



Embrapa Pecuária Sudeste.

Projeto



Servicio
de Relaciones
Internacionales



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Pecuária Sudeste

PROYETO DE COOPERACIÓN TÉCNICA – PCT

I – IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1. Título del proyecto

Desarrollo de estrategias para mejorar la sensibilidad analítica de componentes inorgánicos importantes para la evaluación de la inocuidad de productos alimenticios obtenidos mediante la pesca artesanal en la Laguna de Castillos, Rocha.

1.2. Duración prevista

30 (Treinta) días

1.3. Fuente externa

Proyecto de investigación (Anexo I)

1.4. Costo estimado

La propuesta se encuentra enmarcada en proyectos de investigación desarrollados en Uruguay y Brasil, enfocada a la evaluación de la calidad de productos pesqueros.

Los costos generales para el desarrollo de las actividades (infraestructura, instrumental y técnica y de personal) serán asumidos por las Partes.

Los resultados obtenidos, serán publicados con la participación de ambas Partes.

1.5. Entidad proponente

a) Facultad de Química, Universidad da República (UdelaR), Avenida General Flores 2124, Montevideo, Uruguay. Fiorella Iaquina, Prof. Adj. Área Química Analítica. Contacto: +598 91201024, fiagina@fq.edu.uy

b) Embrapa Pecuária Sudeste, Rodovia Washington Luiz, km 234, São Carlos/SP, Brasil. Ana Rita de Araújo Nogueira, Investigadora A. Contactos: +55 (16) 3411-5724, ana.nogueira@embrapa.br.

1.6. Entidades co-participantes – no aplica

80

II – VINCULACIÓN JURÍDICO-CONTRATUAL

Este Proyecto pasará a integrar y a ser regido por el Memorando de Entendimiento SAIC N° 10200.19/0050-1, firmado por las partes en 01 de octubre de 2020.

III - JUSTIFICACIÓN

La presente pasantía se enmarca en un proyecto de investigación que se encuentra en desarrollo en el Área Química Analítica de la Facultad de Química, Universidad de la República, Uruguay.

El proyecto, denominado "Desarrollo de estrategias analíticas para la evaluación de la inocuidad de productos alimenticios obtenidos por la pesca artesanal en la Laguna de Castillos, Rocha" fue financiado en 2021 en el llamado Fondos Vaz Ferreira, Ministerio de Educación y Cultura, y la Dra. Fiorella laquinta es responsable del mismo (Anexo I).

El objetivo es el desarrollo de metodologías analíticas para la determinación de cadmio (Cd), arsénico (As), mercurio total (Hg) y especies orgánicas e inorgánicas en peces y camarones. Actualmente, fueron desarrolladas las siguientes metodologías:

Luego de una digestión ácida asistida por microondas, el Cd fue determinado mediante espectrometría de absorción atómica con atomización electroterma (ETAAS). Arsénico fue determinado por espectrometría de emisión atómica con plasma inducido por microondas acoplado a generación de hidruros (HG-MP-AES). Finalmente, la determinación de Hg fue realizada por vapor frío, acoplado a espectrometría de emisión atómica con plasma inducido por microondas (CV-MP-AES).

Sin embargo, los niveles de concentración de estos analitos son muy bajos, por lo que no es posible detectar la concentración total de Cd y Hg. Por ser extremadamente importante cuantificar estos elementos, precisamos usar una metodología analítica que presente límites de detección y cuantificación más bajos, como la espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

Esta instrumentación no se encuentra disponible en nuestra institución. Los dos únicos ICP-MS de Uruguay pertenecen a una institución público-privada y a una empresa gubernamental, sin acceso para fines de pesquisa.

Por esta razón, se propone la realización de esta pasantía. Para evaluar los niveles de Cd, Hg y As mediante ICP-MS. Además, para explorar aún más durante el período de estadía y por tratarse de un equipamiento multi-elemento, se propone la determinación de selenio (Se), molibdeno (Mo) y cromo (Cr) en las mismas muestras.

El cromo, según su estado de oxidación, puede ser un elemento esencial (Cr^{+3}) o un elemento tóxico (Cr^{+6}). Su determinación es interesante dado el contacto que los camarones tienen con los sedimentos.

Por otro lado, las determinaciones de Se y Mo son interesantes porque son elementos esenciales para el organismo humano, generalmente son encontrados en concentraciones muy bajas. A través del uso del ICP-MS podremos determinar esas concentraciones y así obtener más información sobre estos productos de la pesca, que son el sustento de varias familias de pescadores artesanales.

