. Elaborar y aprobar el Plan Operativo de Trabajo y su cronograma para garantizar la consecución de las fases de cooperación científica y los objetivos del presente Convenio, conjuntamente entre la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental y los grupos de investigación Ciencia Animal de la Universidad, el cual deberá estar orientado a la generación de los productos establecidos	La U.D.C.A allegó el Plan Operativo de trabajo y cronograma, elaborado conjuntamente con la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la CAR.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta 1y2 Archivo pdf: Plan de Trabajo Pez Capitan 2023
3. Ejercer la supervisión técnica, jurídica y administrativa de las actividades, garantizando que las partes convenientes cumplan adecuada y	La U.D.C.A ejerció la supervisión técnica, jurídica y administrativa del convenio, garantizando el cumplimiento oportuno del objeto del convenio.	N/A



Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR
Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental
República de Colombia

oportunamente con el objeto del convenio.		
4. Cumplir con el objeto del convenio dentro del término y en las condiciones acordadas.	La U.D.C.A cumplió con el objeto del convenio dentro del término y las condiciones acordadas.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta 4,16y17 Archivo pdf: Informe de Supervisión Final c3211 de 2023
5. Incorporar la imagen corporativa e institucional de los convenientes en todos los productos y medios publicitarios que se generen en el marco de la ejecución del presente convenio, con el fin de dar a conocer a la comunidad sobre las partes intervinientes del proyecto. Lo anterior, de acuerdo con el Manual de Imagen Corporativo y debidamente aprobado por la Oficina de Comunicaciones de la CORPORACIÓN.	Se incorporo la imagen institucional de ambos convenientes en los productos generados en la ejecución del convenio.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta 5y6, carpeta productos: PRODUCTO 1,2,3,4,5,6,7,8.
6. Verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas en los estudios previos.	La U.D.C.A verifico el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas en los estudios previos.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta 5y6, carpeta productos: PRODUCTO 1,2,3,4,5,6,7,8.
7. Informar oportunamente cualquier anomalía o dificultad que se advierta en el desarrollo del Convenio y proponer alternativas de solución a las mismas.	La U.D.C.A informo oportunamente las novedades que ocurrieron en el desarrollo del Convenio y propusieron alternativas de solución a las mismas.	N/A
8. Asistir y participar en los comités, reuniones de seguimiento y demás eventos que requiera cualquiera de las partes a través de los supervisores y se relacionen con la ejecución del objeto del Convenio.	Las partes participaron en los comités y reuniones de seguimiento que se desarrollaron durante el convenio.	N/A
9. Mantener comunicación directa y constante entre las partes, con el fin	Se mantuvo comunicación directa y constante entre las partes, con el fin	N/A



Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR

Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental

República de Colombia

garantizar la acción oportuna ante imprevisto y la atención a las inquietudes y quejas que se susciten con relación a la ejecución del convenio.	garantizar la acción oportuna ante imprevisto y la atención a las inquietudes y quejas que se suscitaron con relación a la ejecución del convenio.	
10. Atender las peticiones y/o consultas que indiquen las partes a través de los supervisores para el cumplimiento del Convenio.	Se atendieron las peticiones y/o consultas que indicaron las partes a través de los supervisores para el cumplimiento del Convenio.	N/A
11. Tomar las precauciones necesarias para la protección y seguridad del personal a su cargo, conforme a los compromisos.	La U.D.C.A tomo las precauciones necesarias para la protección y seguridad del personal a su cargo, conforme a los compromisos.	N/A
12. Desarrollar las actividades de gestión y fortalecimiento del conocimiento que surjan en el marco del convenio.	Dentro de las actividades de gestión del conocimiento se participó en un conversatorio organizado por la U.D.C.A en el marco de la feria Agro Expo, para socializar los estudios en el Pez Capitán realizados en el marco del convenio.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta 12, archivos pdf: Carta AGROEXPO INVITACIÓN Hernando Ovalle y Link Conversatorio
13. Formular y aplicar los protocolos que deben ser implementados en el desarrollo de las actividades con el fin de garantizar la bioseguridad de los profesionales y el personal a cargo, que participe en la ejecución del convenio, con el fin de evitar los contagios y la propagación de epidemias, pandemias o cualquier evento de salud pública. Lo anterior en concordancia con las normas y recomendaciones relacionadas con esta materia, que sean expedidas por el Gobierno Nacional o por los Gobiernos Departamentales y Locales donde se ejecute el objeto del convenio.	La U.D.C.A aplico los protocolos que debieron ser implementados en el desarrollo de las actividades con el fin de garantizar la bioseguridad de los profesionales y el personal a cargo.	N/A
14. Garantizar el intercambio de información investigativa entre las partes.	Se garantizo el intercambio de información investigativa entre las partes.	N/A
15. Garantizar la confidencialidad de la información compartida entre los convenientes, usarla únicamente para	Se garantizo la confidencialidad de la información compartida entre los convenientes y se usó únicamente para	N/A



los propósitos relacionados con el mismo, y abstenerse de revelarla a terceras personas, en beneficio propio o ajeno, sin el consentimiento previo y por escrito de la parte titular de la información.	los propósitos relacionados con el mismo.	
16. Terminar y liquidar el convenio.	Se termino y liquidado el convenio.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta 4,16y17 Archivo pdf: Informe de Supervisión Final c3211 de 2023
17. Las demás que tiendan al cumplimiento del objeto del convenio.	Se cumplieron los demás compromisos relacionados con la ejecución satisfactoria del convenio.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta 4,16y17 Archivo pdf: Informe de Supervisión Final c3211 de 2023

Tabla 11. Cumplimiento Compromisos Generales de los Convinientes.

Fuente: Supervisión Convenio No. 3211 de 2023.

6.2 COMPROMISOS DE LA CORPORACIÓN

En cumplimiento de los compromisos específicos del Convenio No. 3211 de 2023, cláusula cuarta, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, dio cumplimiento de estos así:

Compromiso General	Consideraciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
1. Cumplir con las responsabilidades y actividades que le correspondan conforme al plan operativo de trabajo	La Corporación cumplió con las responsabilidades y actividades que le correspondieron conforme al plan operativo de trabajo	N/A
2. Asegurar oportunamente los recursos asociados a personal y laboratorios previstos en el presupuesto para el desarrollo de las estrategias, acciones y actividades de cooperación definidas en el presente convenio.	La Corporación aseguró oportunamente los recursos asociados a personal y laboratorios previstos en el presupuesto para el desarrollo de las estrategias, acciones y actividades de	N/A



Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR
 Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental
 República de Colombia

	cooperación definidas en el presente convenio.	
3. Poner a disposición las instalaciones, en especial la del parque Forestal Embalse el Neusa para el desarrollo del presente convenio.	La Corporación puso a disposición las instalaciones, en especial la del parque Forestal Embalse el Neusa para el desarrollo del presente convenio.	N/A
4. informar a la UNIVERSIDAD sobre los eventos, inconsistencias e irregularidades encontradas en el ejercicio de las actividades del convenio, para proceder a su solución o investigación si fuere procedente.	La Corporación informó a la Universidad sobre los eventos, inconsistencias e irregularidades encontradas en el ejercicio de las actividades del convenio.	N/A
5. Generar un procedimiento operativo estandarizado con la información de la captura, medición y transporte de individuos de <i>Eremophilus mutisii</i> , estableciendo las condiciones que deben cumplir, aquellos aptos para reproducción para su posterior colecta.	La Corporación generó el Procedimiento Operativo Estandarizado con la información de la captura, medición y transporte de individuos de <i>Eremophilus mutisii</i> .	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta compromisos de la corporación, carpeta 5 archivo de pdf: PRODUCTO 1 a cargo corporación
6. Desarrollar un informe de resultados basado en el análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras colectadas en los cuerpos de agua donde se encontraron los parentales del pez.	La Corporación desarrolló un informe de resultados basado en el análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras colectadas en los cuerpos de agua donde se encontraron los parentales del pez.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta compromisos de la corporación, carpeta 6 archivo de pdf: PRODUCTO 2 a cargo corporación
7. Estructurar un informe técnico con los resultados de los parámetros fisicoquímicos y los nuestros ícticos de cada uno de los cuerpos de agua donde se colectaron los parentales.	La Corporación estructuró un informe técnico con los resultados de los parámetros fisicoquímicos y los nuestros ícticos de cada uno de los cuerpos de agua donde se colectaron los parentales.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta compromisos de la corporación, carpeta 7 archivo de pdf: PRODUCTO 3 a cargo corporación
8. Generar un informe con los detalles de la adecuación de la estación	La Corporación generó un informe con los detalles de la adecuación de la	La evidencia se encuentra en CD, en la



piscícola Embalse el Neusa para el desarrollo del proyecto.	estación piscícola Embalse el Neusa para el desarrollo del proyecto.	carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta compromisos de la corporación, carpeta 8 archivo de pdf: PRODUCTO 4 a cargo corporación
9. Apoyar en la estructuración de los siguientes productos: Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie y un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto.	La Corporación apoyó en la estructuración de los siguientes productos: Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie y un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 1 compromisos generales, subcarpeta compromisos de la corporación, carpeta 9 archivo de pdf: PRODUCTO 7 y 8 a cargo ambas partes.
10. Todas las demás inherentes o necesarias para la correcta ejecución del presente convenio.	La Corporación cumplió con los demás compromisos inherentes para la correcta ejecución del convenio.	N/A

Tabla 12. Cumplimiento Compromisos de la Corporación.

Fuente: Supervisión Convenio No. 3211 de 2023.

6.3 COMPROMISOS DE LA UNIVERSIDAD:

En cumplimiento de los compromisos específicos del Convenio No. 3211 de 2023, cláusula quinta, el conveniente Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, dio cumplimiento de estas así:

Compromiso Específico	Consideraciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
1.Cumplir con las responsabilidades y actividades que le correspondan conforme al Plan Operativo de Trabajo.	La U.D.C.A cumplió con las responsabilidades y actividades que le correspondan conforme al Plan Operativo de Trabajo.	N/A
2. Poner a disposición los instrumentos y recursos humanos, técnicos, financieros, metodológicos y operativos que sean necesarios para el desarrollo del convenio.	La U.D.C.A puso a disposición los instrumentos y recursos humanos, técnicos, financieros, metodológicos y operativos que fueron necesarios para el desarrollo del convenio.	N/A
3. Cumplir con las recomendaciones que surjan de los acuerdos establecidos en las sesiones de las reuniones de la supervisión.	La U.D.C.A cumplió con las recomendaciones que surgieron de los acuerdos establecidos en las sesiones de las reuniones de la supervisión.	N/A



Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR
Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental
República de Colombia

Compromiso Específico	Consideraciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
4. Informar a la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA, acerca de los avances de los proyectos desarrollados en cooperación y cualquier incidente, problema o interrupción que suceda durante su desarrollo y ejecución.	La U.D.C.A informo a la CAR acerca de los avances de los proyectos desarrollados en cooperación y cualquier incidente, problema o interrupción que sucedió durante su desarrollo y ejecución.	N/A
5. Facilitar el uso de las instalaciones físicas y demás prestaciones que hacen parte de la contrapartida del convenio.	La U.D.C.A facilito el uso de las instalaciones físicas y demás prestaciones que hicieron parte de la contrapartida del convenio.	N/A
6. Brindar la asesoría técnica y científica para el adecuado desarrollo del convenio.	La U.D.C.A brindo la asesoría técnica y científica para el adecuado desarrollo del convenio.	N/A
7. Generar un protocolo operativo estandarizado para la extracción del material genético con fines de estudios genéticos en peces de acuerdo a las especificaciones técnicas previstas en el presente acuerdo	La U.D.C.A genero un protocolo operativo estandarizado para la extracción del material genético con fines de estudios genéticos en peces de acuerdo a las especificaciones técnicas previstas en el presente acuerdo.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 2 compromisos específicos, subcarpeta 7, archivo pdf: PRODUCTO 5 a cargo universidad.
8. Consolidar un banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4 denominada "Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción" conforme al cuadro en el cual se plantea el proyecto.	La U.D.C.A consolido un banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4 denominada "Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción" conforme al cuadro en el cual se planteó el proyecto.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 2 compromisos específicos, subcarpeta 8, archivo pdf: PRODUCTO 6 a cargo universidad.
9. Desarrollar, en conjunto con la Corporación Autónoma de Cundinamarca los siguientes productos: Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie, y un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto.	La U.D.C.A desarrollo, en conjunto con la Corporación Autónoma de Cundinamarca los siguientes productos: Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie, y un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 2 compromisos específicos, subcarpeta 9, archivo pdf: PRODUCTO 7 y 8 a cargo ambas partes.
10. Todas las demás inherentes o necesarias para la correcta ejecución del convenio.	La U.D.C.A cumplió los demás compromisos inherentes o necesarias para la correcta ejecución del convenio.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 2 compromisos específicos, subcarpeta 10, archivo pdf:



Compromiso Especifico	Consideraciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
		Informe de Supervisión Final c3211 de 2023

Tabla 13. Cumplimiento Compromisos de la Universidad.
Fuente: Supervisión Convenio No. 3211 de 2023

6.3 APROBACIONES PRODUCTOS/ENTREGABLES

En cumplimiento de los productos y/o informes a entregar en desarrollo del Convenio No. 3211 de 2023, cláusula séptima, tal como lo estipula la minuta, se dio cumplimiento de estas así:

PRODUCTOS A CARGO DE LA CORPORACION:

Productos / Entregables	Soportes, Trazabilidad y Aprobaciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
PRODUCTO No. 1: Un (1) procedimiento operativo estandarizado con la información de la captura, medición y transporte de individuos de <i>Eremophilus mutisii</i> , estableciendo las condiciones que deben cumplir aquellos aptos para reproducción para su posterior colecta.	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 3 productos, subcarpeta producto 1 archivo de pdf: PRODUCTO 1 a cargo corporación
PRODUCTO No. 2: Un (1) informe de resultados basado en el análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras colectadas en los cuerpos de agua donde se encontraron los parentales del pez.	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 3 productos, subcarpeta producto 2 archivo de pdf: PRODUCTO 2 a cargo corporación
PRODUCTO No. 3: Un (1) informe técnico con los resultados de los parámetros fisicoquímicos y los muestreos ícticos de cada uno de los cuerpos de agua en donde se colectaron los parentales.	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 3 productos, subcarpeta producto 3 archivo de pdf: PRODUCTO 3 a cargo corporación
PRODUCTO No. 4: Un (1) informe con los detalles de la adecuación de la Estación Piscícola Embalse el Neusa.	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 3 productos, subcarpeta producto 4 archivo de pdf: PRODUCTO 4 a cargo corporación

Tabla 14. Trazabilidad Productos y/o Informes. Productos a cargo de la Corporación.
Fuente: Supervisión Convenio No. 3211 de 2023



PRODUCTOS A CARGO DE LA UNIVERSIDAD:

Productos / Entregables	Soportes, Trazabilidad y Aprobaciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
PRODUCTO No. 5: Un (1) protocolo operativo estandarizado para la extracción del material genético con fines de estudios genéticos en peces.	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 3 productos, subcarpeta producto 5 archivo de pdf: PRODUCTO 5 a cargo universidad
PRODUCTO No. 6: Un (1) banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4 denominada "Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción".	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 3 productos, subcarpeta producto 6 archivo de pdf: PRODUCTO 6 a cargo universidad

Tabla 15. Trazabilidad Productos y/o Informes. Productos a cargo de la Universidad.

Fuente: Supervisión Convenio No. 3211 de 2023

PRODUCTOS A CARGO DE AMBAS PARTES:

Productos / Entregables	Soportes, Trazabilidad y Aprobaciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
PRODUCTO No. 7: Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie. El documento deberá tener en cuenta los requerimientos de existencia y calidad exigidos por el Ministerio de ciencia y Tecnología de Colombia como producto (2.2.3.4.9 Informes técnicos) para reconocimiento y medición de grupos de investigación y desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del SNCTI (Ver https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_documento_conceptual_2021.pdf)	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 3 productos, subcarpeta producto 7 archivo de pdf: PRODUCTO 7 ambas partes



Productos / Entregables	Soportes, Trazabilidad y Aprobaciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
PRODUCTO No. 8: Un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto. Debe disponer de todos los elementos necesarios siguiendo los requerimientos de existencia y calidad exigidos por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Colombia como producto (2.2.3.5.1.1 Publicaciones editoriales no especializadas) para reconocimiento y medición de grupos de investigación y desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del SNCTI (ver https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_documento_conceptual_2021.pdf).	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	La evidencia se encuentra en CD, en la carpeta 3 productos, subcarpeta producto 8 archivo de pdf: PRODUCTO 8 ambas partes

Tabla 16. Trazabilidad Productos y/o Informes. Productos a cargo de Ambas Partes.

Fuente: Supervisión Convenio No. 3211 de 2023

El presente Informe de Supervisión Final hace parte integral del Acta de Liquidación.

NOTA: En mi calidad de Director de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental – DLIA de la CAR, a la fecha de suscripción del presente documento y propendiendo por la buena gestión de esta dirección en el avance de las supervisiones, se tienen en cuenta la existencia de documentos que en su momento de vigencia y ejecución del cumplimiento correspondiente, fueron suscritos por el supervisor en ejercicio y hacen parte del proceso contractual, como lo son informes de supervisión, informes de pago y sus soportes respectivos de acuerdo con la ejecución contractual debidamente aprobados y firmados.

En constancia de lo anterior, se suscribe a los 10 días del mes de octubre del año 2024.

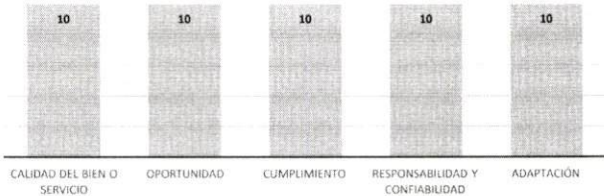

JULIO CÉSAR PULIDO PUERTO
Supervisor

Revisó: Sebastián Garcés Restrepo (Contratista-DLIA) 
Revisó: Viviana Rojas Muñoz (Contratista – DLIA) 
Elaboro: Mayra Alejandra Rojas Tovar (Contratista-DLIA) 

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA DEPENDENCIA		Hoja 1 de 4	
		Fecha:		2 8 1 2 0 2 3	
		DD MM AA			
		Contrato No.		3211 de 2023	
FORMATO ACTA DE TERMINACIÓN CONTRATOS O CONVENIOS					
CONTRATO Y / O CONVENIO No. 3211 DE 2023 (Número de contrato) (Año de suscripción)					
MODALIDAD CONTRACTUAL:					
LICITACIÓN PÚBLICA		☐		CONCURSO DE MERITOS	
CONTRATACIÓN DIRECTA		☐		SELECCIÓN ABREVIADA	
CONVENIO		☒		convenio especial de cooperación No. 3211 de 2023	
(Indique en este espacio la identificación de la licitación pública, Selección Abreviada, Concurso de Méritos, contratación directa o Convenio celebrado)					
OBJETO DEL CONTRATO Y/O CONVENIO					
AJUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CUYO OBJETO ES GENERAR UN PROTOCOLO PARA LA REPRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PEZ CAPITAN DE LA SABANA (EREMOPHILUS MUTISI) EN LA ESTACIÓN PISCICOLA DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE EL NEUSA.					
La ejecución del Convenio Especial de Cooperación se desarrollará en las instalaciones de la estación piscícola Parque Forestal Embalse del Neusa, la sede de Bogotá de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - U.D.C.A., ubicada en la Calle 222 N 55 - 37, y en la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental, ubicada en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) - Parque Industrial Santo Domingo.					
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO					
(Indique en este espacio el sitio de ejecución del contrato)					
DURACIÓN INICIAL					
Seta (B)					
(Mes) (Año)					
FECHA DE INICIACIÓN DEL CONTRATO					
29 Junio 2023					
(Día) (Mes) (Año)					
PRÓRROGAS					
CONTRATO ADICIONAL No. TIEMPO (DÍAS CALENDARIOS)					
N/A N/A					
N/A N/A					
N/A N/A					
N/A N/A					
SUSPENSIÓN Y AMPLIACIONES DE SUSPENSIÓN					
ACTAS Nos. TIEMPO (DÍAS CALENDARIOS)					
N/A N/A					
N/A N/A					
N/A N/A					
N/A N/A					
FECHA DE TERMINACIÓN INICIAL					
28 DE diciembre DE 2023					
(Día) (Mes) (Año)					
FECHA DE TERMINACIÓN					
N/A DE N/A DE N/A					
(Día) (Mes) (Año)					
CONTRATISTA					
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A.					
SUPERVISOR					
JULIO CESAR PULIDO PUERTO					
En Bogotá a los 28 días del mes de diciembre de 2023 se					
reunieron GERMAN ANZOLA MONTERO, representante legal del Contratista,					
y JULIO CESAR PULIDO PUERTO, supervisor de la CAR, con el fin de dar por terminado el convenio especial de cooperación anteriormente citado,					
cuyo plazo de ejecución venció el día 28 de diciembre de 2023.					
OBSERVACIONES:					
La terminación del contrato no releva al contratista, de sus responsabilidades y obligaciones de acuerdo con lo establecido en las normas legales vigentes. En mi calidad de director de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental - DLIA de la CAR a la fecha de suscripción del presente documento y propendiendo por la buena gestión de esta dirección en el avance de las supervisiones se tienen en cuenta la existencia de documentos que en su momento de vigencia y ejecución del cumplimiento correspondiente fueron suscritos por el supervisor en ejercicio y hacen parte del proceso contractual como lo son informes de supervisión, informes de pagos y sus soportes respectivos de acuerdo con la ejecución contractual debidamente aprobados y firmados.					
CONCLUSIONES					
Con fundamento en lo anterior, el Supervisor deja constancia que el Contratista cumplió con el objeto del contrato a satisfacción y no queda pendiente a su favor saldo alguno.					
Para constancia de lo anterior, firman la presente acta los que en ella intervinieron a los 27 días del mes de noviembre de 2024.					
					
JULIO CESAR PULIDO PUERTO Supervisor CAR					
					
GERMAN ANZOLA MONTERO Representante Legal del Contratista					
Proyección					
Firma: 					
Nombre Completo: Viviana Rojas Muñoz					
Cargo: Contratista					
Dependencia: Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental - DLIA					
Revisión					
Firma: 					
Nombre Completo: Mayra Alejandra Rojas Tovar					
Cargo: Contratista					
Dependencia: Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental - DLIA					
Original: Carpeta del Contrato No. 3211 de 2023					
1ra. Copia: Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental - DLIA					
2da. Copia: Supervisor CAR - Julio Cesar Pulido Puerto					
3ra. Copia: Contratista: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.					



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
REEVALUACIÓN A PROVEEDORES

INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha de reevaluación	(10/10/2024)	Dependencia que realiza la reevaluación	Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental-DLIA
Nombre del proveedor	UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A	Número del contrato o convenio	3211 DE 2023
Objeto del contrato o convenio	AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CUYO OBJETO ES GENERAR UN PROTOCOLO PARA LA REPRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PEZ CAPITAN DE LA SABANA (EREMOPHILUS MUTISII) EN LA ESTACIÓN PISCICOLA DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE EL NEUSA.		
SISTEMA DE PUNTUACIÓN			
Para evaluar los criterios de calificación del bien o servicio se deberá considerar la siguiente puntuación:			
	Excelente 10	Satisfactorio 9 y 8	Aceptable 7 y 6
		Deficiente menor de 6	
CRITERIOS DE CALIFICACIÓN			
Factor de Reevaluación	Criterio	Calificación	
CALIDAD DEL BIEN O SERVICIO	Cumplió con todas y cada una de las obligaciones específicas establecidas en el contrato.	10.00	
	Entregó todos y cada uno de los productos establecidos en el contrato.	10.00	
	La calidad de las especificaciones técnicas del bien o servicio, cumplieron con lo requerido por la Corporación.	10.00	
	PROMEDIO TOTAL	10.00	
OPORTUNIDAD	El tiempo de respuesta del proveedor frente a los requerimientos de la Corporación se realizaron de manera oportuna en el tiempo otorgado.	10.00	
	Las respuestas dadas por el proveedor fueron acordes con lo solicitado por la Corporación.	10.00	
	PROMEDIO TOTAL	10.00	
CUMPLIMIENTO	Cumplió con los plazos establecidos en el contrato respecto a la entrega del bien o servicio.	10.00	
	Cumple con los requerimientos establecidos en el Anexo 2 del Manual de Interventoría y Supervisión.	10.00	
	PROMEDIO TOTAL	10.00	
RESPONSABILIDAD Y CONFIABILIDAD	Suministró la información y documentación técnica, financiera, administrativa y ambiental requerida por la Corporación.	10.00	
	El proveedor contó con el personal competente e idóneo requerido por la Corporación.	10.00	
	PROMEDIO TOTAL	10.00	
ADAPTACIÓN	El proveedor se acopló a las necesidades de la Corporación, considerando los diferentes requerimientos y observaciones realizadas durante la ejecución del contrato.	10.00	
	PROMEDIO TOTAL	10.00	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
			
PUNTAJE TOTAL			10.00
PUNTAJE CATEGORIA	CALIFICACIÓN	RESULTADO	
10	Excelente	Excelente	
Entre 9 y 8	Satisfactorio		
Entre 7 y 6	Aceptable		
menor de 6	Deficiente		
Observaciones:			
Nombre del supervisor	JULIO CESAR PULIDO PUERTO	No. Cédula Supervisor	79684006
Firma supervisor			



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS Y OBLIGACIONES CONTRACTUALES**

OBJETO DEL CONVENIO: AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CUYO OBJETO ES GENERAR UN PROTOCOLO PARA LA REPRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PEZ CAPITAN DE LA SABANA (EREMOPHILUS MUTISII) EN LA ESTACIÓN PISCICOLA DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE EL NEUSA.

JULIO CESAR PULIDO PUERTO, supervisor asignado a la ejecución del Convenio No. 3211-2023, a la fecha de suscripción del presente documento y propendiendo por la buena gestión de esta dirección en el avance de las supervisiones, tiene en cuenta la existencia de documentos que, en su momento de vigencia y ejecución del cumplimiento correspondiente, fueron suscritos por el supervisor en ejercicio y hacen parte del proceso contractual, como lo son informes de supervisión y sus respectivos soportes, de acuerdo con la ejecución contractual debidamente aprobados y firmados.

En este sentido, hago constar que la UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A., ejecutó la totalidad del objeto pactado con la Corporación, cumpliendo con todos y cada uno de los compromisos y productos contenidos en la minuta contractual.

COMPROMISOS DE LA UNIVERSIDAD:

1. Cumplir con las responsabilidades y actividades que le correspondan conforme al Plan Operativo de Trabajo.
2. Poner a disposición los instrumentos y recursos humanos, técnicos, financieros, metodológicos y operativos que sean necesarios para el desarrollo del convenio.
3. Cumplir con las recomendaciones que surjan de los acuerdos establecidos en las sesiones de las reuniones de la supervisión.
4. Informar a la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA, acerca de los avances de los proyectos desarrollados en cooperación y cualquier incidente, problema o interrupción que suceda durante su desarrollo y ejecución.
5. Facilitar el uso de las instalaciones físicas y demás prestaciones que hacen parte de la contrapartida del convenio.
6. Brindar la asesoría técnica y científica para el adecuado desarrollo del convenio.
7. Generar un protocolo operativo estandarizado para la extracción del material genético con fines de estudios genéticos en peces de acuerdo a las especificaciones técnicas previstas en el presente acuerdo.
8. Consolidar un banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4 denominada "Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción" conforme al cuadro en el cual se plantea el proyecto.

"Territorio Ambientalmente Sostenible"

Av. Esperanza # 62-49 Costado Esfera - Pisos 6 y 7 Bogotá – Colombia
Conmutador: 580 1111 Ext. 1122 www.car.gov.co



9. Desarrollar, en conjunto con la Corporación Autónoma de Cundinamarca los siguientes productos: Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie, y un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto.
10. Todas las demás inherentes o necesarias para la correcta ejecución del convenio.

PRODUCTOS:

B. PRODUCTOS A CARGO DE LA UNIVERSIDAD:

5. Un (1) protocolo operativo estandarizado para la extracción del material genético con fines de estudios genéticos en peces.
6. Un (1) banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4 denominada "Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción".

"Territorio Ambientalmente Sostenible"

Av. Esperanza # 62-49 Costado Esfera - Pisos 6 y 7 Bogotá – Colombia
Conmutador: 580 1111 Ext. 1122 www.car.gov.co



C. PRODUCTOS A CARGO DE AMBAS PARTES:

7. Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie. El documento deberá tener en cuenta los requerimientos de existencia y calidad exigidos por el Ministerio de ciencia y Tecnología de Colombia como producto (2.2.3.4.9 Informes técnicos) para reconocimiento y medición de grupos de investigación y desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del SNCTI (Ver https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_documento_conceptual_2021.pdf)
8. Un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto. Debe disponer de todos los elementos necesarios siguiendo los requerimientos de existencia y calidad exigidos por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Colombia como producto (2.2.3.5.1.1 Publicaciones editoriales no especializadas) para reconocimiento y medición de grupos de investigación y desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del SNCTI (ver https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_documento_conceptual_2021.pdf).

Fecha: 10/10/2024

JULIO CESAR PULIDO PUERTO
Supervisor

Proyección	Revisión
Firma:	Firma:
Nombre Completo: Mayra Alejandra Rojas Tovar	Nombre Completo: Viviana Rojas Muñoz
Cargo: Contratista	Cargo: Contratista
Dependencia: Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental - DLIA	Dependencia: Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental - DLIA

"Territorio Ambientalmente Sostenible"
Av. Esperanza # 62-49 Costado Esfera - Pisos 6 y 7 Bogotá – Colombia
Conmutador: 580 1111 Ext. 1122 www.car.gov.co



**CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN
SUPERIOR**

2023-ER-960552

EL SUBDIRECTOR (E) DE INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DEL VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN
SUPERIOR EN CUMPLIMIENTO DE LAS FUNCIONES ATRIBUÍDAS POR EL DECRETO 5012 DE 2009 Y
LA RESOLUCIÓN 004100 DEL 14 DE MARZO DE 2023

CERTIFICA

Que el/la UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES - UDCA - (código: 1835), es una institución de educación superior PRIVADA, de utilidad común, sin ánimo de lucro y su carácter académico es el de UNIVERSIDAD, con personería jurídica reconocida mediante RESOLUCION 7392 de 1983-05-20, expedido(a) por el/la MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL.

Institución anteriormente denominada Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA(código 2819).

Que mediante Resoluciones Ministeriales Nos. 802 del 11 de marzo de 2005 y 22886 del 31 de diciembre de 2014, expedidas por el Ministerio de Educación Nacional, le han sido ratificadas unas reformas estatutarias.

Que mediante Resolución 001405 del 22 de enero de 2021, expedida por el Ministerio de Educación Nacional, le fue ratificada una reforma estatutaria a la UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES - UDCA., con domicilio en Bogotá D.C. y aprobada mediante Acta 090 del 24 de junio de 2020 por parte de la Asamblea General de la institución.

La información de contacto de la institución Correo electrónico: ganzola@udca.edu.co, Dirección: CALLE 222 54 37 - Bogotá, D.C., Teléfono: 6684700.

La información consignada en este certificado corresponde a la reportada por la institución.

Esta institución de educación superior está sujeta a la inspección y vigilancia por el Ministerio de Educación Nacional.

El presente documento electrónico tiene validez conforme a lo dispuesto en la Ley 527 de 1999 y las demás normas que los complementen, modifiquen o reemplacen. Para verificar la autenticidad del presente certificado o ver el documento electrónico, escaneé el código QR que se encuentra en la esquina superior derecha o ingrese a <https://vumen.mineduacion.gov.co/>, seleccionando la opción Consultar Certificado y diligencie el formulario.

INSTITUCION - PRINCIPAL

NOMBRE	IDENTIDAD	CARGO	ACTO INTERNO	PERIODO	FECHA INSCRIPCION	ESTADO
GERMAN ANZOLA MONTERO	CC 17139367 Bogotá, D.C.	RECTOR	ACTA 095 2023-03-29 ASAMBLEA	Desde: 2023-03-14 Hasta: 2028-03-13	2023-04-10	Activo
GERMAN ANZOLA MONTERO	CC 17139367 Bogotá, D.C.	REPRESENTANTE LEGAL	ACTA 095 2023-03-29 ASAMBLEA	Desde: 2023-03-14 Hasta: 2028-03-13	2023-04-10	Activo
ANA MARIA SANCHEZ VARGAS	CC 51778947 Bogotá, D.C.	REPRESENTANTE LEGAL SUPLENTE	ACTA 092 2022-03-23 ASAMBLEA GENERAL	Desde: 2022-03-23 Hasta: 2024-03-23	2022-07-06	Activo

INSTITUCIÓN - SECCIONALES

SECCIONAL	NOMBRE	IDENTIDAD	CARGO	ACTO INTERNO	PERIODO	FECHA INSCRIPCION	ESTADO
-----------	--------	-----------	-------	--------------	---------	-------------------	--------

Se expide la presente certificación en Bogotá D.C. a los 18 días del mes de diciembre de 2023, por solicitud de UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES UDCA., según radicado 2023-ER-960552.

Cordialmente;



LUIS FERNANDO SALGUERO ARIZA

Subdirector de Inspección y Vigilancia (E)

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 17.139.367

ANZOLA MONTERO

APELLIDOS
GERMAN

NOMBRES

FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO 14-FEB-1946

BOGOTA D.C.
(CUNDINAMARCA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.62

ESTATURA

O+

GRUPO SANG

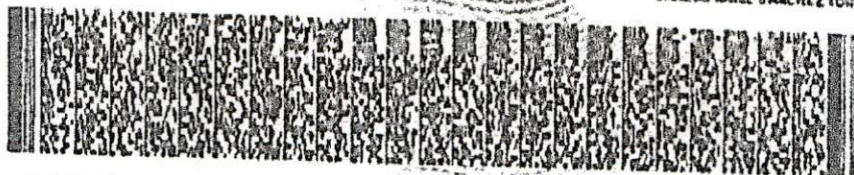
M

SEXO

02-MAR-1967-BOGOTA D.C.

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARISTO SANCHEZ TORRES



A-1500100-00159769-M-0017139367-20090020

0012711231H 1

8170011513

2. Concepto **02** Actualización

4. Número de formulario

14907348005



(415)7707212489984(8020) 000001490734800 5

5. Número de identificación Tributaria (NIT)
8 6 0 4 0 3 7 2 1 2

6. DV 12. Dirección seccional
Impuestos de Bogotá

34. Buzón electrónico

IDENTIFICACIÓN

24. Tipo de contribuyente
Persona jurídica

25. Tipo de documento
1

26. Número de identificación

27. Fecha expedición

Lugar de expedición 28. País 29. Departamento 30. Ciudad/Municipio

31. Primer apellido 32. Segundo apellido 33. Primer nombre 34. Otros nombres

35. Razón social
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES UDCA

36. Nombre comercial
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES.

37. Sigla
UDCA

UBICACIÓN

38. País 39. Departamento 40. Ciudad/Municipio
COLOMBIA 1 6 9 Bogotá D.C. 1 1 Bogotá, D.C. 0 0 1

41. Dirección principal
CL 222 54 37 BRR PARCELACION EL JARDIN

42. Correo electrónico contabilidad@udca.edu.co

43. Código postal 44. Teléfono 1 6 6 8 4 7 0 0 45. Teléfono 2 6 7 6 2 5 8 9

CLASIFICACIÓN

Actividad principal		Actividad económica secundaria		Otras actividades		Ocupación	52. Número establecimientos
46. Código	47. Fecha inicio actividad	48. Código	49. Fecha inicio actividad	50. Código	1 2	51. Código	
8 5 4 4	1 9 8 3 0 5 2 0						

Responsabilidades, Calidades y Atributos

Código 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26
Código 4 7 8 9 1 4 1 6 4 2 5 2 5 5

04- Impto. renta y compl. régimen especial 52- Facturador electrónico

07- Retención en la fuente a título de rent 55- Informante de Beneficiarios Finales

08- Retención timbre nacional

09- Retención en la fuente en el impuesto

14- Informante de exogena

16- Obligación facturar por ingresos bienes

42- Obligado a llevar contabilidad

Obligados aduaneros

Exportadores

Obligados aduaneros																				Exportadores						
54. Código																				55. Forma	56. Tipo	Servicio		1	2	3

IMPORTANTE: Sin perjuicio de las actualizaciones a que haya lugar, la inscripción en el Registro Único Tributario -RUT-, tendrá vigencia indefinida y en consecuencia no se exigirá su renovación

Para uso exclusivo de la DIAN

59. Anexos SI ☐ NO ☒ 60. No. de Folios: 0 61. Fecha: 2023-04-10 10:51:03

La información suministrada a través del formulario oficial de inscripción, actualización, suspensión y cancelación del Registro Único Tributario (RUT), deberá ser exacta y veraz, en caso de constatar inexactitud en alguno de los datos suministrados se adelantarán los procedimientos administrativos sancionatorios o de suspensión, según el caso.
Parágrafo del artículo 1.6.1.2.20 del Decreto 1625 de 2016
Firma del solicitante:

Sin perjuicio de las verificaciones que la DIAN realice.
Firma autorizada:

984. Nombre ANZOLA MONTERO GERMAN
985. Cargo Representante legal Certificado

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario

14907348005



(415)7707212489984(8020) 000001490734800 5

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)

8 6 0 4 0 3 7 2 1 2

6. DV

2

12. Dirección seccional

Impuestos de Bogotá

14. Buzón electrónico

Características y formas de las organizaciones

62. Naturaleza

2

63. Formas asociativas

65. Fondos

66. Cooperativas

68. Sin personería jurídica

69. Otras organizaciones no clasificadas

1 9

64. Entidades o institutos de derecho público de orden nacional, departamental, municipal y descentralizados

67. Sociedades y organismos extranjeros

70. Beneficio

2

Constitución, Registro y Última Reforma

Composición del Capital

Documento	1. Constitución	2. Reforma	
71. Clase	0 8		82. Nacional
72. Número	7 3 9 2		1 0 0 %
73. Fecha	1 9 8 3 0 5 2 0		83. Nacional público
74. Número de notaría			0 . 0 %
75. Entidad de registro	0 6		84. Nacional privado
76. Fecha de registro	1 9 8 3 0 5 2 0		1 0 0 . 0 %
77. No. Matricula mercantil			85. Extranjero
78. Departamento	1 1		0 %
79. Ciudad/Municipio	0 0 1		86. Extranjero público
			0 . 0 %
			87. Extranjero privado
			0 . 0 %

Vigencia

80. Desde

1 9 8 3 0 5 2 0

81. Hasta

2 0 9 9 1 2 3 1

Entidad de vigilancia y control

88. Entidad de vigilancia y control

Estado y Beneficio

Item	89. Estado actual	90. Fecha cambio de estado	91. Número de Identificación Tributaria (NIT)	92. DV
1	8 0	2 0 1 6 0 7 1 2		
2				
3				
4				
5				

Vinculación económica

93. Vinculación económica	94. Nombre del grupo económico y/o empresarial	95. Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Matriz o Controlante	96. DV.
97. Nombre o razón social de la matriz o controlante			
170. Número de identificación tributaria otorgado en el exterior	171. País	172. Número de identificación tributaria sociedad o natural del exterior con EP	
173. Nombre o razón social de la sociedad o natural del exterior con EP			

DIAN POR UNA COLOMBIA MAS HONESTA		Formulario del Registro Único Tributario Representación		001	
Espacio reservado para la DIAN			Página 3 de 4 Hoja 3		
			4. Número de formulario 14907348005		
 (415)7707212489984(8020) 0000014907348005					
5. Número de Identificación Tributaria (NIT) 8 6 0 4 0 3 7 2 1 2		6. DV 2		12. Dirección seccional Impuestos de Bogotá	
14. Buzón electrónico					
Representación					
98. Representación REPRS LEGAL PRIN		18		99. Fecha inicio ejercicio representación 2 0 1 8 0 3 1 4	
100. Tipo de documento Cédula de Ciudadanía 1 3		101. Número de identificación 1 7 1 3 9 3 6 7		102. DV 103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido ANZOLA		105. Segundo apellido MONTERO		106. Primer nombre GERMÁN	
107. Otros nombres		108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	
98. Representación REPRS LEGAL SUPL		19		99. Fecha inicio ejercicio representación 2 0 1 8 0 3 1 4	
100. Tipo de documento Cédula de Ciudadanía 1 3		101. Número de identificación 5 1 7 7 8 9 4 7		102. DV 103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido SANCHEZ		105. Segundo apellido VARGAS		106. Primer nombre ANA	
107. Otros nombres MARIA		108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	
98. Representación APOD. GENERAL		0 7		99. Fecha inicio ejercicio representación 2 0 1 5 0 7 2 7	
100. Tipo de documento Cédula de Ciudadanía 1 3		101. Número de identificación 1 7 1 3 0 9 2 8		102. DV 103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido MARTINEZ		105. Segundo apellido LOPEZ		106. Primer nombre JORGE	
107. Otros nombres ALEJANDRO		108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	
98. Representación		99. Fecha inicio ejercicio representación		100. Tipo de documento	
101. Número de identificación		102. DV		103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido		105. Segundo apellido		106. Primer nombre	
107. Otros nombres		108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	
110. Razón social representante legal		98. Representación		99. Fecha inicio ejercicio representación	
100. Tipo de documento		101. Número de identificación		102. DV	
103. Número de tarjeta profesional		104. Primer apellido		105. Segundo apellido	
106. Primer nombre		107. Otros nombres		108. Número de Identificación Tributaria (NIT)	
109. DV		110. Razón social representante legal		98. Representación	
99. Fecha inicio ejercicio representación		100. Tipo de documento		101. Número de identificación	
102. DV		103. Número de tarjeta profesional		104. Primer apellido	
105. Segundo apellido		106. Primer nombre		107. Otros nombres	
108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV		110. Razón social representante legal	

		Formulario del Registro Único Tributario Revisor Fiscal y Contador		001	
Espacio reservado para la DIAN				Página 4 de 4 Hoja 5	
				4. Número de formulario 14907348005	
 (415)7707212489984(8020) 000001490734800 5					
5. Número de Identificación Tributaria (NIT) 8 6 0 4 0 3 7 2 1 2		6. DV 2		12. Dirección seccional Impuestos de Bogotá	
				14. Buzón electrónico 3 2	
Revisor Fiscal y Contador					
124. Tipo de documento Cédula de Ciudadanía 1 3		125. Número de identificación 7 9 8 5 9 0 1 8		126. DV 127. Número de tarjeta profesional 8 6 9 6 0 T	
128. Primer apellido VARELA		129. Segundo apellido MORA		130. Primer nombre JORGE	
132. Número de Identificación Tributaria (NIT)		133. DV		134. Sociedad o firma designada	
135. Fecha de nombramiento 2 0 0 7 0 7 0 9					
136. Tipo de documento		137. Número de identificación		138. DV	
140. Primer apellido		141. Segundo apellido		142. Primer nombre	
144. Número de Identificación Tributaria (NIT)		145. DV		146. Sociedad o firma designada	
147. Fecha de nombramiento					
148. Tipo de documento		149. Número de identificación		150. DV	
152. Primer apellido		153. Segundo apellido		154. Primer nombre	
156. Número de Identificación Tributaria (NIT)		157. DV		158. Sociedad o firma designada	
159. Fecha de nombramiento					



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA
REGIONAL DE CUNDINAMARCA**

DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL (DLIA)

Hoja 1 de 4

Fecha:

20 12 2023

DD MM AA

Contrato N° 3211-2023

FORMATO INFORME MENSUAL DE SUPERVISIÓN Y/O INTERVENTORÍA

CONVENIO No. 3211 DE 2023

(Número de contrato)

(Año de suscripción)

SUMINISTRO ☐ CONSULTORIA ☐ PREST. DE SERV ☐ OBRA ☐ OTRO ☒ INTERVENTORÍA ☐ SUPERVISIÓN ☐

I. OBJETO DEL CONTRATO

Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para el desarrollo del proyecto de investigación científica cuyo objeto es generar un protocolo para la reproducción y mantenimiento del Pez Capitán de la Sabana (EREMOPHILUS MUTISII) en la Estación Piscícola del Parque Forestal Embalse el Neusa.

