

Gestión de residuos de la pesca artesanal: Uso de compost marino. Aportes para su manejo integrado en La Paloma (Rocha, Uruguay)



Foto: Leandro Borba

TESIS DE GRADO

Licenciatura en Gestión Ambiental
Orientación Recursos Pesqueros y Acuicultura
2019

Nazarena Ariadna Beretta

Orientadores:

Angel Segura

Modelización y Análisis de Recursos Naturales (MAREN)

Ximena Lagos

Lic. Gestión Ambiental

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DEL ESTE (CURE)

SEDE ROCHA

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY

INDICE

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Residuos pesqueros	9
1.2 Pesca artesanal La Paloma, Rocha	11
1.3 Residuos de la Pesca artesanal en La Paloma	12
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo general	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Área de estudio	14
3.2 <i>Metodologías específicas por objetivo</i>	15
3.2.1 <i>Metodología para el Objetivo Específico 1</i>	15
3.2.2 <i>Metodología para el Objetivo Específico 2</i>	16
3.2.3 <i>Metodología específica para objetivo 3</i>	16
3.2.4 <i>Metodología para el Objetivo Específico 4</i>	22
4. RESULTADOS	22
5. DISCUSIÓN	46
6. CONCLUSIÓN	54
7. RECOMENDACIONES	58
9. BIBLIOGRAFÍA	62
10. ANEXOS	69

AGRADECIMIENTOS

Mi Familia que siempre estuvo presente con tanto cariño en todos mis caminos de la vida, de manera que siempre voy a tener un agradecimiento infinito por eso.

Mis Amigas y amigos, Chelu, Julieta, Julia, Beto, Vivi, Fer por estar de manera incondicional y ser un tesoro de mi vida.

A mis tutores, Ximena Lagos y Angel Segura por el seguimiento en la trayectoria de formación final de la carrera.

Al Tribunal por la dedicación y atención.

Al CURE y Espacio Interdisciplinario de la Universidad de la República en dar la posibilidad de crecer en la Licenciatura.

A Docentes del CURE, especialmente a Gastón Martínez quien guió y aconsejó siempre en mi formación académica y profesional en Recursos pesqueros; Natalia Verrastro por su presencia constante y disciplinada como docente en el ciclo de la licenciatura; Lorena Rodríguez por su atención y compromiso por los estudiantes de la LGA.

Responsables del Proyecto Planta de Tratamiento, Victoria Pardo, Cecilia de Soto y Alejandro Arbulo por darme la oportunidad de trabajar y conocer el emprendimiento de residuos de pescado. También reconocer la predisposición en toda colaboración.

A pescadores artesanales, actores partícipes y Municipio de La Paloma.

Al Espacio Interdisciplinario de la Universidad de la República, quien apoyó el trabajo a través de una beca de investigación correspondiente al Programa Apoyo a Proyectos de Investigación Interdisciplinarios de Estudiantes de grado.

RESUMEN

El presente estudio busca aportar a la mejora de la información sobre la gestión y manejo de residuos de pescado provenientes de la Pesca Artesanal del Puerto de La Paloma, enfatizando en la dinámica de la comunidad de pescadores artesanales. El mismo toma como base el proyecto “Planta de tratamiento de residuos orgánicos de La Paloma”, encargado del manejo de los residuos provenientes del procesamiento de las capturas de la pesca artesanal (esqueletos, cabezas, piel, escamas, otros). Se examinan y describen los materiales que ingresan al sistema, para luego analizar el producto final del proceso. Se realizó una revisión bibliográfica y se condujeron estudios de campo y laboratorio que permitieron caracterizar el proceso de compostaje de pescado en La Paloma. El abordaje basado en entrevistas informales y semiestructuradas, observación participante junto a actores clave ha manifestado las percepciones sociales acerca de la temática. Los resultados manifiestan la importancia de un manejo adecuado del residuo, y la buena aceptación y contribución del emprendimiento como alternativa de manejo. Las relaciones y vínculos de la Planta de compostaje mostraron resultados diversos, entre ellos se destacan vínculos cercanos como por ejemplo el Municipio, pescadores artesanales, funcionario de la Planta, comerciantes, intermediarios, programa de apoyo (ANNI) así como vínculos dados por acuerdos o consultas tal como DINARA, CURE. A su vez, se reconocieron actores que actualmente no tienen un vínculo con la Planta pero se los identifica como actores clave en los procesos de gestión de residuos (ej. DINAMA, MVOTMA). Los estudios del proceso de compostaje concluyeron que la dinámica de compostaje podría variar a lo largo del ciclo anual, considerando variaciones de zafas de pesca, clima, etc. Por otra parte, cambios en las características composicionales de especies (peces cartilaginosos, óseos, vísceras) e incluso de la misma especie (aumento de ácidos grasos en gónadas en período de gravidez) podría marcar variaciones en la dinámica de descomposición y por ende su eficiencia. El material de compostaje presenta características físicas aceptables: una porosidad que permite la aireación e infiltración, y cantidades de