3.1. Diagnóstico de la situación actual

Las actividades previstas a ser ejecutadas en conjunto, complementarán experimentos en desarrollo por los implicados, en las mismas se proponen la evaluación de nutrientes y contaminantes inorgánicos en peces y crustáceos. Para ello, el establecimiento de protocolos adecuados para una correcta ejecución, son fundamentales. Garantizar la inocuidad del alimento es una de las principales preocupaciones en todo el mundo, debido a que elementos potencialmente tóxicos, como As, Cd, Cr, Hg, e Pb se pueden acumular en el organismo y causar daños a la salud humana. El acúmulo de estos analitos puede afectar el sistema gastrointestinal, neurológico, renal o hepático de los individuos, como embarazadas y niños, quienes son más susceptibles a la toxicidad de estos analitos [LIANG, 2019; RATHER, 2017]. El control de calidad e inocuidad en la cadena alimenticia, exige una metodología confiable que sea rápida y fácilmente transferible. Técnicas espectroanalíticas como la espectrometría de emisión óptica con plasma inducido por microondas (MP AES) se han mostrado eficientes en la detección de metales en varios tipos de muestras debido a su alta selectividad, rapidez, fácil manipulación y principalmente bajo costo, no obstante, presenta algunas limitaciones como la imposibilidad de determinar analitos en bajas concentraciones y la alta influencia de la interferencia de matriz en la señal de los analitos [GALLEGO-RÍOS et al. 2017; MACHADO et al. 2017]. Para

alcanzar los niveles exigidos por la ley, una alternativa es el uso de la espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), una técnica multielemento que, además de tener un amplio rango lineal, presenta una alta sensibilidad, lo que permite determinar de elementos presentes en niveles análisis de trazas e isótopos [THOMAS, 2013]. Este equipamiento está en operación en Embrapa Pecuária Sudeste desde 2019 y fue adquirido con recursos del proyecto BRS-Agua justamente para ser empleado en el establecimiento de protocolos analíticos avocados a la determinación de nutrientes y contaminantes en peces de forma a atender a las exigencias de la legislación del Mercosur [ANVISA, 2021]. Experimentos orientados a este propósito están siendo desarrollados en ambos grupos de investigación [SÁ et al., 2023; MACEDO et al., 2022; IAQUINTA et al., 2021] y ciertamente la el trabajo en conjunto propiciará la obtención de resultados importantes para la complementación de los análisis previstos en los proyectos que se encuentran en curso. Además, la publicación de artículos científicos en conjunto contribuirá al fortalecimiento de trabajo en conjunto entre las instituciones implicadas.

Referencias

- ANVISA, INSTRUÇÃO NORMATIVA-IN N° 88, DE 26 DE MARÇO DE 2021, Pub. L. No. IN-88, Diário Oficial da União (2021)
- GALLEGOS-RÍOS, S. E.; PEÑUELA, G. A.; RAMÍREZ BOTERO, C. M. Method Validation for the Determination of Mercury, Cadmium, Lead, Arsenic, Copper, Iron, and Zinc in Fish Through Microwave-Induced Plasma Optical Emission Spectrometry (MIP OES). Food Analytical Methods, v. 10, n. 10, p. 3407–3414, 2017.
- IAQUINTA, F. et al. Determination of Cd, Pb and Se in beef samples using aerosol dilution by ICP-MS. Food Measure 15, 4105–4111 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00999-3>
- LIANG, G. et al. Analysis of Heavy Metals in Foodstuffs and an Assessment of the Health Risks to the General Public via Consumption in Beijing, China International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019.
- MACHADO, R. C. et al. Multielemental Determination of As, Bi, Ge, Sb, and Sn in Agricultural Samples Using Hydride Generation Coupled to Microwave-Induced Plasma Optical Emission Spectrometry. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 65, n. 23, p. 4839–4842, 14 Jun. 2017.
- RATHER, I. A. et al. The Sources of Chemical Contaminants in Food and Their Health Implications. Frontiers in Pharmacology, v. 8, p. 830, 2017.
- SÁ, I. P.; SILVA, C. A.; NOGUEIRA, A. R. A. Chemical Speciation of Arsenic and Chromium in Seafood by LC-ICP-MS. Braz. J. Anal. Chem. (Forthcoming). <http://dx.doi.org/10.30744/brjac.2179-3425.AR-13-2023>.
- SANTOS, H. M.; HIGUERA, J. M.; NOGUEIRA, A. R. A. In vitro bioaccessibility of essential minerals from raw and cooked Tilapia fillet: Method validation and analysis by synchronous vertical dual view ICP OES, Food Chemistry Advances, V.1, 2022:100080, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100080>.
- THOMAS, R. Practical guide to ICP-MS: a tutorial for beginners. [s.l.] Boca Raton: CRC Press, 2013.