II. OBJETO DEL INFORME DE SUPERVISIÓN Y/O INTERVENTORÍA

ENTREGA DEL INFORME N°1 DE SUPERVISIÓN DE ACTIVIDADES DEL CONVENIO DE COOPERACIÓN No.3211 DE 2023 CUYO OBJETO ES "AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CUYO OBJETO ES GENERAR UN PROTOCOLO PARA LA REPRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PEZ CAPITÁN DE LA SABANA (EREMOPHILUS MUTISII) EN LA ESTACIÓN PISCÍCOLA DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE EL NEUSA." CORRESPONDIENTE AL PERIODO DE EJECUCIÓN ENTRE EL 2023-06-29 AL 2023-12-20.

III. ESTADO ACTUAL DE EJECUCIÓN DEL CONVENIO

La UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A y la CAR, ha desarrollado las actividades estipuladas dentro en las cláusulas del convenio.

FECHA DE INICIO: 29-06-2023

PLAZO TOTAL: SEIS (6) MESES

FECHA DE TERMINACIÓN: 28-12-2024

PORCENTAJE DE EJECUCIÓN DEL CONVENIO: 100%

IV. RESUMEN DEL INFORME ENTREGADO POR EL CONTRATISTA O RESULTADO DE LA VISITA DE SUPERVISIÓN Y/O INTERVENTORÍA

Cumplimiento de las obligaciones del convenio:

I. Compromisos Generales del Conveniente

El conveniente cumplió con las obligaciones generales del contrato **Sí X No** _____

II. Cumplimiento de los compromisos específicos del convenio:

Compromiso Específico	Porcentaje de Avance (%)	Consideraciones
1.Cumplir con las responsabilidades y actividades que le correspondan conforme al Plan Operativo de Trabajo.	100%	La U.D.C.A cumplió con las responsabilidades y actividades que le correspondan conforme al Plan Operativo de Trabajo.



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA
REGIONAL DE CUNDINAMARCA**

DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL (DLIA)

Hoja 2 de 4

Fecha:

20 12 2023

DD MM AA

Contrato N° 3211-2023

2. Poner a disposición los instrumentos y recursos humanos, técnicos, financieros, metodológicos y operativos que sean necesarios para el desarrollo del convenio.	100%	La U.D.C.A puso a disposición los instrumentos y recursos humanos, técnicos, financieros, metodológicos y operativos que fueron necesarios para el desarrollo del convenio.
3. Cumplir con las recomendaciones que surjan de los acuerdos establecidos en las sesiones de las reuniones de la supervisión.	100%	La U.D.C.A cumplió con las recomendaciones que surgieron de los acuerdos establecidos en las sesiones de las reuniones de la supervisión.
4. Informar a la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA, acerca de los avances de los proyectos desarrollados en cooperación y cualquier incidente, problema o interrupción que suceda durante su desarrollo y ejecución.	100%	La U.D.C.A informo a la CAR acerca de los avances de los proyectos desarrollados en cooperación y cualquier incidente, problema o interrupción que sucedió durante su desarrollo y ejecución.
5. Facilitar el uso de las instalaciones físicas y demás prestaciones que hacen parte de la contrapartida del convenio.	100%	La U.D.C.A facilito el uso de las instalaciones físicas y demás prestaciones que hicieron parte de la contrapartida del convenio.
6. Brindar la asesoría técnica y científica para el adecuado desarrollo del convenio.	100%	La U.D.C.A brindo la asesoría técnica y científica para el adecuado desarrollo del convenio.
7. Generar un protocolo operativo estandarizado para la extracción del material genético con fines de estudios genéticos en peces de acuerdo a las especificaciones técnicas previstas en el presente acuerdo	100%	La U.D.C.A genero un protocolo operativo estandarizado para la extracción del material genético con fines de estudios genéticos en peces de acuerdo a las especificaciones técnicas previstas en el presente acuerdo.
8. Consolidar un banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4 denominada "Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción" conforme al cuadro en el cual se plantea el proyecto.	100%	La U.D.C.A consolido un banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4 denominada "Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción" conforme al cuadro en el cual se planteó el proyecto.
9. Desarrollar, en conjunto con la Corporación Autónoma de Cundinamarca los siguientes productos: Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie, y un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto.	100%	La U.D.C.A desarrollo, en conjunto con la Corporación Autónoma de Cundinamarca los siguientes productos: Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie, y un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto.
10. Todas las demás inherentes o necesarias para la correcta ejecución del convenio.	100%	La U.D.C.A cumplió los demás compromisos inherentes o necesarias para la correcta ejecución del convenio.



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA
REGIONAL DE CUNDINAMARCA**

DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL (DLIA)

Hoja 3 de 4

Fecha:

20	12	2023
DD	MM	AA

Contrato N°	3211-2023
-------------	-----------

III. Cumplimiento de los productos del convenio:

Productos / Entregables	Cumplimiento	Soportes, Trazabilidad y Aprobaciones	Ubicación de los Soportes (Anexo USB - Disco Duro - CD)
PRODUCTO A CARGO DE LA UNIVERSIDAD: Un (1) protocolo operativo estandarizado para la extracción del material genético con fines de estudios genéticos en peces.	100%	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	CD: PRODUCTOS\Productos a cargo de la Universidad\Producto 5
PRODUCTO A CARGO DE LA UNIVERSIDAD: Un (1) banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4 denominada "Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción".	100%	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	CD: PRODUCTOS\Productos a cargo de la Universidad\Producto 6
PRODUCTO A CARGO DE AMBAS PARTES: Un (1) informe técnico con procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales, y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación de la especie. El documento deberá tener en cuenta los requerimientos de existencia y calidad exigidos por el Ministerio de ciencia y Tecnología de Colombia como producto (2.2.3.4.9 Informes técnicos) para reconocimiento y medición de grupos de investigación y desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del SNCTI (Ver https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_documento_conceptual_2021.pdf)	100%	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	CD: PRODUCTOS\Productos a cargo de ambas partes\Producto 7
PRODUCTO A CARGO DE AMBAS PARTES: Un (1) boletín (digital o impreso) con el contenido de todo el proyecto. Debe disponer de todos los elementos necesarios siguiendo los requerimientos de existencia y calidad exigidos por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Colombia como producto (2.2.3.5.1.1 Publicaciones editoriales no especializadas) para reconocimiento y medición de grupos de investigación y desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del SNCTI (ver https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_documento_conceptual_2021.pdf).	100%	El producto se aprobó por parte de la supervisión.	CD: PRODUCTOS\Productos a cargo de ambas partes\Producto 8

CONCEPTO DE SUPERVISIÓN Y/O INTERVENTORÍA

UNA VEZ REVISADOS LOS PRODUCTOS ENTREGADOS POR LA U.D.C.A, EN CALIDAD DE CONVENIENTE, SE RECIBE A SATISFACCIÓN LOS MISMOS, TENIENDO EN CUENTA QUE DA CUMPLIMIENTO A LOS COMPROMISOS CONTRACTUALES CORRESPONDIENTE A LA EJECUCIÓN DEL CONVENIO.

LA SUPERVISIÓN ACLARA QUE EL PRESENTE INFORME N°1 DE SUPERVISIÓN CORRESPONDE AL CONVENIO 3211 DE 2023 DEL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE EL 29 DE JUNIO DE 2023 AL 20 DE DICIEMBRE DE 2023



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA
REGIONAL DE CUNDINAMARCA**

DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL (DLIA)

Hoja 4 de 4

Fecha:

20 12 2023

DD MM AA

Contrato N° 3211-2023

CUMPLIMIENTO DEL OBJETO DEL CONVENIO

1

EN ATENCIÓN AL TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL CONVENIO No 3211 DE 2023, SE PRESENTA UN AVANCE DEL TIEMPO PACTADO ACUMULADO

100%

3

LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE ESTE PERIODO DE EJECUCIÓN CUMPLEN CON LOS PARAMETROS Y CRITERIOS DE CALIDAD NECESARIOS PARA ALCANZAR EL OBJETO CONTRACTUAL

100%

V. FECHA ENTREGA INFORME CORREGIDO

FECHA:

2 0

DIA

1 2

MES

2 0 2 3

AÑO

Para constancia de lo anterior, se firma el presente informe de SUPERVISIÓN bajo la responsabilidad expresa de quien lo suscribe a los 20 días del mes de diciembre de 2023


Supervisor CAR
EDWIN GIOVANI GACÍA MÁSMELA

Apoyo a la Supervisión (si aplica)

Original: Carpeta del Convenio N° 3211 de 2023

1ª copia: Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental - DLIA

2ª copia: Supervisor CAR. Edwin Giovanni García Másmela

**EL SUSCRITO REVISOR FISCAL DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A
Nit. 860.403.721-2**

CERTIFICA:

Que de acuerdo con las leyes 489 de 1998 y 789 de 2002 manifiesto que la universidad se encuentra a Paz y Salvo en el cumplimiento de la presentación y pago de sus obligaciones legales con el sistema de seguridad social, aportes parafiscales y contratos de aprendizaje, en relación con sus empleados por un periodo no mayor a seis (6) meses anteriores a la presentación de esta certificación.

La presente certificación se expide en Bogotá, a los veintinueve (29) días del mes de diciembre de 2023.



JORGE ALEXANDER VARELA MORA
Revisor Fiscal
Tarjeta Profesional No. 86960-T

UNIDAD
ADMINISTRATIVA
ESPECIAL

**JUNTA CENTRAL
DE CONTADORES**



Certificado No:

9092000BA34FFAB1

LA REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

JUNTA CENTRAL DE CONTADORES

**CERTIFICA A:
QUIEN INTERESE**

Que el contador público **JORGE ALEXANDER VARELA MORA** identificado con CÉDULA DE CIUDADANÍA No 79859018 de BOGOTA, D.C. (BOGOTA D.C) Y Tarjeta Profesional No 86960-T SI tiene vigente su inscripción en la Junta Central de Contadores y desde la fecha de Inscripción.

NO REGISTRA ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS *****

Dado en BOGOTA a los 19 días del mes de Julio de 2024 con vigencia de (3) Meses, contados a partir de la fecha de su expedición.

DIRECTOR GENERAL

ESTE CERTIFICADO DIGITAL TIENE PLENA VALIDEZ DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTICULO 2 DE LA LEY 527 DE 1999, DECRETO UNICO REGLAMENTARIO 1074 DE 2015 Y ARTICULO 6 PARAGRAFO 3 DE LA LEY 962 DEL 2005

Para confirmar los datos y veracidad de este certificado, lo puede consultar en la página web www.jcc.gov.co digitando el número del certificado

República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

JUNTA CENTRAL DE CONTADORES
TARJETA PROFESIONAL
DE CONTADOR PUBLICO

86960-T

JORGE ALEXANDER
VARELA MORA
C.C. 79859018
RESOLUCION INSCRIPCION 78
UNIVERSIDAD CENTRAL

FECHA 18/07/02

PRESIDENTE *[Signature]* **96269**
ELGA INES SANCHEZ CORTES

IDEOR

[Signature]

FIRMA DEL TITULAR **005286**

Esta tarjeta es el único documento que lo acredita como
CONTADOR PUBLICO de acuerdo con lo establecido en
la ley 43 de 1990

Agradecemos a quien encuentre esta tarjeta devolverla
al Ministerio de Educación Nacional - Junta Central de
Contadores.





INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL, DLIA

CONSECUTIVO INFORME:

449 de 12 de Octubre de 2023

TÍTULO DEL INFORME:

PROTOCOLO PARA LA CAPTURA, TRANSPORTE Y
MEDICIÓN DE INDIVIDUOS DE *EREMOPHILUS*
MUTISII

CONTENIDO

1. DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE <i>EREMOPHILUS MUTISII</i> EN LA JURISDICCIÓN CAR.	2
2. CONDICIONES AMBIENTALES DONDE SE ENCUENTRAN <i>EREMOPHILUS MUTISII</i> (INFORMACIÓN SECUNDARIA).....	5
3. CAPTURAS	8
3.1 ARTES DE PESCA, MÉTODOS Y EQUIPOS.	8
4. TRANSPORTE.....	12
5. MEDICIÓN Y PESAJE.....	13
6. BIBLIOGRAFÍA	14

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Registros históricos de la presencia del pez capitán (<i>E. mutisii</i>) en la jurisdicción de la CAR.	3
Mapa 2. Registros de colecta del pez capitán (<i>E. mutisii</i>) en la jurisdicción de la CAR obtenidos en el presente estudio.	4

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros físico químicos registrados en los hábitats del pez capitán.....	6
--	---



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

1. DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE *EREMOPHILUS MUTISII* EN LA JURISDICCIÓN CAR.

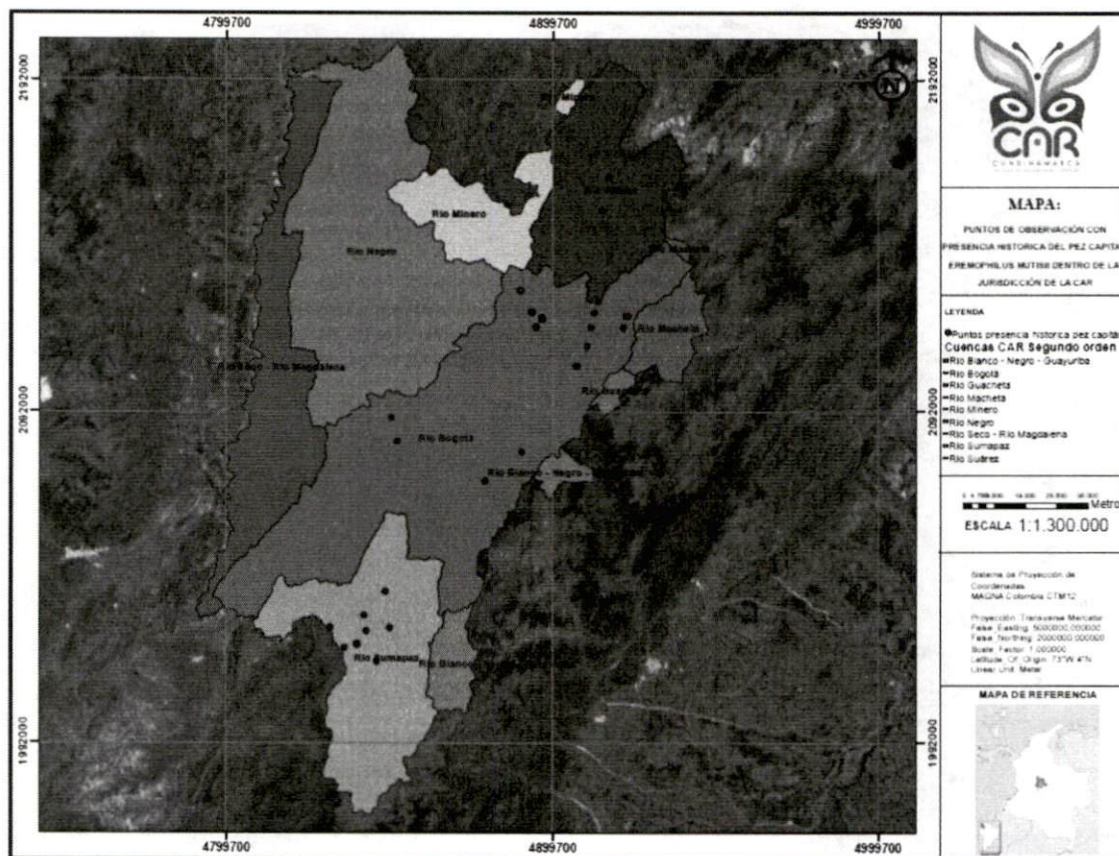
Desde la época prehispánica, es considerado como el bagre (Silúrido) de mayor tamaño presente en las aguas frías del altiplano Cundiboyacense, que hizo parte de la dieta alimenticia tanto de los Muisca como de los conquistadores precolombinos; quienes para la época identificaban la especie como Guamuhyca o pez cuero (Lemus *et al.*, 2017).

Flórez y Sarmiento (1989), evalúan los cuerpos hídricos presentes en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá (ríos, lagos, embalses, humedales) que se localizan sobre los 2500 y 3100 msnm, en busca del capitán de la sabana, lo que permitió junto con la ausencia de la especie en otras regiones del país, catalogarla como endémica del altiplano Cundiboyacense, de igual modo tal estudio logra exponer tanto los hábitats, como los ecosistemas donde habita el capitán.

En el Mapa 1 se presentan los registros históricos de la presencia del pez capitán en la jurisdicción de la CAR y en el Mapa 2 se presentan los registros de colecta del pez capitán en la jurisdicción de la CAR obtenidos en el presente estudio.

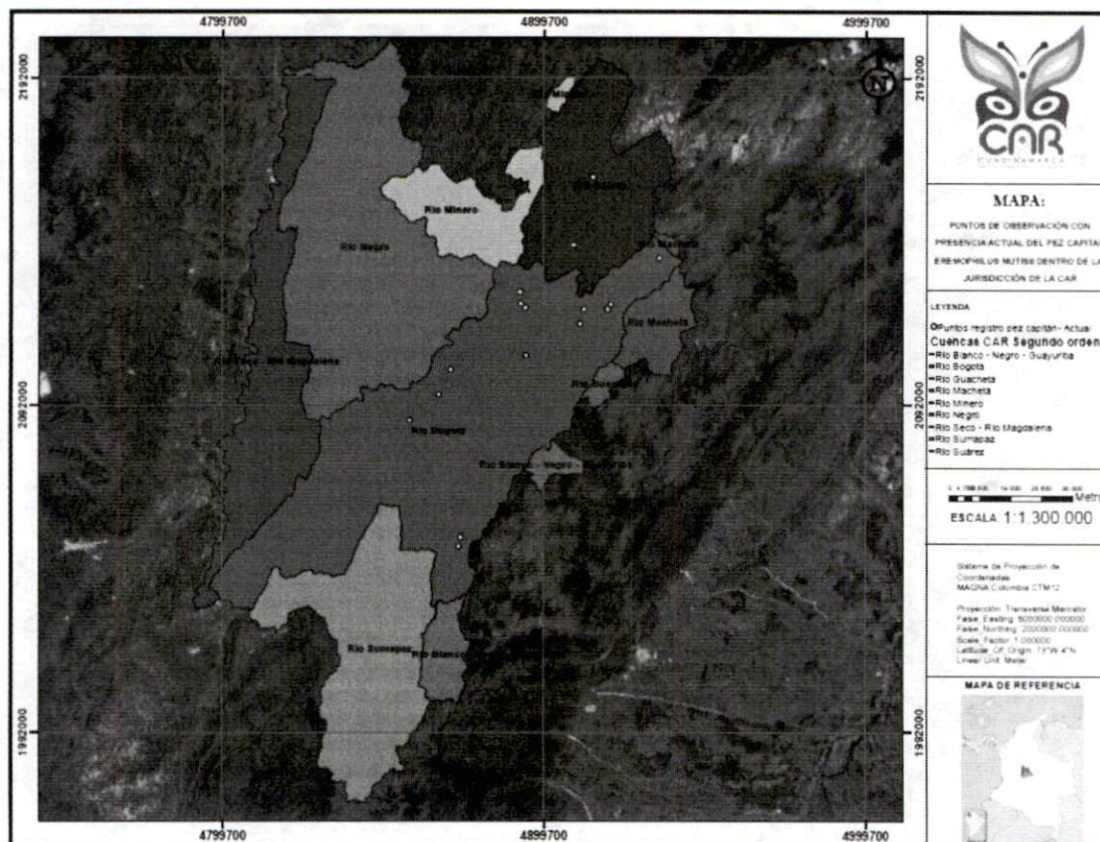


INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL, DLIA



Mapa 1. Registros históricos de la presencia del pez capitán (*E. mutisii*) en la jurisdicción de la CAR.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA



Mapa 2. Registros de colecta del pez capitán (*E. mutisii*) en la jurisdicción de la CAR obtenidos en el presente estudio.

El pez capitán es característico de aguas lénticas como lagunas y embalses, así como también en cuerpos lóxico con alta turbidez y sustrato lodoso, siendo este último verdaderamente relevante para la supervivencia de la especie, puesto que allí obtiene su alimento. Así mismo se puede encontrar bajo vegetación flotante o emergente, gracias a los desplazamientos que realiza el pez en la columna de agua (Bastidas y Lemus, 2012). En la Figura 1 se muestran los lugares de captura de individuos de *E. mutisii* en cuerpos de agua de la Sabana de Bogotá.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

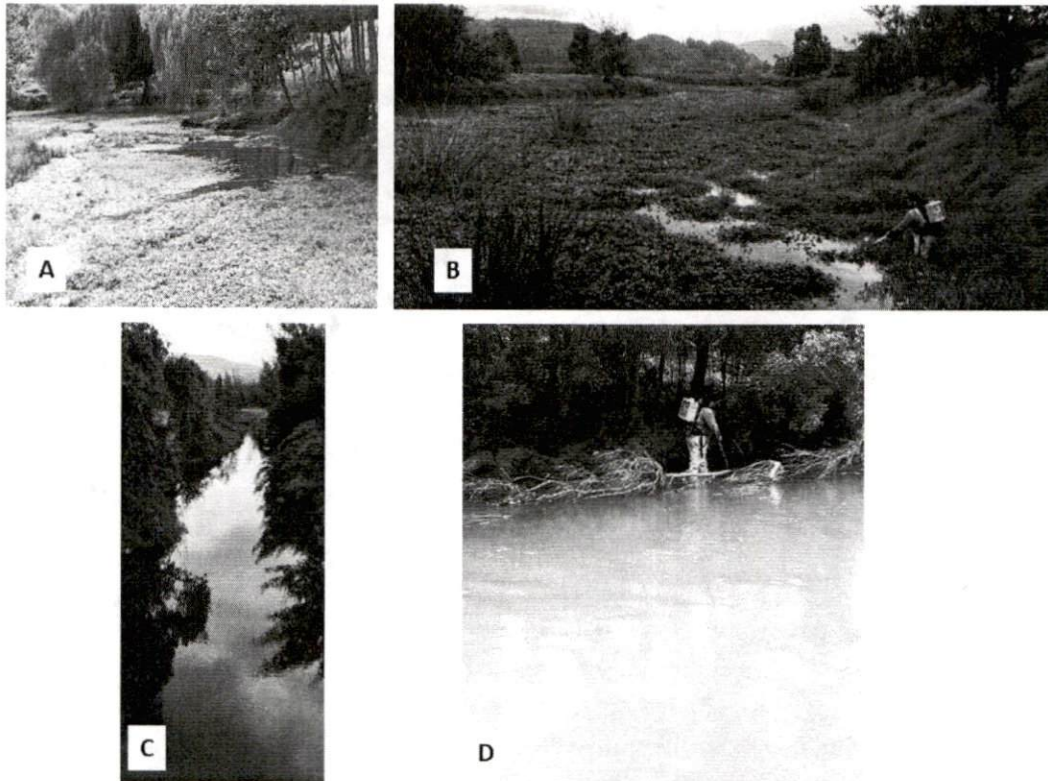


Figura 1. Cuerpos de agua donde se colectaron ejemplares de *E. mutisii*. A) Descarga del embalse del Sisga; B) río Bogotá antes de termo Zipa; C) río Neusa, aguas abajo de la Plazuela; D) río Bogotá en Suesca.

2. CONDICIONES AMBIENTALES DONDE SE ENCUENTRAN *EREMOPHILUS MUTISII* (INFORMACIÓN SECUNDARIA)

El capitán de la sabana es una especie bentónica que se registra en cuerpos de agua lóticos y lénticos por encima de 2500 m s.n.m. Se le ha registrado en los embalses del Neusa, Sisga y Tominé, así como en humedales naturales como la laguna de Fúquene; así mismo se le ha registrado en diversos ríos y quebradas del altiplano Cundiboyacense, siempre bajo condiciones de corriente moderada. Esta especie prefiere sustratos fangosos o lodosos producto de la sedimentación, aunque pueden merodear las rocas finas y gravilla o vegetación flotante, en busca de alimento y realizar migraciones al litoral. Particularmente en ecosistemas lóticos como ríos y quebradas, el pez



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

capitán prefiere zonas de alta turbidez, encontrándose en los meandros con remansos, de fondo lodoso, arcilloso o fangoso, donde los árboles extienden sus raíces, formando cavernas y galerías que le proveen de sombra y refugio. En estos lugares en épocas de invierno, permanecen escondidos o enterrados a profundidades mayores a los 0,6 m y en épocas de verano, cuando la corriente de los ríos disminuye o se seca, pueden establecerse en zonas de gravilla fina o charcas con hojarasca en busca de alimento (Bastidas y Lemus, 2014; Caicedo, 2017).

Por lo expuesto anteriormente, se considera al *E. mutisii* una especie de hábitos bentónicos; es decir, que realiza sus funciones vitales con dependencia del fondo lodoso de los lagos, embalses, humedales o ríos donde habita; principalmente para la función de la alimentación y ello lo constituye en una especie detritívora que filtra materia orgánica y puede alimentarse de macroinvertebrados del fondo.

▪ Factores fisicoquímicos

En la Tabla 1 se presentan los principales rangos de algunos parámetros como pH, temperatura ambiental y del agua, transparencia del agua, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, conductividad, sólidos totales, DBO5, alcalinidad y coliformes fecales. Valores registrados por diversos investigadores en los hábitats del pez capitán (Flórez y Sarmiento, 1989; Pineda, 1983; Vásquez *et al.* 2006; Bastidas y Lemus, 2012 y 2014).

Tabla 1. Parámetros físico químicos registrados en los hábitats del pez capitán

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	PROMEDIO	RANGO		OBSERVACIONES
		MÁXIMO	MÍNIMO	
pH	6	8,2	5,5	Es posible que se adapte a pH más extremos.
Temperatura del agua (°C)	15.1	21	11	Esta temperatura es de la superficie del agua, a menos de 40 cm de profundidad.
Temperatura ambiental (°C)	15.4	25	11	Esta temperatura es de los lugares donde se han obtenido ejemplares.
Oxígeno disuelto (mg/L)		6.8	2.5	Es posible que adapte a condiciones de OD más extremas toda vez que puede tomar aire atmosférico.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL, DLIA

PARAMETOS FISICOQUIMICOS	PROMEDIO	RANGO		OBSERVACIONES
		MÁXIMO	MÍNIMO	
Transparencia del agua (cm)		5	15	Profundidad de transparencia en agua turbias y lodosas.
Nitratos (mg/L)		7.08	0.88	Causas de la eutrofización de ecosistemas acuáticos, su presencia puede ser debida a la influencia de la agricultura y ganadería cercana a las fuentes hídricas.
Fosfatos (mg/L)		1.12	0.35	
Conductividad (mS/cm)		0.18	0.06	Se trata de aguas con poca salinidad.
Solidos totales (mg/L)		193	19	Se evidencia la preferencia por aguas turbias por parte de esta especie.
DBO5 (mg/L)		500	20	Se adapta a condiciones de baja a media contaminación con materia orgánica.
Alcalinidad (mg/L)		18	10	Baja a media alcalinidad del agua.
Coliformes fecales (UFC - 100ml)		3.55	2.04	La especie se ha adaptado a aguas altamente contaminadas con materia fecal.

Fuente: Bastidas y Lemus (2014).

La tabla anterior indica que *E. mutisii* es una especie altamente tolerante a bajos niveles de oxígeno disuelto en el agua, que otros peces no soportarían, ya que tiene la facultad de utilizar el estómago como órgano accesorio de respiración aérea (Maldonado *et al.*, 2005) y debe solucionar la carencia de oxígeno disuelto, mediante la captación de oxígeno atmosférico (Pineda, 1983; Del Castillo y Garzón, 1985). Seguramente este hecho, le permite al pez capitán vivir en muy bajas concentraciones de oxígeno en el agua, evitando así su desaparición o extinción del altiplano Cundiboyacense. De la misma forma, esta especie se ha adaptado a vivir en un rango muy amplio de pH del agua, sin embargo, se han reportado como valores letales de pH, aquellos que van por debajo de 4 y por encima de 11 (Borissow y Canosa, 2000).

Su presencia en aguas con altos niveles de DBO5 (materia orgánica) y coliformes fecales evidencia la capacidad de adaptación a fuentes hídricas contaminadas con aguas residuales domésticas; esto se evidencia en el hallazgo de ejemplares con buen estado de salud en los ríos Bogotá, Frio y Checua.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

3. CAPTURAS

3.1 ARTES DE PESCA, MÉTODOS Y EQUIPOS.

Artes de pesca

- **Electropesca:** El método se basa en la creación de un campo eléctrico en una zona específica del medio acuático, que a su vez altera el comportamiento del pez atrapado dentro de este campo eléctrico y facilita su captura. El campo eléctrico generado puede causar electrotaxis (natación obligada), electrotétano (contracción muscular) y electronarcosis (relajación muscular) en los peces inmersos en esta área. Por su alta eficiencia es uno de los métodos de captura más utilizados. En el área de hidrobiología se cuenta con dos equipos de electropesca, un equipo SAMUS 725MP y un equipo Smith-Root LR20B. Este arte de pesca puede ser muy efectivo en la captura de ejemplares de capitán de la sabana (com. pers. profesor Ciromar Lemus - Universidad Manuela Beltrán), dato que también ha sido comprobado por el equipo técnico del área de hidrobiología de la DLIA.
- **Trampas Minnow:** Las trampas son estructuras rígidas formadas por un tubo de metal, con dos entradas en forma de embudo, que permiten la entrada de los peces, pero no su salida. Es una técnica que puede ser utilizada en todos los ambientes acuáticos lóticos y lénticos, aunque requiere de profundidades mínimas de 0,5 m de profundidad y un tiempo de exposición de al menos una hora, se recomienda el uso de algún cebo atrayente como chontaduro, salchichas o camarones.

Métodos y equipos

De acuerdo con lo indicado en el GAM-POE-154, se debe establecer un tramo de muestreo representativo para capturar los reproductores de capitán de la sabana. Seguir este tramo establecido permite garantizar que el punto seleccionado para capturar los peces ha sido debidamente muestreado.

Cuerpos lóticos: El tramo de muestreo se define de acuerdo con el ancho del cauce, según lo planteado por Terra *et al.* (2013) quienes establecen una distancia lineal de muestreo igual a 40 veces el ancho promedio del cauce. El ancho del tramo será determinado por el ancho del cauce en cuerpos de agua vadeables (profundidad promedio menor a 1,2 m), si el cuerpo de agua no es



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

vadeable, el ancho del tramo de muestreo será definido por la distancia hasta la que se alcance una profundidad promedio de 1,2 m.

Cuerpos lénticos: En la zona litoral de los cuerpos lénticos se establece un recorrido de 200 m de acuerdo con lo citado por Han *et al.* (2016); el ancho del recorrido estará definido por la franja vadeable del mismo recorrido (profundidad promedio de 1,2 m).

Colecta de los reproductores usando electropesca (Figura 2)

- a) Instalar todo el equipo de electropesca en una orilla del río para revisar las conexiones de acuerdo con lo indicado en el GAM-IS-199 - Instructivo de operación de equipos de electropesca -. El proceso de encendido de la electropesca varía de acuerdo con el modelo de equipo usado para el muestreo, para más detalles, remitirse al GAM-IS-199. Una vez encendido, se debe hacer una prueba de funcionamiento donde se observe la reacción de los peces.
- b) Después de hacer la prueba de pesca cerciórese de ajustar la frecuencia del pulso a 60 Hz y la duración del impulso a 4 s, ya que esta frecuencia permite un rango de acción más amplio sobre las tallas de los peces (peces >30 cm de longitud total se ven principalmente afectados por frecuencias de 50 Hz y los peces con longitud total <30 cm se ven afectados principalmente por frecuencias de 70 Hz). Dependiendo del equipo usado, se debe ajustar el voltaje de salida de acuerdo con la conductividad del cuerpo de agua (ver GAM-IS-199).
- c) Ubicar la red auxiliar (jama o red de arrastre, según sea el caso) aguas abajo del operador del equipo de electropesca. El punto inicial del muestreo debe ser aguas abajo, ya que el recorrido debe hacerse en dirección aguas arriba.
- d) Establecido el tramo se debe introducir el cátodo (polo negativo) en el cuerpo de agua, tan lejos del operador como el cable del equipo lo permita; si se cuenta con un muestreador de apoyo, es recomendable colocar el cátodo aguas abajo del operador del equipo, de lo contrario es recomendable colocar el cátodo aguas arriba del operador del equipo, de forma que el ánodo (polo positivo de la electropesca) también funcione como red de captura.
- e) Introducir el ánodo y activar el disparador del pulso del equipo de electropesca. Con el disparador sostenido se realizarán barridos por todos los hábitats del tramo por al menos 10 s cada vez.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

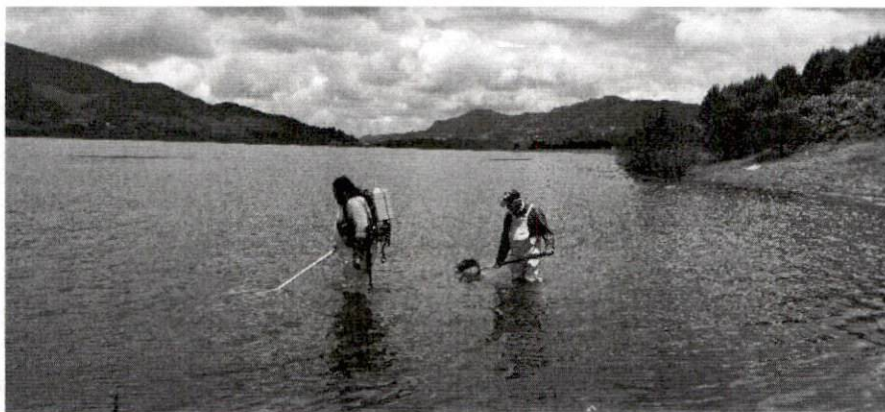


Figura 2. Faena de pesca de reproductores de *E. mutisii* con pesca eléctrica en el embalse del Neusa

Colecta de los reproductores usando las trampas Minnow (Figura 3)

- a) Seleccionar los puntos para colocar las trampas señalándolos apropiadamente para facilitar su posterior recuperación. La trampa debe estar sujeta con una cuerda a un anclaje en la orilla.
- b) En algunos casos puede usarse cebos, como pescado, hígado, maíz, queso, frutas, entre otros. Sin embargo, es necesario tener claro como el cebo puede influir sobre el tipo de captura que se lleve a cabo con este método.

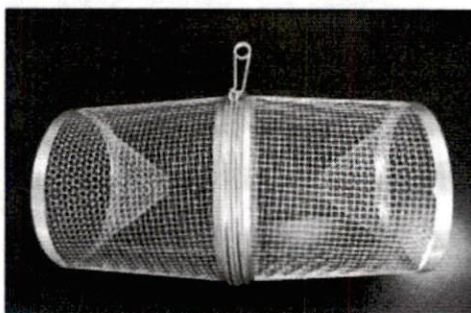


Figura 3. Trampas Minnow para la colecta de peces.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

▪ ESFUERZO DE MUESTREO

De acuerdo con lo establecido en el GAM-POE-154, se deben usar las artes de pesca así:

- Electropesca: Esfuerzo de 15 minutos de barridos continuos por tramo de muestreo.
- Trampa Minnow: Exposición de las trampas durante el tiempo completo que dure el muestreo.