materia orgánica adecuada para el uso en cultivos. En cuanto a las propiedades químicas, posee un pH dentro del rango de estabilidad y temperaturas activas propias de la dinámica del sistema de compostaje que permiten el adecuado proceso de descomposición. Sin embargo existen características que requieren ser evaluadas y modificadas, se menciona la alta conductividad eléctrica posiblemente relacionado con problemas por salinidad y una baja cantidad de agua fácilmente disponible. Los lixiviados resultantes del compostaje presentan parámetros (oxígeno disuelto, amonio, salinidad) por fuera de los rangos esperados, por lo tanto se proponen monitoreos para dicho producto, el cuál no presentan tratamiento actualmente. . Si bien existen vacíos de información en la normativa que aplica al manejo de residuos de pescado y compostaje en general, la experiencia de países más avanzados en la temática de compostaje (Australia, Francia, Chile) ha permitido tener referencias de estudios en el desarrollo de estrategia de manejo de compostaje. El manejo adecuado de la Planta de tratamiento de residuos de pescado puede aportar información a la Gestión Pesquera y contribuir al Manejo Costero Integrado de la zona; pudiendo ser parte de un modelo de gestión sostenible costero.

Palabras clave: ciclo del residuo, pescador artesanal, compost, residuos de pescado

ABSTRACT

The present study seeks to improve the information on fish residues management of the Artisanal Fisherie in La Paloma Port, emphasizing the dynamics of the artisanal fishermen community. It is based on the project "La Paloma organic waste treatment Plant", in charge of the management of the waste coming from the processing of the catches of artisanal fisheries (skeletons, heads, skin, scales, others). The materials that enter the system are examined and described, to then analyze the final product of the process. A bibliographic review was carried out, as well as field and laboratory work, in order to characterize the fish composting process in La Paloma. The approach based on informal and semi-structured interviews, participant observation together with key actors, has manifested social perceptions about the subject. The results show the importance of an adequate management of the waste, and the good acceptance and contribution of the enterprise as an alternative management. The relationships and links of the Composting Plant showed diverse results, among which are close links such as for example the Municipality, artisanal fishermen, Plant official, traders, intermediaries, support program (ANNI) as well as links given by agreements or inquiries such as DINARA, CURE. At the same time, we recognized actors that currently do not have a link with the Plant, but that are identified as key actors in the waste management processes (eg DINAMA, MVOTMA). The studies of the composting process concluded that its dynamics varies throughout the annual cycle, considering disparities in fishing harvests, climate, etc. On the other hand, changes in the compositional characteristics of species (cartilaginous fish, bony, viscera) and even of the same species (increase of fatty acids in gonads in the gravid period) could mark variations in the decomposition dynamics and therefore their efficiency. The composting material presents acceptable physical characteristics: a porosity that allows aeration and infiltration, and quantities of organic matter suitable for use in crops. In terms of chemical properties, it has a pH within the range of stability and active temperatures well within the composting system dynamics, allowing a proper

decomposition process. However, there are characteristics that need to be evaluated and modified; such as the high electrical conductivity possibly related to salinity problems and a low amount of available water. The leachates resulting from composting present parameters (dissolved oxygen, ammonium, salinity) outside the expected ranges, therefore monitoring is proposed for this product which currently does not present treatment. Although there are gaps in information in the regulations that apply to the management of fish residues and composting in general, the experience of more advanced countries in this field (Australia, France, Chile) has allowed references on the development of composting management strategy. The proper management of the fish waste treatment Plant can provide information to the Fisheries Management and contribute to the regional Integrated Coastal Management; being able to be part of a model of coastal sustainable management.

Keywords: artisanal fishing, compost, fish waste

1. INTRODUCCIÓN

La generación de residuos, consecuencia de las distintas actividades realizadas en la sociedad, y su manejo representa un abordaje complejo, ya que involucra diversos enfoques: institucionales, económicos, tecnológicos, ambientales, territoriales, sociales, políticos y culturales. Su disposición final en muchos casos trae aparejado problemas ambientales con respecto al manejo y acopio. Dicha problemática aumenta con el crecimiento poblacional, patrones de producción y consumo, características geográficas, distribución de la población, deficiencias institucionales, y falta de leyes o reglamentos en materia de fiscalización y gestión (Grazalezma-Torres, 2011).