3.2. Situación esperada al término del proyecto

Al término del proyecto se pretende:

- a) Desarrollar al menos 2 protocolos analíticos definidos
- b) Redactar al menos 1 artículo científico para su publicación

3.3. Acciones a ser ejecutadas y sus beneficiarios

Las actividades se desarrollarán en los laboratorios de Química Analítica de Embrapa Pecuária Sudeste en São Carlos, SP, Brasil. Se evaluarán los procedimientos para la correcta preparación de las muestras de pescado y la posterior determinación de contaminantes y nutrientes. Se utilizarán diferentes estrategias en relación con la preparación de las muestras, como el uso de extracción asistida por microondas, ultrasonido y radiación ultravioleta y también el uso de alternativas instrumentales (por ejemplo, dilución en aerosol y uso de un patrón interno). La precisión de los métodos se determinará utilizando materiales de referencia certificados. Los resultados permitirán obtener datos y conocimientos fiables sobre las condiciones nutricionales de los peces de los proyectos que están desarrollando los 2 socios. La difusión se realizará en forma de publicaciones e informes técnicos.

yu

3.4. Cuadro institucional

a) Área Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de La República: cuenta con un equipo de docentes, la mayoría de ellos con doctorado, en el área de Química Analítica, y con varios docentes desarrollando su posgrado en la temática. Además, cuenta con estudiantes de grado, maestría y doctorado que realizan su trabajo de investigación en el área. Los laboratorios cuentan con infraestructura dedicada a las determinaciones de trazas y mayoritarios, como espectrómetro de emisión atómica con plasma inducido por microondas (MPAES), dos equipos de espectrometría de absorción atómica por atomización electrotérmica, una zona dedicada a la preparación de muestras, con liofilizador, balanzas, hornos, mufla, microondas y sonda de ultrasonido, entre otros.

b) Embrapa Pecuária Sudeste: cuenta con un equipo técnico de 2 magíster y 3 doctores en el área de Química Analítica, además de becarios de iniciación científica, maestría, doctorado y posdoctorado que realizan su trabajo de investigación en la Institución. Los laboratorios cuentan con infraestructura dedicada a las determinaciones de trazas, incluyendo espectrómetros de plasma (ópticos y de masas), estructura para realizar la especiación química (cromatógrafo líquido acoplado a ICP-MS) y preparación de muestras, con liofilizador, balanzas, hornos y mufla microondas y extractor UV, entre otros. Actúa principalmente en el área de sustentabilidad en la agricultura, con acciones transversales que incluyen la caracterización de alimentos, sanidad animal y gestión de la calidad.

A partir de los dos resultados que obtendrá la actividad aquí propuesta, se pretende dar continuidad a la acción colaborativa, con la propuesta de proyectos conjuntos a ser sometidos a publicaciones que contemplen las acciones bilaterales.

IV – OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

- Desarrollo de una metodología para la determinación de Cr, Cd, Hg, As, Se e Mo en camarones y peces mediante ICP-MS.
- Evaluar la inocuidad de los productos pesqueros analizados en base a los analitos seleccionados.
- Proporcionar información sobre los contenidos de Se y Mo en los productos pesqueros analizados, como evaluación de su calidad.

4.1. Objetivo de desarrollo

Desarrollar métodos para la preparación de muestras y determinación de compuestos inorgánicos en peces, considerando el resultado final esperado y la técnica de determinación. Se abordarán técnicas pioneras relacionadas con la determinación, en especial los procedimientos destinados al análisis de nutrientes y contaminantes.

4.2. Objetivo inmediato

- Condiciones instrumentales optimizadas y estrategias alternativas de calibración definidas para la determinación de nutrientes y contaminantes en peces mediante ICP-MS;
- Recursos humanos formados y capacitados para apoyar al sector productivo en el desarrollo de metodologías analíticas que atiendan a las demandas analíticas sociales e industriales.

4.3. Metas

- Establecer al menos 2 nuevos métodos analíticos, compatibles con la química analítica verde, usando menor cantidad de reactivos y generando menor cantidad de residuos, que apoyen, con una adecuada rentabilidad, el desarrollo de soluciones sostenibles para la piscicultura.

- Proponer procedimientos innovadores para contribuir con la generación de conocimiento en el área, con la redacción de 1 artículo científico.
- Auxiliar a los órganos fiscalizadores y los laboratorios responsables del control de calidad con las publicaciones resultantes de la actividad propuesta.