▪ HORARIOS Y FAENAS

El capitán de la sabana es una especie de hábitos nocturnos (Bastidas y Lemus, 2014), las faenas de captura para reproductores de capitán de la sabana deben realizarse en horas de la noche o la madrugada, iniciando sobre las 18:00 (com. pers. profesor Camilo Prieto - Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales -, profesor Ciromar Lemus). Lo anterior debido a que en determinadas épocas del año se presenta una migración masiva de peces hacia las orillas, fenómeno reproductivo conocido popularmente como “subienda o rebote” y esta subienda se realiza normalmente en las noches, caracterizada por la presencia de un gran número de machos y hembras en la zona litoral de los cuerpos de agua, donde se realizan la actividad de cortejo y la fertilización de ovas (Rosado *et al.* 2007).

▪ ÉPOCAS REPRODUCTIVAS.

La especie presenta reproducción continua durante todo el año, con picos de desove en las épocas lluviosas, realizando una migración vertical hacia los litorales de ambientes lénticos y orillas de ambientes lóticos, este fenómeno se denomina rebote (Bastidas y Lemus, 2014; Caicedo, 2017; Lemus *et al.*, 2017).

▪ ADULTOS PARA REPRODUCCIÓN

Las tallas medias del capitán de la sabana varían de acuerdo con los cuerpos de agua en donde se registran (Bastidas y Lemus, 2014; Caicedo, 2017), sin embargo, las tallas medias de captura son:

Machos: 20,8 - 32 cm de longitud total (LT).

Hembras: 22,3 – 32 cm LT.

Por lo tanto, se sugiere que los peces que se capturen con fines de reproducción artificial sean ejemplares con tallas superiores a los 20 cm LT.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

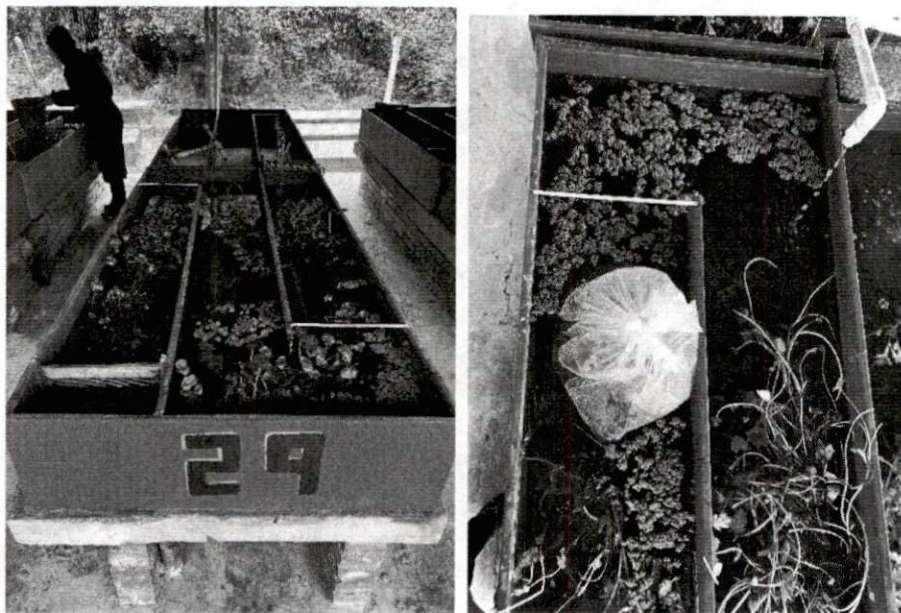
4. TRANSPORTE

CONDICIONES PARA EL TRANSPORTE DE INDIVIDUOS.

El transporte de los ejemplares desde el sitio de captura hasta las instalaciones de la estación piscícola de la CAR ubicada en el Parque Embalse del Neusa se debe realizar en bolsas plásticas de 20 L, con oxígeno a presión. Dichas bolsas deben ser guardadas en neveras de icopor o neveras plásticas para el transporte. Así mismo, el número de ejemplares por bolsa dependerá del tamaño de los mismos.

En el caso de los peces que miden menos de 10 cm de longitud cada uno se podrán transportar en una bolsa hasta cinco (5) ejemplares. Si los individuos miden más de 10 cm de longitud se recomienda transportar dos (2) ejemplares por bolsa. Se requerirán tantas neveras como número de bolsas a transportar.

Al llegar a la piscícola se depositarán los ejemplares en los estanques o canaletes que están preparados para su estadía con un flujo constante de agua (1 L s⁻¹) y cubiertos por macrófitas acuáticas (Figura 4).



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

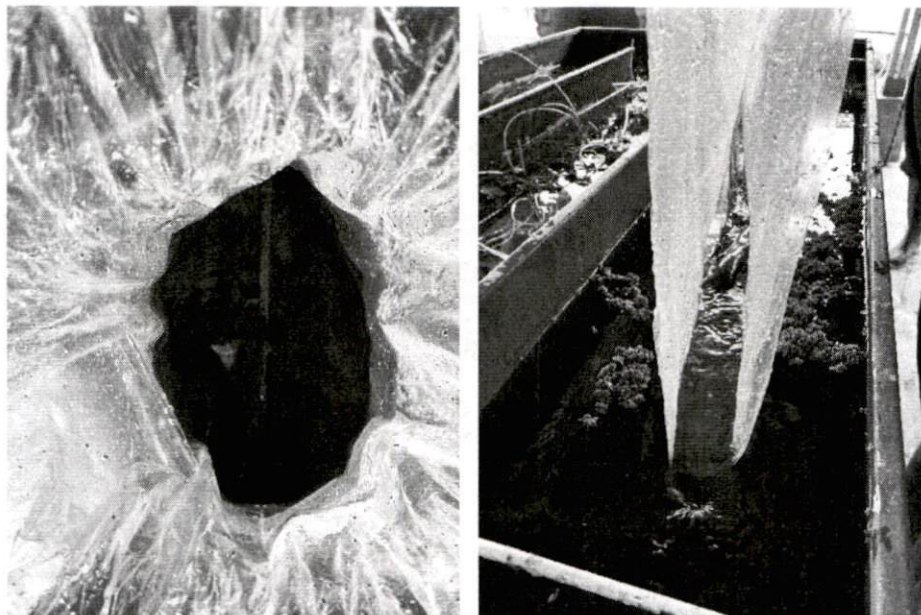


Figura 4. Procedimiento para disponer los ejemplares de *E. mutisii* colectados en campo dentro de los canales ubicados en la estación piscícola de la CAR - Parque Embalse del Neusa.

5. MEDICIÓN Y PESAJE

A todos los ejemplares de *E. mutisii* colectados en campo se les hará la medición de longitud total (LT) y longitud estándar (LE) del cuerpo, así como el peso. La longitud total es la medida tomada desde la punta del hocico hasta el final de la aleta caudal (DES, 2018) (Figura 5). La longitud estándar (LE) es la longitud desde el hocico hasta el final de la columna vertebral (el pliegue hipural) (Figura 5). El pliegue hipural se puede localizar sosteniendo el pez contra una superficie plana y doblando suavemente la cola hacia arriba y hacia adelante de modo que se haga visible un pliegue. La longitud estándar proporciona la medición de longitud más confiable porque las aletas caudales a menudo están dañadas, lo que dificulta determinar la longitud total o la longitud de la horquilla (DES, 2018).

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

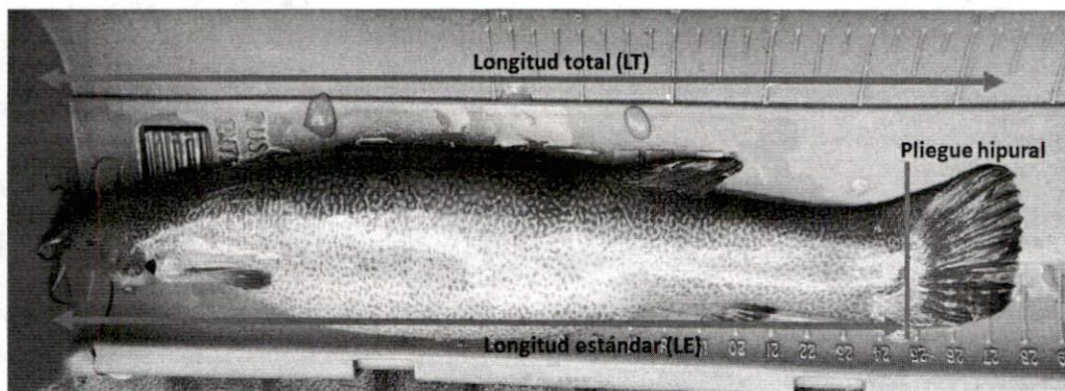


Figura 5. Medida de la longitud total y estándar en ejemplar de *E. mutisii*.

Para conocer el peso de los ejemplares coloque el pescado en la báscula digital y mida en gramos. Registre el peso del pescado en un formato de campo o equivalente (DES, 2018) (Figura 6).



Figura 6. Peso en gr de ejemplar de *E. mutisii*.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bastidas, J. y Lemus, C. 2012. Aspectos bioecológicos del capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Pisces: Trichomycteridae) en el Altiplano Cundiboyacense (Primera Edición Ed.). (U. M. Beltrán, Ed.) Bogotá D.C., Colombia.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Bastidas, J. y Lemus, C. 2014. Aportes a la biología y la ecología del pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) - Humboldt 1805 (Pisces: Trichomycteridae) en el altiplano Cundiboyacense. (B. Acuña Acevedo, Ed.) Bogotá, Colombia.

Borissow, C. y Canosa, A. 2000. Aislamiento e identificación de las bacterias presentes en lesiones externas e internas del capitán de la sabana, *Eremophilus mutisii* (Humboldt 1805). Geotrópica, 5:5-14.

Caicedo, C. A. 2017. Análisis del declive de la especie *Eremophilus mutisii*. Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 115 p.

Del Castillo, B. y Garzón, B. 1985. Observaciones sobre la biología del capitán *Eremophilus mutisii*, en condiciones de laboratorio. Bogotá: Universidad Nacional.

Department of Environment and Science (DES). 2018. Monitoring and Sampling Manual: Environmental Protection (Water) Policy. Brisbane: Department of Environment and Science Government.

Flórez, S. y Sarmiento, N. 1989. Universidad Nacional de Colombia. Observaciones ecológicas sobre el pez capitán *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Colombia.

Han, J. H., W. K. Peak y K. G. An. 2016. Efficiency comparisons of fish sampling gears for a lentic ecosystem health assessments in Korea. Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 9 (4): 412 – 421.

Lemus, C., J. I. Mojica, M. Echavarría, C. Avella, W. F. López, P. E. Useche. 2017. Programa nacional para la conservación de la especie endémica de Colombia pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá; Universidad Manuela Beltrán. 60 p.



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL, DLIA**

Maldonado-Ocampo, J. A., A. Ortega-Lara, J. S. Usma, G. Galvis, F. A. Villa Navarro, L. Vásquez, S. Prada-Pedrerros y C. Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. – Colombia. 346 pp.

Pineda, J. 1983. Límites de tolerancia y consumo de oxígeno del pez *Eremophilus mutisii* - Humboldt 1805, a diferentes temperaturas de climatización. (U. Nacional, Ed.) Bogotá, Bogotá, Colombia.

Rosado, R., González, J., Álvarez, R. y Suárez, R. 2007. ¿Quién es el capitán? Bogotá: Fundación al Verde Vivo.

Terra, B., Hughes, R. y Araújo, F. 2013. Sampling sufficiency for fish assemblage surveys of tropical Atlantic forest streams, southeastern Brazil. Fisheries 38 (4): 150 – 158.

Vásquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R. y Castro, T. 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. ContactoS 60: 41 – 48.

----- **FIN DEL INFORME** -----
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN
PREVIA DE LA DIRECCION DEL LABORATORIO E INNOVACION AMBIENTAL DE LA CAR

Ciudad:

Mosquera

Fecha:

29-09-2023

Elaboró:

Nombre

Firma

Paula Sánchez Duarte
Proceso de Hidrobiología – DLIA

Nombre

Firma



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL, DLIA**

Revisó :

Hernando Ovalle Serrano
Líder Proceso de Hidrobiología

Carlos Emilio Gutierrez Ulloa
Líder I+D+i

Aprobó :

Ing. Edwin Giovani García
Director DLIA



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

CONSECUTIVO INFORME:

726 de 2023-12-20

TÍTULO DEL INFORME:

Informe de resultados basado en el análisis de los
parámetros fisicoquímicos de las muestras colectadas en
los cuerpos de agua donde se encontraron los parentales

INTRODUCCION

El capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii* Humboldt, 1805) es una especie de pez siluriforme de la familia Trichomycteridae, es una especie endémica de la cuenca del río Magdalena, donde se distribuye en el altiplano Cundiboyacense, en un rango altitudinal entre los 2500 y los 3100 msnm (Prieto et al., 2017; Lemus et al., 2020). Desde la época prehispánica, es considerado como el bagre de mayor tamaño presente en las aguas frías del altiplano Cundiboyacense, que hizo parte de la dieta alimenticia tanto de los Muisca como de los conquistadores precolombinos; quienes para la época identificaban la especie como Guamuhya o pez cuero (Lemus et al., 2017).

Entre las principales amenazas que presenta esta especie se encuentran la pesca artesanal, ya que este animal ha sido fuente de consumo tradicional desde la época prehispánica y la degradación, transformación y disminución de su hábitat original, donde múltiples factores de origen natural y artificial, en particular la modificación de la calidad del agua, en términos de eutrofización, sedimentación y contaminación y la presencia de especies exóticas como la trucha (*O. mykiss*) y la carpa (*C. carpio*), han afectado las poblaciones de este animal. Estos factores contribuyen a la proliferación de macrofitas, la disminución del oxígeno disuelto y la pérdida de la fauna bentónica, adicional a ello la expansión de la frontera agrícola y la urbanización han tenido un impacto significativo en el desarrollo de la especie (Prieto et al., 2017; Lemus et al., 2020).

A pesar de ser una especie endémica, el capitán de la sabana ha sido trasplantado en otros ecosistemas, como lo son la laguna de Tota, laguna de la Cocha, laguna de Fuquene y algunos ríos y quebradas de Ubaté y Chiquinquirá (Mojica et al., 2012; Lemus et al., 2020). Las diferentes actividades antrópicas han generado una alta afectación de su hábitat, debido a las condiciones actuales en las que se encuentra la especie, esta fue categorizada como vulnerable (VU), en la edición del Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia (Acero et al., 2012), adicional a ello se incluye en la Resolución 192 del 2014 del Ministerio



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

de Ambiente y Desarrollo Sostenible, referente al listado oficial de especies amenazadas de la diversidad biológica en Colombia.

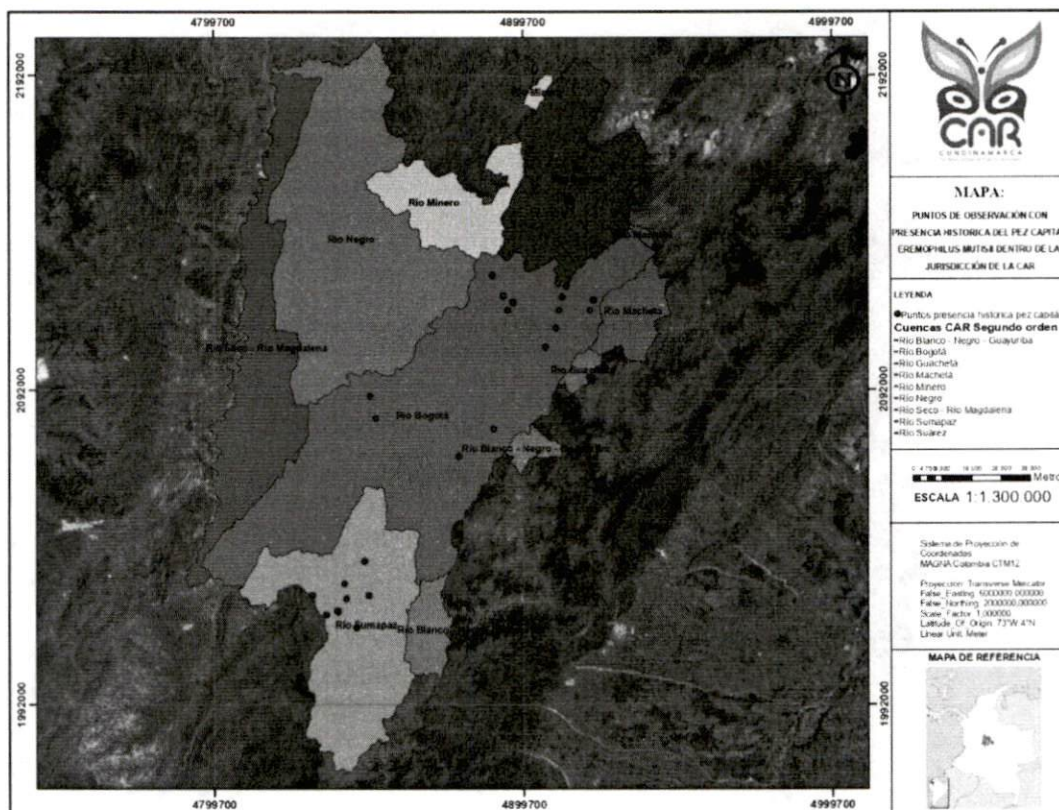
Dada la importancia de esta especie endémica, dentro de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, se formuló un proyecto de repoblamiento de esta especie en su distribución original, para ello se efectuaron colectas de individuos adultos en estado reproductivo con el fin de estandarizar los métodos de colecta, transporte y aclimatación en la estación piscícola del embalse de Neusa, adicional a ello se realiza este estudio con el propósito de conocer el estado actual de la población, su distribución y perfil genético.

AREA DE ESTUDIO

La distribución natural de la especie se encuentra en un rango altitudinal que oscila entre los 2500 y 3100 msnm, adaptado a una temperatura máxima de 20°C, en los cuerpos de agua (loticos y lenticos) de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Históricamente, dentro de la jurisdicción del departamento de Cundinamarca, la especie ha estado distribuida en las cuencas de los ríos Bogotá, Suarez y Sumapaz (**Figura 1**).

Figura 1. Distribución histórica del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.

**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**



Actualmente, dentro del proyecto de repoblamiento de esta especie, promovida por la Corporación Autónoma de Cundinamarca, las colectas llevadas a cabo durante el año 2023, han constatado la presencia de la especie en las cuencas del río Suarez y del río Bogotá, aún falta por corroborar su presencia en la cuenca del río Sumapaz (**Figura 2**).

Dentro del proyecto de repoblamiento del pez capitán de la Sabana, se han efectuado colectas en 14 estaciones de muestreo (**Tabla 1**), distribuidos en el río Bogotá, río Subachoque, río Neusa, río Tunjuelito y los embalses del Sisga, Tominé y Neusa (**Figura 3**), ubicados en los municipios de Choconta, Suesca, Sesquile, Tocancipa, Villapinzón, Subachoque, Madrid, Coque y Bogotá.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

Figura 2. Distribución actual del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.

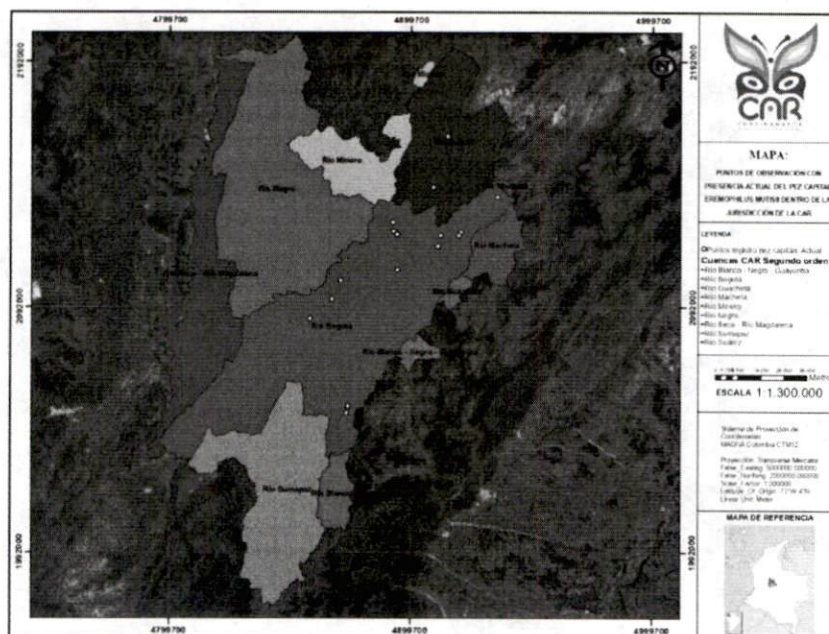


Tabla 1. Puntos de colecta del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.

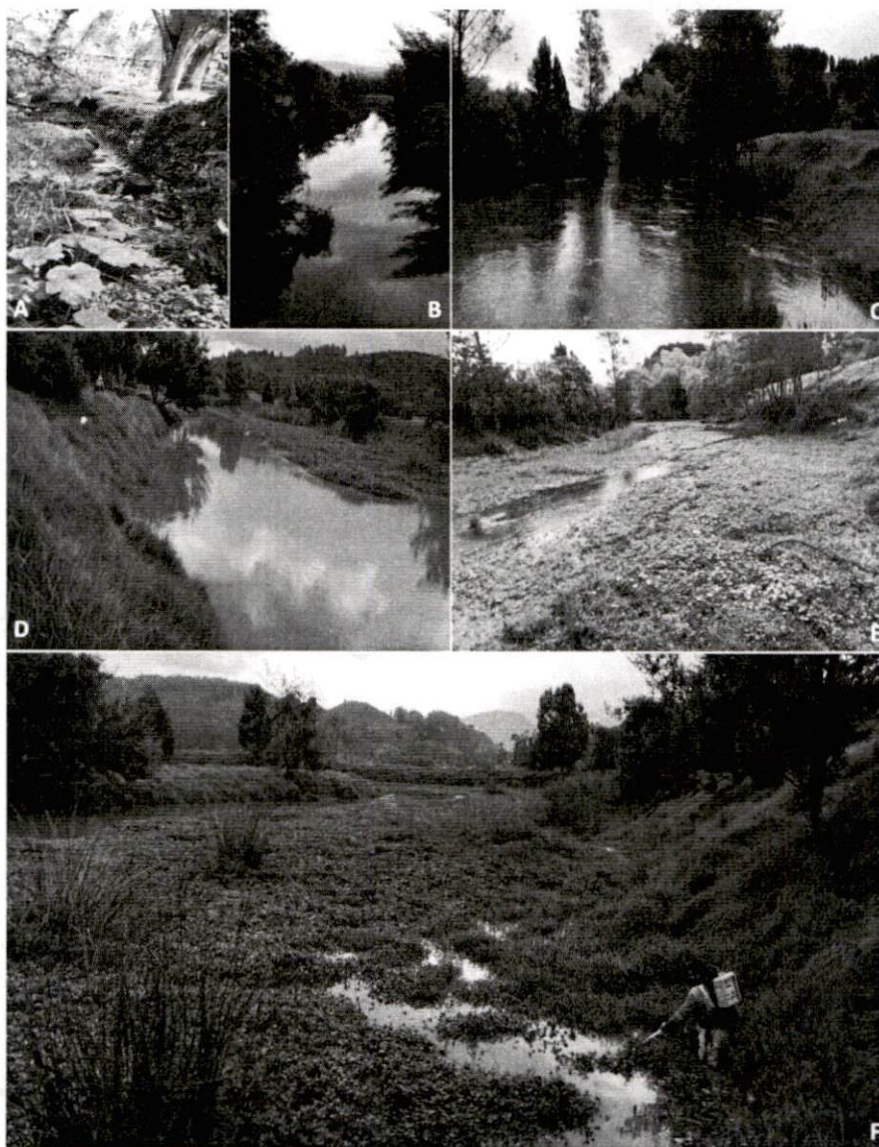
Muestra	Estación	Municipio	Este	Norte	Altura
2023-2035	Descarga embalse Sisga	Choconta	4919690	2121140	2266
2023-1829	Rio Bogotá - puente Santander	Suesca	4912218	2121014	2579
2023-2035	Descarga embalse Tomine	Sesquile	4911042	2116633	2576
2023-3036	Rio Bogotá - delante de Termozipa	Tocancipa	4894288	2107120	2575
2033-3393	Rio Bogotá - aguas arriba Villapinzón	Villapinzón	4935691	2136650	2778
2023-3394	Rio Bogotá - aguas arriba descarga embalse Sisga	Choconta	4920622	2122509	2638
2023-1828	Descarga embalse Sisga	Choconta	4919643	2121093	2637
2023-3916	Rio Neusa - Parque rio Neusa	Cogua	4892651	2122651	2687
2023-3916	Rio Neusa - aguas debajo de la plazuela	Cogua	4894070	2121479	2634
2023-4080	Rio Tunjuelito - vía principal Usme - Pasquilla	Bogotá	4873235	2048598	2838



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

2023-4081	Rio Tunjuelito - aguas arriba casco urbano Usme	Bogotá	4873880	2051334	2769
-----------	---	--------	---------	---------	------

Figura 3. Estaciones de muestreo del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.



A. Rio Neusa; B. Rio Neusa después de la Plazuela; C. Descarga embalse Sisga; D. Descarga embalse Tominé; E. Rio Bogotá Suesca; F. Rio Bogotá Termozipa.

GAM-FR-120 V6 2021-12-31



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS

En cada uno de los puntos de muestreo donde se realizó la captura de los individuos de pez capitán, se realizó la toma de muestras para análisis físicos y químicos siguiendo los procedimientos internos de la dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental. En la tabla X se presentan los parámetros analizados y el método de análisis.

Tabla 2. Variables y métodos de referencia

VARIABLE	UNIDADES	MÉTODO ANALÍTICO
Color	Unidades Co/pt	Comparación visual, SM 2120 B
Cromo Hexavalente Total*	mg / L	Colorimétrico, SM 3500-Cr- B
DBO ₅ *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G
DQO	mg O ₂ / L	Reflujo Abierto, SM 5220 B
Detergentes*	Índice SAAM mg / L	Determinación de Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM) Método de análisis de Flujo Continuo, NEN-ISO 16265:2009
Fenoles	mg / L	Colorimétrico Directo (SM 5530 D) 4-Aminoantipirina
Fósforo Total*	mg / L	Digestión Ácida - Acido Ascórbico, SM 4500-P B, E
Nitrógeno Amoniacal	mg / L	Colorimétrico-Nessler (SM 417 B - Ed 16)
Nitrógeno Kjeldahl* (NTK)	mg N-N _{org} / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumetrico, SM 4500-NOrg B, y 4500-NH3 B, C (Ed. 23rd)
Sólidos Suspendidos Totales*	mg / L	Gravimétrico – Secado a 103°C-105°C, SM 2540 D
Coliformes Totales *	NMP / 100 mL	Sustrato Enzimático Multicelda, SM 9223 B
<i>Escherichia Coli</i> *	NMP / 100 mL	Sustrato Enzimático Multicelda, SM 9223 B
Cloruros*	mg Cl ⁻ L	Determinación de Aniones Inorgánicos por Cromatografía Iónica, EPA 300.1 Rev. 1.0, 1997 Modificado .
N-Nitrato	mg N-NO ₃ /L	Cálculo (Determinación de Aniones Inorgánicos por Cromatografía Iónica, EPA 300.1 Rev. 1.0, 1997 Modificado)
N-Nitrito	mg N-NO ₂ /L	Cálculo (Determinación de Aniones Inorgánicos por Cromatografía Iónica, EPA 300.1 Rev. 1.0, 1997 Modificado)



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

Sulfatos*	mg SO ₄ 2 ⁻ /L	Determinación de Aniones Inorgánicos por Cromatografía Iónica, EPA 300.1 Rev. 1.0, 1997 Modificado .
Arsénico*	mg As / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Bario*	mg Ba / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Berilio*	mg Be / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Cadmio*	mg Cd /L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Calcio*	mg Ca / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Cobalto*	mg Co / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Cobre*	mg Cu / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Cromo*	mg Cr / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Hierro	mg Fe / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

Magnesio*	mg Mg / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosa US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.
Manganeso*	mg Mn / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosa US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva. EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.

RESULTADOS

En el presente informe se anexan los reportes de resultados que contienen un total de 11 reportes de resultados físico químicos. A la fecha quedaron pendientes 3 reportes de resultados físico-químico los cuales en consulta con el proceso de control secundario se encuentra en proceso de firmas, estos corresponden a los siguientes puntos:

Estación	Municipio	Este	Norte	Altura
Rio Subachoque - aguas arriba del casco Urbano	Subachoque	4870777	2102670	2628
Rio Subachoque - vereda La Cuesta	Subachoque	4867187	2094912	2600
Rio Subachoque - vía El Rosal - Madrid	Madrid	4858093	2087107	2574

Los resultados que se presentan aquí servirán para la toma de decisiones respecto a:

- La calidad física y química que deben tener los cuerpos donde se llevó a cabo repoblamiento.
- Valores físicos y químicos base de los cuerpos de agua que deben procurar mantenerse para no degradar el hábitat de la especie.

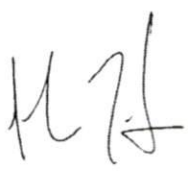
----- **FIN DEL INFORME** -----
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN
PREVIA DE LA DIRECCION DEL LABORATORIO E INNOVACION AMBIENTAL DE LA CAR

Ciudad: Fecha:

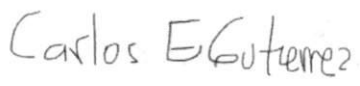


**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

Elaboró :

Nombre	Firma
Hernando Ovalle Serrano Líder Proceso Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	

Revisó :

Nombre	Firma
Carlos Emilio Gutiérrez Ulloa Líder I+D+i Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	

Aprobó :

Nombre	Firma
Edwin Giovani García Masmela Director Técnico Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.	



REPORTE DE RESULTADOS
MATRIZ AGUA

GAM-FR-76 V38 2023-07-06

INFORME N°: 23-0879

CLIENTE:	DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL -DLIA-	Teléfono:	5801111	Solicitud:	DLIA-AGUA-HIDRO 323
USUARIO Y/O PROGRAMA:	USUARIO INTERNO	Dirección:	C.E. Santo Domingo (Avenida Troncal de Occidente N° 18-76) Manzana C-Bodega 13 Mosquera, Cundinamarca.	Correo Electrónico:	egarciam@car.gov.co
Municipio de muestreo:	BOGOTÁ D.C.	Comisión de Muestreo:	DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL VICTOR HERNANDEZ GERMAN CASTRO	N° de Muestras:	2 DE 2
Fecha Muestreo:	2023-09-14			Plan de Muestreo No.	1909
Recepción:	2023-09-14				
Reporte:	2023-10-13				

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S):

Muestra N°	2023-4080	RIO TUNJUELITO VIA PRINCIPAL	Muestra N°	2023-4081	RIO TUNJUELITO AGUAS ARRIBA DEL CASCO	Muestra N°	NA
		PASQUILLA USME			URBANO "USME"		NA
		NA			NA		NA

El muestreo se realizó con base en la guía GAM-GI-03 (Guía para la Toma y Preservación de Muestras en la Matriz Agua) de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental

RESULTADOS ANALISIS MATRIZ AGUA SUPERFICIAL / RESIDUAL

N°	VARIABLE Y/O PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO ANALÍTICO	FECHA ANALISIS	LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN LCT / LCM	MUESTRAS N°					
						2023-4080		2023-4081		NA	
						RESULTADO	IC(95%UMBI)	RESULTADO	IC(95%UMBI)	RESULTADO	IC(95%UMBI)
13	Color	Unidades Coqpt	Comparación visual, SM 2120 B	2023-09-15	LCM 3	29,0	+/- 0,29	30,0	+/- 30,00		
19	Cromo Hexavalente Total*	mg / L	Colorimétrico, SM 3500-Cr- B	2023-09-15	LCM 0,1	<LCM		<LCM			
20	DBO ₅ *	mg O ₂ / L	Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G	2023-09-15	LCM 2	3,1	+/- 0,2	3,4	+/- 0,3		
24	DQO	mg O ₂ / L	Refujo Abierto, SM 5220 B	2023-09-14	LCM 10	13,10	+/- 0,18	19,00	+/- 0,27		
28	Detergentes*	Índice SAAM mg / L	Determinación de Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM) Método de análisis de Flujo Continuo, NEN-ISO 16285:2009	2023-09-15	LCM 0,4	<LCM		<LCM			
33	Fenoles	mg / L	Colorimétrico Directo (SM 5530 D) 4-Aminoantipirina	2023-09-15	LCT 0,2	<LCT		<LCT			
34	Fósforo Total*	mg / L	Digestión Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E	2023-09-15	LCM 0,060	<LCM		<LCM			
40	Nitrógeno Amoniacal	mg / L	Colorimétrico-Nessler (SM 417 B - Ed 16)	2023-09-18	LCM 0,7	<LCM		<LCM			
42	Nitrógeno Kjeldahl* (NTK)	mg N-NH ₄ / L	Macro-Kjeldahl, Destilación y Volumétrico, SM 4500-NH ₄ B, y 4500-NH ₃ B, C (Ed. 23rd)	2023-09-18	LCM 1	<LCM		<LCM			
49	Sólidos Suspendidos Totales*	mg / L	Gravimétrico - Secado a 103°C-105°C, SM 2540 D	2023-09-15	LCM 4	7,8	+/- 0,4	9,0	+/- 0,5		
58	Coliformes Totales *	NMP / 100 mL	Sustrato Enzimático Multisíde, SM 9223 B	2023-09-14	LCM 3	5,29E+03	+/- 1,30	5,04E+03	+/- 1,30		
59	Escherichia Coli *	NMP / 100 mL	Sustrato Enzimático Multisíde, SM 9223 B	2023-09-14	LCM 3	1,15E+02	+/- 1,30	1,66E+02	+/- 1,32		
67	Cloruros*	mg Cl ⁻ / L	Determinación de Aniones Inorgánicos por Cromatografía Iónica, EPA 300.1 Rev. 1.0, 1997 Modificado	2023-09-15	LCM 0,50	2,03	+/- 0,30	3,05	+/- 0,45		
72	N-Nitrato	mg N-NO ₃ / L	Cálculo (Determinación de Aniones Inorgánicos por Cromatografía Iónica, EPA 300.1 Rev. 1.0, 1997 Modificado)	2023-09-15	LCM 0,113	<LCM		<LCM			
74	N-Nitrito	mg N-NO ₂ / L	Cálculo (Determinación de Aniones Inorgánicos por Cromatografía Iónica, EPA 300.1 Rev. 1.0, 1997 Modificado)	2023-09-15	LCM 0,152	<LCM		<LCM			
75	Sulfatos*	mg SO ₄ 2 ⁻ / L	Determinación de Aniones Inorgánicos por Cromatografía Iónica, EPA 300.1 Rev. 1.0, 1997 Modificado	2023-09-15	LCM 0,50	0,59	+/- 0,07	0,87	+/- 0,10		
88	Arsénico*	mg As / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,040	<LCM		<LCM			
89	Bario*	mg Ba / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,010	0,0381	+/- 0,0042	0,0344	+/- 0,0038		
90	Berilio*	mg Be / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,010	<LCM		<LCM			
93	Cadmio*	mg Cd / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,030	<LCM		<LCM			
94	Calcio*	mg Ca / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,4	2,7140	+/- 0,4614	2,7650	+/- 0,4701		
95	Cobalto*	mg Co / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,010	<LCM		<LCM			
96	Cobre*	mg Cu / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,010	<LCM		<LCM			
98	Cromo*	mg Cr / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,010	<LCM		<LCM			
103	Hierro	mg Fe / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,2	1,0756	+/- 0,0914	1,0745	+/- 0,0913		
105	Magnesio*	mg Mg / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,2	0,4862	+/- 0,0535	0,5051	+/- 0,0556		
107	Manganeso*	mg Mn / L	Digestión Ácida Asistida por Microondas en Extractos y Muestras Acuosas US-EPA 3015A Rev. 1 de Febrero del 2007 - Espectrometría de Emisión Atómica Acoplada Plasma Inductiva, EPA 200.7 Rev. 4.4 1994.	2023-09-21	LCM 0,010	0,0203	+/- 0,0017	0,0161	+/- 0,0014		



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

CONSECUTIVO INFORME:

611 de 2023-11-29

TITULO DEL INFORME:

Condiciones fisicoquímicas y colectas del pez capitán de la
sabana (*E. mutisii*).

CONTENIDO

INTRODUCCION	2
AREA DE ESTUDIO.....	2
METODOLOGIA.....	6
CONDICIONES FISICOQUIMICAS.....	8
COLECTAS DEL PEZ CAPITAN.....	10
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TALLAS	12
RELACIÓN LONGITUD-PESO.....	13
BIBLIOGRAFÍA	14

Tabla 1. Puntos de colecta del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca..... 4

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos reportados para la distribución del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca. 9

Tabla 3. Parámetros in situ obtenidos durante las colectas del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca. 10

Tabla 4. Numero de organismos del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca en el año 2023. 10

Tabla 5. Morfometría de los especímenes registrados del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca 12

Figura 1. Distribución histórica del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca. 3

Figura 2. Distribución actual del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca..... 4

Figura 3. Estaciones de muestreo del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca. 5

Figura 4. Métodos de colecta empleados para la recolección del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en la las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca. 7

Figura 5. Medida de la longitud total y estándar en ejemplares de *E. mutisii* colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca 11

Figura 6. Pesaje de ejemplares de *E. mutisii* colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca..... 11

Figura 7. Distribución de frecuencias de talla de los especímenes registrados del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca 13

Figura 8. Relación longitud – peso de los especímenes registrados del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca 14



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

INTRODUCCION

El capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii* Humboldt, 1805) es una especie de pez siluriforme de la familia Trichomycteridae, es una especie endémica de la cuenca del río Magdalena, donde se distribuye en el altiplano Cundiboyacense, en un rango altitudinal entre los 2500 y los 3100 msnm (Prieto et al., 2017; Lemus et al., 2020). Desde la época prehispánica, es considerado como el bagre de mayor tamaño presente en las aguas frías del altiplano Cundiboyacense, que hizo parte de la dieta alimenticia tanto de los Muiscas como de los conquistadores precolombinos; quienes para la época identificaban la especie como Guamuhyca o pez cuero (Lemus et al., 2017).

Entre las principales amenazas que presenta esta especie se encuentran la pesca artesanal, ya que este animal ha sido fuente de consumo tradicional desde la época prehispánica y la degradación, transformación y disminución de su hábitat original, donde múltiples factores de origen natural y artificial, en particular la modificación de la calidad del agua, en términos de eutrofización, sedimentación y contaminación y la presencia de especies exóticas como la trucha (*O. mykiss*) y la carpa (*C. carpio*), han afectado las poblaciones de este animal. Estos factores contribuyen a la proliferación de macrofitas, la disminución del oxígeno disuelto y la pérdida de la fauna bentónica, adicional a ello la expansión de la frontera agrícola y la urbanización han tenido un impacto significativo en el desarrollo de la especie (Prieto et al., 2017; Lemus et al., 2020).