Los residuos generados a nivel doméstico e industrial son un problema de gran preocupación, ya que pueden generar focos de infección, además de impactos negativos en el ambiente (aire, agua y suelo). Por éstas razones, es necesario someterlos a un tratamiento por el cual se pueda reducir el riesgo de contaminación, y al mismo tiempo se pueda obtener un producto útil, que se aproveche para remediar el empobrecimiento de los suelos (Rodríguez & Córdova, 2006).

Desde la década de 1970 la tendencia mundial en el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) ha sido orientado a minimizar los vertidos de todo tipo (a cielo abierto, en cuerpos de agua, o para incineración) reconociendo su impacto ambiental contaminante. Principalmente los países europeos, Japón y Canadá han sido pioneros en la reducción de residuos generados y vertidos, aplicando políticas orientadas hacia las tres R: reducción, recuperación y reciclado (Leis, 2015).

Según la Directiva 75/442/CEE del Consejo de la Unión Europea, se considera residuo a cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones vigentes (Sztern & Pravia, 1999). Dicha disposición final puede consistir en el acopio general sin diferenciación de materiales, hasta el aprovechamiento mediante la formación de un producto de valor.

Los desechos orgánicos son especiales porque su composición está estrechamente relacionada con la de los seres vivos. Esto debería facilitar su reciclaje y espontánea incorporación en ciclos biogeoquímicos; sin embargo, cuando es producido en

cantidades que no permite ser procesado naturalmente, una porción sustancial se acumula en el ambiente (García-Morales *et al.*, 2015). Como resultado, la gestión de residuos orgánicos se ha convertido en un problema ecológico de salud y conciencia ambiental (Khalid *et al.*, 2011). Su correcta gestión los convierten en un recurso que contribuye en la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sostenible (Flores *et al.*, 2018).

Es así que, la recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico propio de la problemática ambiental de cada sector. Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sostenibles ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad.

1.1 Residuo pesquero

De acuerdo a la FAO (2009), se estima que la industria pesquera a nivel mundial genera 29 millones de toneladas de residuos anualmente, ya sea durante el manejo, almacenamiento, distribución y comercialización de los productos pesqueros industriales y artesanales (García, 2015). Los residuos generados por la industria pesquera son una fuente importante de contaminación ambiental, ya que se estima que más del 50% de toda la captura de pescados y mariscos no es utilizada (Arvanitoyannis y Kassaveti, 2008).

Las actividades de procesamiento del pescado pueden llegar generar grandes cantidades de residuos orgánicos y subproductos procedentes de las partes no comestibles del pescado y de partes del esqueleto generadas durante el procesamiento. La proporción real dependerá de la fracción comestible de cada una de las especies procesadas.

La disposición final conlleva particularidades como: malos olores, contaminación por lixiviados en el suelo y recursos hídricos. El lixiviado líquido residual es generado por la descomposición bioquímica de los restos de pescado. Los residuos sólidos se lixivian en

sus constituyentes químicos que generan altos valores de pH y alta carga orgánica, entre otros.

En tanto, la carne de pescado presenta una composición proteica distinta a las carnes rojas que se descompone más rápidamente. El olor característico de la descomposición del pescado se debe a la presencia de amoníaco y otras sustancias, entre la que podemos destacar el compuesto orgánico nitrogenado: Trimetilamina (González & Gautama, 2013).

Los residuos del pescado son una fuente rica de aminoácidos esenciales (Mundial, 2007); es reconocida su composición en macro y micronutrientes, especialmente altos niveles de nitrógeno y fósforo, así como bajo contenido de metales pesados. Dichas características favorece su uso como fertilizante en la agricultura y suelos en general (Marcet *et al.*, 2010). En tanto, el contenido de metales pesados puede variar según el origen de la pesca, tal como es el caso de la experiencia de compost en Ecuador, donde se indican valores altos de metales pesados en sus lixiviados (González & Gautama, 2013).

Si se gestionan adecuadamente, los desechos orgánicos pueden proporcionar recursos útiles para las actividades humanas en la industria y la agricultura. Así, el sector agrícola puede utilizar residuos orgánicos como enmiendas, fertilizantes o, en función de su calidad y propiedades, como bioestimulantes del crecimiento y desarrollo de las plantas (du Jardin, 2012). Los residuos, orgánicos e inorgánicos, tienen un potencial cada vez más reconocido como se refleja en la creciente tendencia a sustituir su eliminación por la recuperación y reciclaje (Agencia Europea de Medioambiente, 2013).

Unas de las técnicas que permite la biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el compostaje y el producto final es conocido como Compost o composta (Sandoval y Stuardo, 1998; Bass y Bilderback, 1990; Golueke and Díaz, 1990; Corlay *et al.*, 1991; Leal, 1995; Taigenides, 1995). La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar

nutrientes (Portal Terminológico de la FAO, FAOTERM3). La mayoría de los productores, durante el proceso de transición de agricultura convencional a orgánica, buscan alternativas al uso de fertilizantes sintéticos y utilizan el compost como abono orgánico (Soto-Muñoz, 2002). En este sentido, explorar las condiciones para un buen desarrollo del compost en base a productos de la pesca comprende una oportunidad para su posicionamiento como una opción al cambio a modalidad.