4.4. Resultados

- Desarrollar y validar una metodología analítica para la determinación de Cr, Cd, Hg, As, Se y Mo en camarones y peces mediante ICP-MS.
- Evaluar los resultados obtenidos según los resultados obtenidos en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química de la Universidad de la República.
- Evaluar si los productos pesqueros analizados presentan niveles por debajo de los máximos permitidos por el Mercosur, para cada analito.
- Obtener información sobre contenidos de Se y Mo en productos pesqueros.

V – PLAN DE TRABAJO

5.1. Actividades y cronograma de ejecución –

Las actividades serán desarrolladas en 30 (Treinta) días, de acuerdo con el siguiente cronograma:

Semana 1	• Conocimiento de logística del laboratorio • Digestión de las muestras asistida por microondas. • Optimización das condiciones de análisis mediante ICP-MS
Semana 2	• Validación de las metodologías desarrolladas
Semana 3	• Digestión de las muestras asistida por microondas. • Análisis de muestras digeridas
Semana 4	• Análisis de los resultados y redacción de protocolos e informe final

5.2. Indicadores y medios de verificación

- Protocolo analítico definido, escrito y puesto a disposición;
- Muestras de peces digeridas, nutrientes y contaminantes determinados resultados evaluados e ingresados en un informe científico.

5.3. Administración del Proyecto

Las actividades se desarrollarán de manera conjunta, siendo el investigador visitante el responsable de redactar el informe final de investigación. Los resultados serán compilados con el fin de constituir un artículo científico a ser escrito en conjunto por las partes involucradas.

VI – CONOCIMIENTO PREVIO Y PROPIEDAD INTELECTUAL

6.1.- Toda información, productos, tecnologías, procesos y resultados existentes con anterioridad a la celebración de este PCT ("conocimiento previo") cuya titularidad correspondiera a una de las Partes y fueran revelados a la otra para la ejecución del Proyecto, continuarán perteneciendo a la Parte que los ha aportado.

Este PCT no otorga a ninguna de las partes derecho alguno sobre el conocimiento previo de la otra parte y su revelación no implica ninguna clase de cesión o licencia sobre derechos de propiedad intelectual.

6.2.- En caso de que la ejecución de este PCT diera lugar a un resultado que pudiera ser objeto de propiedad intelectual (patente de proceso o producto, derechos de autor u otros) de acuerdo con la legislación vigente en al menos uno de los países involucrados, la propiedad se negociará a través de un contrato específico.

6.3.- La negociación y atribución de la propiedad intelectual obtenida será definida con base en los aspectos de conocimiento y contribución tecnológica para la ejecución de las actividades de este PCT por parte de Embrapa y de la UdelaR, así como la contribución de recursos humanos calificados, considerando que no habrá aporte de recursos financieros por las partes.

6.4.- Embrapa y la UdelaR suscribirán un instrumento específico para regular cualquier propiedad intelectual obtenida como resultado de este PCT, así como su eventual explotación.

VII – CONTRAPARTIDA

Elementos	Embrapa (R\$)	UdelaR (R\$)	TOTAL (R\$)
Costo de uso de maquinaria, equipo e instalaciones	10.803,17	--	10.803,17
Costos de usar otros tipos de infraestructura económicamente medible	--	--	--
Otros costos	--	6.000,00	6.000,00
Costo con personal Embrapa – Resolução da Diretoria-Executiva – DENE nº 6, 07/08/2023 (25h/semana; 4 semanas) UdelaR	34.946,00	28.691,16	63.637,16
TOTAL DEL PROYECTO	45.749,17	34.691,16	80.440,33

VIII – RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

Todas las controversias derivadas o relacionadas con este Proyecto de Cooperación Científica serán resueltas de la forma prevista en el Memorando de Entendimiento firmado entre las Partes.

IX – COBERTURA

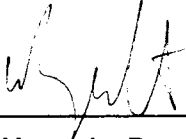
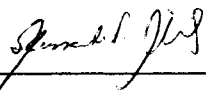
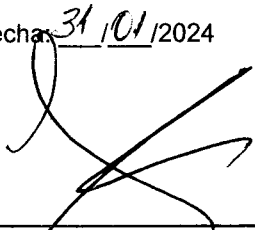
Las condiciones establecidas en el presente Proyecto de Cooperación Técnico relativas a aportes materiales, humanos y financieros, son específicas para este Proyecto y no se extienden a otros.