A pesar de ser una especie endémica, el capitán de la sabana ha sido trasplantado en otros ecosistemas, como lo son la laguna de Tota, laguna de la Cocha, laguna de Fuquene y algunos ríos y quebradas de Ubaté y Chiquinquirá (Mojica et al., 2012; Lemus et al., 2020). Las diferentes actividades antrópicas han generado una alta afectación de su hábitat, debido a las condiciones actuales en las que se encuentra la especie, esta fue categorizada como vulnerable (VU), en la edición del Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia (Acero et al., 2012), adicional a ello se incluye en la Resolución 192 del 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, referente al listado oficial de especies amenazadas de la diversidad biológica en Colombia.

Dada la importancia de esta especie endémica, dentro de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, se formuló un proyecto de repoblamiento de esta especie en su distribución original, para ello se efectuaron colectas de individuos adultos en estado reproductivo con el fin de estandarizar los métodos de colecta, transporte y aclimatación en la estación piscícola del embalse de Neusa, adicional a ello se realiza este estudio con el propósito de conocer el estado actual de la población, su distribución y perfil genético.

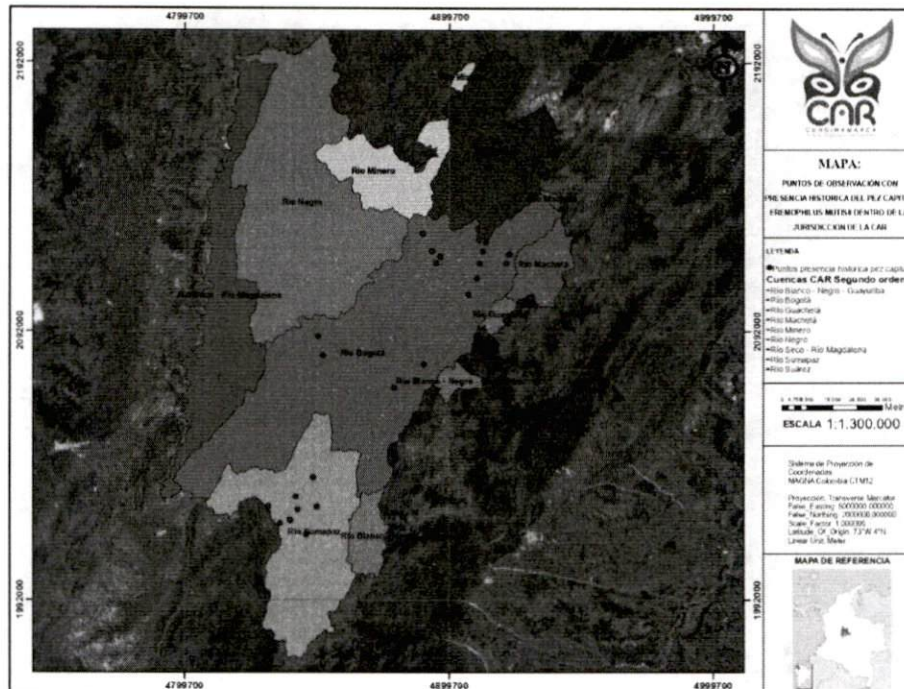
AREA DE ESTUDIO

La distribución natural de la especie se encuentra en un rango altitudinal que oscila entre los 2500 y 3100 msnm, adaptado a una temperatura máxima de 20°C, en los cuerpos de agua (loticos y lentos) de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Históricamente, dentro de la jurisdicción del departamento de Cundinamarca, la especie ha estado distribuida en las cuencas de los ríos Bogotá, Suárez y Sumapaz (**Figura 1**).



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Figura 1. Distribución histórica del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.



Actualmente, dentro del proyecto de repoblamiento de esta especie, promovida por la Corporación Autónoma de Cundinamarca, las colectas llevadas a cabo durante el año 2023, han constatado la presencia de la especie en las cuencas del río Suarez y del río Bogotá, aún falta por corroborar su presencia en la cuenca del río Sumapaz (**Figura 2**).

Dentro del proyecto de repoblamiento del pez capitán de la Sabana, se han efectuado colectas en 14 estaciones de muestreo (**Tabla 1**), distribuidos en el río Bogotá, río Subachoque, río Neusa, río Tunjuelito y los embalses del Sisga, Tomín y Neusa (**Figura 3**), ubicados en los municipios de Choconta, Suesca, Sesquile, Tocancipa, Villapinzón, Subachoque, Madrid, Cogua y Bogotá.

**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL,
DLIA**

Figura 2. Distribución actual del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.

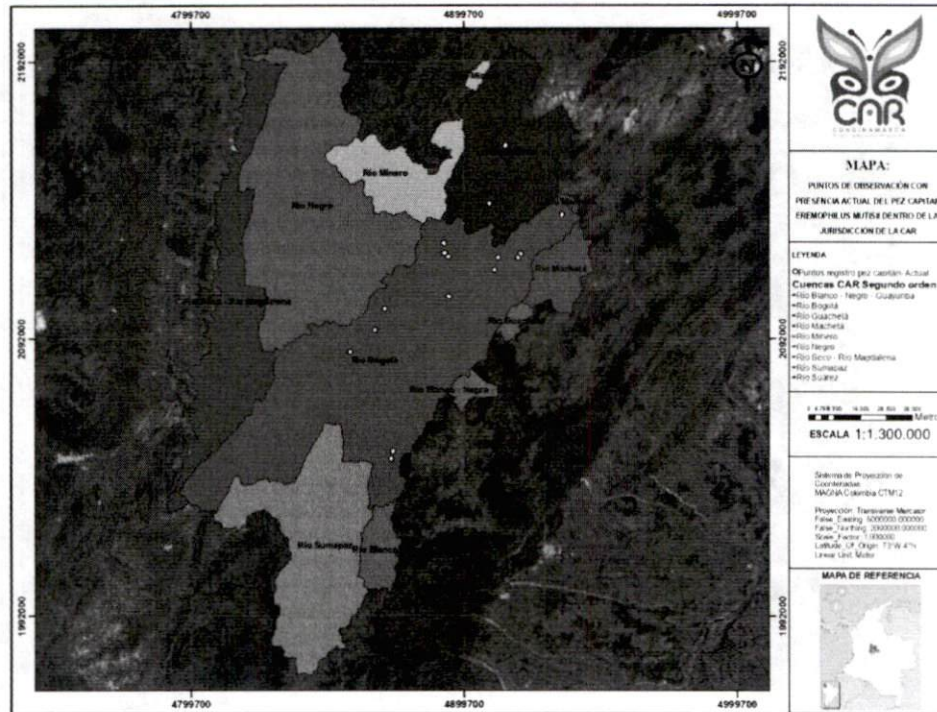


Tabla 1. Puntos de colecta del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.

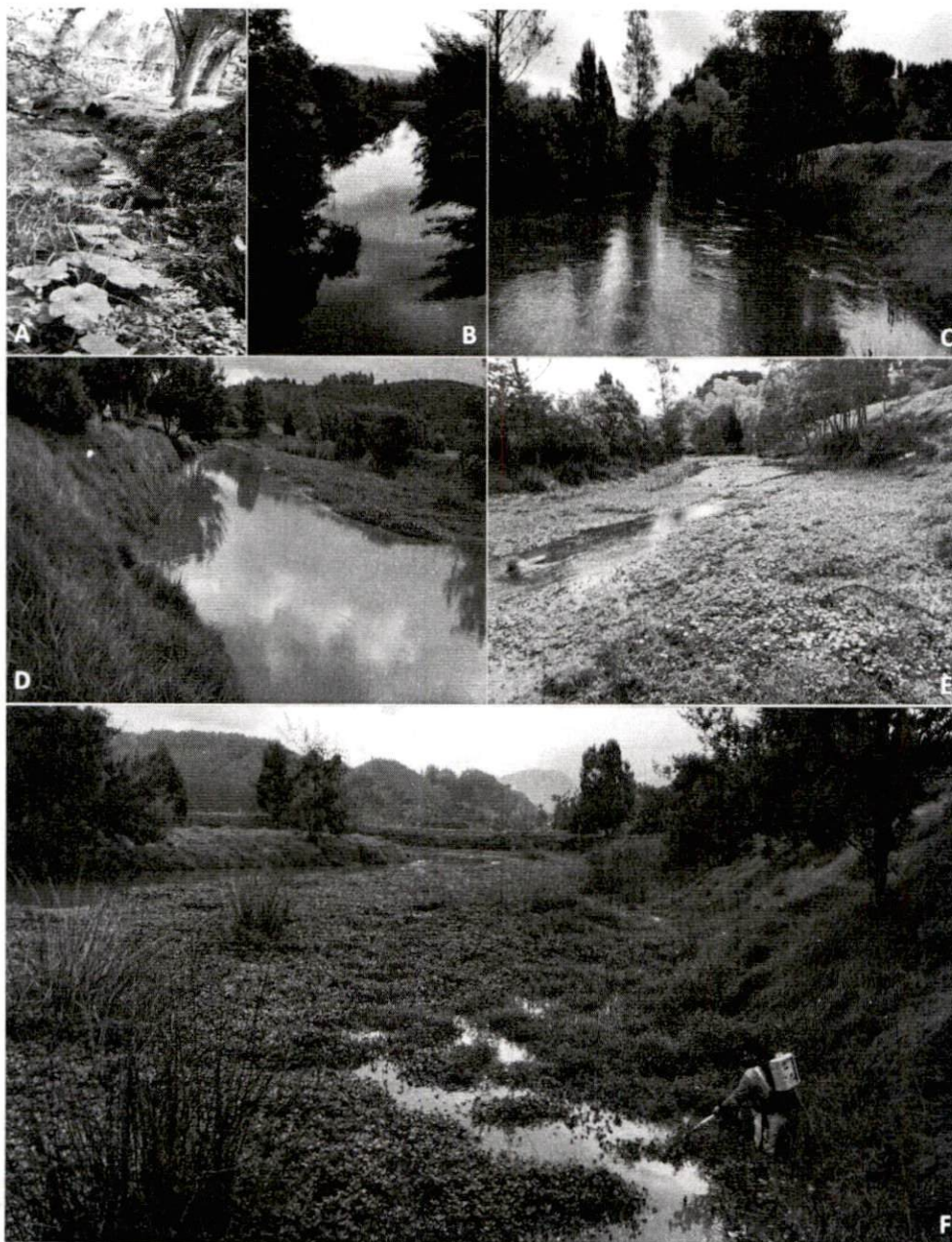
Muestra	Estación	Municipio	X	Y	Altura
2023-1830	Descarga embalse Sisga	Choconta	4919690	2121140	2266
2023-1831	Rio Bogotá - puente Santander	Suesca	4912218	2121014	2579
2023-2037	Descarga embalse Tomine	Sesquile	4911042	2116633	2576
2023-2038	Rio Bogotá - delante de Termozipa	Tocancipa	4894288	2107120	2575
2023-3421	Rio Bogotá - aguas arriba Villapinzón	Villapinzón	4935691	2136650	2778
2023-3422	Rio Bogotá - aguas arriba descarga embalse Sisga	Choconta	4920622	2122509	2638
2023-3423	Descarga embalse Sisga	Choconta	4919643	2121093	2637
2023-3750	Rio Subachoque - aguas arriba del casco Urbano	Subachoque	4870777	2102670	2628
2023-3751	Rio Subachoque - vereda La Cuesta	Subachoque	4867187	2094912	2600
2023-3752	Rio Subachoque - vía El Rosal - Madrid	Madrid	4858093	2087107	2574
2023-3949	Rio Neusa - Parque río Neusa	Cogua	4892651	2122651	2687
2023-3950	Rio Neusa - aguas debajo de la plazuela	Cogua	4894070	2121479	2634
2023-4104	Rio Tunjuelito - vía principal Usme - Pasquilla	Bogotá	4873235	2048598	2838
2023-4105	Rio Tunjuelito - aguas arriba casco urbano Usme	Bogotá	4873880	2051334	2769

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

4 de 17

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Figura 3. Estaciones de muestreo del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.



A. Río Neusa; B. Río Neusa después de la Plazuela; C. Descarga embalse Sisga; D. Descarga embalse Tominé; E. Río Bogotá Suesca; F. Río Bogotá Termozipa.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

METODOLOGIA

La colecta de los organismos se llevó a cabo siguiendo el protocolo documentado en el GAM-POE-154 "Toma y preservación de peces en sistemas lóticos y lénticos SM 10600 numerales B3, C y D1", el cual indica que se debe establecer un tramo de muestreo representativo para capturar los reproductores de capitán de la Sabana, teniendo en cuenta la configuración del cuerpo de agua.

La metodología varía teniendo en cuenta el tipo de ecosistema, de este modo se estableció que para los cuerpos lóticos, el tramo de muestreo se definió de acuerdo con el ancho del cauce, según lo planteado por Terra et al., (2013) quienes establecen una distancia lineal de muestreo igual a 40 veces el ancho promedio del cauce, el ancho del tramo vendrá determinado por el ancho del cauce en cuerpos de agua vadeables (profundidad promedio $<1,2$ m); si el cuerpo de agua no es vadeable, el ancho del tramo de muestreo será definido por la distancia hasta la que se alcance una profundidad promedio de 1,2 m. Por otro lado en los cuerpos lénticos, en la zona litoral se establece un recorrido de 200 m de acuerdo con lo citado por Han et al., (2016); el ancho del recorrido se define por la franja vadeable del mismo recorrido (profundidad promedio de 1,2 m).

Para la colecta de los reproductores se empleó el método de Electropesca, el cual es el más eficiente para la captura de la fauna itica, cuyo procedimiento se documenta a continuación (Figura 4):

a) Instalar todo el equipo de electropesca en una orilla del río de acuerdo con lo indicado en el GAM-IS-199, Instructivo de uso de equipos de electropesca, para revisar las conexiones. El proceso de encendido de la electropesca varía de acuerdo con el modelo de equipo usado para el muestreo, para más detalles, remitirse al GAM-IS-199. Una vez encendido, se debe hacer una prueba de funcionamiento donde observe la reacción de los peces.

b) Después de hacer la prueba de pesca cerciórese de ajustar la frecuencia del pulso a 60 Hz y la duración del impulso a 4 segundos, ya que esta frecuencia permite un rango de acción más amplio sobre las tallas de los peces (peces >30 cm de longitud total se ven principalmente afectados por frecuencias de 50 Hz y los peces con longitud total <30 cm se ven afectados principalmente por frecuencias de 70 Hz). Dependiendo del equipo usado, se debe ajustar el voltaje de salida de acuerdo con la conductividad del cuerpo de agua (Ver GAM-IS-199).

c) Ubicar la red auxiliar (jama o red de arrastre, según sea el caso) aguas abajo del operador del equipo de electropesca. El punto inicial del muestreo debe ser aguas abajo, ya que el recorrido debe hacerse en dirección aguas arriba.

d) Establecido el tramo se debe introducir el cátodo (polo negativo) en el cuerpo de agua, tan lejos del operador como el cable del equipo lo permita; si hay muestreador de apoyo, es recomendable colocar el cátodo aguas abajo del operador del equipo, de lo contrario es recomendable colocar el cátodo aguas arriba del operador del equipo, de forma que el ánodo (polo positivo de la electropesca) también funcione como red de captura.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

e) Introducir el ánodo y activar el disparador del pulso del equipo de electropesca. Con el disparador sostenido, se realizarán barridos por todos los hábitats del tramo por al menos 10 segundos cada vez.

Colecta de los reproductores usando las trampas Minnow

a) Seleccionar los puntos para colocar las trampas señalándolos apropiadamente para facilitar su posterior recuperación. La trampa debe estar sujeta con una cuerda a un anclaje en la orilla.

b) En algunos casos puede usarse cebos, como pescado, hígado, maíz, queso, frutas, entre otros. Sin embargo, es necesario tener claro como el cebo puede influir sobre el tipo de captura que se lleve a cabo con este método.

Figura 4. Métodos de colecta empleados para la recolección del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en la las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.



Esfuerzo de muestreo para la especie

De acuerdo con lo establecido en el GAM-POE-154, se deben usar las artes de pesca así:

Electropesca: Esfuerzo de 15 minutos de barridos continuos por tramo de muestreo.

Trampa Minnow: Exposición de las trampas durante el tiempo completo que dure el muestreo.

Horarios, faenas

El Capitán de la Sabana es una especie de hábitos nocturnos (Lemus y Bastidas, 2014) y de acuerdo con las comunicaciones personales del profesor Ciromar Lemus de la Universidad Manuela Beltrán y el profesor Camilo Prieto de la Universidad de Ciencias Aplicadas y

GAM-FR-120 V6 2021-12-31



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Ambientales, las faenas de captura para reproductores de Capitán de la Sabana debe realizarse en horas de la noche o la madrugada, iniciando sobre las 18:00 horas. Lo anterior es debido a que en determinadas épocas del año, se presenta una migración masiva de peces hacia las orillas, fenómeno reproductivo conocido popularmente como "subienda o rebote", esta se realiza normalmente en las noches, caracterizada por la presencia de un gran número de machos y hembras en la zona litoral del embalse, donde se realizan la actividad de cortejo y la fertilización de ovas (Rosado et al. 2007).

CONDICIONES FISICOQUIMICAS

Es una especie bentónica que se registra en cuerpos de agua por encima de 2500 msnm. Habita en cuerpos de agua lóticos y lénticos por encima de esta cota de altura. Se le ha registrado en los embalses del Neusa, Sisga, Tominé, así como en humedales naturales como la laguna de Fúquene y en diversos ríos y quebradas del altiplano Cundiboyacense, siempre bajo condiciones de corriente moderada (Lemus y Bastidas, 2014; Caicedo, 2017).

Esta especie prefiere sustratos fangosos o lodosos producto de la sedimentación, aunque pueden merodear las rocas finas y gravilla o vegetación flotante, en busca de alimento y realizar migraciones al litoral. Particularmente en ecosistemas lóticos como ríos y quebradas, el pez Capitán prefiere zonas de alta turbidez, encontrándose en los meandros con remansos, de fondo lodoso, arcilloso o fangoso, donde los árboles extienden sus raíces, formando cavernas y galerías que le proveen de sombra y refugio. En estos lugares en épocas de invierno, permanecen escondidos o enterrados a profundidades mayores a los 0,6 m y en épocas de verano, cuando la corriente de los ríos disminuye o se seca, pueden establecerse en zonas de gravilla fina o charcas con hojarasca en busca de alimento. (Lemus y Bastidas, 2014; Caicedo, 2017).

Por lo expuesto con anterioridad, se considera al *E. mutisii* una especie de hábitos bentónicos; es decir, que realiza sus funciones vitales con dependencia del fondo lodoso de los lagos, embalses, humedales o ríos donde habita; principalmente para la función de la alimentación y ello lo constituye en una especie detritívora que filtra materia orgánica y puede alimentarse de macroinvertebrados del fondo.

Factores fisicoquímicos

Se presentan los principales rangos de algunos parámetros como pH, temperatura ambiental y del agua, transparencia del agua, Oxígeno Disuelto (OD), nitratos, fosfatos, conductividad, sólidos totales, DBO5, alcalinidad y coliformes fecales; particularidades encontradas por diversos investigadores en los hábitats del pez Capitán de la Sabana (**Tabla 2**), principalmente los registros obtenidos por Flórez y Sarmiento (1982), Pineda (1983), Vásquez et al. (2004) y Bastidas y Lemus (2013, 2014). Los valores de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas reportadas, indican que *E. mutisii* es una especie altamente tolerante a bajos niveles de oxígeno disuelto en el agua, que otros peces no soportarían, ya que tiene la facultad de utilizar el estómago como órgano accesorio de respiración aérea (Maldonado et al., 2005), y debe solucionar la carencia de oxígeno disuelto, mediante la captación de oxígeno atmosférico (Pineda, 1983; Del Castillo y Garzón,

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

8 de 17



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

1985). Seguramente este hecho, le permite al pez Capitán vivir en muy bajas concentraciones de oxígeno en el agua, evitando así su desaparición o extinción de nuestro Altiplano Cundiboyacense. De la misma forma, esta especie se ha adaptado a vivir en un rango muy amplio de pH del agua; sin embargo, se han reportado como valores letales de pH, aquellos que van por debajo de 4 y por encima de 11 (Borisow y Canosa, 2000).

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos reportados para la distribución del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.

Parámetro	Promedio	RANGO		OBSERVACIONES
		MAXIMO	MINIMO	
pH	6,9	8,2	5,5	Es posible que se adapte a pH más extremos
Temperatura del agua (°C)	16,0	21	11	Esta temperatura es la superficie del agua a menos de 40 cm de profundidad
Temperatura ambiental (°C)	18,0	25	11	En los lugares donde se han obtenido ejemplares
Oxígeno Disuelto (mg/L)	2,5	6.8	2,5	Es posible que adapte a condiciones de OD más extremas toda vez que puede tomar aire atmosférico.
Transparencia del agua (cm)	10	5	15	Profundidad de transparencia en agua turbias y lodosas
Nitratos (mg/L)	4	7.08	0.88	Causas de la eutrofización de ecosistemas acuáticos, su presencia puede ser debida a la influencia de la agricultura y ganadería cercana a las fuentes hídricas
Fosfatos (mg/L)	0,7	1.12	0.35	
Conductividad (mS/cm)	0,1	0.18	0.06	Se trata de aguas con poca salinidad
Sólidos totales	106	193	19	Se evidencia la preferencia por aguas turbias por parte de esta especie
DBO5	260	500	20	Se adapta a condiciones de baja a media contaminación con materia orgánica
Alcalinidad (mg/L)	14	18	10	Baja a media alcalinidad del agua
Coliformes fecales (UFCI)	2,8	3.55	2.04	La especie se ha adaptado a aguas altamente contaminadas con materia fecal.

Fuente: Bastidas y Lemus (2014).

Así mismo, su presencia en aguas con altos niveles de DBO5 (materia orgánica) y coliformes fecales, evidencia su capacidad de adaptación a fuentes hídricas contaminadas con aguas residuales domésticas; cuestión que se evidencia con el hallazgo de ejemplares con buen estado de salud en los ríos Bogotá, Frio y Checua.

Durante las colectas se efectuó la toma de cuatro parámetros in situ, los cuales son temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y pH (**Tabla 3**). De acuerdo a los valores obtenidos y teniendo en cuenta los sitios donde se colectaron individuos de pez capitán, la temperatura a la que se encuentran oscila entre los 11 y 19°C, una concentración de oxígeno disuelto entre los 2 y 9 mg/L, una conductividad eléctrica entre los 20 y 176 mS/cm y un pH de 6.6 y 7.6. Estos resultados apoyan los datos obtenidos históricamente de que esta especie está adaptada a cuerpos de agua de bajas temperaturas con una baja concentración de oxígeno y una



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

alta carga de material particulado. Por otra parte se observa un rango restringido de pH, estando presente en aguas neutras o ligeramente acidas.

Tabla 3. Parámetros *in situ* obtenidos durante las colectas del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.

Estación	Temperatura (°C)	Oxígeno (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	pH
Descarga embalse Sisga	15	5,76	61	7,4
Rio Bogotá - puente Santander	14,7	7,04	114,6	7,4
Descarga embalse Tomine	17,49	5,59	61,4	6,68
Rio Bogotá - delante de Termozipa	19,8	3,15	176,1	6,95
Rio Bogotá - aguas arriba Villapinzón	11,7	6,68	20,6	7,35
Rio Bogotá - aguas arriba descarga embalse Sisga	15,18	5,81	96,5	7,68
Descarga embalse Sisga	15,88	6,52	29,3	6,89
Rio Subachoque - aguas arriba del casco Urbano	12,58	6,74	79,2	7,44
Rio Subachoque - vereda La Cuesta	14,6	6,29	124,5	7,3
Rio Subachoque - vía El Rosal - Madrid	16,59	2,19	289	6,9
Rio Neusa - Parque rio Neusa	13,88	9,73	*	7,22
Rio Neusa - aguas debajo de la plazuela	14,6	7,65	*	7,54
Rio Tunjuelito - vía principal Usme - Pasquilla	10,8	7,78	20	8,57
Rio Tunjuelito - aguas arriba casco urbano Usme	12,3	6,11	22,1	8,22

COLECTAS DEL PEZ CAPITAN

Se realizaron colectas en 14 puntos de monitoreo, en los cuales se registró la presencia del pez capitán de la sabana en nueve de ellas, durante las faenas de pesca se registraron un total de 59 organismos, de los cuales 29 cumplían con las necesidades de peso y talla para ser transportados a la estación piscícola ubicada en el embalse de Neusa, donde se llevaran a cabo las labores de inducción hormonal, reproducción *in situ* y cría de alevines del pez capitán de la sabana.

Tabla 4. Numero de organismos del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca en el año 2023.

Fecha de muestreo	Estación	Colectados	Transportados a la estación
2023-05-10	Descarga embalse Sisga	7	2
2023-05-10	Rio Bogotá - puente Santander	4	2
2023-05-24	Descarga embalse Tomine	2	12
2023-05-24	Rio Bogotá - delante de Termozipa	4	
2023-08-17	Descarga embalse Sisga	19	
2023-08-31	Rio Subachoque aguas arriba del casco Urbano	10	10
2023-08-31	Rio Subachoque vereda La Cuesta	8	
2023-08-31	Rio Subachoque vía El Rosal - Madrid	2	
2023-09-07	Rio Neusa - aguas debajo de la plazuela	3	3

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Al momento de las colectas los individuos de pez capitán de la sabana (*E. mutisii*), todos los ejemplares de *E. mutisii* colectados en campo se les hizo la medición de longitud total (LT) y longitud estándar (LE) del cuerpo, así como el pesaje. La longitud total es la medida tomada desde la punta del hocico hasta el final de la aleta caudal (DES, 2018), la longitud estándar (LE) es la longitud desde el hocico hasta el final de la columna vertebral (el pliegue hipural) (

Figura 5). El pliegue hipural se puede localizar sosteniendo el pez contra una superficie plana y doblando suavemente la cola hacia arriba y hacia adelante de modo que se haga visible un pliegue. La longitud estándar proporciona la medición de longitud más confiable porque las aletas caudales a menudo están dañadas, lo que dificulta determinar la longitud total o la longitud de la horquilla (DES, 2018). Para conocer el peso de los ejemplares, se ubicó el pez en la báscula digital y se midió en gramos. Se registra el peso del animal en un formato de campo o equivalente (DES, 2018) (**Figura 6).**

Figura 5. Medida de la longitud total y estándar en ejemplares del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca.

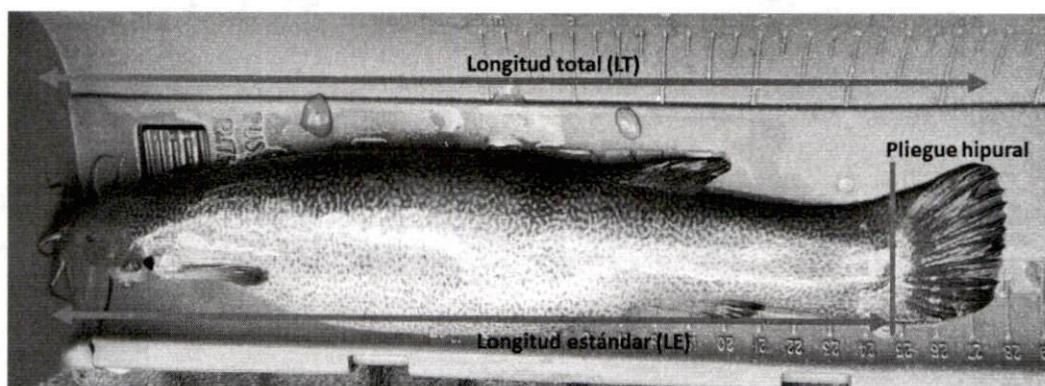


Figura 6. Pesaje de ejemplares de *E. mutisii* colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca





INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Los valores registrados de talla y peso de los organismos colectados se registran en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Morfometría de los especímenes registrados del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca

Estación	Peso (g)	LT (cm)	LS (cm)	Sexo
Rio Subachoque aguas arriba del casco Urbano	88	25,5	23	Hembra
Rio Subachoque aguas arriba del casco Urbano	42	18,5	16	Hembra
Rio Subachoque aguas arriba del casco Urbano	23	17	15	Macho
Rio Subachoque aguas arriba del casco Urbano	13,1	12,5	11	Indeterminado
Rio Subachoque vereda La Cuesta	16,8	15	13,5	Hembra
Rio Subachoque vereda La Cuesta	9	12,5	11	Indeterminado
Rio Subachoque vereda La Cuesta	14,5	14,5	13	Macho
Rio Subachoque vereda La Cuesta	108,5	26	23	Macho
Rio Subachoque vía El Rosal - Madrid	101	22	20	Macho
Rio Subachoque vía El Rosal - Madrid	60,15	23,5	21,5	Macho
Rio Neusa - aguas debajo de la plazuela	132,77	27,5	25,5	Hembra
Rio Neusa - aguas debajo de la plazuela	79,8	27	24	Macho
Rio Neusa - aguas debajo de la plazuela	58,3	20	17,5	Macho
Descarga embalse Tominé	29,8	15,5	13,5	Macho
Rio Bogotá - delante de Termozipa	66,16	20,5	18,5	Indeterminado
Rio Bogotá - delante de Termozipa	15,27	12	11	Indeterminado
Rio Bogotá - delante de Termozipa	13,88	11,2	10	Indeterminado
Rio Bogotá - delante de Termozipa	9,1	10	9	Indeterminado
Descarga embalse Sisga	96,35	23,5	21	Hembra
Descarga embalse Sisga	119,35	25,5	23	Hembra
Descarga embalse Sisga	45,7	18	16	Macho
Descarga embalse Sisga	20,68	14,5	13	Indeterminado
Descarga embalse Sisga	5,48	9	8	Indeterminado
Descarga embalse Sisga	8,34	10	9	Indeterminado
Descarga embalse Sisga	20,36	14,7	13	Indeterminado
Rio Bogotá - puente Santander	12,56	11,5	10	Indeterminado
Rio Bogotá - puente Santander	21,7	15	13,5	Indeterminado

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TALLAS

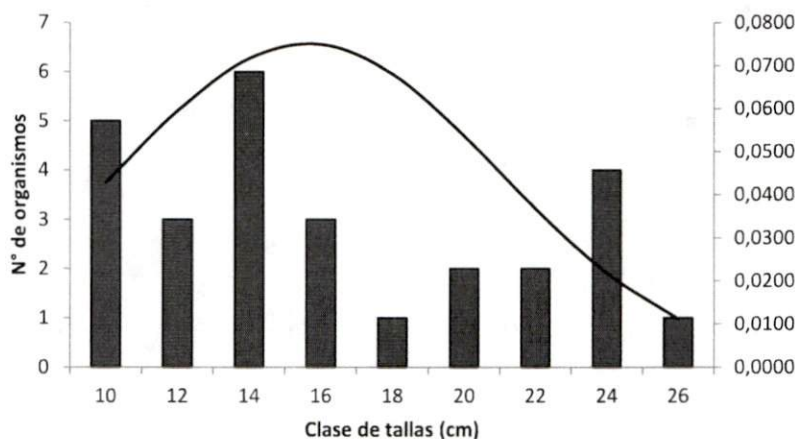
Se analizó un total de 27 individuos durante los monitoreos realizados en la zona de distribución del pez capitán de la Sabana (*E. mutisii*), con una distribución de tallas cada 5 mm de longitud estándar (LE). Se obtuvo valores de longitud de 15,6 cm y peso promedio de 45,6 g (**Figura 7**).

Se registraron organismos juveniles y adultos, debido a esto existen variaciones de clases de talla en la especie estudiada, la distribución de las tallas no se ajustó del todo a una distribución normal y se agruparon en nueve (9) clases y se distribuyen con mayor frecuencia en las tallas 10

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

y 16 cm probablemente juveniles. Lo anterior, aporta información valiosa para entender las dinámicas poblacionales que está relacionado con el mantenimiento de las especies, es posible que algunos atributos del hábitat tales como refugios, alimentos, competencia, depredación, entre otros permitan estos procesos. Esta dinámica se relaciona con el reclutamiento, que varía a lo largo del tiempo estas oscilaciones en los patrones de asentamiento y reclutamiento, pueden tener un fuerte componente estocástico o cambios en ciertas conductas reproductivas relacionadas con ciclos anuales o estacionales (Moreno et al., 2019).

Figura 7. Distribución de frecuencias de talla de los especímenes registrados del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca



RELACIÓN LONGITUD-PESO

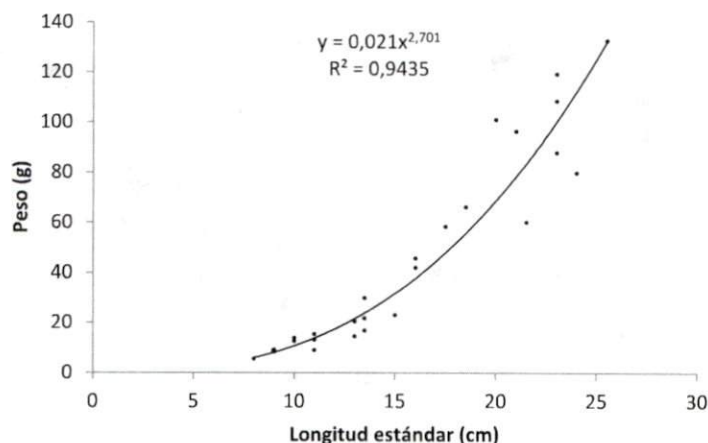
La relación longitud-peso y el factor de condición (K) son indicadores poblacionales o del bienestar de las especies, debido que proporcionan información sobre el estado nutricional, actividad reproductiva y crecimiento de las especies (moreno et al., 2019). Su uso, permite realizar comparaciones entre poblaciones y así crear modelos para predecir el comportamiento de poblaciones de interés (McCallum, 2000). Existen tres relaciones de crecimiento entre longitud y aumento de la masa de los peces. Primera, la relación que mantendría un balance entre la longitud y el peso del individuo, población y/o especie sería igual a 3. Segunda, alométrico negativo ($b < 3$) peces delgados, posiblemente por condiciones adversas en el medio, gasto energético en reproducción o individuos jóvenes cuya inversión energética se prioriza en longitud y posteriormente en masa corporal. Tercera, alométrico positivo ($b > 3$) indicarían un estado robusto del pez, lo cual podría obedecer a oferta alimenticia abundante o almacenamiento de energía previo a la época de reproducción (Le Cren, 1951). A continuación, se detallan los resultados de la relación longitud – peso de la especie *E. mutisii*.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

En cuanto a la relación longitud y peso dado específicamente por los valores de coeficiente de crecimiento b permitiendo evaluar cualitativamente el grado de bienestar de las especie, reflejando las condiciones alimenticias recientes.

Para el pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) los valores del coeficiente de crecimiento $b < 3$, es decir un crecimiento alométrico negativo, debido que la especie aumenta más significativamente la longitud, pudiendo ser un indicador de la menor inversión en energía acumulada y muestra que la especie posiblemente prioriza su crecimiento por encima de su peso (Moreno et al., 2019) (Figura 8).

Figura 8. Relación longitud – peso de los especímenes registrados del pez capitán de la sabana (*E. mutisii*) colectados en las cuencas de la Jurisdicción de la CAR Cundinamarca



BIBLIOGRAFÍA

Acero, A., Acosta-Santos, A. A., Agudelo-Córdoba, E., Agudelo-Zamora, H. D., Ajiaco-Martínez, R. E., Alonso González, J. C. & Villa-Navarro, F. A. (2019). Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia (2012). Obra completa: Mojica, JI; JS Usma; R. Álvarez-León y CA Lasso (Eds). (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, DC, Colombia, 319 pp.

Bastidas, J. y Lemus, C. 2012. Aspectos bioecológicos del capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Pisces: Trichomycteridae) en el Altiplano Cundiboyacense (Primera Edición Ed.). (U. M. Beltrán, Ed.) Bogotá D.C., Colombia.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Bastidas, J. y Lemus, C. 2014. Aportes a la biología y la ecología del pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) - Humboldt 1805 (Pisces: Trichomycteridae) en el altiplano Cundiboyacense. (B. Acuña Acevedo, Ed.) Bogotá, Colombia.

Borissow, C. y Canosa, A. 2000. Aislamiento e identificación de las bacterias presentes en lesiones externas e internas del capitán de la sabana, *Eremophilus mutisii* (Humboldt 1805). *Geotrópica*, 5:5-14.

Caicedo, C. A. 2017. Análisis del declive de la especie *Eremophilus mutisii*. Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 115 p.
Del Castillo, B. y Garzón, B. 1985. Observaciones sobre la biología del capitán *Eremophilus mutisii*, en condiciones de laboratorio. Bogotá: Universidad Nacional.

Department of Environment and Science (DES). 2018. Monitoring and Sampling Manual: Environmental Protection (Water) Policy. Brisbane: Department of Environment and Science Government.

Flórez, S. y Sarmiento, N. 1989. Universidad Nacional de Colombia. Observaciones ecológicas sobre el pez capitán *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Colombia.

Han, J. H., W. K. Peak y K. G. An. 2016. Efficiency comparisons of fish sampling gears for a lentic ecosystem health assessments in Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 9 (4): 412 – 421.

Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology*, 201-219.

Lemus, C., J. I. Mojica, M. Echavarría, C. Avella, W. F. López, P. E. Useche. (2017). Programa nacional para la conservación de la especie endémica de Colombia pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá; Universidad Manuela Beltrán. 60 p.

Lemus-Portillo, C., Echavarría-Pedraza, M. C., Rojas, J. E., Álvarez-Díaz, J. E., León-Pardo, K. J., Aguilar-Orjuela, K. S., & Maldonado, J. F. (2020). Estado de conservación y distribución del pez de agua dulce Capitán de la Sabana *Eremophilus mutisii* en Cundinamarca, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 42(112).

Maldonado-Ocampo, J. A., A. Ortega-Lara, J. S. Usma, G. Galvis, F. A. Villa Navarro, L. Vásquez, S. Prada-Pedrerós y C. Ardila. (2005). Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. – Colombia. 346 pp.

MCCALLUM, H. 2000. Population Parameters: Estimation for Ecological Models. Blackwell Science Ltd. Oxford, London. 348 pp.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Moreno, J. M., Aguilar, F. A., Boada, N. S., Rojas, J. A., & Prieto, C. (2019). Análisis morfométrico e índices corporales del capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 66(2), 1-13.

Pineda, J. 1983. Límites de tolerancia y consumo de oxígeno del pez *Eremophilus mutisii* - Humboldt 1805, a diferentes temperaturas de climatización. (U. Nacional, Ed.) Bogotá, Bogotá, Colombia.

Prieto-Mojica, C., Gallego-Alarcón, F., & Moncaleano, E. (2017). Pez Capitan de La Sabana (*Eremophilus mutisii*). *Zoociencia*, 4(2), 4-10.

Rosado, R., González, J., Álvarez, R. y Suárez, R. 2007. ¿Quién es el capitán? Bogotá: Fundación al Verde Vivo.

Terra, B., Hughes, R. y Araújo, F. 2013. Sampling sufficiency for fish assemblage surveys of tropical Atlantic forest streams, southeastern Brazil. *Fisheries* 38 (4): 150 – 158.

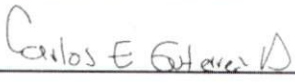
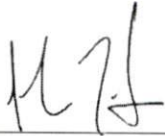
Vásquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R. y Castro, T. 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. *ContactoS* 60: 41 – 48.