X - LUGAR, FECHA Y FIRMA DE LOS RESPONSABLES

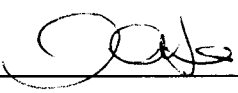
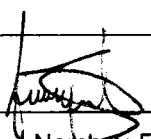
Según lo establecido, Embrapa y la UdelaR firman este contrato por medio de sus representantes legales en 03 (tres) ejemplares de igual contenido y forma redactados en idioma portugués es español, en los lugares y

YD

fecha abajo indicados.

<i>Por Embrapa</i> Fecha: <u>25/01/2024</u>  Alexandre Berndt Jefe-general Embrapa Pecuária Sudeste Alexandre Berndt MATRÍCULA: 349908 CHEFE GERAL EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE  Alessandro Pelegri Minho Jefe-adjunta de Investigación y Desarrollo Embrapa Pecuária Sudeste	<i>Por Universidad de La Republica</i> Fecha: <u>31/01/2024</u>  Gonzalo Vicci Gianotti Presidente del Servicio de Relaciones Internacionales Universidad de la República
--	--

TESTIGOS:

 Nombre: Ana Rita de Araújo Nogueira Investigadora Embrapa Pecuária Sudeste	 Nombre: Fiorella laquinta Prof. Adj. Área Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de la República
--	---



Embrapa Pecuária Sudeste.

Projeto



**Servicio
de Relaciones
Internacionales**



**UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY**



Pecuária Sudeste

PROJETO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA – PCT

I – IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

1.1. Título do projeto

Desenvolvimento de estratégias para melhoria da sensibilidade analítica de constituintes inorgânicos importantes para a avaliação da inocuidade de produtos alimentícios obtidos pela pesca artesanal na Laguna de Castillos, Rocha

1.2. Duração prevista

30 (Trinta) dias

1.3. Fonte externa

Projeto de pesquisa (anexo)

1.4. Custo estimado

A proposta esta inserida em projetos de pesquisa desenvolvidos tanto no Uruguai quanto no Brasil, voltados à qualidade de produtos pesqueiros.

Os custos gerais para execução das atividades (infraestrutura instrumental e técnica e de pessoal) serão assumidos pelas Partes.

Os resultados alcançados serão publicados com a participação de ambas as Partes.

1.5. Entidade proponente

a) Facultad de Química, Universidad da República (UdelaR), Avenida General Flores 2124, Montevideo, Uruguay. Fiorella Iaquina, Prof. Adj. Área Química Analítica. Contacto: +598 91201024, fiarquinta@fq.edu.uy

b) Embrapa Pecuária Sudeste, Rodovia Washington Luis, km 234, São Carlos/SP, Brasil. Ana Rita de Araújo Nogueira, Pesquisadora A. Contatos: +55 (16) 3411-5724, ana.nogueira@embrapa.br.

1.6. Entidades co-participantes – não se aplica

II – VINCULAÇÃO JURÍDICO-CONTRATUAL

Handwritten signature

Este Projeto passará a integrar e a ser regido pelo Memorando de Entendimento SAIC Nº 10200.19/0050-1, assinado pelas partes em 01 de outubro de 2020.

III - JUSTIFICATIVA

Este estágio faz parte de um projeto de pesquisa que está sendo desenvolvido na Área de Química Analítica da Faculdade de Química da Universidade da República, Uruguai.

O projeto, denominado "Desenvolvimento de estratégias analíticas para a avaliação da segurança dos produtos alimentares obtidos pela pesca artesanal na Laguna de Castillos, Rocha" foi financiado em 2021 na chamada Fundos Vaz Ferreira, Ministério da Educação e Cultura, e Dr. Fiorella laquinta é responsável por isso (Anexo I).

Seu objetivo é o desenvolvimento de metodologias analíticas para a determinação de cádmio (Cd), arsênio (As), mercúrio total (Hg) e espécies orgânicas e inorgânicas em peixes e camarões. Atualmente, foram desenvolvidas as seguintes metodologias:

Após digestão ácida assistida por micro-ondas, o Cd foi determinado por espectrometria de absorção atômica por atomização eletrotérmica (ETAAS). Arsênio foi determinado por espectrometria de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas acoplado à geração de hidretos (HG-MP-AES). Finalmente, a determinação de Hg foi realizada por vapor frio, acoplado a espectrometria de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas (CV-MP-AES).

No entanto, os níveis de concentração desses analitos são muito baixos, não sendo possível detectar os teores totais de Cd e Hg. Por ser extremamente importante quantificarmos esses elementos, precisamos usar uma metodologia analítica que apresente limites de detecção e quantificação mais baixos, como a espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS).