FIN DEL INFORME

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN PREVIA DE LA DIRECCIÓN DEL LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL DE LA CAR

Ciudad: Mosquera

Fecha: 2023-11-29

	Nombre	Firma
Elaboró	Edison Jahir Duarte Ramos Profesional especializado grado 15. Proceso de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
Revisó	Carlos Emilio Gutierrez Ulloa Líder Proceso IDi Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental. Hernando Ovalle Serrano Líder Proceso de Hidrobiología Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	 
Aprobó	Edwin Giovani García Masmela Director técnico Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

16 de 17



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL,
DLIA**

CONTROL DE CAMBIOS DEL FORMATO

Revisión	Descripción del cambio	Autor	Fecha
6	Se incluye espacio para consecutivo y para título y se adiciona control de cambios del formato	Giselle Rivera Pineda	2021-12-30



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

CONSECUTIVO INFORME:

450 de 12 octubre de 2023

TÍTULO DEL INFORME:

Informe del diseño, adecuación, montaje para la
reproducción y mantenimiento en condiciones de
cautiverio de Capitán de la Sabana

INTRODUCCIÓN

La Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la CAR, se encuentra acreditada por el IDEAM según resolución No. 0243 del 10 de septiembre de 2007, No. 500 del 18 de diciembre de 2008 y No. 504 del 18 de diciembre de 2008, No. 914 del 10 de junio de 2009, No. 323 del 2010, Resolución 2327 de 2010, por la cual se renueva la acreditación. La resolución IDEAM 0776 del 08 de mayo de 2012, Resolución 3134 del 13 de diciembre de 2013 y la Resolución 1952 del 24 de agosto de 2018, 0358 de 12 de mayo de 202 y 0776 de 14 de septiembre de 2020 por la cual se extiende el alcance de la acreditación del Laboratorio para producir información cuantitativa física, química y biológica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y los recursos naturales renovables, en las matrices Agua, Biota, Aire (Ruido – Calidad de Aire – Fuentes Fijas), Suelo y Residuos peligrosos; según NTC - ISO- IEC 17025 "Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayos y calibración", además cuenta con procedimientos revisados, aprobados e implementados para la toma de muestras en campo por parte de personal calificado y capacitado, ingenieros, biólogos y técnicos con experiencia. Todos los procesos y procedimientos son validados con base en los criterios establecidos en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA / AWWA / WEF, 2017) y en la normatividad nacional vigente.

Con el objeto de mantener la visión de la DLIA como centro de producción de conocimiento científico y ambiental, se propuso la actividad PAC enmarcada en la meta 15.3 "Realizar acciones para Identificar e implementar cuatro (4) proyectos de repoblación, conservación y uso de fauna íctica nativa como estrategia de sostenibilidad ambiental en las cuencas o cuerpos de agua priorizados", para lo cual se recibieron y adecuaron las instalaciones físicas de la Estación Piscícola Parque Forestal Embalse Río Neusa (EPPFERN). A continuación, se describe el proceso de adecuación que se ha desarrollado en la EPPFERN y el procedimiento que se lleva a cabo para el mantenimiento en condiciones de cautiverio de los ejemplares de Capitán de la Sabana colectados en la jurisdicción de la Corporación

- Entrega de la Estación Piscícola Parque Forestal Embalse Río Neusa (EPPFERN)

Mediante acta de entrega firmada el día 23 de marzo de 2023, se formalizó el traspaso de la infraestructura de la estación piscícola, por parte de la Dirección Operativa de Parques – DIA, a la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental – DLIA.

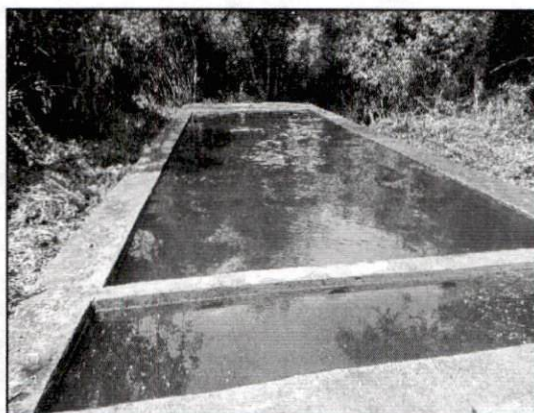
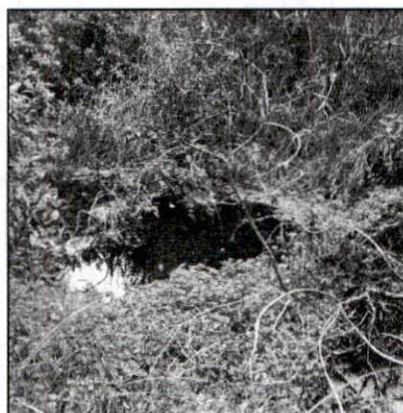
INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

- Diagnóstico del estado actual de las condiciones operativas de la Estación Piscícola Parque Forestal Embalse Río Neusa (EPPFERN)

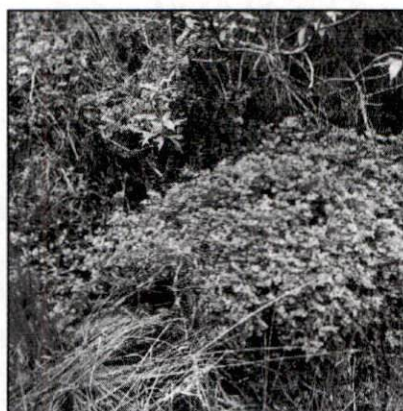
Después de una visita realizada el día 24 de marzo de 2023, se redactó el informe No. 150 en donde se realiza el diagnóstico de la EPPFERN, aclarando los puntos que requieren de intervención para mejorar su operatividad. Este diagnóstico se enfocó en los aspectos de mejoras operativas de la estación.

- Adecuación del área de Bocatoma

Durante el diagnóstico realizado se mencionó el estado crítico del área de la bocatoma, la cual fue sometida a proceso de limpieza de la vegetación flotante y circundante del tanque de almacenamiento. Actualmente aún se requiere de la intervención específica para el reemplazo de las válvulas de control, sin embargo, bajo las condiciones actuales se puede desarrollar la actividad de mantenimiento de los ejemplares de Capitán de la Sabana en cautiverio



Fotografía 1. Estado del tanque de almacenamiento de la bocatoma de la EPPFERN.
Izquierda: Antes. Derecha: Actual

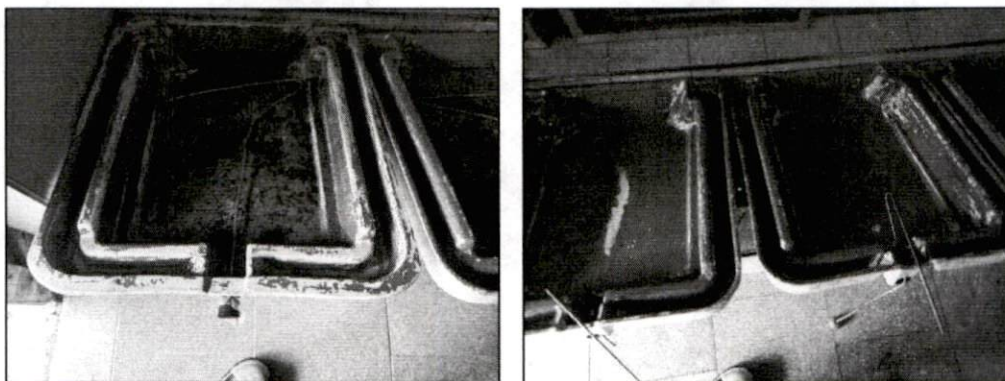


INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Fotografía 2. Estado de la válvula de control del tanque de almacenamiento de agua de la EPPFERN. Izquierda: Antes. Derecha: Actual

- Limpieza y desinfección de las Incubadoras habilitadas en la EPPFERN

Para poder desarrollar el proceso de incubación de los huevos de Capitán de la Sabana era necesario limpiar y desinfectar las baterías de incubadoras disponibles en la EPPFERN. Este procedimiento se realizó desmontando cada bandeja de incubación, lavando firmemente con cepillo y abundante agua para retirar el material grueso, luego se aplicó una solución de hipoclorito de sodio al 1% para desinfectar. Se dejó actuar la solución desinfectante por unos 5 minutos y se procedió a enjuagar con abundante agua. Este procedimiento es clave para poder desarrollar el proceso de incubación de los huevos de capitán que se extraigan.



Fotografía 3. Bandejas de incubación de la EPPFERN. Izquierda: Antes. Derecha: Actual

- Limpieza, desinfección y habilitación de las canaletas de alevinaje inicial en la EPPFERN

Durante el proceso de diagnóstico del estado de la EPPFERN, se encontró que las canaletas de alevinaje inicial estaban parcialmente cubiertas por sedimentos y en un caso particular el tubo de desagüe estaba desconectado del drenaje. Estas canaletas fueron limpiadas y desinfectadas, siguiendo un procedimiento similar al descrito previamente para las incubadoras; de igual forma se habilitó la canaleta que no estaba debidamente conectada con el sistema de drenaje. En este momento estas canaletas están completamente habilitadas para su uso durante el proceso de alevinaje de Capitán de la Sabana.

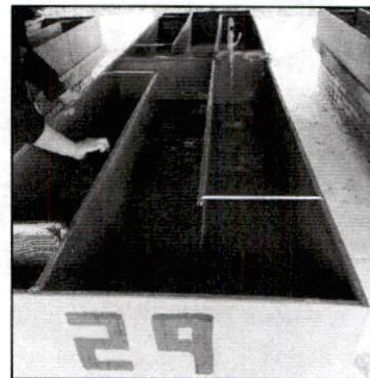
INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA



Fotografía 4. Canaletas de alevinaje inicial de la EPPFERN. Izquierda: Antes. Derecha: Actual

- Limpieza y habilitación de las canaletas de alevinaje del galpón del área suroriental de la EPPFERN

Para poder mantener los individuos capturados de Capitán de la Sabana era necesario limpiar y desinfectar las canaletas de alevinaje del galpón suroriental de la EPPFERN. Este procedimiento se realizó lavando firmemente con cepillo y abundante agua para retirar el material grueso, luego se aplicó una solución de hipoclorito de sodio al 1% para desinfectar. Se dejó actuar la solución desinfectante por unos 5 minutos y se procedió a enjuagar con abundante agua. Actualmente los ejemplares que se mantienen en cautiverio en la EPPFERN están dispuestos en estas canaletas.



Fotografía 5. Canaletas de alevinaje del galpón suroriental de la EPPFERN. Izquierda: Antes. Derecha: Actual

- Mantenimiento de los parentales y ejemplares de Capitán de la Sabana colectados en la jurisdicción CAR en las instalaciones de la EPPFERN

- Acondicionamiento:

Para mantener unas condiciones que se acerquen un poco al medio natural, a las canaletas se les añaden macrófitas acuáticas que sirven como refugio, ya que el Capitán de la Sabana es una especie nocturna que durante el día permanece oculto entre la vegetación acuática o enterrado

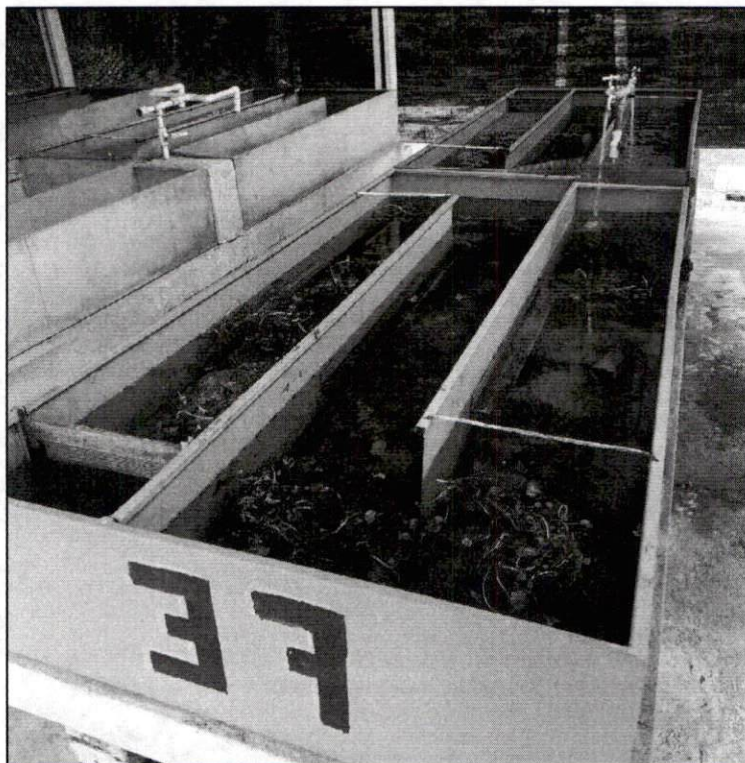
INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

en el sustrato, así mismo las macrófitas acuáticas funcionan como fuente indirecta de alimento natural, al permitir que algunos macroinvertebrados acuáticos puedan desarrollarse naturalmente. Las macrófitas usadas son *Azolla filiculoides*, *Hydrocotyle ranunculoides* y *Calceolaria mexicana*, todas especies de ocurrencia natural en la zona del embalse del río Neusa. Igualmente se proporcionan refugios artificiales hechos con tubos de PVC de 3 pulgadas, que funcionan como cavernas. De igual forma, para mantener unas condiciones de incidencia lumínica baja en las canaletas, se cubrieron los flancos del galpón suroriental de las instalaciones con polisombra, disminuyendo así el estrés de los peces en cautiverio.

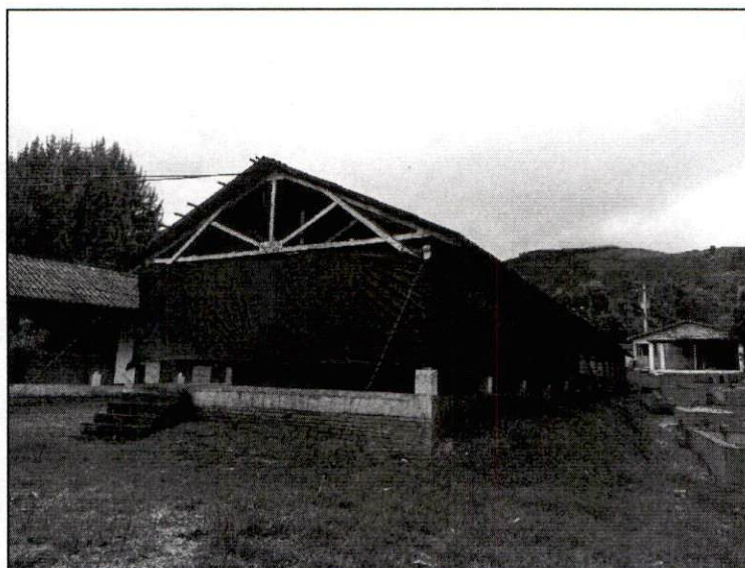


Fotografía 6. Ejemplar de Capitán de la Sabana usando las macrófitas acuáticas como refugio durante el día.

**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL,
DLIA**



Fotografía 7. Estado general de las canaletas en donde se mantienen los ejemplares de Capitán de la Sabana en cautiverio en la EPPFERN.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Fotografía 8. Polisombra instalada en el galpón de canaletas del sector suroriental para disminuir la incidencia lumínica en las canaletas en donde se mantienen los ejemplares de Capitán de la Sabana en cautiverio en la EPPFERN.

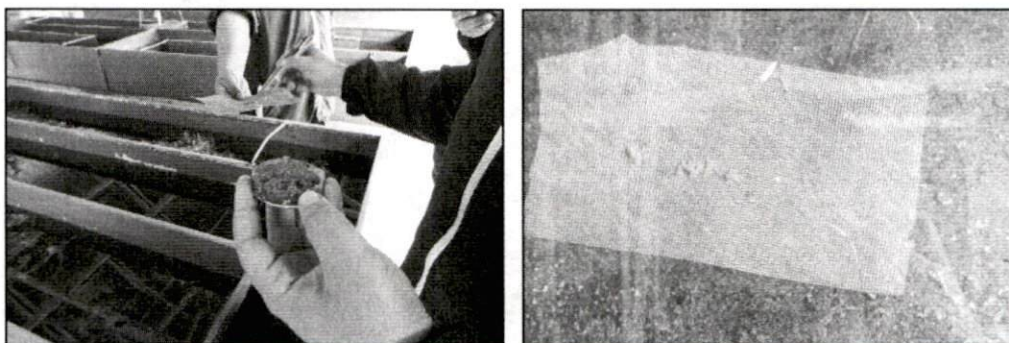
Para evitar la disminución de la calidad del agua en las canaletas por acumulación de material orgánico (heces, macrófitas muertas y restos de comida) se mantiene un flujo de agua constante de aproximadamente 0,04 L/s que permite una renovación del volumen de cada canaleta (400 L) cada 2,5 horas, lo que a su vez permite 9,6 renovaciones diarias.

- Limpieza:

Cada día se realiza limpieza general de cada canaleta en donde se mantengan ejemplares de Capitán de la Sabana, ya que a pesar de que se mantenga el flujo constante de agua, siempre se acumulará material orgánico en el fondo, el cuál debe ser retirado manualmente usando una bomba de limpieza o una red de malla fina.

- Alimentación:

Los ejemplares de Capitán de la Sabana mantenidos en la estación se alimentan diariamente con corazón de pollo finamente molido (trozos de 2-3 mm de longitud y 1-2 mm de ancho) y dispuesto en alimentadores de malla de anejo de 20 X 15 cm. El corazón de pollo se procesa usando un procesador de alimentos y se almacena en un congelador a -8°C. Se proporcionan raciones diarias equivalentes al 1% de la biomasa de peces en cada canaleta. Como se mencionó anteriormente, los restos de comida no consumida son retirados diariamente para evitar afectaciones a la calidad del agua.



Fotografía 9. Proceso de alimentación diaria de los ejemplares de Capitán de la Sabana en cautiverio en la EPPFERN.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA



Fotografía 10. Congelador para almacenar el alimento de los ejemplares de Capitán de la Sabana en cautiverio en la EPPFERN.

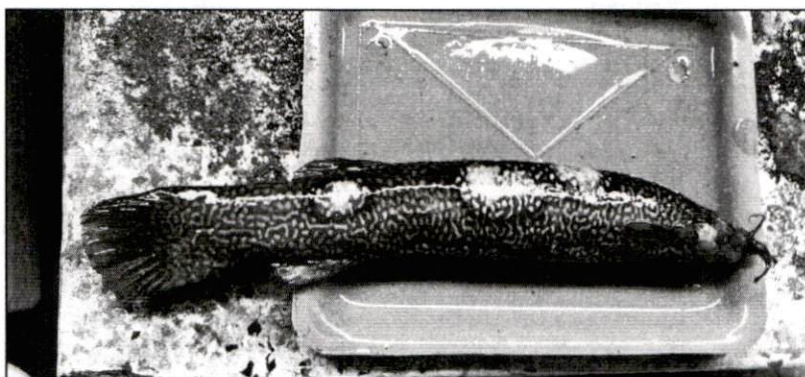
- Revisión general diaria:

Como lo mencionan varios autores, esta especie es susceptible a verse afectada por patologías cutáneas de origen fúngico o bacteriano que pueden ser letales en cuestión de días; por tanto, para asegurar el bienestar de los ejemplares de Capitán de la Sabana mantenidos en cautiverio en la EPPFERN, diariamente se realiza una revisión general de los peces, buscando perturbarlos en lo mínimo posible. Durante esta revisión se busca identificar si los peces se han alimentado, si responden a estímulos externos y si presentan manchas o laceraciones cutáneas anómalas.



Fotografía 11. Revisión general diaria de los ejemplares de Capitán de la Sabana en cautiverio en la EPPFERN.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA



Fotografía 12. Ejemplar de Capitán de la Sabana afectado por laceraciones cutáneas, identificadas como manchas anómalas en la coloración del pez.

- Control de talla y peso:

De forma de garantizar que los ejemplares de Capitán de la Sabana mantenidos en cautiverio en la EPPFERN se están adaptando a las condiciones artificiales, se realiza un control de talla y peso cada 15 días, esto con el objeto de establecer si los peces se están alimentando y están creciendo, además de permitir una revisión más detallada de las condiciones generales de cada individuo. Este proceso inicia con la captura y disposición de los animales en un recipiente plástico para su traslado al laboratorio de la EPPFERN. Posteriormente se sumergen en una solución de Eugenol con concentración de 70 mg/L, para anestesiarnos y facilitar su manipulación, reduciendo su alteración. Se reconoce que los peces están anestesiados porque pierden el eje de natación (volteo) y no responden a estímulos externos. En ese punto, se miden y pesan lo más rápido posible devolviéndolos al recipiente de plástico para retornarlos a su canaleta. Este procedimiento se realiza por cada canaleta, sin mezclar los organismos.



Fotografía 13. Proceso de Narcotización y control de talla y peso. Izquierda: Ejemplares sumergidos en solución de Eugenol para su narcotización. Derecha: Toma de talla y peso de ejemplar de Capitán de la Sabana



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

CONCLUSIONES

Hasta el momento, las actividades desarrolladas han estado enfocadas en la adecuación locativa de las instalaciones de uso principal y el mantenimiento de los individuos capturados y trasladados a la EPPFERN. Actualmente, y gracias a las actividades diligentes que se han ejecutado, se cuenta con 30 ejemplares de Capitán de la Sabana que han respondido satisfactoriamente al proceso de adaptación a las condiciones de cautiverio hasta este momento.

----- FIN DEL INFORME -----

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN
AUTORIZACIÓN PREVIA DE LA DIRECCIÓN DEL LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL DE LA CAR

Ciudad: Fecha:

	Nombre	Firma
Elaboró	Fabel Leonardo Avila Rojas	
Revisó	Hernando Ovalle Serrano Líder proceso de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
	Carlos Emilio Gutiérrez Ulloa Líder I+D+i Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
Aprobó	Edwin Giovani García Masmela Director Técnico Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL,
DLIA**

CONTROL DE CAMBIOS DEL FORMATO

Revisión	Descripción del cambio	Autor	Fecha
6	Se incluye espacio para consecutivo y para título y se adiciona control de cambios del formato	Giselle Rivera Pineda	2021-12-30



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

CONSECUTIVO INFORME:

603 de 2023-11-29

TÍTULO DEL INFORME:

Protocolo de extracción de ADN a partir de muestras de
sangre y tejido del Pez Capitán de la sabana.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. OBJETO	3
1.2. TÉCNICA DE EXTRACCIÓN DE ADN.....	3
1.3. KIT UTILIZADO PARA ESTE PROTOCOLO	4
1.4. APLICACIONES Y USOS DEL ADN GENÓMICO	5
2. TABLA DE CANTIDADES PARA LAS MUESTRAS	5
3. GUIA PARA LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS	6
3.1. SANGRE.....	6
3.2. TEJIDO	8
4. PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN	9
4.1. ANTES DE EMPEZAR.....	9
4.2. PARTE 1: LISIS DE LA MUESTRA.....	9
4.2.1 Extracción a partir de sangre en peces (Glóbulos rojos nucleados)	9
4.2.2 Extracción a partir de tejido animal (músculo)	10
4.3. PARTE 2: UNIÓN Y ELUCIÓN DEL ADN GENÓMICO.....	10
4.4. AL TERMINAR (CONSIDERACIONES)	11
5. ELECTROFORESIS EN GEL DE AGAROSA	12
5.1. MATERIALES Y REACTIVOS.....	12
5.2. PROCEDIMIENTO	13
5.2.1 Para el gel.....	13



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

5.2.2 Carga de muestras y corrida electroforética	14
5.3. ANÁLISIS DEL GEL.....	16
6. BIBLIOGRAFÍA.....	16

TABLA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Kit de extracción de ADN Monarch® BioLabs.</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Punción lateral para la extracción de sangre en Pez Capitán de la Sabana.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Preparación de materiales para la electroforesis.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4. Corrido electroforético.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 5. Cámara lista con el gel adentro.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6. Visualización de un gel de electroforesis.....</i>	<i>16</i>



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

El objetivo de este protocolo es elaborar un documento que permita replicar el proceso de extracción y purificación de ADN genómico a partir de muestras de tejido y sangre de la especie *Eremophilus mutisii*, comúnmente conocida como pez capitán de la sabana. Este ADN extraído es el primer paso para cualquier análisis genómico, es decir, cualquier aplicación genética que se requiera en el estudio detallado de esta especie. El protocolo también puede ser utilizado en otras especies de pescados y en animales con glóbulos rojos nucleados tales como aves y reptiles.

1.2. TÉCNICA DE EXTRACCIÓN DE ADN

La extracción de ADN es una técnica utilizada para aislar y obtener ADN puro a partir de muestras biológicas por medio de métodos químicos y/o físicos. En la obtención de ADN de tejidos o células animales, la técnica se basa en una serie de pasos y procedimientos en donde el objetivo es desintegrar la membrana plasmática para alcanzar la máxima eliminación de lípidos, proteínas y otros componentes que forman la célula, obteniendo así el ADN más depurado posible.

Friedrich Miescher realizó el primer aislamiento de ADN en 1869. La extracción se basa en lisis o romper las células y solubilizar el ADN, para luego remover las macromoléculas, lípidos, RNA o proteínas que acompañan al ADN dentro del contenido celular. El proceso generalmente contiene tres pasos: 1) Lisis celular 2) Separación y aislamiento del ADN del resto de componentes celulares 3) Precipitación y purificación del ADN. Primero, se rompe la célula exponiendo el contenido celular a una solución salina, en donde se agrega un detergente que desintegra los lípidos y libera el contenido interno. Después, se separa el ADN de proteínas por medio de enzimas o filtración física. Luego, se aísla el ADN de cualquier otro componente y se prepara de forma que se pueda extraer del contenido en el que se encuentra inmerso. Al final del proceso de extracción, se hace un chequeo de integridad y calidad de la molécula extraída en donde se realiza una electroforesis o algún método de densidad óptica para verificar la pureza y concentración del ADN obtenido. Este paso es esencial al utilizar el ADN obtenido en los siguientes pasos del análisis molecular.

Los métodos iniciales de extracción involucraban extracción orgánica (fenol/cloroformo - precipitación con etanol), los cuales requieren de reactivos peligrosos para la salud humana o toman mucho tiempo en completarse. Con el fin de simplificar el proceso y reducir el



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

tiempo empleado, se han desarrollado nuevas técnicas como membranas o camas de sílice, cromatografía de intercambio aniónico, sedimentación/precipitación y partículas magnéticas. Cada uno de los métodos da un resultado con diferente pureza y concentración, que depende también del material biológico de partida utilizado.

Hoy en día, la mayoría de ensayos en biología molecular requiere de una purificación de ADN como proceso estandar, para lo cual se han estandarizado kits comerciales que ayudan a los científicos a ahorrar tiempo y optimizar los procedimientos. Los kits comerciales suelen incluir varias opciones de material de partida como sangre, fluidos corporales y tejidos almacenados en distintas formas. Estos suelen utilizar métodos más seguros y pueden realizar el proceso en periodos de tiempo más cortos y con mejor rendimiento. Las células son lisadas usando detergentes, sales caotrópicas o denaturación alcalina. El lisado o lo que resulta de la lisis es separado vía filtración, centrifugación o magnetismo y la parte soluble del lisado es tratada para purificar el ADN. El resultado es ADN de alta calidad que puede ser usado en un rango amplio de aplicaciones dentro de la biología molecular.

1.3. KIT UTILIZADO PARA ESTE PROTOCOLO

Monarch® Purificación de AND Genómico

Para la estandarización de este protocolo se utilizó el kit de purificación de ADN genómico Monarch de New England BioLabs Inc® el cual brinda la posibilidad de purificar ADN con una alta calidad, de manera rápida y sencilla. Este kit purifica ADN genómico de alto peso molecular, el cual se puede extraer de múltiples tipos de muestra (células, sangre y tejido graso o fibroso). Además, funciona con muestras difíciles de lisar, muestras relevantes clínicamente como saliva, brinda excelentes rendimientos de ADN puro, baja contaminación por RNA residual, protocolo de fácil comprensión por el usuario con tiempos de lisis cortos y el resultado se puede utilizar fácilmente en aplicaciones como PCR, qPCR y NGS. Al utilizar el kit no hay necesidad de comprar reactivos adicionales. Otros kits fueron empleados previamente y no tuvieron éxito a la hora de extraer el ADN de las muestras de sangre y tejido del pez capitán. Además, maneja un buen precio en el mercado y se consigue fácilmente.

Las especificaciones del contenido del kit, junto a las instrucciones detalladas y otros aspectos se encuentra disponible en el siguiente link:
<https://www.neb.com/en/products/t3010-monarch-genomic-dna-purification-kit#Product%20Information>

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

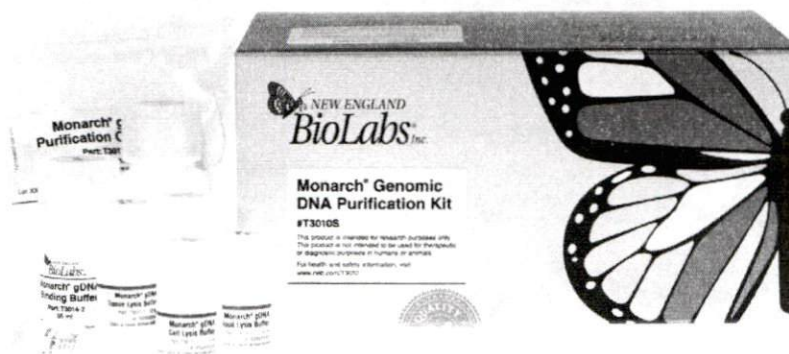


Figura 1. Kit de extracción de ADN Monarch® BioLabs empleado en la estandarización del protocolo.

1.4. APLICACIONES Y USOS DEL ADN GENÓMICO

Extraer el ADN de un organismo es el punto de partida de numerosas aplicaciones tales como identificación de microorganismos en el ambiente, predisposiciones genéticas a enfermedades, investigación fundamental del ADN, ciencia forense, biología molecular y determinación de paternidad, entre otros. En el caso del pez capitán de la sabana, obtener un banco robusto de ADN es el paso inicial de numerosos estudios genéticos para establecer relaciones filogenéticas y evolutivas, secuenciar el genoma de la especie, estudios genéticos poblacionales, analizar la posibilidad de especiación a partir de patrones de variación genética, entre muchas otras aplicaciones. Lo que todas las investigaciones tienen en común es el paso inicial, obtener una muestra de ADN pura.

2. TABLA DE CANTIDADES PARA LAS MUESTRAS

La cantidad de tejido utilizada para cada muestra en el proceso de purificación varía según el tipo de muestra. Por lo tanto, a continuación, se muestra cantidades máximas de muestra a utilizar en la extracción con el kit **Monarch® Purificación de AND Genómico** para grupos individuales de tejido. Cabe anotar que utilizar cantidades que excedan las recomendadas puede reducir el rendimiento y la pureza de las muestras



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

Tipo de muestra	Cantidad recomendada	Rendimiento	Cantidad máxima
TEJIDO*			
Músculo	10 mg	4 –7 µg	25 mg
SANGRE**			
Nucleada	10 µL	30 – 45 µg	10 µL

*Los rendimientos de ADN genómico con base en tejido se muestran para polvo congelado, pedazos de tejido congelado y tejido estabilizado con RNAlater.

**La sangre estabilizada con varios anticoagulantes (EDTA, citrato y heparina) fueron evaluados y los resultados fueron comparables en todos los casos. Adicionalmente, se comparó con muestras congeladas y frescas mostrando resultados comparables.

3. GUIA PARA LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS

3.1. SANGRE

Al sacar una muestra de sangre del pez capitán de la sabana se debe tener en cuenta la forma adecuada de insertar la jeringa para no causar una posible hemorragia interna o algún daño al espécimen. El método que se utilizó fue punción lateral, insertando la aguja a 1 o 2mm por debajo de la línea lateral cerca de la base del pedúnculo caudal (**Figura 1**). La aguja se dirige con un ángulo de 45° hacia buscar la línea media y bajo los cuerpos vertebrales, por donde pasa la vena o arteria caudal¹. La sangre se aspira al retirar ligeramente la aguja mientras que la presión negativa se aplica a la jeringa. Una vez se introduzcan los vasos, la sangre empieza a entrar en la jeringa. La venopunción puede ser realizada con o sin sedación (en caso de sedarlo se recomienda utilizar eugenol).

¹ Rozas, M., Walker, R., Müller, A., & Bittencourt, P. (2015). Manual de patología clínica de peces salmónidos. Determinación de parámetros hematológicos, inmunológicos y mecanismos involucrados en las respuestas del hospedero a infecciones prevalentes y co-infecciones. Pag 7-8.
GAM-FR-120 V6 2021-12-31

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

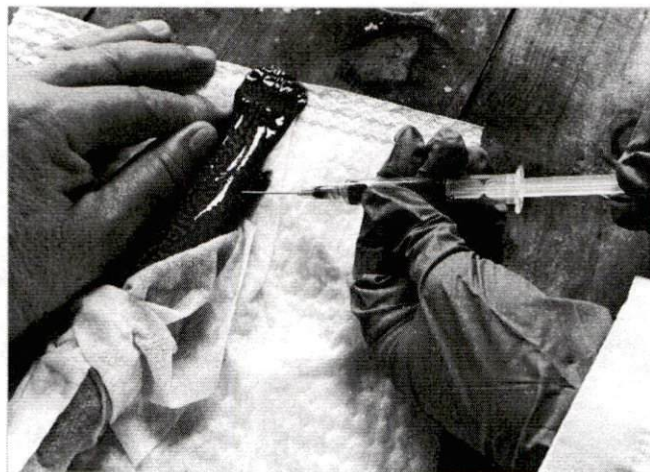


Figura 2. Punción lateral para la extracción de sangre en Pez Capitán de la Sabana.

Al tomar sangre es importante depositarla en tubos pequeños EDTA (de tapa morada) que se utilizan comúnmente en hematología clínica, pruebas cruzadas, grupos sanguíneos y otros estudios de la sangre. El aditivo EDTA sirve como anticoagulante uniéndose al calcio que está en la sangre, previniendo que se coagule y ayudando a la conservación de la muestra para su extracción.

El plasma de la sangre es extremadamente rico en nucleasas. Siempre y cuando los leucocitos en la sangre permanezcan intactos, las nucleasas no dañan el ADN. Cuando las muestras son almacenadas a 4°C, al pasar el tiempo, los leucocitos se vuelven inestables y se lisan, liberando así nucleasas activas que reducen el tamaño del ADN. Por lo tanto, muestras de sangre frescas no deben ser guardadas a 4-8°C más allá de una semana. Por otro lado, las muestras analizadas el mismo día pueden ser más difíciles de lisis y la pureza del ADN resulta menos consistente. Para esto, se recomienda almacenarlas a 4-8°C por 2-3 días antes de la purificación. Muestras congeladas dan excelentes resultados siempre y cuando no sean descongeladas antes del procedimiento de purificación. Durante el congelamiento, cristales de hielo dañan la estructura de las células en los leucocitos y las nucleasas liberadas en el descongelamiento pueden degradar rápidamente el ADN. Sin embargo, si muestras congeladas se mantienen de esta forma durante la adición del buffer de lisis y luego incubadas inmediatamente a 56°C, las condiciones de la reacción asegurarán que el ADN este protegido y se obtengan fragmentos más largos.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

3.2. TEJIDO

En general, las muestras de tejido deben ser procesadas inmediatamente por causa de las DNAsas, sobre todo al tratarse de tejido de órganos metabólicamente activos. Si el procesamiento se retrasa por varias horas dado el sitio de muestreo o la dificultad de coleccionar la muestra, es imperativo hacer un almacenamiento adecuado en alguna de las siguientes formas:

- A) Ultracongelación de la muestra completa a -80°C .
- B) Ultracongelación de la muestra pulverizada con nitrógeno líquido y posteriormente almacenada a -80°C como polvo de tejido.
- C) Muestras incubadas con agentes estabilizantes como RNAlater® (Thermo Fisher Scientific) para facilitar el transporte a temperatura ambiente, en hielo, a 4°C o a -20°C . Cortar y preparar alícuotas de muestras estabilizadas es significativamente más conveniente que usar muestras frescas o congeladas.

Muestras de tejido ultracongeladas, convertidas en polvo con nitrógeno líquido serán digeridas en minutos porque la proteína presente en la muestra esta fácilmente disponible para la digestión por la Proteinasa K. Esta forma de almacenamiento asegura que las nucleasas puedan ser rápidamente degradadas, resultando en ADNg de alta integridad. Sin embargo, el rendimiento puede ser ligeramente más bajo usando polvo comparado con pedazos de tejido pues ADNg intacto en el polvo puede ser más difícil de efluir completamente en la membrana gracias al gran tamaño del fragmento. Pedazos de tejido, ya sea congelado o estabilizado, requiere un tiempo de lisis mayor que el polvo de tejido. Es mejor cortar el tejido en pedazos pequeños ya que el ADNg en pedazos grandes es propenso a degradación por nucleasas; nucleasas presentes en el interior del tejido son protegidas del efecto de la Proteinasa K y pueden cortar fácilmente el ADNg, mientras que en los pedazos pequeños se desintegran lentamente. Si la muestra de tejido es cortada en pedazos suficientemente pequeños, este efecto es mínimo y el rendimiento y calidad del ADNg será excelente.

Para más recomendaciones al preparar muestras de tejido desde cada una de las tres opciones mencionadas anteriormente, revisar el apartado de "Guidelines for Handling Tissue Samples" que se encuentra en el manual del kit: <https://www.neb.com/en/tools-and-resources/usage-guidelines/guidelines-for-handling-tissue-samples-with-the-monarch-genomic-dna-purification-kit>



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

4. PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN

4.1. ANTES DE EMPEZAR

- Guardar la RNasa A y la Proteinasa K a -20°C .
- Adicionar etanol ($\geq 95\%$) al buffer de lavado Monarch gDNA concentrado como está indicado en la etiqueta de la botella.
- PBS frío (no incluido en el kit) es necesario.
- Tener listo un mezclador térmico (e.g., ThermoMixer®), o un bloque térmico a 56°C para la lisis de la muestra.
- Tener listo un bloque térmico a 60°C . Precalentar el volumen apropiado de buffer de elución a 60°C (35-100 μl por muestra). Confirmar la temperatura, pues las temperaturas son usualmente más bajas de lo indicadas en el dispositivo.
- No cargar una misma columna con la muestra lisada más de una vez; sobre exposición de la matriz a la muestra lisada puede generar la expansión y liberación de la membrana.
- Preparar los demás materiales necesarios para la extracción: tubos eppendorf, gradillas, descartadores, puntas de pipetas, pipetas de diferentes cantidades (1-10; 2-20; 10-100; 100-1000), alcohol, toallas de papel, marcador para rotular, mortero, cuchilla para cortar, pinzas.

4.2. PARTE 1: LISIS DE LA MUESTRA

4.2.1 Extracción a partir de sangre en peces (Glóbulos rojos nucleados)

1. Transferir 10 μL de sangre a un tubo de microfuga (eppendorf) de 1.5 ml
2. Adicionar 90 μL de PBS frío y mezclar por vortex.
3. Adicionar 10 μL de proteinasa K y 3 μL de RNasa A, mezclar de nuevo por vortex.
No adicional las enzimas y el buffer de lisis para sangre simultáneamente, pues la alta viscosidad del lisado va a prevenir una distribución equitativa de las enzimas. La adición de la RNasa A es únicamente necesaria si un bajo porcentaje de RNA co-purificado va a afectar posteriores aplicaciones.
4. Adicionar 100 μL de buffer de lisis para sangre y mezclar por vortex minuciosamente. *La solución se volverá viscosa rápidamente.*
5. Incubar por 5 minutos a 56°C en un mezclador térmico con agitación a máxima velocidad (~ 1400 rpm). *Si una incubadora con agitación no está disponible, usar un bloque de*



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

calentamiento y hacer vortex una o dos veces durante la incubación. Una incubación más larga no va a afectar negativamente la calidad del ADN_g purificado.

6. Proceder al Paso 1 de la Parte 2: Unión y elución del ADN genómico

4.2.2 Extracción a partir de tejido animal (músculo)

1. Cortar el tejido en pequeños pedazos para asegurar una lisis rápida y alto rendimiento. Pesar la cantidad de tejido apropiado (hasta 25mg) y colocarlo en un tubo de microfuga de 1.5 mL. Usar más cantidad de tejido que lo recomendado no resultará en mejores rendimientos y/o pureza. Si usar más que el recomendado es requerido, dividir la muestra en 2 o más preparaciones. Asegurarse que el material congelado continúe congelado hasta que las muestras sean mezcladas con el buffer de lisis y la proteinasa K. Tejido estabilizado o fresco debe permanecer frío o en hielo durante la preparación. Para más información revisar "Pautas para manejar muestras de tejido".

2. Adicionar 10 uL de Proteinasa K y 200 uL de buffer de lisis de tejido a cada muestra. Mezclar inmediatamente por vortex. Asegurar que las partículas de tejido puedan moverse libremente en la mezcla de lisis y no se queden en el fondo del tubo. Al trabajar con varias muestras, se recomienda preparar un master mix de buffer de lisis de tejido y proteinasa K para ahorrar pasos de pipeteo.

3. Incubar a 56°C en un mezclador térmico con agitación a máxima velocidad (1400 rpm) hasta que los pedazos de tejido se hayan disuelto completamente (típicamente 30-60 minutos). Si el tiempo no es una limitación, la incubación adicional de hasta 3 horas puede mejorar el rendimiento y disminuir el RNA residual.

4. NOTA: Este paso puede ser omitido al trabajar con muestras frescas o congeladas (no estabilizadas) con cantidades menores a <15 mg. Centrifugar por 3 minutos a máxima velocidad (> 12,000 x g) hasta formarse residuos de pellet. Transferir el sobrenadante a un nuevo tubo de microfuga. Esto previene que los restos residuales tapen la membrana de unión y ayuda a maximizar el rendimiento y la pureza. Es especialmente importante realizar este paso si la muestra parece turbia, contiene residuos, y al trabajar con tejido estabilizado.

5. Proceder al Paso 1 de la Parte 2: Unión y elución del ADN genómico.

4.3. PARTE 2: UNIÓN Y ELUCIÓN DEL ADN GENÓMICO

******(Aplica para extracción a partir de sangre y músculo)



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

1. Adicionar 400 uL de buffer de unión de gDNA a la muestra y mezclar minuciosamente por vortex con pulsos durante 5-10 segundos. *Mezclar minuciosamente es esencial para resultados óptimos.*

2. Transferir el lisado/mezcla de buffer de unión (~600 µl) a una columna de purificación de gDNA pre-insertada en un tubo colector, sin tocar el área superior de la columna. *Proceder inmediatamente al paso 3. No volver a cargar la misma columna con más muestra, sobre-exposición de la matriz a la muestra puede hacer que la membrana se expanda y desaloje el contenido. Evitar tocar la parte superior de la columna con el mix de lisado y evitar transferir espuma que se haya formado durante la lisis. Cualquier material que toque la parte superior de la columna, incluyendo espuma, puede resultar en contaminación por sales en el eluido.*

3. Cerrar la tapa y centrifugar. Primero por 3 minutos a 1,000 x g para unir el gDNA (no hay necesidad de vaciar el tubo colector o remover de la centrifuga) y luego por 1 minuto a máxima velocidad (> 12,000 x g o RCF) para despejar la membrana. *Descartar el contenido del tubo colector y el tubo. Para resultados óptimos, asegurarse de que las columnas estén posicionadas dentro de la centrifuga en la misma orientación en cada paso*

4. Transferir la columna a un nuevo tubo colector y adicional 500uL de buffer de lavado de gDNA. Cerrar la tapa e invertir para que el buffer de lavado alcance la tapa. Centrifugar inmediatamente por 1 minuto a máxima velocidad y descartar el contenido. *El tubo colector puede ser sacudido contra una toalla de papel para remover cualquier residuo de buffer antes de reutilizarlo en el siguiente paso.*

5. Reinsertar la columna en el tubo colector. Adicional 500uL de buffer de lavado y cerrar la tapa. Centrifugar inmediatamente por 1 minuto a máxima velocidad y descartar el contenido del tubo colector.

6. Colocar la columna de purificación en un tubo de microfuga de 1.5 ml libre de Dnasas. Adicionar 35-100uL de buffer de elución para gDNA previamente calentado (60°C), cerrar la tapa e incubar a temperatura ambiente por 1 minuto. *La elución en 100uL es recomendada, aunque pequeños volúmenes pueden ser utilizados y van a resultar en un ADN más concentrado pero, con un rendimiento reducido (20-25% de reducción al usar 35uL). Eluir con buffer de elución precalentado aumenta el rendimiento en un ~20-40% y elimina la necesidad de una segunda elución. Para aplicaciones en donde una concentración alta de ADN es requerida, usar un volumen de elución pequeño y después re-eluir con el eluido puede aumentar el rendimiento en (~10%). El buffer de elución (10 mM Tris-Cl, pH 9.0, 0.1 mM EDTA) otorga una fuerte protección en contra de degradación enzimática y es óptimo para almacenamiento de ADN a largo plazo. Sin embargo, otros buffers bajos en sal o libres de nucleasas pueden ser utilizados si se prefiere.*

12. Centrifugar por 1 minuto a máxima velocidad (> 12,000 x g) para eluir el ADNg.

4.4. AL TERMINAR (CONSIDERACIONES)



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

El ADN_g eluido en el buffer de elución está protegido y puede ser guardado a 4-8°C por semanas o meses. Para almacenamiento a largo plazo, se recomienda dejar las muestras a -20°C. Además, es preferible evitar el descongelamiento debido a que puede causar una reducción del tamaño del ADN_g purificado.

Luego de realizar el proceso de purificación es importante comprobar la integridad y la cantidad el ADN_g extraído. Para este propósito, se suele utilizar una electroforesis y una cuantificación de ADN por diferentes medios.

5. ELECTROFORESIS EN GEL DE AGAROSA

La electroforesis es un método estándar de laboratorio para separar el ADN por tamaño (ej. Tamaño en pares de bases) para su visualización y purificación. Este método se basa en el uso de un campo eléctrico para mover el ADN cargado negativamente a través de una matriz hacia un polo positivo². Los fragmentos cortos de ADN migran por el gel más rápido que los largos, pues su peso es menor. De esta forma, se puede determinar aproximadamente el tamaño del fragmento ADN corréndolo junto una escalera de ADN, es decir, una colección de fragmentos de ADN con tamaño conocido). El gel se construye a partir de varios polímeros, pero los más conocidos son de agarosa o de poliacrilamida. En este caso, se utilizó el gel de agarosa debido a sus propiedades y su precio en el mercado. A continuación se presenta el procedimiento utilizado

5.1. MATERIALES Y REACTIVOS

Materiales:

- Matraz de 250 mL
- Probeta 100 mL
- Microondas
- Micropipetas
- Cámara de electroforesis horizontal
 - Fuente de poder
 - Cables
 - Tapa
 - Tanque
- Balanza analítica

²Checha Rojas, A. (15 de septiembre de 2020). *Método: Gel de electroforesis Agarosa*. Recuperado el 6 de noviembre de 2023, de Conogasi: <https://conogasi.org/articulos/metodo-gel-de-electroforesis-agarosa/>

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

- Peine para pozos
- Bandeja para gel
- Base para el gel
- Fuente de luz UV

Reactivos

- Agarosa
- Buffer TAE 1X (preparación del gel)
- SYBR Green (tinte para el gel)
- Buffer de carga
- Escalera ADN o marcador de peso molecular.
- Muestras de ADN para la corrida

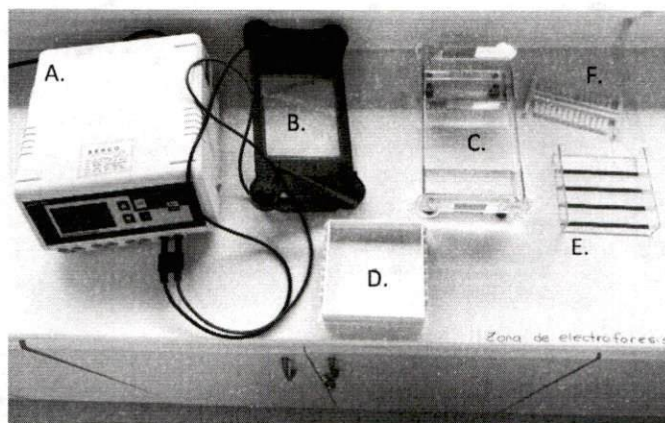


Figura 3. Preparación de materiales para la electroforesis. A) Fuente de poder para la cámara B) Tapa con cables conectados C) Tanque D) Bandeja para el gel E) Base para el gel F) Peine

5.2. PROCEDIMIENTO

**** (para preparar un gel de agarosa al 1.5%)**

5.2.1 Para el gel

1. Medir en una balanza analítica 0.9 gramos de agarosa y en un matraz mezclarlo en 60 mL de TAE (1X). Los geles de agarosa son comúnmente utilizados en concentraciones de 0.7% a 2% dependiendo del tamaño de las bandas que requieren ser separadas. Para el cálculo de cualquier gel requerido, hay que ajustar la masa de la agarosa en un volumen dado. TBE puede ser utilizado en vez de TAE. Sin embargo, se debe utilizar el mismo buffer tanto para la preparación del gel como para la corrida electroforética.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

2. Colocar la mezcla en un microondas de 1 a 2 minutos hasta que la agarosa se haya disuelto completamente en la solución. *Tener cuidado al calentar, pues la mezcla suele rebotarse y regarse en la bandeja del microondas. Para esto, se recomienda calentar por 30-45 segundos, parar, mezclar la solución y luego volver a calentar cada 10 segundos revisando que la solución ya este disuelta.*

3. Dejar enfriar la solución 5 minutos aproximadamente hasta alcanzar los 50-55°C o hasta que se pueda sostener cómodamente en la mano sin quemarse. Una vez baje la temperatura, inmediatamente colocar 0.6 uL de SYBR Green en la mezcla y agitar gentilmente hasta disolverse completamente. *Para colocar el SYBR Green, o colorante de unión de ADN, es necesario que la temperatura baje adecuadamente para evitar la degradación o daño del mismo. Así como la cantidad de agarosa, el cálculo del SYBR se hace 5uL por cada 50ml de solución.*

4. Colocar la base del dentro de la bandeja según el tamaño de gel que se requiera. Luego, agregar el peine para pozos. Finalmente, agregar la mezcla de agarosa y esperar a que se solidifique totalmente. *Se debe agregar lentamente para evitar la formación de burbujas. Si se forman, se pueden mover hacia los lados de la bandeja con la punta de una pipeta con mucho cuidado.*

5. Una vez solidificado, retirar el peine del gel y sacar la base que contiene el gel de la bandeja. *Retirar el peine lentamente y haciendo movimientos ligeros para que quede bien formado el pozo. Después de este paso el gel está listo para ser agregado a la cámara de electroforesis.*

5.2.2 Carga de muestras y corrida electroforética

6. Adicionar buffer de carga a cada una de las muestras de ADN a separar. Para esto, colocar en un aluminio o en un eppendorf pequeño 2 uL de cada muestra, 1 uL de buffer de carga y 7 uL de agua destilada. El mismo proceso con el marcador de peso. *Importante mezclar bien cada uno de los componentes antes de servirlos en el gel. El buffer de carga sirve para dos propósitos 1) proveer un frente de corrido que permite visualizar cuanto han migrado cada una de las muestras de ADN 2) aportar densidad a la muestra para ayudar a que se sumerja en los pozos en vez de difundirse por el buffer de corrido.*

7. Colocar el gel de agarosa dentro de la base para gel en la unidad de electroforesis. *Se debe colocar el extremo de los pozos del lado negativo de la cámara electroforética para asegurar que el ADN migre del polo negativo hacia el polo positivo siguiendo la naturaleza de carga del ADN.*

8. Con el gel adentro de la cámara, llenar con buffer TAE (1X) la cámara electroforética hasta cubrir completamente el gel, asegurándose que los pozos estén debidamente sumergidos en el buffer.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

9. Colocar los 10 uL de las muestras de ADN en cada pozo. En el primero agregar la escalera de ADN, luego las demás muestras en orden y tener en cuenta cual muestra queda en cada pozo. Al agregar cada muestra, se coloca únicamente la parte superior más angosta de la punta de la pipeta en el pozo, y con mucha estabilidad se va liberando la muestra observando que el pozo se llena correctamente. Cuando toda la muestra haya sido colocada, con cuidado retirar la pipeta sin rasgar el gel. Verificar que en cada pozo haya quedado muestra.

10. Colocar la tapa de la cámara. Luego, poner a correr la electroforesis a 120 V – 400 mA por aproximadamente 20 minutos. Revisar que las muestras estén corriendo adecuadamente a medida que va avanzando el frente de corrido. Recordar que las muestras deben quedar corriendo hacia el polo positivo.

11. Con cuidado, retirar el buffer de corrido. Luego, quitar el gel y colocarlo en un dispositivo con luz UV que pueda visualizar los fragmentos de ADN.



Figura 5. Cámara lista con el gel adentro. Las muestras se observan de color morado por el buffer de carga dentro de cada uno de los pozos. Pozos orientados hacia el lado negativo para que las muestras corran hacia el positivo

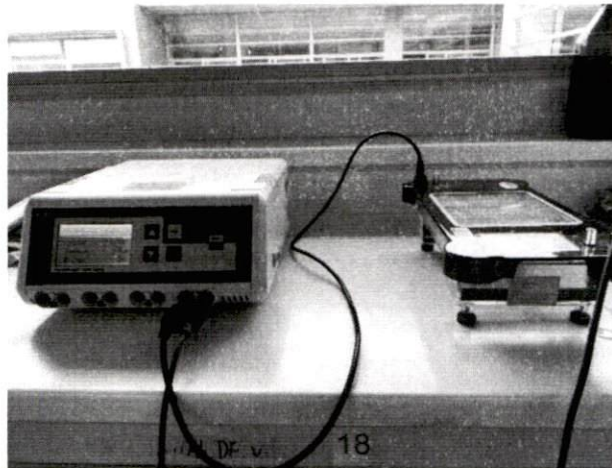


Figura 4. Corrido electroforético. La fuente de poder está debidamente programada en 120V. Los cables deben estar puestos según la polaridad y conectados a la cámara de electroforesis.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

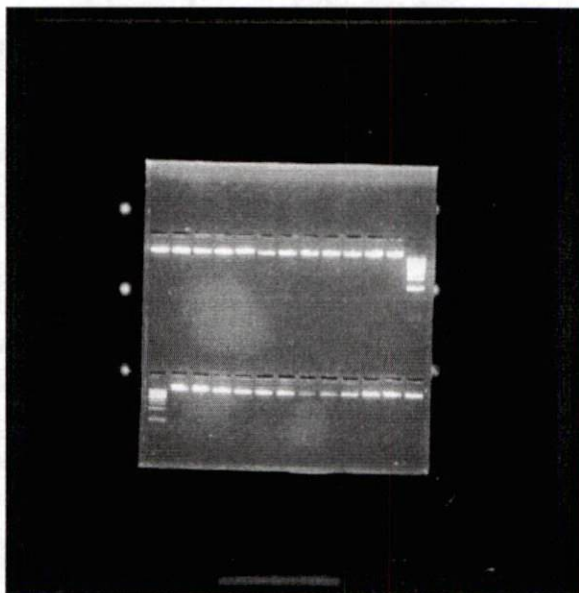


Figura 6. Visualización de un gel de electroforesis. Se observa a en la primera fila a la izquierda y en la segunda a la derecha el marcador de peso. Las bandas en cada pozo corresponden al ADNg de diferentes individuos del pez capitán de la sabana

5.3. ANÁLISIS DEL GEL

Una vez terminado el procedimiento, con la imagen de las bandas se podrá verificar no solo que la extracción haya sido exitosa, sino la calidad de la misma y el tamaño de las bandas del ADN que se extrajo.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Chapter book: Sirkov, I. N. (2016). Nucleic Acid Isolation and Downstream Applications. InTech. doi: 10.5772/61833
2. Gupta N. DNA Extraction and Polymerase Chain Reaction. J Cytol. 2019 Apr-Jun;36(2):116-117. doi: 10.4103/JOC.JOC_110_18. PMID: 30992648; PMCID: PMC6425773
3. Chromatrap (2016). DNA Purification & Extraction. Chromatrap. Extraído de: <https://www.chromatrap.com/dna-purification-products/>.

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

16 de 17



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

----- FIN DEL INFORME -----
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN
PREVIA DE LA DIRECCION DEL LABORATORIO E INNOVACION AMBIENTAL DE LA CAR

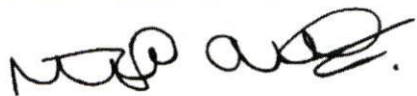
Ciudad:

Mosquera

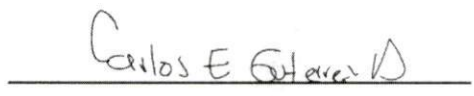
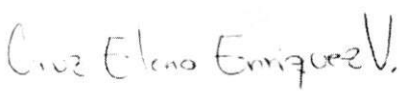
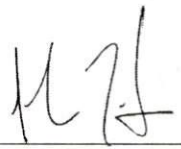
 Fecha:

2023-11-29

Elaboró:

Nombre	Firma
Maria Paula Obregón Contratista – DLIA Hidrobiología	

Revisó :

Nombre	Firma
Carlos Emilio Gutiérrez Ulloa Líder I+D+i – DLIA Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
Cruz Helena Enriquez Valencia Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales	
Hernando Ovalle Serrano Líder Proceso Hidrobiología- DLIA Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	

Aprobó :

Ing. Edwin Giovani García Director DLIA Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
--	--



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

CONSECUTIVO INFORME:

685 de 2023-12-14

TÍTULO DEL INFORME:

Informe banco de ADN Pez capitán de la sabana
(*Eremophilus mutisii*)

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. OBJETO	2
1.2. DEFINICIÓN BANCO DE ADN	2
2. METODOLOGÍA	3
2.1. CREACIÓN DEL BANCO	3
2.2. VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE LAS MUESTRAS	7
2.3. CUANTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	8
3. BANCO DE ADN DEL PEZ CAPITÁN DE LA SABANA	9
4. BIBLIOGRAFÍA	11

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ilustración del proceso general para la conformación de un banco de ADN	2
Figura 2. Fotografía de las instalaciones del laboratorio de Genética Animal y Molecular UDCA	4
Figura 3. Diagrama de flujo con los pasos para la conformación del banco de ADN	4
Figura 4. Ejemplos de geles de agarosa resultado de electroforesis en el proceso de conformación del banco de ADN	8
Figura 5. Uso del Nanodrop para cuantificar ADN	8
Figura 6. Equipos para cuantificar ADN utilizados	9
Figura 7. Fotografía de las muestras de sangre de donde se obtuvo el ADN	10
Tabla 1. Relación visitas laboratorio de Genética UDCA proyecto pez capitán de la sabana	5
Tabla 2. Muestras consignadas en el banco de ADN pez capitán de la sabana	9

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

1 de 12



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

Este informe tiene como objeto presentar los resultados del proceso de extracción y purificación de ADN a partir de las muestras obtenidas en el proyecto de reproducción y mantenimiento del pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). El resultado del proceso consiste en un banco de ADN para futuros estudios genéticos y poblacionales, el cual se encuentra ubicado en el laboratorio de Genética Animal y Molecular de la U.D.C.A.

1.2. DEFINICIÓN BANCO DE ADN

Los bancos de ADN (más conocidos en inglés como DNA bank, DNA Biobank or Biobank) tienen varias definiciones. La Sociedad Estadounidense de Genética Humana lo define como el lugar donde se almacena ADN para futuros análisis. Otras fuentes sugieren que es el proceso de almacenaje durante un periodo indefinido del ADN extraído de cualquiera de las posibles fuentes celulares, conservado bajo congelación o refrigeración para futuros análisis (Fundación Instituto Roche, 2023). Ya sea el proceso de almacenar, las instalaciones donde se almacena, o el ADN almacenado, el banco de ADN consiste en una colección organizada de ADN extraído, o muestras biológicas utilizadas para extraer ADN, que será utilizado en futuras ocasiones para análisis moleculares de diferente índole, ya sea forense, académico, médico, de conservación, entre otros. Un repositorio de ADN genómico representa un recurso valioso para estudios moleculares de diversidad genética y facilita su preservación a largo plazo.

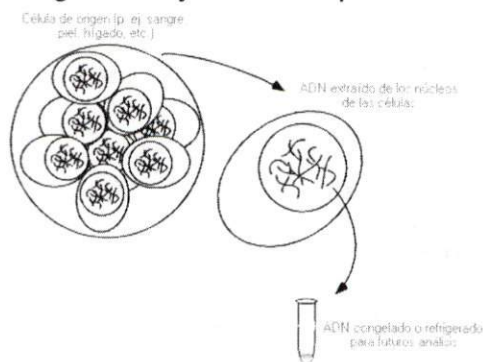


Figura 1. Ilustración del proceso general para la conformación de un banco de ADN.

Tomado de: <https://www.institutoroche.es/recursos/glosario/banco+de+adn>



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

Existen varios tipos de bancos de ADN a nivel internacional. Principalmente, estos se dividen en aquellos utilizados para investigación del genoma humano y los demás. Dentro del segundo grupo se encuentran los bancos de ADN de laboratorios académicos, biobancos públicos basados en población, bancos comerciales, bancos de ADN forense y bancos militares de ADN (Sivakurmaran & Lyengar, 2014). Existen bancos de ADN a partir de plantas y animales alrededor del mundo. Por ejemplo, el banco del Instituto Nacional de Ciencias Agrobiológicas de Japón establecido en 1994, donde se manejan muestras de proyectos genómicos con arroz y gusano de seda https://www.gene.affrc.go.jp/index_en.php; el Banco del Real Jardín Botánico de Kew, con una base de datos de alrededor de 22,000 plantas en sus instalaciones <https://dnabank.science.kew.org/homepage.html>; el banco de ADN de plantas australianas <http://www.dnabank.com.au/> y el reciente Archivo genético de medicina de Cornell <https://www.vet.cornell.edu/departments/centers/cornell-veterinary-biobank> que maneja muestras para entender la base genética de enfermedades en muchas especies como perros, gatos, caballos y animales exóticos.

El banco conformado en este proyecto entra dentro de la categoría de bancos de ADN de laboratorios académicos, y cumple la función de preservar muestras de ADN extraídas a partir de sangre y músculo de algunos de los individuos colectados durante el proyecto. Con el aumento en la relevancia de las técnicas moleculares para estudios genéticos, el almacenamiento de ADN ha permitido tener material fácilmente disponible en contenedores de pequeño tamaño que no ocupan espacio, aprovechando la naturaleza del ADN que es completamente estable, siempre y cuando se almacene en congelación. A un mediano plazo, la idea es hacer uso de este banco de ADN genómico específico del pez capitán de la sabana, para evaluar la estructura genética poblacional del pez y entender la historia evolutiva de la especie.

2. METODOLOGÍA

2.1. CREACIÓN DEL BANCO

La conformación del banco de ADN se dio gracias a la colaboración con la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA). Se trabajó directamente con la profesora Cruz Elena Enríquez Valencia, zootecnista con Maestría en Ciencias Agropecuarias y Doctora en Genética y Mejoramiento Animal, quien tiene la experiencia y los conocimientos necesarios para llevar a cabo el proceso. Para la colaboración, la U.D.C.A puso a disposición del proyecto las instalaciones del laboratorio de Genética Animal y Molecular, donde se encuentran los equipos necesarios para el proceso. Los

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

3 de 12



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

reactivos y materiales necesarios, incluido el kit de extracción, las muestras de peces y otros elementos fueron aportados por las dos instituciones en cuestión.

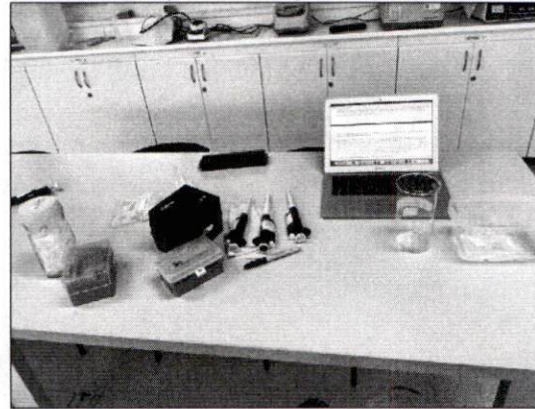


Figura 2. Fotografía de las instalaciones del laboratorio de Genética Animal y Molecular UDCA

La metodología consistió en coleccionar la sangre y músculo de varios de los peces capturados, posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la U.D.C.A donde fueron almacenados hasta la fecha en la que se extrajo el ADN de cada una de las muestras. El ADN fue extraído con el kit de extracción de BioLabs®. La concentración y pureza del ADN fue verificada utilizando nanodrop y la integridad de la molécula fue evaluada a través de electroforesis al 1.5% de agarosa. El detalle del procedimiento esta consignado en el **Protocolo de extracción de ADN a partir de muestras de sangre y tejido del Pez Capitán de la sabana.**

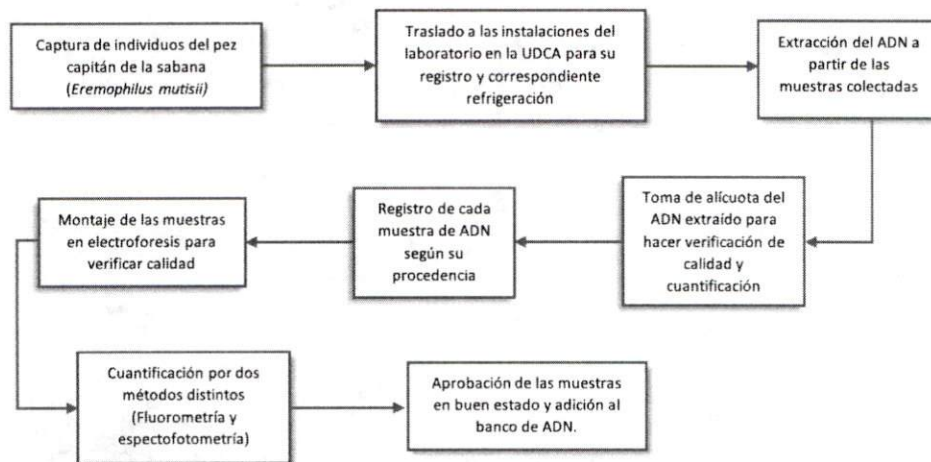


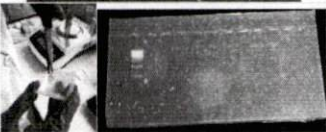
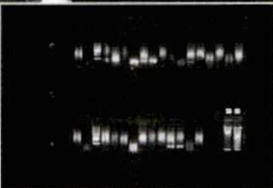
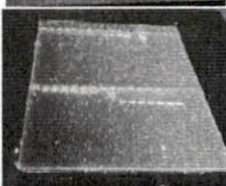
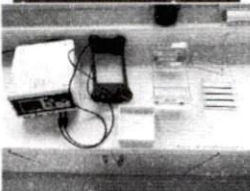
Figura 3. Diagrama de flujo con los pasos para la conformación del banco de ADN.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

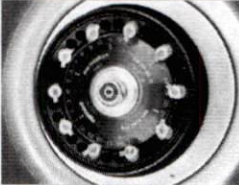
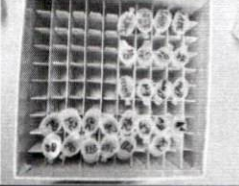
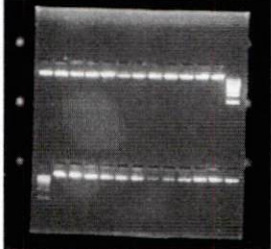
Se realizaron 14 visitas, en las cuales los resultados y procedimientos se muestran a continuación:

Tabla 1. Relación visitas laboratorio de Genética UDCA proyecto pez capitán de la sabana

Fecha de visita	Actividad realizada	Ingreso de muestras al laboratorio	Muestras procesadas	Tipo de muestra	Foto de la actividad
2023-06-28	Capacitación al personal de hidrobiología de la DLI sobre extracción de ADN a partir de muestras de peces.	1	1 (No se incluye en el banco por ser capacitación)	Sangre	
2023-07-23	Se extrajo ADN a partir de músculo por primera vez. Se extrajo ADN de dos muestras. Se realiza electroforesis.	6	2	Músculo	
2023-08-03	Se extrajo ADN a partir de músculo de 2 muestras llevadas al laboratorio la semana pasada. Se realiza electroforesis.	0	2	Músculo	
2023-08-17	Se extrae ADN a partir de 2 muestras colectadas el día anterior. Se realiza electroforesis.	2	2	Músculo	
2023-09-07	Se utilizó el Qubit para cuantificar las muestras extraídas. Se cuantificaron 6 muestras	0	0	NA	
2023-09-14	Se extrajo ADN de dos muestras de músculo y 5 de sangre. Se realiza electroforesis.	7	7	5 Sangre 2 Músculo	
2023-09-21	Se extrae ADN de dos muestras de sangre. No se hace electroforesis.	2	2	Sangre	

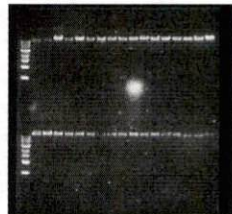


INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

2023-09-22	Se utilizó el Qubit para cuantificar las muestras extraídas que faltaban. Se cuantificaron 9 muestras	0	0	NA	
2023-09-29	Se extrae ADN de cuatro muestras de sangre. No se hace electroforesis	4	4	Sangre	
2023-10-12	Se extrae ADN de una muestra. Sin electroforesis	1	1	Sangre	
2023-11-03	Se extrae ADN de 5 muestras de sangre. Sin electroforesis.	5	5	Sangre	
2023-11-09	Se extrae ADN de 10 muestras de sangre. Se realiza una electroforesis de todas las muestras que faltaban.	10	10	Sangre	
2023-12-01	Se cuantifican todas las muestras restantes por los dos métodos utilizados.	0	0	NA	

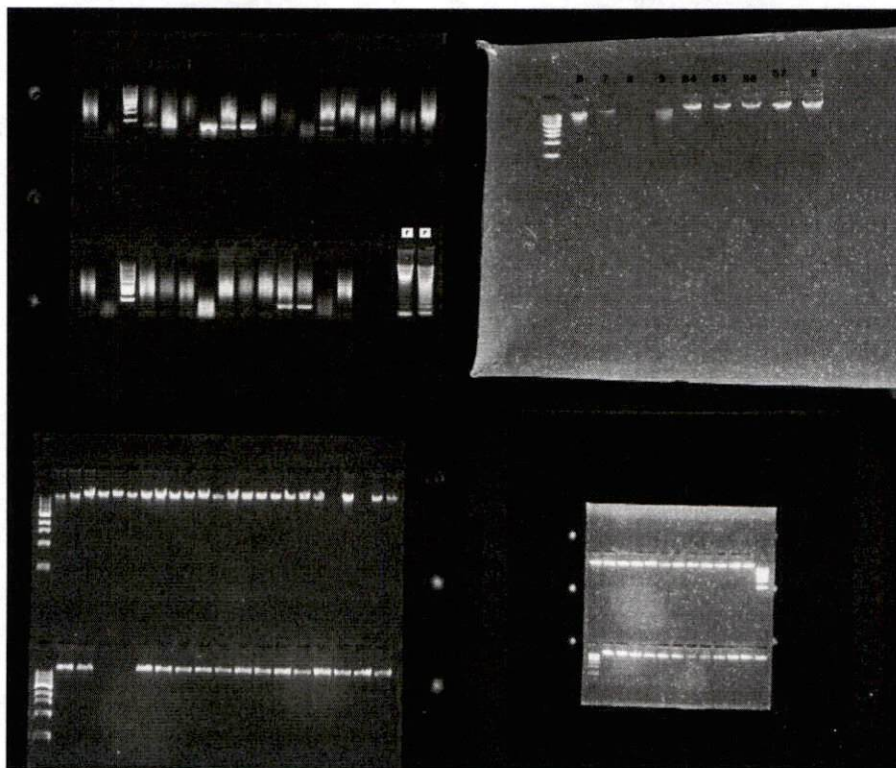


INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

2023-12-08	Se realiza la última electroforesis para evaluar la integridad y calidad de todas las muestras extraídas y de esa manera cerrar el proyecto. Se descartan las muestras que no clasificaron o no cumplieron los requisitos de calidad e integridad de la molécula para análisis genómico	0	0	NA	
Total	14	38	35		

2.2. VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE LAS MUESTRAS

Después de hacer la extracción de ADN a partir de las muestras colectadas, es necesario realizar una verificación de la integridad y pureza del ADN extraído. Tanto en el proceso de traslado y posterior refrigeración como en la extracción misma pueden haber errores que hagan que el ADN se degrade y pierda su integridad. Por esto, se realizó una electroforesis de agarosa al 1.5% en donde se verificó la pureza de cada una de las muestras extraídas. Idealmente, se recomienda realizarlo inmediatamente después de extraer la muestra.



GAM-FR-120 V6 2021-12-31

7 de 12

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

Figura 4. Ejemplos de geles de agarosa resultado de electroforesis en el proceso de conformación del banco de ADN.

2.3. CUANTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Una vez verificada su pureza e integridad, para el siguiente paso en el análisis genético es necesario cuantificar la cantidad de ADN que se obtuvo a partir de la extracción. Este paso se realiza mediante dos equipos. El primero es el Qubit, un fluorómetro el cual mide la intensidad de fluorescencia que se adhiere a la estructura de doble helice del ADN. El segundo es a través de nanodrop que utiliza el principio de espectrofotometría. La muestra se coloca en un espectrofotómetro, la luz UV pasa a través de la muestra a una longitud de onda específica y la absorbancia de la muestra se mide, lo que luego va a indicar la concentración de ADN contenida en la muestra.

Se cuantificaron las 35 muestras extraídas, y a partir de esta medición y la electroforésis se seleccionaron las muestras aptas para quedar almacenadas en el banco de ADN.

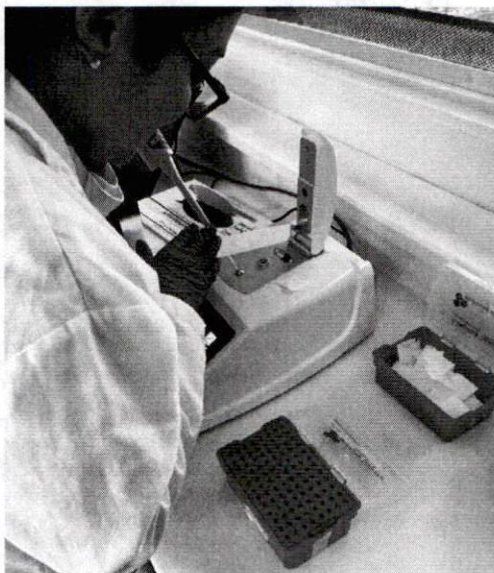


Figura 5. Uso del Nanodrop para cuantificar ADN

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

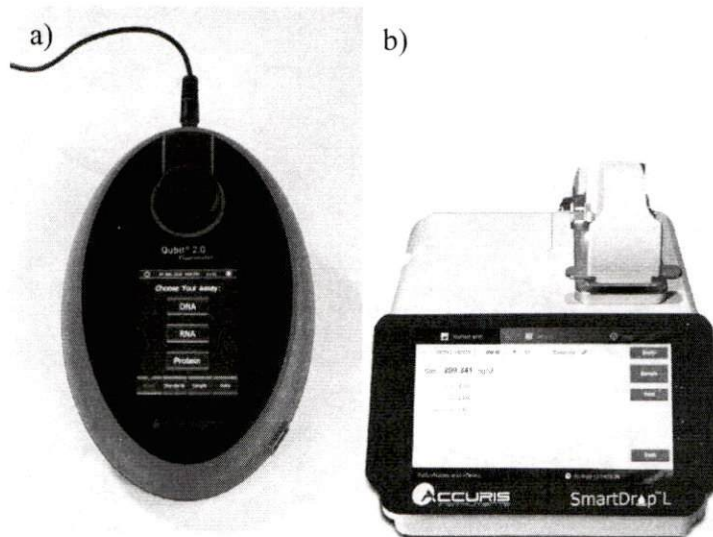


Figura 6. Equipos para cuantificar ADN utilizados.

a) Qubit® Fluorómetro b) SmarDrop Nanodrop Espectofotómetro

3. BANCO DE ADN DEL PEZ CAPITÁN DE LA SABANA

El banco de ADN del pez capitán de la sabana quedó ubicado en las instalaciones del laboratorio de Genética Animal y Molecular de la U.D.C.A dado que en las instalaciones de la DLIA todavía no se cuenta con las condiciones requeridas para el almacenamiento de las muestras. En el banco quedan consignadas 29 muestras de ADN debidamente rotuladas y relacionadas con su correspondiente información de la procedencia y demás características del individuo del cual se extrajo la muestra.

A continuación, se encuentra una tabla con los datos de cada una de las muestras.

Tabla 2. Muestras consignadas en el banco de ADN pez capitán de la sabana

No.	Fecha colecta	Fecha extracción	Tipo de Muestra	Lugar	Código	Genero	[] Qubit (ng/uL)	[] Nanodrop (ng/uL)	260/230**	260/280**	Integridad
1	2023-08-17	2023-08-17	Músculo	Fúquene	F1	Macho	139	100,208	2,00	1,90	OK
2	2023-08-17	2023-08-17	Músculo	Fúquene	P1	H	161	93,819	2,20	1,88	OK
3	2023-09-12	2023-09-14	Sangre	Fúquene	F2	H	179	265,25	2,34	1,89	OK
4	2023-09-12	2023-09-14	Sangre	Suesca	S4	NA	118	133,355	2,22	1,88	OK
5	2023-09-12	2023-09-14	Sangre	Suesca	S5	NA	265	282,496	2,34	1,89	OK
6	2023-09-12	2023-09-14	Sangre	Suesca	S6	NA	87	77,792	2,01	1,85	OK

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

9 de 12



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

7	2023-09-12	2023-09-14	Sangre	Suesca	S7	NA	111	205,928	2,21	1,87	OK
8	2023-09-21	2023-09-21	Sangre	Suesca	S8	H	106	144,051	2,39	1,83	OK
9	2023-09-21	2023-09-21	Sangre	Suesca	S9	H	154	99,854	2,23	1,89	OK
10	2023-10-11	2023-10-12	Sangre	Subachoque	K1	M	120	214,31	2,41	1,85	OK
11	2023-10-29	2023-10-29	Sangre	Suesca	S10	M	151	203,362	2,32	1,86	OK
12	2023-10-29	2023-10-29	Sangre	Suesca	S11	M	37	51,131	2,70	1,91	OK
13	2023-10-29	2023-10-29	Sangre	Suesca	S12	H	101	175,501	2,48	1,88	OK
14	2023-10-29	2023-10-29	Sangre	Suesca	S13	H	154	151,484	2,39	1,85	OK
15	2023-11-03	2023-11-03	Sangre	Suesca	S14	H	250	252,497	2,28	1,87	OK
16	2023-11-03	2023-11-03	Sangre	Suesca	S15	H	228	276,711	2,39	1,86	OK
17	2023-11-03	2023-11-03	Sangre	Suesca	S16	H	232	296,724	2,02	1,84	OK
18	2023-11-03	2023-11-03	Sangre	Suesca	S17	M	236	279,292	2,29	1,87	OK
19	2023-11-03	2023-11-03	Sangre	Suesca	S18	M	268	220,962	2,39	1,87	OK
20	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S19	H	260	121,541	2,35	1,86	OK
21	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S20	M	117	107,571	2,27	1,86	OK
22	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S21	M	118	135,267	2,47	1,88	OK
23	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S22	H	75,8	109,409	2,42	1,84	OK
24	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S23	H	22,6	27,833	1,87	1,67	OK
25	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S24	M	30,4	46,964	2,36	1,77	OK
26	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S25	H	61	75,444	2,29	1,83	OK
27	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S26	M	254	273,952	2,13	1,85	OK
28	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S27	M	254	98,62	1,78	1,78	OK
29	2023-11-06	2023-11-09	Sangre	Suesca	S28	M	72	99,768	2,24	1,83	OK

**260/230 y 260/280 son relaciones del equipo Nanodrop que indican pureza o contaminación de la muestra.



Figura 7. Fotografía de las muestras de sangre de donde se obtuvo el ADN.