Este equipamento não está disponível em nossa instituição. Os dois únicos ICP-MS do Uruguai pertencem a uma instituição privada e a uma empresa governamental, sem acesso para fins de pesquisa.

Por esta razão, propõe-se a realização deste estágio, para avaliar os níveis de Cd, Hg e As por ICP-MS. Além disso, para explorar ainda mais o período de estadia e por se tratar de equipamento multielementar, é proposta a determinação de selênio (Se), molibdênio (Mo) e cromo (Cr) nessas mesmas amostras.

O cromo, dependendo do seu estado de oxidação, pode ser um elemento Cr+3 essencial ou um elemento Cr+6 tóxico. Sua determinação é interessante devido ao contato que os camarões têm com os sedimentos.

Por outro lado, as determinações de Se e Mo são interessantes porque são elementos essenciais para o organismo humano, geralmente encontrados em concentrações muito baixas. Através do ICP-MS poderemos avaliar essas concentrações e assim fornecer mais informações sobre esses produtos da pesca, que são o sustento de várias famílias de pescadores artesanais.

3.1. Diagnóstico da situação atual

As atividades previstas, a serem executadas em conjunto, complementarão experimentos em desenvolvimento pelos parceiros, nas quais são propostas a avaliação de nutrientes e contaminantes inorgânicos em peixes e crustáceos. Para tanto, o estabelecimento de protocolos adequados para a execução se constitui ação fundamental. Garantir a segurança do alimento é uma das principais preocupações em todo o mundo, uma vez que elementos potencialmente tóxicos, como As, Cd, Cr, Hg, e Pb podem se acumular no organismo e causar danos à saúde humana. O acúmulo desses analitos pode afetar o sistema gastrointestinal, neurológico, renal ou hepático dos indivíduos, como mulheres grávidas e crianças, os mais suscetíveis à toxicidade desses analitos [LIANG, 2019; RATHER, 2017]. O controle de qualidade e segurança na cadeia de suprimento alimentar exige uma metodologia confiável que seja rápida e facilmente transferível. Técnicas espectroanalíticas como a espectrometria de emissão ótica com plasma induzido por micro-ondas (MP AES) têm se mostrado eficientes na detecção de metais em vários tipos de amostras devido à sua alta seletividade, rapidez, fácil manuseio e principalmente baixo custo, no entanto, apresenta algumas limitações como a impossibilidade de determinar analitos em baixas concentrações e a alta influência da interferência de matriz no sinal dos analitos [GALLEGO-RÍOS et al. 2017; MACHADO et al. 2017]. Para se atingir os níveis exigidos pela legislação, uma alternativa é o emprego da espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS), técnica multielementar que além de ter uma ampla faixa linear apresenta alta sensibilidade, possibilitando a determinação de elementos presentes em níveis

traço e a análise isotópica [THOMAS, 2013]. Este equipamento está em operação na Embrapa Pecuária Sudeste desde 2019 e foi adquirido com recursos do projeto BRS-Aqua justamente para ser empregado no estabelecimento de protocolos analíticos voltados à determinação de nutrientes e contaminantes em peixes de forma a atender às exigências da legislação do Mercosul [ANVISA, 2021]. Experimentos voltados à este propósito estão em andamento em ambos os grupos de pesquisa [SÁ et al., 2023; MACEDO et al., 2022; IAQUINTA et al., 2021] e certamente a parceria propiciará a obtenção de resultados importantes para a complementação das análises previstas nos projetos em curso. Além disso, a publicação de artigos científicos em conjunto deverá contribuir para o fortalecimento da parceria entre as instituições.

Referências citadas

ANVISA, INSTRUÇÃO NORMATIVA-IN Nº 88, DE 26 DE MARÇO DE 2021, Pub. L. No. IN-88, Diário Oficial da União (2021)

GALLEGO-RÍOS, S. E.; PEÑUELA, G. A.; RAMÍREZ BOTERO, C. M. Method Validation for the Determination of Mercury, Cadmium, Lead, Arsenic, Copper, Iron, and Zinc in Fish Through Microwave-Induced Plasma Optical Emission Spectrometry (MIP OES). Food Analytical Methods, v. 10, n. 10, p. 3407–3414, 2017.

IAQUINTA, F. et al. Determination of Cd, Pb and Se in beef samples using aerosol dilution by ICP-MS. Food Measure 15, 4105–4111 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00999-3>

LIANG, G. et al. Analysis of Heavy Metals in Foodstuffs and an Assessment of the Health Risks to the General Public via Consumption in Beijing, China International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019.