Consignadas a -20°C en el laboratorio de Genética Animal y Molecular de la UDCA.

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

10 de 12



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

4. BIBLIOGRAFÍA

- Hanson, J., Jorge, A. *DNA bank: The use of DNA Banks*. Crop GeneBank Knowledge Base. Recuperado el día 13 de diciembre de 2023 de https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=98&Itemid=202
- Sivakurmaran, T. A., & Iyengar, S. K. (2014). *DNA Bank. Methods and Applications of Statistics in Clinical Trials: Concepts, Principles, Trials, and Design*, 340-352.

----- FIN DEL INFORME -----

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN
PREVIA DE LA DIRECCION DEL LABORATORIO E INNOVACION AMBIENTAL DE LA CAR

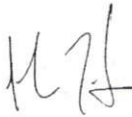
Ciudad: Fecha:

Elaboró:	Nombre	Firma
	Cruz Elena Enriquez Valencia Profesora de planta Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales	
	María Paula Obregón Manotas Integrante – Proceso de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	

Revisó :	Nombre	Firma
	Carlos Gutiérrez Líder I+D+i Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

	Hernando Ovalle Serrano Líder Proceso de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
Aprobó :	Edwin Giovani García Masmela Director Técnico Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

CONSECUTIVO INFORME:

655 de 2023-12-12

TÍTULO DEL INFORME:

Procedimiento para la adaptación, mantenimiento en cautiverio y extracción de material reproductivo de parentales de capitán de la sabana (*Eremophilus mutisií*).



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

INTRODUCCIÓN.....	3
ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO DE LOS EJEMPLARES.....	3
Acondicionamiento De Las Instalaciones	4
- Reducción de la incidencia lumínica	4
- Limpieza y desinfección de las canaletas, tanques e incubadoras:.....	5
- Mantenimiento del flujo de agua en los estanques o canaletas:	6
- Enriquecimiento ambiental:.....	6
Aclimatación Y Disposición De Los Ejemplares	7
Revisión General Diaria	8
- Alimentación.....	8
- Limpieza.....	9
- Registro de las condiciones observadas	10
Control De Talla Y Peso.....	11
Inconvenientes En El Proceso De Adaptación al Cautiverio	12
- Afectaciones cutáneas.....	12
- Muerte masiva de los peces	13
REPRODUCCION EN CAUTIVERIO	14
Condiciones Necesarias Para La Reproducción (Selección)	14
Maduración E Inducción Hormonal	16
Extracción De Ovocitos Y Espermatozoides	16
Fertilización E Incubación	18
Cuidado De Los Huevos Fecundados	19
- Temperatura y flujo del agua.....	19
- Contaminación por hongos	19
- Revisión de los estadios de desarrollo	20
CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
BIBLIOGRAFÍA	23



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

INTRODUCCIÓN

La dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la CAR, se encuentra acreditada por el IDEAM según resolución No. 0243 del 10 de septiembre de 2007, No. 500 del 18 de diciembre de 2008 y No. 504 del 18 de diciembre de 2008, No. 914 del 10 de junio de 2009, No. 323 del 2010, Resolución 2327 de 2010, por la cual se renueva la acreditación. La resolución IDEAM 0776 del 08 de mayo de 2012, Resolución 3134 del 13 de diciembre de 2013 y la Resolución 1952 del 24 de agosto de 2018, 0358 de 12 de mayo de 202 y 0776 de 14 de septiembre de 2020 por la cual se extiende el alcance de la acreditación del Laboratorio para producir información cuantitativa física, química y biológica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y los recursos naturales renovables, en las matrices Agua, Biotas, Aire (Ruido – Calidad de Aire – Fuentes Fijas), Suelo y Residuos peligrosos; según NTC – ISO- IEC 17025 “Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayos y calibración”, además cuenta con procedimientos revisados, aprobados e implementados para la toma de muestras en campo por parte de personal calificado y capacitado, ingenieros, biólogos y técnicos con experiencia. Todos los procesos y procedimientos son validados con base en los criterios establecidos por APHA et al., (2017) y en la normatividad nacional vigente.

El Laboratorio cuenta con personal idóneo, competente y calificado, con suficiente formación académica y con la capacitación necesaria que garantiza la calidad, confiabilidad y confidencialidad de los resultados obtenidos. Los equipos utilizados son los más modernos y cuentan con un programa de mantenimiento y calibración adecuado a las necesidades del Laboratorio.

El objeto de este informe es elaborar el procedimiento que establece las condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales de pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*), y las condiciones de reproducción, en donde esta incluido la extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación, y seguimiento de larvas y alevinos. Todo este proceso esta enmarcado dentro del proyecto de reproducción y mantenimiento del pez capitán. Dentro del documento se encuentra el protocolo para cada una de las fases, detalles de la ejecución del proyecto y recomendaciones para futuros proyectos.

ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO DE LOS EJEMPLARES

Una vez realizada la colecta de los individuos de acuerdo al **Protocolo para la captura, transporte y medición de individuos de *Eremophilus mutisii*** planteado en el informe número 449 de 2023, el siguiente paso es trasladarlos y adecuarlos al sitio donde se van a mantener en cautiverio, que en el caso de este proyecto es la Estación Piscícola Parque Forestal Embalse Río Neusa (EPPFERN) (**Figura 1**).

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

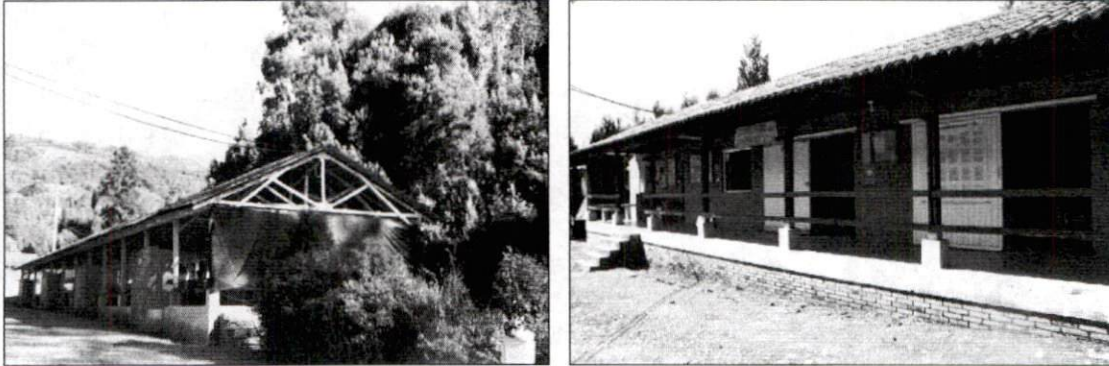


Figura 1. Estación Piscícola Parque Forestal Embalse Río Neusa (EPPFERN)

Acondicionamiento De Las Instalaciones

Con el objetivo de darles un manejo adecuado a los peces en cautiverio, es necesario preparar minuciosamente las condiciones de las instalaciones en donde se van a mantener. Hay una serie de requerimientos que exigen los peces basados en sus necesidades fisiológicas y de comportamiento. Lo ideal en un proceso de mantenimiento en cautiverio es recrear las condiciones ambientales de su hábitat de la forma más detallada posible para asegurar su supervivencia y bienestar a largo plazo. Se ha evidenciado que el capitán de la sabana es una especie muy susceptible a cambios en su entorno lo que hace que el proceso de adaptación al cautiverio sea dispendioso. Por lo antes mencionado, para reducir las probabilidades de muerte de los peces mantenidos en cautiverio, es necesario realizar adecuaciones a las instalaciones en donde se mantengan los peces. Las principales adecuaciones requeridas son:

- Reducción de la incidencia lumínica

Al ser bentónica, esta especie permanece resguardada dentro del barro en el fondo de los ríos o lagos y lagunas en donde habita, y en este tipo de ambiente no recibe luz directa. Como los estanques no son suficientemente profundos, les alcanza a llegar más luz de lo que acostumbran y esto les genera estrés. Para reducir la incidencia lumínica se recomienda cubrir el área en donde se mantengan los peces con polisombra (**Figura 2**).

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

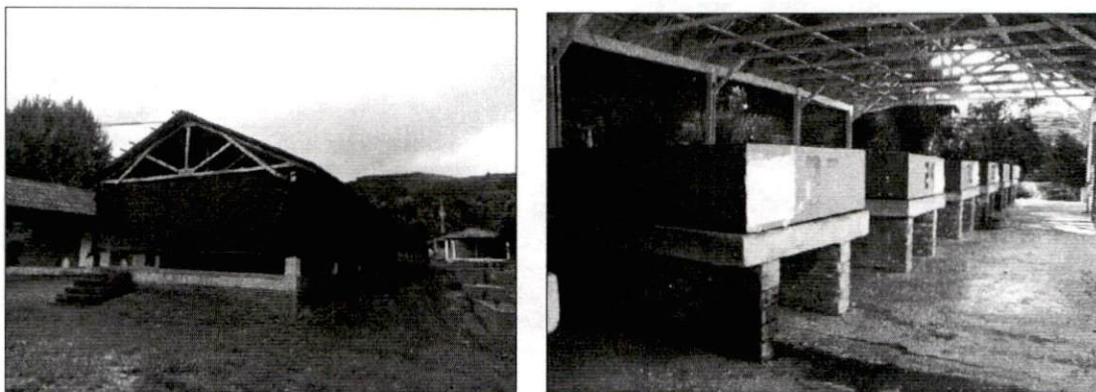


Figura 2. Polisombra en los flancos del galpón de la EPPFERN como medida de reducción en la incidencia lumínica de las canaletas

- Limpieza y desinfección de las canaletas, tanques e incubadoras:

Antes de introducir los peces en las instalaciones es necesario habilitar los estanques o canaletas en donde se mantendrán los individuos. Esto incluye revisar el sistema de drenaje, hacer limpieza de sedimentos y desinfección. El procedimiento consiste en lavar firmemente con cepillo y abundante agua para retirar el material grueso o sedimento, luego aplicar una solución de hipoclorito de sodio al 1% para desinfectar, dejar actuar la solución por 5 minutos y enjuagar con abundante agua. Este proceso se debe realizar en incubadoras (bandejas de incubación desmontadas) y en canaletas de alevinaje (**Figura 3**)



Figura 3. Canaletas después de un proceso de limpieza y desinfección en la EPPFERN. a) Canaletas de alevinaje iniciales b) Incubadoras c) bandejas de incubación d) canaletas de alevinaje.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

- Mantenimiento del flujo de agua en los estanques o canaletas:

el flujo de agua dentro de un montaje para mantenimiento en cautiverio de peces es muy importante, pues permite mantener la calidad del agua en los parámetros más importantes como el oxígeno disuelto, temperatura del agua, pH, amoníaco y alcalinidad. La calidad del agua en la piscicultura influye directamente en el crecimiento y la reproducción de los peces. Por lo tanto, es importante asegurar que se pueda garantizar un flujo constante dentro del montaje. En el caso de las canaletas utilizadas en la EPPFERN, se busca mantener un flujo de agua constante de aproximadamente 0,04 L/s que permite una renovación del volumen de cada canaleta (400L) cada 2,5 horas, lo que a su vez permite 9,6 renovaciones diarias.

- Enriquecimiento ambiental:

El enriquecimiento ambiental consiste en proporcionar estímulos ambientales similares a los de su hábitat natural para desencadenar conductas específicas propias de la especie, mejorando el bienestar físico y psicológico de los individuos. Se recomienda realizar un enriquecimiento ambiental con la adición de macrófitas acuáticas que sirven como refugio, dado que el capitán de la sabana es una especie nocturna que durante el día permanece oculto entre la vegetación acuática o enterrado en el sustrato (**Figura 4**). Así mismo, las macrófitas acuáticas funcionan como fuente indirecta de alimento natural al permitir que algunos macroinvertebrados acuáticos puedan desarrollarse naturalmente. Es preferible el uso de macrófitas disponibles en el área en donde se mantengan los peces. Además, se pueden introducir refugios artificiales hechos con tubos de PVC de 3 pulgadas que funcionan como cavernas (**Figura 5**), aunque para fines de refugio puede funcionar cualquier otra estructura.



Figura 4. Macrófitas acuáticas como refugio en las canaletas.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

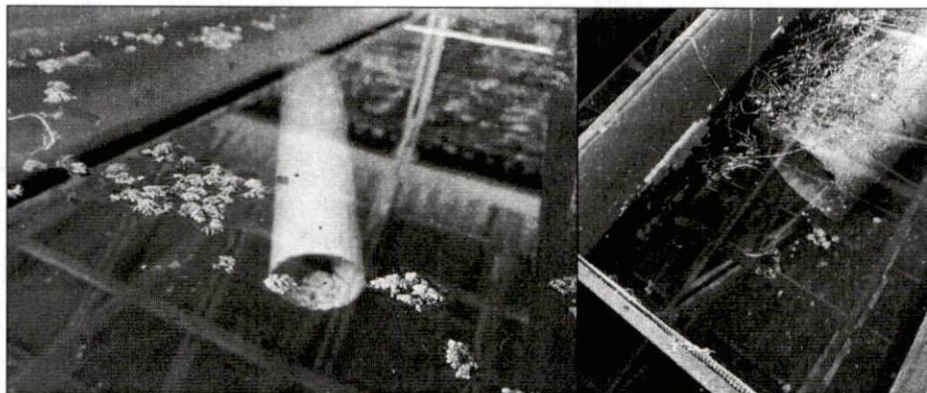


Figura 5. Tubos PVC como refugio en las canaletas.

Aclimatación Y Disposición De Los Ejemplares

Primero, sin sacar los peces de la bolsa, se dispone la bolsa en la canaleta para que los peces reposen y se acostumbren a la temperatura del agua. Después de 5-10 minutos, se introduce una parte de agua de la canaleta en la bolsa para ir aclimatando los peces a las nuevas condiciones de agua. Finalmente, después de 15 minutos en la bolsa con el agua mezclada, se voltea la bolsa y se vierten cuidadosamente los peces dentro de la canaleta. Hay que revisar que el agua este fluyendo constantemente (**Figura 6**)

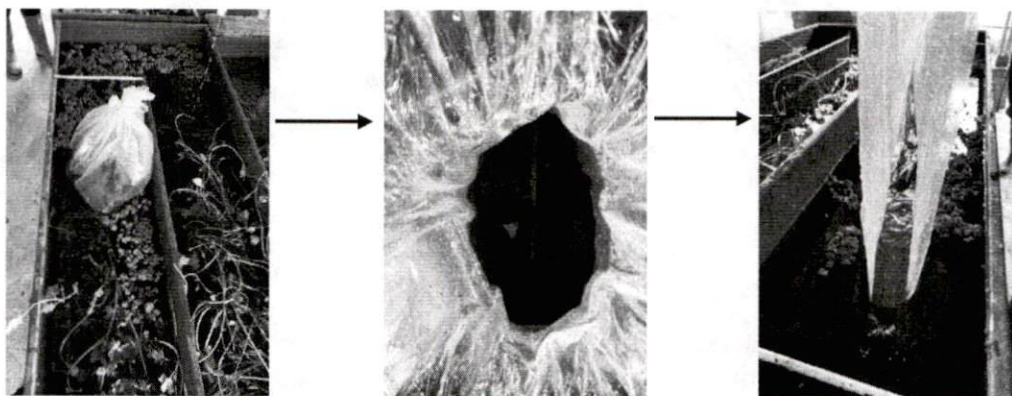


Figura 6. Proceso para el traspaso de los peces a las canaletas

Los individuos de una sola colecta con el mismo origen se pueden colocar en la misma canaleta, siempre y cuando no sean más de 10 peces. En dado caso que sean muchos, se pueden dividir en dos canaletas distintas según su talla. Los más pequeños en una sola canaleta y los más grandes en otra. Una vez se traspasan los peces a la canaleta, los primeros 15 días son cruciales para la supervivencia de los peces. Si sobreviven este periodo es más probable que se adapten a largo plazo a la vida en cautiverio. Por esto

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

mismo, es el periodo de la adaptación donde la limpieza y el mantenimiento de las canaletas debe ser más riguroso.

Revisión General Diaria

Para asegurar que los peces estén en las mejores condiciones durante el cautiverio es necesario hacer una revisión general diaria del estado de los mismos. Esto implica una revisión de las canaletas con el fin de verificar que se mantenga el flujo constante de agua, que las canaletas estén limpias y libres de materia orgánica, y una observación detallada del estado de los peces (**Figura 7**).



Figura 7. Revisión general diaria de las condiciones de cautiverio del pez capitán.

- Alimentación

El pez capitán es una especie de hábitos bentónicos, carnívoro, que consume macroinvertebrados acuáticos, crustáceos, moluscos y larvas de insectos que ingiere del fondo. En la laguna de Fúquene, se alimenta de la fauna asociada a las raíces de vegetación flotante (Ministerio de Ambiente, 2017). En cautiverio el pez capitán no recibe concentrado para peces, por lo cual se sugiere cambiar la dieta por un alimento fresco alto en contenido proteico para mantener a los individuos bien nutridos. Para ese propósito, se recomienda el uso de corazón de pollo finamente molido (trozos de 2-3 mm de longitud y 1-2 mm de ancho) y dispuesto en alimentadores de malla de anejo de 20 X 15 cm (**Figura 8**). El corazón de pollo se procesa usando un procesador de alimentos y se puede almacenar en un congelador a -8°C . Se proporcionan raciones diarias equivalentes al 1% de la biomasa de peces en cada canaleta.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA



Figura 8. Alimentación para el pez capitán. Corazones de pollo finamente triturados.

- Limpieza

Durante la visita general diaria se debe realizar una limpieza exhaustiva de las canaletas con el fin de mantener el entorno del pez lo más limpio y saludable posible. Además, es recomendable cada tres meses aproximadamente limpiar las canaletas con una hidro lavadora o con un atomizador con buena presión, para desprender las algas y otras contaminaciones que se acumulan en las paredes de las canaletas (**Figura 9**). A pesar de la renovación de agua diaria por el flujo constante, los restos de la comida y material orgánica se acumulan en el fondo de las canaletas, lo cual predispone a que se pueda dar un brote de hongos o infecciones que afecten la salud de los peces. Los restos deben ser retirados manualmente, con una red de malla fina o una bomba de limpieza, siempre asegurando que no quede ningún resto de comida oculto en el barro del fondo de la canaleta o enredado en las macrófitas (**Figura 10**).

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA



Figura 9. A. Proceso de limpieza de canaletas diaria. B. Atomizador para limpiar las paredes de las canaletas.



Figura 10. Restos de comida contaminado con hongos dentro de las canaletas.

- Registro de las condiciones observadas

Es importante registrar todo lo que se hace durante la visita. Para esto, se anota la fecha de la visita, el número de canaleta y la descripción del estado de la canaleta. Es decir, el número de peces vivos, número de peces muertos, estado general de los peces (ej. con hongos, se alimentaron bien, activos o quietos), y otros procedimientos llevados a cabo en la visita como limpieza general de canaletas, medición de talla y peso, algún cambio de peces en las canaletas, pérdida de individuos, entre otros (**Figura 11**). La anotación de estos datos permite hacer un seguimiento de las condiciones del proyecto. Por ejemplo, con los datos se puede rastrear la causa de alguna mortandad o hacer cálculos sobre la supervivencia.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

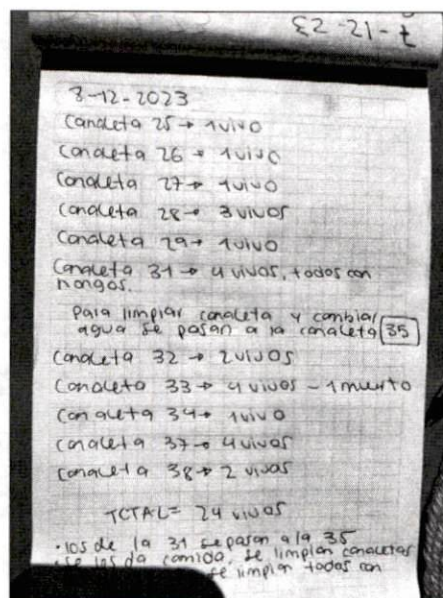


Figura 11. Ejemplo de un registro después de una revisión general diaria.

Control De Talla Y Peso

Con el objetivo de determinar si los individuos se están adaptando a las condiciones artificiales del cautiverio, se debe realizar un control de talla y peso que evidencie si hubo crecimiento y si están comiendo adecuadamente, además de permitir una revisión más detallada de las condiciones generales de cada individuo. Es recomendable realizarlo cada 15 días.

Primero, se capturan los individuos de cada canaleta y se disponen a un recipiente plástico; posteriormente, se trasladan a otro recipiente que contiene agua con una solución de Eugenol de 70 mg/L para anestésarlos y facilitar su manipulación, reduciendo el estrés que les genera. Se reconoce que los peces están anestesiados porque pierden el eje de natación (volteo) y no responden a estímulos externos; Una vez anestesiados, se miden y pesan lo más rápido posible evitando tenerlos fuera del agua por un tiempo prolongado (**Figura 12**); Después de pesarlos y medirlos, se regresan al recipiente de agua sin eugenol y se dejan mínimo 5 minutos en observación hasta que recuperen su eje de natación, lo que indicará que ya salieron sanos de la anestesia. Ya recuperados, se introducen de nuevo en su canaleta o estanque. Es importante realizar este procedimiento de control de talla y peso sin mezclar los individuos de cada canaleta o estanque. También es importante asegurarse de que estén bien anestesiados antes de iniciar la medición, dado que si siguen activos es muy probable que salten y sufran caídas que puedan golpearlos gravemente.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA



Figura 12. Control de talla y peso del pez capitán

Inconvenientes En El Proceso De Adaptación al Cautiverio

- Afectaciones cutáneas

Durante el proceso de adecuación en cautiverio, sobretodo en los primeros 15 días, los peces sufren de úlceras cutáneas en el cuerpo. También es posible observar erosiones y petequias en las aletas, así como lesiones hemorrágicas en la piel. De acuerdo con lo citado por Rodríguez & Rodríguez, al realizar una evaluación preliminar de las patologías cutáneas asociadas con la aclimatación en cautiverio del capitán, estos autores pudieron aislar *Pseudomona spp* y *Escherichia coli* resistentes a antibióticos. Estas afectaciones resultaban mortales para el 50% de los peces estudiados. Además, afectan su reproducción en cautividad y la posterior fase de larvicultura, lo que se considera uno de los principales "cuellos de botella" para su mantenimiento en cautividad. Como sugerencias, se aconseja aplicar baños de sal al 5% y minimizar su manipulación. Se sugiere también durante el transporte disminuir la temperatura del agua para reducir su metabolismo y administrar si es posible, después de los primeros días de captura, antibióticos tales como tetraciclina en dosis oral de 7S mg/kg de peso vivo durante tres días. estreptomycin en inyección

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

12 de 25

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

intraperitoneal (5-10 mg por cada 150 g de peso vivo), enrofloxacin (solución inyectable al 10% mL/100L de agua). Otra opción es el uso de inmunoestimulantes como los probióticos. Todo esto con el fin de mejorar la supervivencia de los animales en situaciones de alto estrés como el cautiverio, y de esta forma garantizar una reproducción exitosa.

Igualmente, la limpieza frecuente de los estanques o canaletas es un aspecto clave, pues puede ser evitar que hongos y bacterias lleguen a infectar los peces como se muestra en la **Figura 13**.

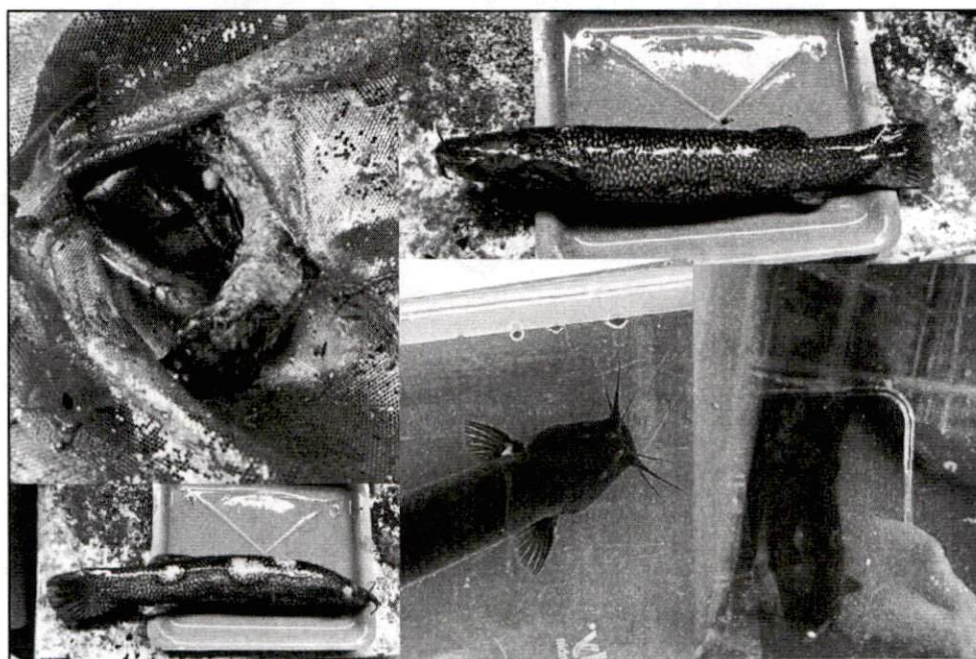


Figura 13. Afectaciones cutáneas para el pez capitán en condiciones de cautiverio.

- Muerte masiva de los peces

Otro de los escenarios posibles en la adecuación a cautiverio es una muerte masiva de peces. Esto puede presentarse por cambios en la calidad de agua, en algún parámetro fisicoquímico alterado, o por anoxia (**Figura 14**). También puede suceder por infecciones en toda la canaleta. Normalmente se presenta en una misma canaleta o en dos canaletas en paralelo. Es por esto que el aseo y el equilibrio de las condiciones fisicoquímicas es un aspecto esencial para la supervivencia de los peces.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA



Figura 14. Mortandad de peces en el proceso de adecuación al cautiverio

REPRODUCCION EN CAUTIVERIO

Uno de los elementos críticos en el manejo del capitán de la sabana está focalizado en la obtención de alevinos, bajo premisas de cantidad suficiente y periodicidad constante. Parte de los inconvenientes técnicos han sido parcialmente superados, si bien persisten desafíos en los que aún deben adelantarse trabajos experimentales. Aún hay dependencia de reproductores del medio y, aunque se presentan individuos maduros a lo largo del año, la respuesta a los procedimientos de inducción sigue mostrando una elevada variabilidad. No obstante, ya se tienen establecidos métodos para mantener un esquema de reproducción relativamente constante en lo que se refiere al manejo del proceso inductivo y se ha avanzado en el control durante los primeros estadios de desarrollo.

Los obstáculos inmediatos se asocian a un extenso periodo de incubación, lo que demanda el mantenimiento de adecuadas condiciones de calidad de agua en los sistemas de recirculación y la seguridad de iniciar los procesos con puestas que muestren elevados porcentajes de fertilización.

Condiciones Necesarias Para La Reproducción (Selección)

La diferenciación de hembras y machos se realiza fácilmente con la aplicación de una suave presión abdominal, de la que se obtiene huevos o esperma según el caso. Los machos con semen se separan y son aptos para proceder con los procedimientos de inducción.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

Idealmente se dispone de al menos dos machos por cada hembra seleccionada para inducción. En las hembras las características de abdomen abultado y papila proyectada, además del color de los huevos, son una primera aproximación al estado de madurez (**Figura 15**). Se confirma con valoraciones de diámetro y posición del núcleo, aclarando con líquido de Serra (Alcohol etílico 60%, Formol 30%, Ácido Acético Glacial grado analítico 10%) (González y Rosado, 2005).

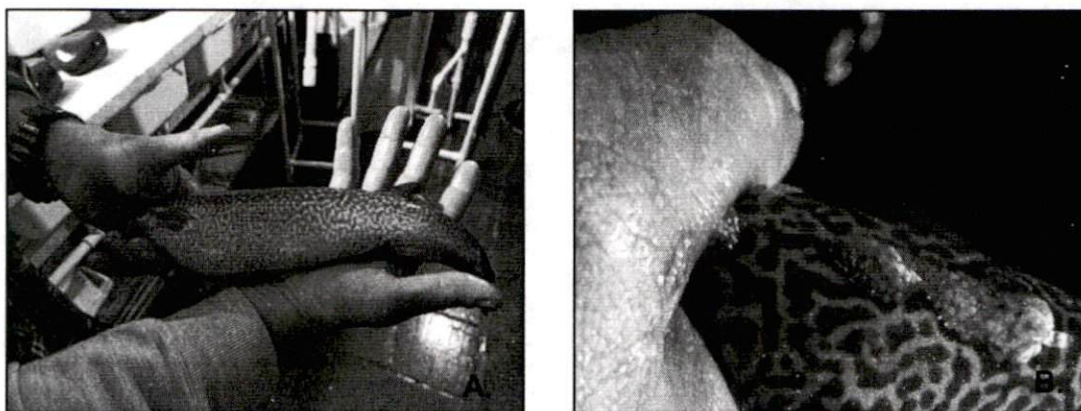


Figura 15. Selección de individuos para la inducción hormonal. A. Hembra de capitán seleccionada para inducción B. Muestra de huevos obtenida mediante masaje abdominal

El aceite de clavo (Eugenol) permite el manejo con peces tranquilizados y es un producto tolerable por la especie. La respuesta es rápida, alrededor de 1 min, y la recuperación en agua fresca tarda entre 3 y 5 min (**Figura 16**).



Figura 16. Individuos en recuperación después de revisión y selección.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

Maduración E Inducción Hormonal

Para la inducción hormonal, se utiliza extracto de hipófisis de carpa como inductor tanto en el macho como en la hembra. El protocolo establece el uso de tres dosis intraperitoneales en el caso de las hembras, una preparatoria de $0,25 \text{ mg kg}^{-1}$, después de 24 horas una intermedia de $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ y una definitiva, 12 horas después de la intermedia, con 5 mg kg^{-1} . En el caso de los machos, se utiliza una sola dosis de 4 mg kg^{-1} aplicada simultáneamente con la última dosis en las hembras. De esta forma se genera un mayor volumen de líquido seminal. En general, la respuesta de los machos con el extracto es más consistente que en las hembras. Las dosis calculadas se aplican de forma intraperitoneal, con jeringas de 1 a 3 ml (**Figura 17A**). El marcaje con chaquiras en la base de la aleta dorsal se utiliza para diferenciar reproductores durante el proceso (**Figura 17B**) (Rosado, 2007; Moncaleano, *et al.*, 2018).

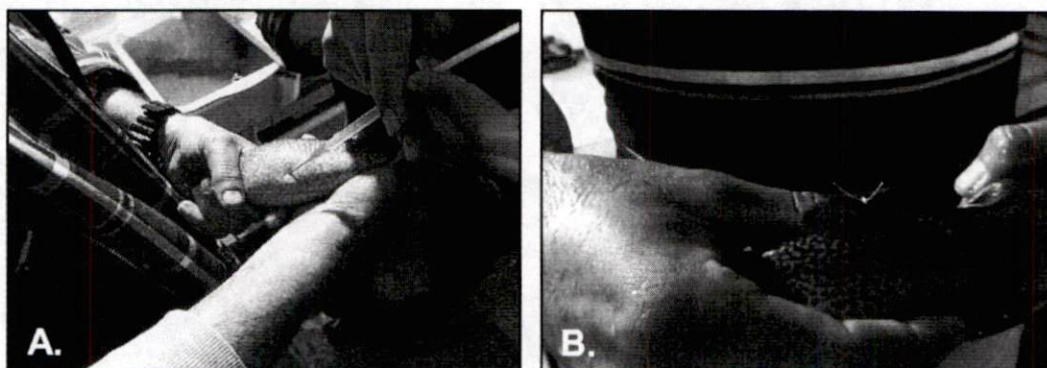


Figura 17. A. Colocación intraperitoneal de dosis hormonal. B. Localización de marca en la aleta dorsal

Extracción De Ovocitos Y Espermatozoides

En una temperatura en el rango de 11°C a 14°C , la ovulación se presenta entre las 24 y 36 horas después de la dosis definitiva. Los procedimientos de obtención de gametos se adelantan mediante masajes abdominales y la fertilización se realiza en seco.

La ovulación se presenta en un periodo que va desde las 24 a las 36 h después de la aplicación de la dosis final, cuando los reproductores son mantenidos durante el proceso en temperaturas de $11 - 14^{\circ}\text{C}$. En la revisión a partir de las 24 horas, por masaje abdominal se retira una muestra de huevos a la que se adiciona espermatozoides para ser fertilizada y evaluada; el primer indicador para estimar la viabilidad de la puesta es una hidratación completa, con la observación en estereoscopio de la formación del espacio perivitelino y una doble membrana a los 30 min de la adición del espermatozoides.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

Si la hidratación de la muestra es adecuada, se procede a la extrusión total de la hembra mediante suaves masajes abdominales, recibiendo la puesta en un recipiente completamente seco; en una ovulación completa el peso de los huevos obtenidos es superior al 15% del peso de la hembra. El esperma es recibido directamente sobre estos, mezclando continuamente con la ayuda de una pluma (**Figura 18**).

Para reducir la adherencia de los huevos debe utilizarse solución de carbamida (3 g l^{-1}) con la que se efectuará un primer lavado, agitando de forma suave y continua. Después de 5 min se procede a lavar el material con agua fresca durante 10 minutos y se dejan en reposo por un periodo de 1 h, finalizado el cual ingresan al sistema de incubación.

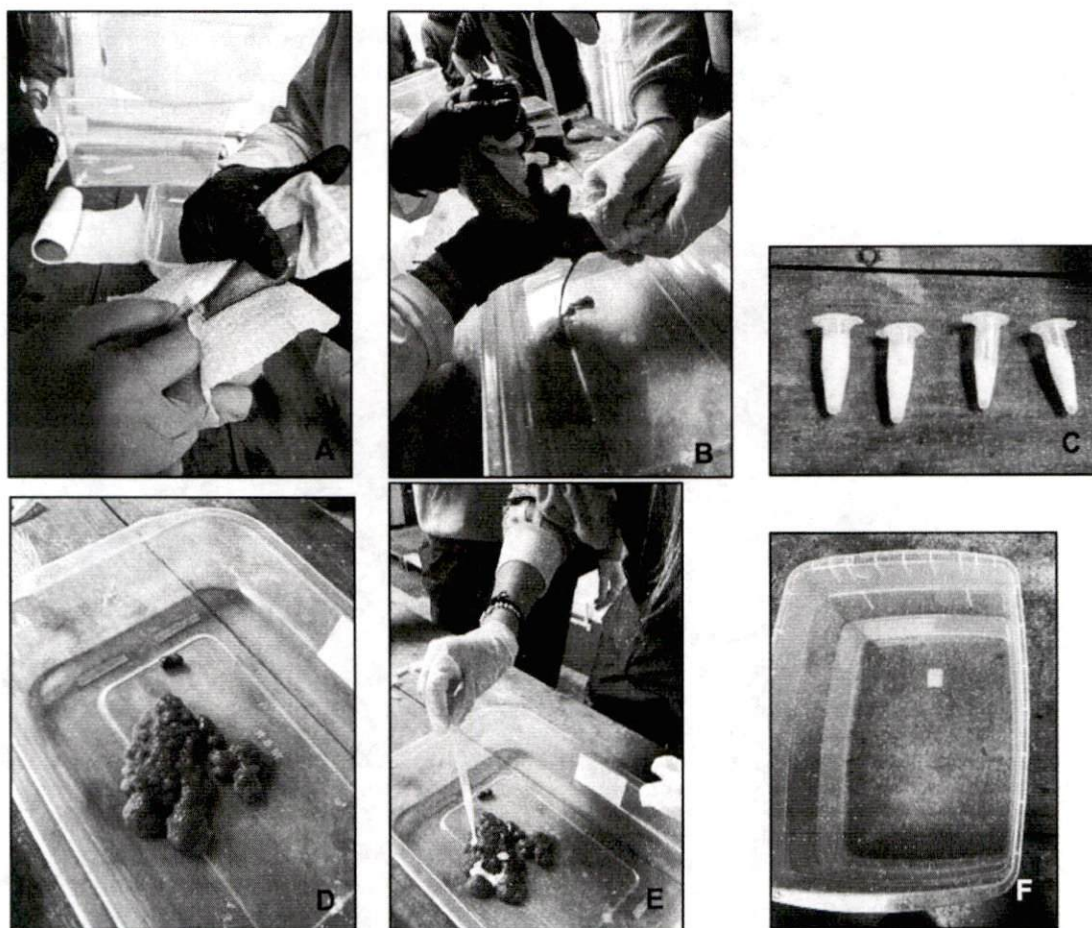


Figura 18. Extracción de ovocitos y espermatozoides para la fecundación A. Macho eyaculando el esperma con masaje abdominal B. Extrusión en hembra ovulada C. Semen en seco listo para la fecundación D. Óvulos en seco listos para la fecundación E) Mezcla de huevos y esperma pendientes de hidratación F. Lavado de la mezcla con agua fresca.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

Fertilización E Incubación

La incubación se puede realizar en sistemas de flujo vertical tipo Woynarovich, con 1 – 2 g de huevos por litro y un flujo de 2 a 3 l s⁻¹, o en bandejas construidas de marcos flotantes y malla que permita mantener a los embriones flotando en la superficie de tanques en sistemas de recirculación de agua que mantengan una temperatura y calidad de agua estables (**Figura 19**). Para esto hay que tener en cuenta que el flujo de agua sea constante y abundante, y asegurar la calidad del agua para que no tenga tierra o partículas que puedan interferir con el proceso de desarrollo de los huevos.

Los huevos tienen una membrana adherente que hace que se peguen a diferentes superficies. Esto en el proceso de incubación es un riesgo, pues cuando se ponen muchos juntos y algunos mueren, los hongos colonizan en cuestión de horas los huevos muertos y fácilmente se va regando por los demás hasta matarlos. Por tanto, es importante estar pendiente de retirar los huevos muertos a tiempo. Los huevos muertos suelen verse blancos, mientras que los que todavía son viables presentan una coloración transparente (**Figura 20**).

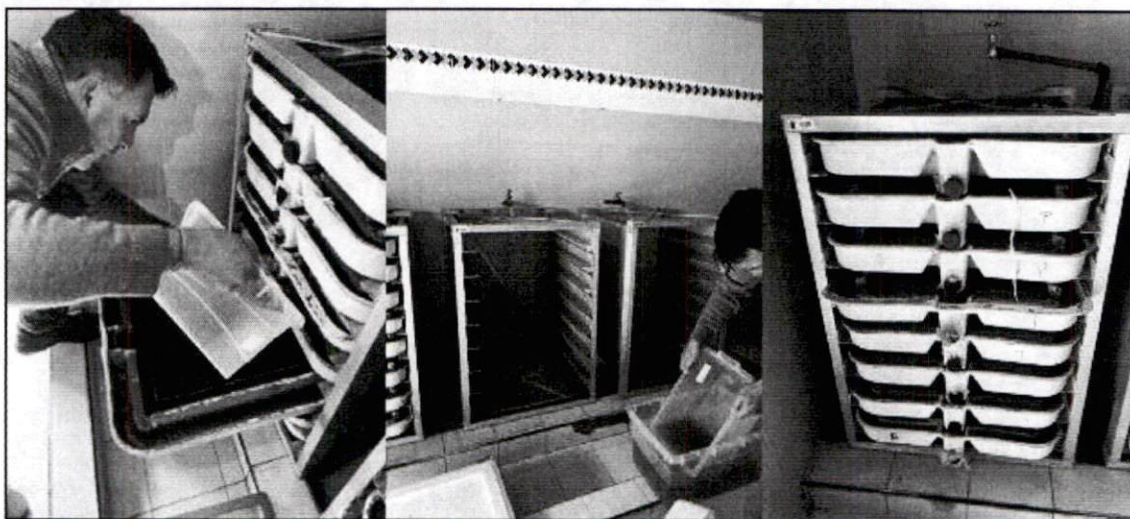


Figura 19. Puesta de huevos en el sistema de incubación por bandejas flotantes.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA



Figura 20. Huevos en bandejas flotantes. El subrayado en rojo se ve blanco y esta posiblemente muerto; El subrayado en verde se ve transparente y posiblemente vivo.

Cuidado De Los Huevos Fecundados

- Temperatura y flujo del agua

Es importante mantener temperaturas entre 15-16°C para mejorar porcentajes de fertilización y disminuir pérdidas de embriones por prolongación del tiempo en el desarrollo embrionario y proliferación de patógenos, los cuales afectan su viabilidad. Por otro lado, siempre hay que revisar que el flujo del agua se abundante, constante y que el agua este cristalina. De lo contrario, las afectaciones de las impurezas a los huevos y la falta de oxigenación pueden retrasar o hasta parar el desarrollo embrionario.

- Contaminación por hongos

Como se menciona anteriormente, la naturaleza pegajosa de los huevos fecundados genera fácilmente contaminaciones masivas de hongos a los huevos (**Figura 21**). Es muy importante en el proceso del desarrollo estar pendiente de los huevos muertos, con el fin de retirarlos a tiempo y no generar un brote masivo de hongos.

**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

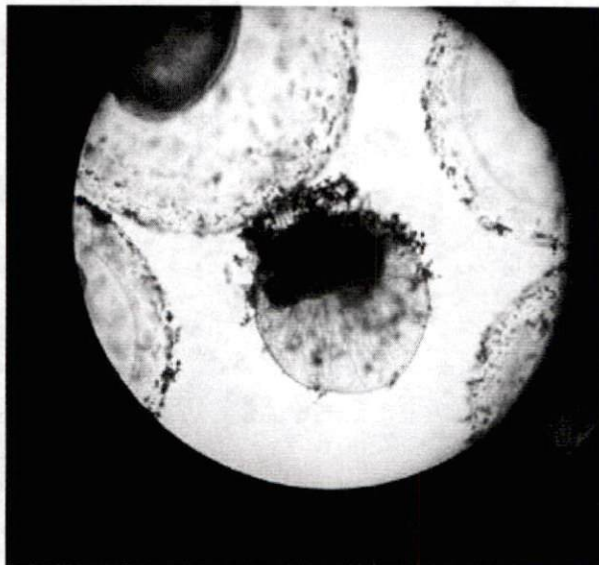


Figura 21. Huevo contaminado por hongos en el proceso de incubación.

- Revisión de los estadios de desarrollo

Con el fin de verificar que el proceso de desarrollo se esté llevando a cabo de acuerdo a lo esperado, se recomienda siempre tener un microscopio a la mano y tomar muestras de cada bandeja para mirar los estadios. Incluso puede servir para fines de investigación (**Figura 22**). Se puede revisar el artículo de la UDCA sobre el estudio histológico de los estadios embrionarios del pez capitán (Moncaleano Gomez et al, 2018), con el objetivo de comprarar y verificar si el proceso va de acuerdo a lo esperado.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

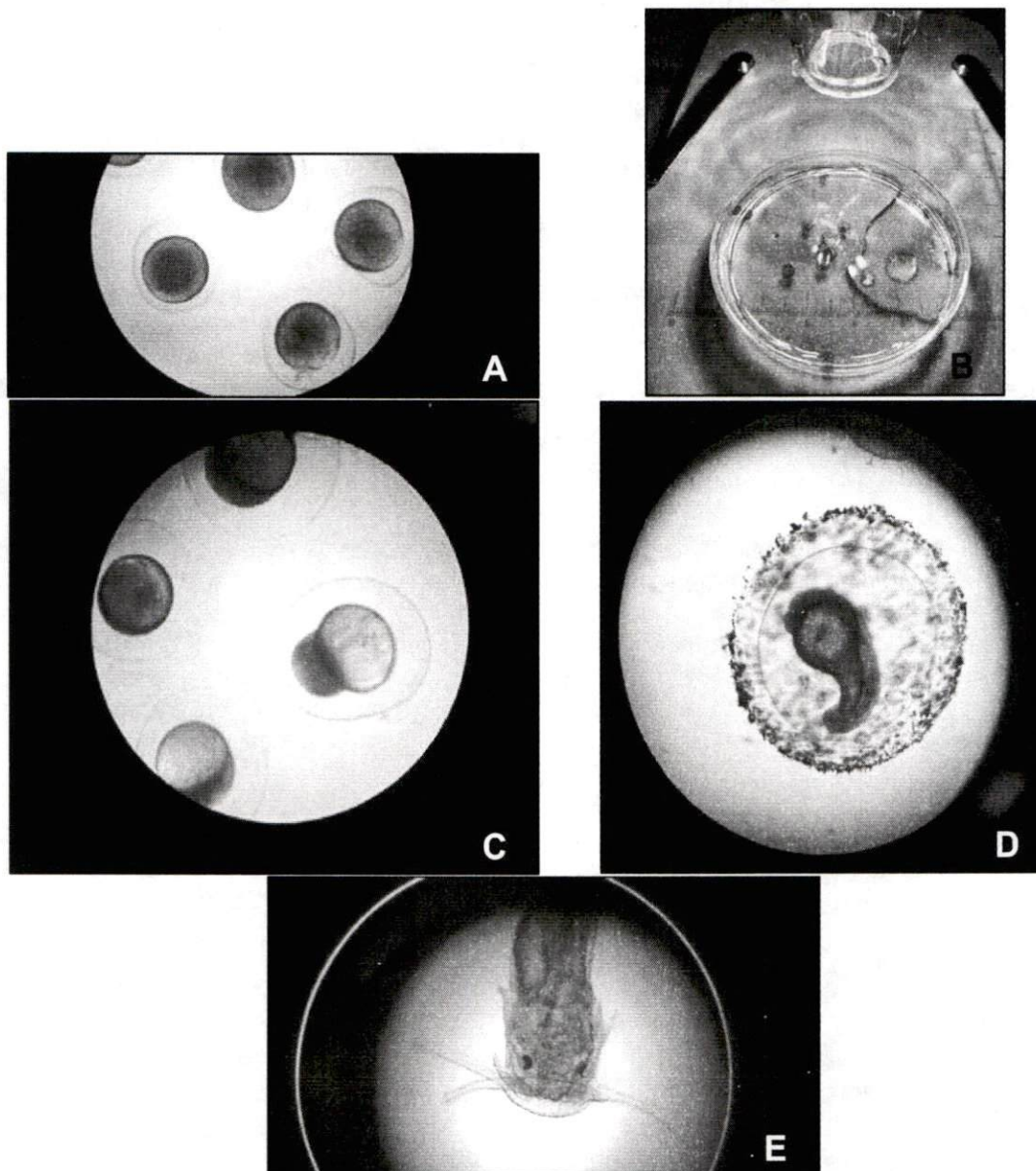


Figura 22. Estadios embrionarios del pez capitán en el microscopio. A. Huevos recién fertilizados B. Revisión de huevos en la EPPFERN con un estetoscopio. C. Huevos después de 1 hora de fertilizados D. 42 horas post fertilización. Inicio de las primeras somitas. E. Larva eclosionada.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES

El protocolo descrito permite adelantar los procesos de mantenimiento, adaptación reproducción con base en los resultados que hasta el momento han mostrado la mayor consistencia. Aunque los resultados son satisfactorios, en el proceso siguen existiendo inconvenientes y detalles por mejorar que se exponen a continuación:

Arreglos en la EPPFERN: Las instalaciones de la estación piscícola permitieron un gran adelanto en el proyecto. No obstante, quedan varios arreglos que hacer para garantizar que el proceso se lleve a cabo hasta el final. En primer lugar, para asegurar una temperatura de alrededor de 15°C en el agua de las incubadoras es necesario adquirir termostatos. De otro modo, el proceso de desarrollo será demorado y no garantizará la eclosión de las larvas. Es importante, dentro de este mismo proceso, conseguir filtros, preferiblemente con el mínimo tamaño de filtración para evitar que el agua lleve partículas de tierra que afecten a los huevos. Otro aspecto importante es la adquisición de un microscopio para la estación, necesario a la hora de verificar el proceso de desarrollo de los embriones. Durante el proceso de incubación, que dura aproximadamente 10 días continuos, es muy importante hacer el seguimiento cercano de los embriones. Para este fin se requiere del arreglo de la cabaña de la estación donde normalmente duermen las personas encargadas de los peces. En este momento se encuentra en condiciones que no permiten la estadía de un servidor en la misma. Adicional a lo anterior, aunque la polisombra colocada en el galpón fue muy útil para reducir la incidencia de luz en las canaletas, todavía por algunos lados la luz esta afectando negativamente a los peces, lo que genera directamente úlceras y afectaciones cutáneas con una probabilidad alta de muerte. Es necesario reforzar el cubrimiento del galpón para minimizar la luz entrante.

Investigación hacia el estrés del cautiverio: Aunque hay un precedente con la investigación de las úlceras cutáneas en el cautiverio del pez capitán, la investigación hacia saber el origen de las infecciones y la forma de curarlas es precaria. Se recomienda invertir en investigación en donde se pueda aislar cada afectación cutánea con métodos microbiológicos, para poder optimizar el proceso de adaptación y así poder hacer viables tanto procesos de reintroducción como posibles cultivos de pez capitán para consumo humano.

Convenios interadministrativos: Fue un éxito el apoyo de la UDCA en el proyecto. Se recomienda en una segunda etapa seguir trabajando de la mano con universidades o institutos de investigación que refuercen con conocimientos el proceso de la CAR, y así tener una sinergia en los esfuerzos de conservación para esta especie enigmática que aporta ecosistémicamente a los recursos hídricos de la región del altiplano cundiboyacense.



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

BIBLIOGRAFÍA

RODRÍGUEZ, A., MONTAÑO, E., & RODRÍGUEZ, J. (2005). Evaluación preliminar de las patologías cutáneas asociadas con la aclimatación en cautiverio del "capitán de la sabana", *Eremophilus mutisii*. *Acta Biológica Colombiana*, 10(2), 123-128.

MINAMBIENTE (2017). Programa nacional para la conservación de la especie endémica de Colombia pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Programa-nacional-para-la-conservacio%CC%81n-de-la-especie-ende%CC%81mica-de-Colombia-pez-capita%CC%81n-de-la-saban.pdf>

MONCALEANO GÓMEZ, E.; SÁNCHEZ, C.; PRIETO MOJICA, C. (2018). Estudio histológico y morfológico del desarrollo embrionario del pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). *Revista U.D.C.A.*

GONZÁLEZ J.Y R. ROSADO (2005). Reproducción inducida con hormonas en el capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt, 1805 (Pisces: Trichomycteridae), en Guasca, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación – Departamento de Investigaciones Universidad de La Salle* 5 (2): 233 – 240.

LANDINES MA, PRIETO CA, RODRÍGUEZ L Y R ROSADO (2017). Perfil de esteroides sexuales del capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) durante un ciclo hidrológico completo. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 20(1): 43-50

MONCALEANO GÓMEZ, E.; SÁNCHEZ, C.; PRIETO MOJICA, C. (2018). Estudio histológico y morfológico del desarrollo embrionario del pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 21(2):479-489.

ROSADO R. (2007). Aspectos reproductivos y piscícolas. En Rodríguez A, 2007. Quién es el capitán? Fundación Al verde Vivo – Universidad del Rosario. 51 – 61 p.

----- FIN DEL INFORME -----
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN
AUTORIZACIÓN PREVIA DE LA DIRECCION DEL LABORATORIO E INNOVACION
AMBIENTAL DE LA CAR

Ciudad:

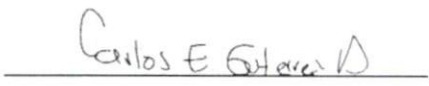
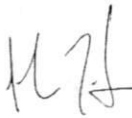
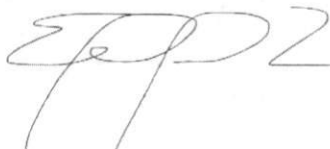
Mosquera

Fecha:

19-12-2023



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA

	Nombre	Firma
Elaboró	María Paula Obregón Integrante Proceso de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
	Fabel Leonardo Avila Rojas Integrante Proceso de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
	Camilo Alberto Prieto Mojica Docente Zootecnia Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales -UDCA	
Revisó:	Carlos Emilio Gutiérrez Ulloa Líder proceso I+D+i Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
	Hernando Ovalle Serrano Líder del área de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
Aprobó:	Edwin Giovani García Masmela Director Técnico Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	



**INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN
AMBIENTAL - DLIA**

CONTROL DE CAMBIOS DEL FORMATO

Revisión	Descripción del cambio	Autor	Fecha
6	Se incluye espacio para consecutivo y para título y se adiciona control de cambios del formato	Giselle Rivera Pineda	2021-12-30

Mantenimiento y reproducción del **PEZ CAPITÁN DE LA SABANA**

(*Eremophilus mutisii*)

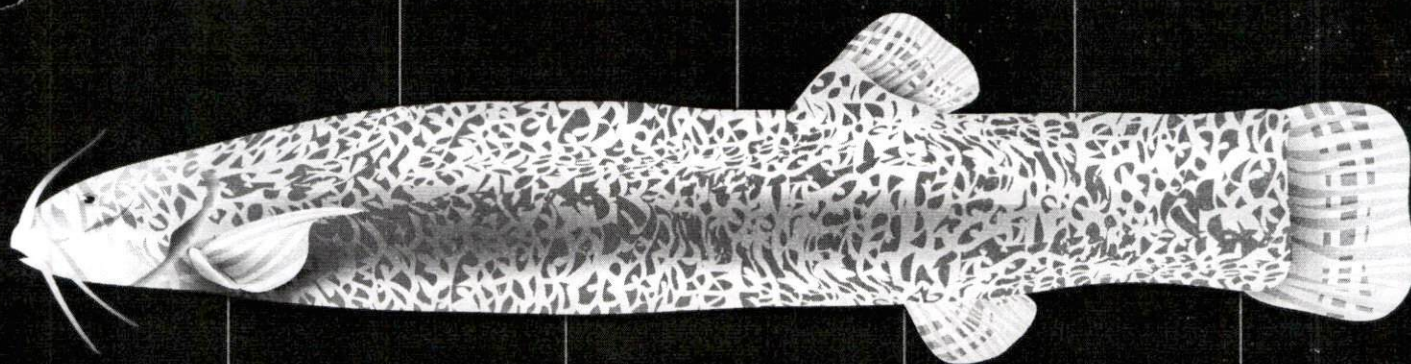
Captura: Uso de electro pesca y redes de pesca para la captura de individuos en afluentes del río Bogotá dentro del territorio CAR. Registro de coordenadas de captura.



Características del hábitat: Información de propiedades fisicoquímicas del agua ej: temperatura, oxígeno disuelto y conductividad.



Medición y pesaje: Registro de talla y peso para determinar la condición física de los individuos.



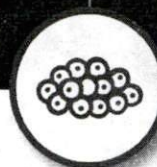
Registro fotográfico: Fotos detalladas de cada individuo para su identificación con marcas externas, heridas o deformidades.



Muestras de sangre o músculo: Extracción de ADN a partir de las muestras para análisis genéticos y de poblaciones.



Mantenimiento en cautiverio: Después de capturados, se trasladan a canaletas en la estación piscícola para establecer un protocolo de mantenimiento y reproducción en cautiverio.



Reproducción: Extracción de ovocitos y espermatozoides, fertilización y posterior incubación para obtener juveniles que puedan ser reintroducidos al medio silvestre.

Parte 1

LÍISIS DE LA MUESTRA & HOMOGENIZACIÓN

1. Lísis de Muestra



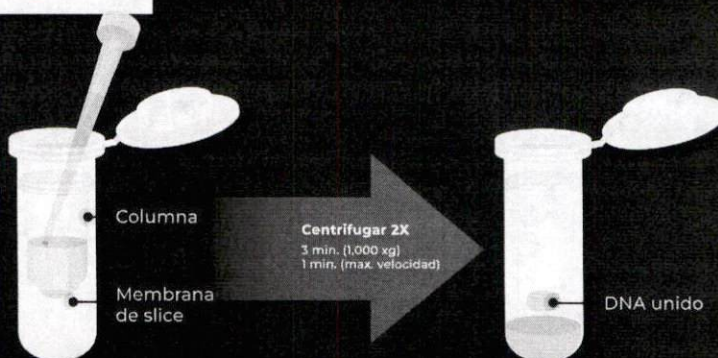
Parte 2

UNIÓN & ELUCIÓN

2. Unión del ADN a la columna

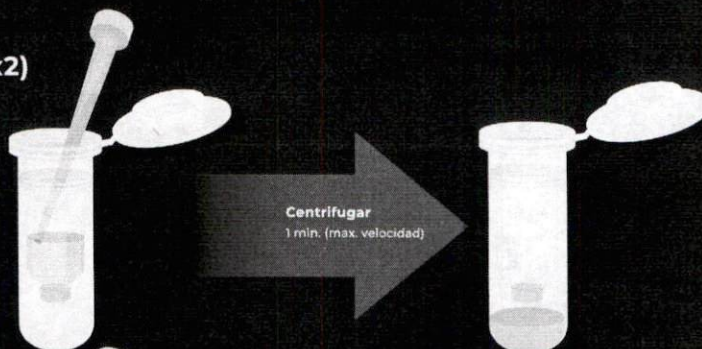
Lisado & buffer de unión de gDNA

No requiere etanol



3. Lavado de Matriz (x2)

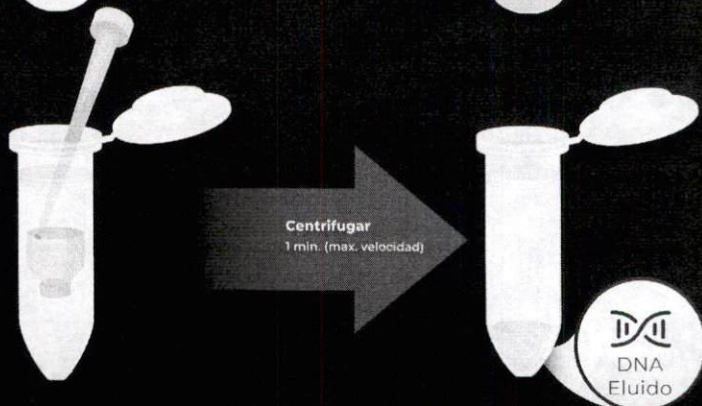
Buffer de lavado gDNA



4. Elución de DNA

Buffer de elución gDNA pre-calentado

Solo un centrifugado





INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

CONSECUTIVO INFORME:

654 del 2023-12-12

TÍTULO DEL INFORME:

Informe de la realización de un boletín digital para
disponer en la URL de la DLIA para la consulta de público
general con el contenido de todo el proyecto

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la CAR, se encuentra acreditada por el IDEAM según resolución No. 0243 del 10 de septiembre de 2007, No. 500 del 18 de diciembre de 2008 y No. 504 del 18 de diciembre de 2008, No. 914 del 10 de junio de 2009, No. 323 del 2010, Resolución 2327 de 2010, por la cual se renueva la acreditación. La resolución IDEAM 0776 del 08 de mayo de 2012, Resolución 3134 del 13 de diciembre de 2013 y la Resolución 1952 del 24 de agosto de 2018, 0358 de 12 de mayo de 202 y 0776 de 14 de septiembre de 2020 por la cual se extiende el alcance de la acreditación del Laboratorio para producir información cuantitativa física, química y biológica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y los recursos naturales renovables, en las matrices Agua, Biota, Aire (Ruido – Calidad de Aire – Fuentes Fijas), Suelo y Residuos peligrosos; según NTC – ISO- IEC 17025 “Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayos y calibración”, además cuenta con procedimientos revisados, aprobados e implementados para la toma de muestras en campo por parte de personal calificado y capacitado, ingenieros, biólogos y técnicos con experiencia. Todos los procesos y procedimientos son validados con base en los criterios establecidos por APHA et al., (2017) y en la normatividad nacional vigente.

Con el objeto de mantener la calidad en las entregas de los proyectos de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental y facilitar su socialización, se generaron los siguientes productos:

INFOGRAFÍA GENERAL DEL PROYECTO

Para poder resumir el marco del proyecto de forma gráfica, se creó una representación visual que resalta los aspectos más importantes de las actividades ejecutadas. Esta infografía se divide en dos partes, la primera que se centra en las actividades generales del proyecto, incluyendo la captura de peces en el medio natural, la caracterización del hábitat, el proceso de medición y pesaje que se realizaba después de cada captura, el registro fotográfico, el proceso de extracción de muestras de tejido, el mantenimiento en cautiverio de los individuos, y el proceso de extracción de material reproductivo para la fertilización. La segunda parte explica en detalle el procesamiento de las muestras de tejido para la extracción y purificación del ADN (Ver **ANEXO 1**). La información consignada en la infografía representa el esfuerzo conjunto entre los profesionales del área de hidrobiología vinculados con el proyecto del capitán de la sabana y los asesores técnicos del proyecto adscritos a la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), el profesor

GAM-FR-120 V6 2021-12-31

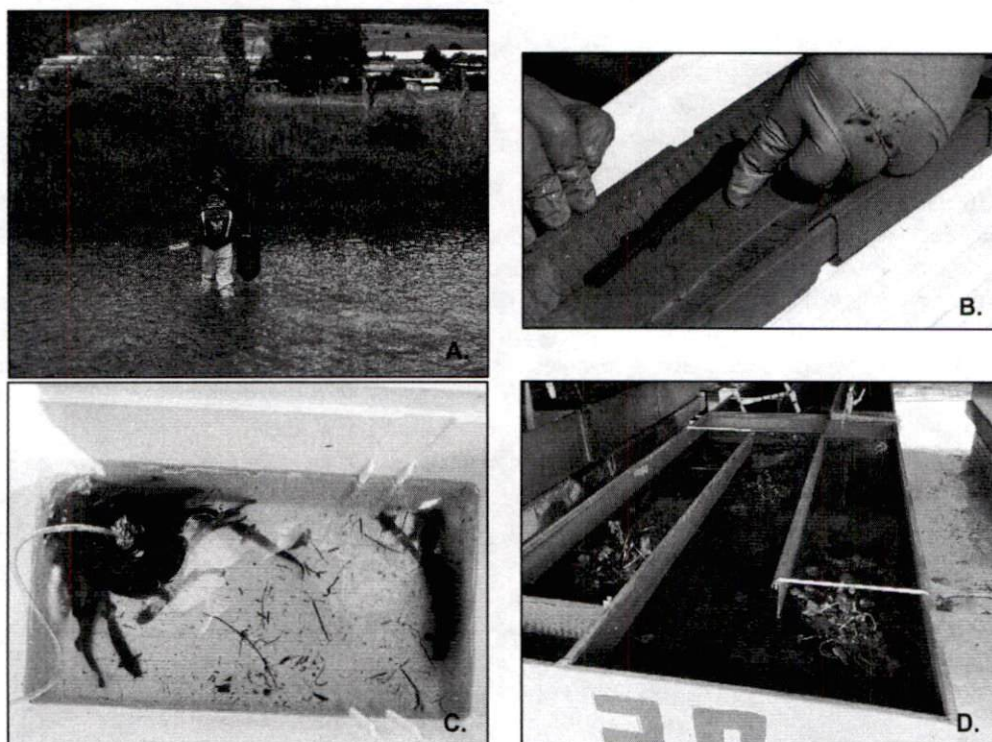
1 de 5

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

Camilo Prieto Mojica, quién brindó su apoyo en los aspectos de mantenimiento en cautiverio y reproducción de los ejemplares, y la profesora Cruz Elena Enríquez quien apoyó los procesos de extracción y purificación de ADN de los peces

VIDEO INFORMATIVO DEL PROYECTO

Para dar mayor visualización a través de medios audiovisuales al proyecto del capitán de la sabana, se generó un video informativo, que mostrara detalladamente el proceso de captura, registro, medición y pesaje de los ejemplares en campo, así como el transporte, aclimatación y mantenimiento de los peces en la Estación Piscícola del Parque Forestal Embalse del Río Neusa (EPPFERN), lugar en donde actualmente se mantienen los ejemplares adaptados al cautiverio.



Fotografía 1. Momentos registrados para el video informativo. A. captura de los ejemplares; B. Medición y pesaje; C. Disposición para el transporte; D. Vista general de las canales.

CONCLUSIÓN

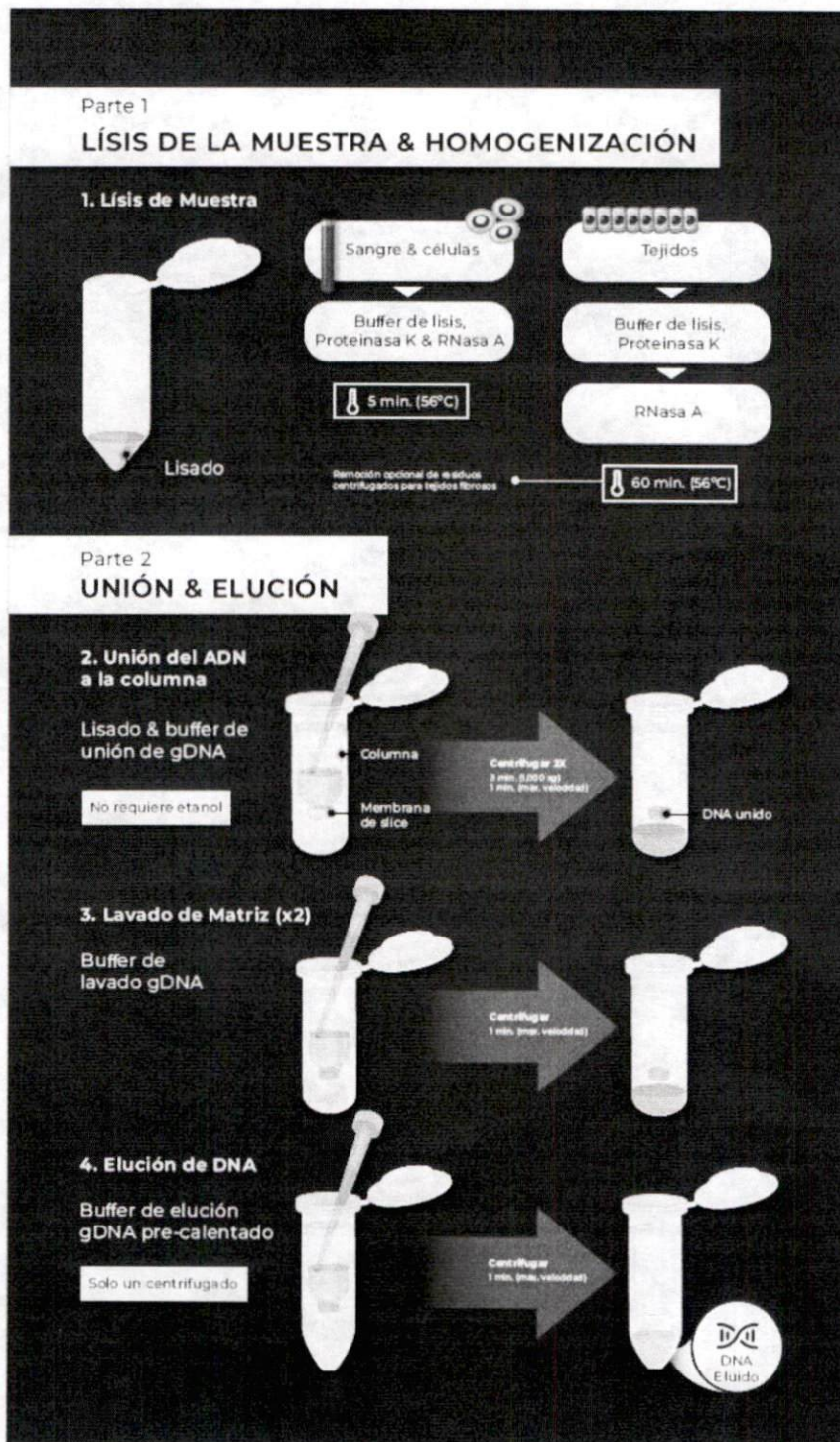
Los productos gráficos y audiovisuales asociados con el proyecto del capitán de la sabana permiten difundir y socializar los esfuerzos que la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, apoyada por la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, realiza para conservar un recurso natural que reviste importancia ambiental y cultural como lo es el capitán de la sabana.

INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

ANEXO 1. Infografía del capitán de la Sabana



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA



GAM-FR-120 V6 2021-12-31

4 de 5



INFORME DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL, DLIA

FIN DEL INFORME

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN PREVIA DE LA
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL DE LA CAR

Ciudad: Mosquera Fecha: 2023-12-12

	Nombre	Firma
Elaboró	Fabel Leonardo Avila Rojas Integrante Proceso de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	Fabel Avila
	Camilo Alberto Prieto Mojica Docente Zootecnia Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales -UDCA	
Revisó:	Carlos Emilio Gutiérrez Ulloa Líder proceso I+D+i Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	Carlos E Gutierrez
	Hernando Ovalle Serrano Líder del área de Hidrobiología Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	
Aprobó	Edwin Giovani García Masmela Director Técnico Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	

CONTROL DE CAMBIOS DEL FORMATO

Revisión	Descripción del cambio	Autor	Fecha
6	Se incluye espacio para consecutivo y para título y se adiciona control de cambios del formato	Giselle Rivera Pineda	2021-12-30

Código Actividad	Descripción de la actividad	Entregable de la actividad según Convenio	Fuente de verificación	Duración (días)	Comienzo (DD-MM-AAAA)	Fin (DD-MM-AAAA)	% Aporte de contribución de la actividad en el proyecto	Entidad Responsable	Tipo de Recurso (humano, bienes, servicios, equipos, etc)	Descripción del Recurso
PRODUCTOS A CARGO DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - CAR										
1	Generar un protocolo para la captura, medición y transporte de individuos de <i>Eremophilus mutisii</i> , estableciendo las condiciones que deben cumplir aquellos aptos para reproducción para su posterior colecta	Un (1) procedimiento operativo estándar (documento escrito), siguiendo los lineamientos establecidos internamente por el grupo de calidad de la DLIA	Documento cargado en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán	88	2023-07-03	2023-09-30	10%	Hidrobiología - DLIA - CAR	Humano	Fabel Leonardo Ávila Rojas - Biólogo Camilo Alberto Prieto Mojica - Zootecnista Paula Carolina Sánchez - Bióloga
2	Tomar muestras de agua para evaluación de parámetros fisicoquímicos y captura de la información ecomorfológica en los puntos donde se halle la especie, en las cuencas monitoreadas	Un (1) informe de resultados - Análisis de aguas	Documento cargado en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán	59	2023-08-18	2023-10-16	5%	Hidrobiología - DLIA - CAR	Humano	Ricardo Fiquitiva - Técnico en Recursos Naturales
3	Recopilar la información relacionada con los parámetros de calidad de agua y las condiciones ambientales de los lugares y hábitats en los que se ha reportado la especie	Un (1) Informe técnico con los resultados de los parámetros fisicoquímicos y los muestreos ícticos de cada uno de los cuerpos de agua en donde se colectaron los parentales.	Documento cargado en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán	76	2023-08-01	2023-10-16	5%	Hidrobiología - DLIA - CAR y asesoría U.D.C.A.	Humano	Maria Paula Obregón - Bióloga
4	Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción a la estación piscícola		Documento cargado en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán, fotos y formato de inventario	76	2023-08-01	2023-10-16	10%	Hidrobiología - DLIA - CAR y asesoría U.D.C.A.	Humano	Camilo Alberto Prieto Mojica - Zootecnista Fabel Leonardo Ávila Rojas - Biólogo Ricardo Fiquitiva - Técnico en Recursos Naturales Edison Jahir Duarte - Biólogo Paula Carolina Sánchez - Bióloga
5	Realizar muestreos ícticos para la captura y transporte de los individuos adultos aptos para reproducción a la estación piscícola		Documento cargado en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán						Servicios	Muestreo
6	Realizar el diseño, adecuación y montaje para la reproducción y mantenimiento de <i>Eremophilus mutisii</i> en condiciones de cautiverio	Un (1) informe formato GAM-FR-120 - Montaje finalizado y en funcionamiento	Documento cargado en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán	182	2023-04-03	2023-10-02	20%	Hidrobiología - DLIA - CAR y asesoría U.D.C.A.	Humano	Hernando Ovalle Serrano - Licenciado en biología Fabel Leonardo Ávila Rojas - Biólogo

PRODUCTOS A CARGO DE LA UNIVERSIDAD U.D.C.A.										
1	Realizar el diseño, adecuación y montaje para la reproducción y mantenimiento de <i>Eremophilus mutisii</i> en condiciones de cautiverio	Un (1) informe formato GAM-FR-120 - Montaje finalizado y en funcionamiento	informes, fotos, formatos de control del proceso de cada fase e inventario de individuos. Documentos cargados en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán	182	2023-04-03	2023-10-02	20%	Hidrobiología - DLIA - CAR y asesoría U.D.C.A.	Humano	Hernando Ovalle Serrano - Licenciado en biología
2	Elaborar un procedimiento que establezca las condiciones de adaptación, mantenimiento, alimentación, maduración e inducción hormonal de los individuos adultos colectados, adecuar el espacio para el desarrollo de esta fase y ejecutarla		Informes, fotos, formatos de control del proceso de cada fase e inventario de individuos. Documentos cargados en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán	122	2023-06-30	2023-10-30	15%	Hidrobiología - DLIA - CAR y asesoría U.D.C.A.	Humano	Fabel Leonardo Ávila Rojas - Biólogo
										Maria Paula Obregón - Bióloga
										Paula Carolina Sánchez - Bióloga
										Fabel Leonardo Ávila Rojas - Biólogo
										Hernando Ovalle Serrano - Licenciado en biología
Ricardo Fiquitiva - Técnico en Recursos Naturales										
Camilo Alberto Prieto Mojica - Zootecnista										
Edison Jahir Duarte - Biólogo										
3	Realizar el proceso de extracción de ovocitos y espermatozoides para la posterior fertilización e incubación	Un (1) informe técnico con el procedimiento que establece condiciones de adaptación y mantenimiento de los parentales y el procedimiento de extracción de ovocitos, espermatozoides, fertilización e incubación	Informes, fotos, formatos de control del proceso de cada fase e inventario de individuos. Documentos cargados en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán	45	2023-09-15	2023-10-30	10%	Hidrobiología - DLIA - CAR y asesoría U.D.C.A.	Humano	Fabel Leonardo Ávila Rojas - Biólogo
										Paula Carolina Sánchez - Bióloga
										Maria Paula Obregón - Bióloga
										Camilo Alberto Prieto Mojica - Zootecnista
										Edison Jahir Duarte - Biólogo
4	Realizar el control, mantenimiento, alimentación y seguimiento de larvas, post larvas, alevinos y ejecutarlo		Informes, fotos, formatos de control del proceso de cada fase e inventario de individuos. Documentos cargados en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\I2021\PAC\Pez capitán	101	2023-08-01	2023-11-10	10%	Hidrobiología - DLIA - CAR y asesoría U.D.C.A.	Humano	Fabel Leonardo Ávila Rojas - Biólogo
										Maria Paula Obregón - Bióloga
										Edison Jahir Duarte - Biólogo
										Camilo Alberto Prieto Mojica - Zootecnista
										Hernando Ovalle Serrano - Licenciado en biología
										Ricardo Fiquitiva - Técnico en Recursos Naturales
Paula Carolina Sánchez - Bióloga										

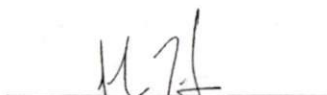
5	Elaborar el protocolo para la obtención de sangre y extracción de material genético de <i>Eremophilus mutisii</i> , e implementarlo con los individuos adultos colectados	Un (1) banco de ADN conservado que contenga las muestras de los individuos colectados durante la actividad 1.4	Banco de ADN en las instalaciones de la DLIA	154	2023-07-14	2023-12-15	5%	Hidrobiología - DLIA - CAR e información suministrada por U.D.C.A.	Humano	Cruz Helena Enriquez Zootecnista
		Un (1) Protocolo operativo estandarizado para la extracción de material genético con fines de estudios genéticos en peces.	Documento cargado en el servidor ruta: \\sdatalab01\DATA\LAB01\HIDB\2021\PAC\Pez capitán						Servicios	Laboratorio de Genética U.D.C.A.
									Humano	Maria Paula Obregón Bióloga

Fecha de elaboración: 4/07/2023

Elaborado por:



Camilo Alberto Prieto Mojica
Docente. Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. U.D.C.A

Hernando Ovalle Serrano
Líder Grupo de Hidrobiología
Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental - CAR

Vobo. Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. U.D.C.A.

Nota: Este Plan Operativo de Trabajo ha sido revisado y aprobado por la Dirección de Investigación, Innovación y Emprendimiento de la U.D.C.A. De igual manera, a partir de la fecha de elaboración se entiende como supervisor por parte de la U.D.C.A. del presente convenio a la Dirección en mención.

Bogotá, julio 12 de 2023

Doctor
Hernando Ovalle Serrano
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR
Bogotá

Asunto: Invitación conversatorio Agroexpo 2023

Respetado Doctor

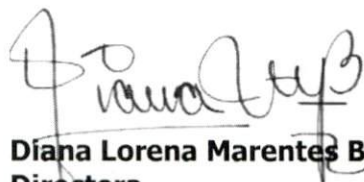
Reciba un cordial saludo

La Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales y el Programa de Zootecnia se complace en invitarlo como panelista al conversatorio **"Avances de estudios en el pez Capitán de la Sabana"** en el marco de la Feria Agroexpo en su edición XXIV, "Cultivamos el futuro agroalimentario del país". El objetivo es conversar sobre las experiencias que nos puedan compartir acerca de las experiencias en torno a los estudios realizados en esta especie y los retos que se vienen afrontando en la actualidad.

El evento se llevará a cabo el lunes 17 de julio de 2023, en el pabellón 6, segundo piso, stand 134, en el horario de 2:00 p.m. a 3:00 p.m.

El conversatorio será abierto al público y será transmitido en vivo por las redes sociales de la universidad.

Cordialmente,



Diana Lorena Marentes Barrantes
Directora
Programa de Ingeniería Agronómica
Programa de Zootecnia
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - U.D.C.A

Link Conversatorio U.D.C.A:

<https://www.facebook.com/share/v/HAtmxf8dhokWNMLD/?mibextid=oFDknk>