MACHADO, R. C. et al. Multielemental Determination of As, Bi, Ge, Sb, and Sn in Agricultural Samples Using Hydride Generation Coupled to Microwave-Induced Plasma Optical Emission Spectrometry. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 65, n. 23, p. 4839–4842, 14 Jun. 2017.

RATHER, I. A. et al. The Sources of Chemical Contaminants in Food and Their Health Implications. Frontiers in Pharmacology, v. 8, p. 830, 2017.

SÁ, I. P.; SILVA, C. A.; NOGUEIRA, A. R. A. Chemical Speciation of Arsenic and Chromium in Seafood by LC-ICP-MS. Braz. J. Anal. Chem. (Forthcoming). <http://dx.doi.org/10.30744/brjac.2179-3425.AR-13-2023>.

SANTOS, H. M.; HIGUERA, J. M.; NOGUEIRA, A. R. A. In vitro bioaccessibility of essential minerals from raw and cooked Tilapia fillet: Method validation and analysis by synchronous vertical dual view ICP OES, Food Chemistry Advances, V.1, 2022:100080, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100080>.

THOMAS, R. Practical guide to ICP-MS: a tutorial for beginners. [s.l.] Boca Raton: CRC Press, 2013.

3.2. Situação esperada ao término do projeto

Ao término do projeto pretende-se:

- a) Disponibilizar ao menos 2 protocolos analíticos definidos
- b) Submeter ao menos 1 artigo científico para publicação

3.3. Ações a serem executadas e beneficiários

As atividades serão desenvolvidas nos laboratórios de Química Analítica da Embrapa Pecuária Sudeste em São Carlos, SP, Brasil. Serão avaliados procedimentos para um adequado preparo das amostras de peixe e posterior determinação de contaminantes e nutrientes. Serão empregadas diferentes estratégias em relação ao preparo das amostras, como emprego de extração assistida por radiação micro-ondas, ultrassom e ultravioleta e também ao uso de alternativas instrumentais (espeiação química e diluição do aerossol). A exatidão dos métodos será determinada com o emprego de materiais de referência certificado. Os resultados possibilitarão a obtenção de dados confiáveis e o conhecimento das condições nutricionais dos peixes provenientes dos projetos em desenvolvimento pelos 2 parceiros. A disseminação será realizada na forma de publicações técnicas e relatórios.

3.4. Quadro institucional

- a) Área de Química Analítica, Faculdade de Química, Universidade da República: conta com uma equipe de professores, a maioria com doutorado, na área de Química Analítica, e vários professores em pós-graduação

na área. Além disso, possui alunos de graduação, mestrado e doutorado que realizam seus trabalhos de pesquisa na área. Os laboratórios possuem infraestrutura dedicada às determinações de traços e maioria, como espectrômetro de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas (MPAES), dois equipamentos de espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica, área dedicada ao preparo de amostras, com liofilizador, balanças, estufas, mufla, micro-ondas e sonda de ultrassom, entre outros.

b) Embrapa Pecuária Sudeste: possui equipe técnica com 2 mestres e 3 doutores na área de Química Analítica, além de bolsistas de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado que desenvolvem seus trabalhos de pesquisa na Instituição. Os laboratórios contam com infraestrutura voltada à determinações de traços, incluindo espectrômetros de plasma (ópticos e de massa), estrutura para a execução de especiação química (cromatógrafo líquido acoplado ao ICP-MS) e para o preparo das amostras, com liofilizador, balanças, fornos e mufla de micro-ondas e extrator UV, dentre outros. Atua principalmente na área da sustentabilidade na agropecuária, com ações transversais que contemplam a caracterização de alimentos, saúde animal e gestão da qualidade.

Em função dos resultados que serão obtidos pela atividade aqui proposta, pretende-se dar continuidade à ação colaborativa, com a proposição de projetos conjuntos a serem submetidos a editais que contemplem as ações bilaterais.

IV – OBJETIVOS E RESULTADOS ESPERADOS

- Desenvolvimento de metodologia para determinação de Cr, Cd, Hg, As, Se e Mo em camarões e peixes por ICP-MS.
- Avaliar a segurança dos produtos pesqueiros analisados com base nos analitos selecionados.
- Fornecer informações sobre os teores de Se e Mo nos produtos pesqueiros analisados, como avaliação de sua qualidade.

4.1. Objetivo de desenvolvimento

Desenvolver métodos de preparo de amostra e determinação de constituintes em peixes, considerando o resultado final pretendido e a técnica de determinação. Serão abordadas técnicas pioneiras referentes à determinação, especialmente aos procedimentos voltados à análise de nutrientes e contaminantes.

4.2. Objetivo imediato

Condições instrumentais otimizadas e estratégias alternativas de calibração definidas para a determinação de nutrientes e contaminantes em peixes por ICP-MS;

Recursos humanos formados e capacitados a apoiar o setor produtivo no desenvolvimento de metodologias analíticas que atendam a demandas analíticas sociais e industriais.

4.3. Metas

Estabelecer ao menos 2 novos métodos analíticos, compatíveis com a química verde, usando menor quantidade de reagentes e gerando menor quantidade de resíduos, que suportem, com adequado custo-benefício, o desenvolvimento de soluções sustentáveis para a piscicultura.

Propor procedimentos inovadores para contribuir com a geração de conhecimento na área, com a submissão de 1 artigo científico.

Auxiliar os órgãos fiscalizadores e os laboratórios responsáveis pelo controle de qualidade com as publicações resultantes da atividade proposta.

4.4. Resultados

Desenvolver e validar metodologia analítica para determinação de Cr, Cd, Hg, As, Se e Mo em camarões e peixes utilizando ICP-MS.

Avaliar os resultados obtidos de acordo com as notas obtidas no Laboratório de Química Analítica da Faculdade de Química da Universidade da República.

Avaliar se os produtos pesqueiros analisados apresentam teores abaixo do máximo permitido pelo Mercosul, para cada analito.

Obter informação sobre os teores de Se e Mo nos produtos da pesca.

V – PLANO DE TRABALHO

5.1. Atividades e cronograma de execução –

As atividades serão desenvolvidas em 30 (Trinta) dias, de acordo com o seguinte cronograma:

Semana 1	• Conhecimento de logística do laboratório • Digestão das amostras assistida por micro-ondas. • Otimização das condições de análise ICP-MS
Semana 2	• Validação das metodologias desenvolvidas
Semana 3	• Digestão das amostras assistida por micro-ondas. • Análise de amostras digeridas
Semana 4	• Análise dos resultados e redação de protocolos e Relatório final

5.2. Indicadores e meios de verificação

Protocolo analítico definido, redigido e disponibilizado;

Amostras de peixe digeridas, nutrientes e contaminantes determinados e resultados avaliados e inseridos em relatório científico.

5.3. Administração do Projeto

As atividades serão desenvolvidas em conjunto, ficando sob a responsabilidade da pesquisadora visitante a redação do relatório final da pesquisa. Os resultados serão compilados de forma a constituir artigo científico a ser redigido em conjunto pelas partes envolvidas.

VI- PROPRIEDADE INTELECTUAL E EXPLORAÇÃO COMERCIAL

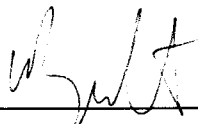
6.1.- Todas as informações, produtos, tecnologias, processos e resultados existentes antes da execução deste PCT ("conhecimento prévio") cuja titularidade correspondia a uma das Partes e foram divulgados à outra para a execução do Projeto, continuarão pertencer à Parte que os forneceu.

Este PCT não confere a nenhuma das partes qualquer direito sobre o conhecimento prévio da outra parte e sua divulgação não implica qualquer tipo de cessão ou licença de direitos de propriedade intelectual.

6.2.- Caso a execução deste PCT dê origem a um resultado que possa ser objeto de propriedade intelectual (patente de processo ou produto, direitos autorais ou outros) de acordo com a legislação vigente em pelo menos um dos países envolvidos, a titularidade será negociada por meio de um contrato específico.

Pela Embrapa

Data: 25/01/2024



Alexandre Berndt

Chefe-geral

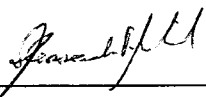
Embrapa Pecuária Sudeste

Alexandre Berndt

MATRÍCULA: 349908

CHEFE GERAL

EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE



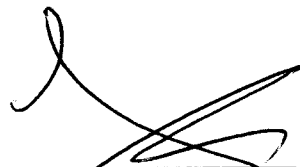
Alessandro Pelegrine Minho

Chefe-adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Embrapa Pecuária Sudeste

Pela Universidade de La Republica

Data: 31/01/2024

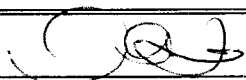


Gonzalo Vicci Gianotti

Presidente do Serviço de Relações Internacionais

Universidad de la República

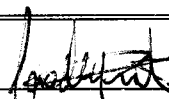
Testemunhas



Nome: Ana Rita de Araújo Nogueira

Pesquisadora

Embrapa Pecuária Sudeste



Nome: Fiorella laquinta

Prof. Adj. Área Química Analítica, Facultad de
Química, Universidad de la República