1.2 Pesca artesanal La Paloma

La Paloma es una localidad ubicada en la costa atlántica al sureste de Uruguay (34°39'S - 54°08'W) (Dpto. de Rocha). En 1910 con la construcción del Puerto de La Paloma, comienza el envío de preparado de bacalao y pescado sin procesar a Montevideo (Varese, 2001), entre ellos tiburón "trompa de cristal" (*Galeorhinus galeus*), y otras especies como camarón (*Farfantepenaeus paulensis*) y mejillón (*Mytilus edulis*) (Franca 1986; Di Candia 2004). En sus orígenes consistió en un pequeño puerto de barcas artesanales pero luego de los 70 comenzó a recibir una importante flota industrial (Delfino *et al.*, 2001), llegando a concentrar más del 30% de los desembarques nacionales para ciertas especies (Astori & Buxedas, 1986; Delfino *et al.*, 2001). Luego del colapso económico de las industrias pesqueras a gran escala en 1993 tomo nuevamente importancia creciente la pesca artesanal, siendo la única actividad pesquera en la actualidad (Delfino *et al.*, 2006).

El Puerto de La Paloma es la terminal marítima más grande al Este del país y cubre actividades de los tres tipos de puertos: deportivo, artesanal e industrial (Defeo *et al.*, 2009). Presenta la mayor concentración de barcas artesanales en actividad de la costa atlántica uruguaya, las cuales destinan parte de la producción a la población local de La Paloma, mientras que otra se dispone en distintos puntos del país y en el mercado externo (Uruguay G. E. O., 2008). Se identifica un grupo reducido de pescadores llamados "independientes", quienes son dueños de sus barcas y artes de pesca. Un segundo grupo de pescadores son asalariados, desprovistos de medios de producción, que trabajan en las barcas que poseen dos intermediarios. Estos intermediarios son dueños de artes, barcas y concentran los procesos de procesamiento, acopio y distribución. Conjuntamente alcanzan a unas 20 barcas, de las cuales alrededor 10 se

encuentran en actividad. Se calcula en más de 200 personas vinculadas a la pesca en toda la cadena de los procesos productivos (preparación de artes, capturas, procesado, distribución) en La Paloma (Lagos X., 2015).

Las salidas al mar ocurren durante 9 días al mes y ese número está condicionado sobre todo por las condiciones meteorológicas. Siendo las principales especies capturadas la corvina blanca, brótola y gatuzo y el desembarque medio calculado por salida de pesca es 466 kg (Delfino *et al.*, 2006). Las capturas anuales totales de la pesca artesanal en La Paloma alcanzan 1300 ton. (Uruguay G. E. O., 2008).

1.3 Residuos de la Pesca artesanal en La Paloma

La localidad de La Paloma presenta una disposición de residuos sólidos gestionados por la autoridad departamental, los cuales se disponen en el Vertedero Municipal de Rocha (residuos domiciliarios) y en el Ex vertedero Municipal de La Paloma. En este último, se realiza la disposición final de residuos de origen de pesca artesanal, aserraderos, podas y residuos sólidos urbanos (RSU) (Arbulo *et al.*, 2015). En el período que estuvo presente el puerto maderero también se recibió los restos de la industria forestal. Los residuos de origen pesquero presentan un área y manejo específico. Los RSU se rigen bajo una ley de disposición final, sin embargo en el caso de la pesca artesanal, los residuos producto de la actividad, no cuentan con un Plan de manejo ni reglamentación formal/jurídico.

En el período de gobierno del 2012, se identifica la problemática del manejo de residuos de la pesca artesanal en la localidad a partir de la expresión por parte de la comunidad local debido a la generación de intensos olores en la entrada principal del balneario.

El residuo históricamente había pasado por distintas modalidades de manejo, sin lograr una solución efectiva a su disposición final. En el año 2015, el gobierno electo retoma la temática, en coordinación con un equipo profesional. Bajo éste acuerdo se crea en La Paloma el “Proyecto Planta de tratamiento de residuos orgánicos del Municipio de La Paloma”, el cual propone manejar los residuos orgánicos mediante un proceso de compostaje. Dicho proceso recicla los restos de pescado provenientes de la

pesca artesanal de La Paloma, los residuos de aserraderos y podas. De ésta manera, se proyecta reducir el foco de contaminación en el predio donde se realiza la disposición, y producir un abono (compost) a partir de los residuos de la pesca generados, permitiendo transformar los residuos en un producto de valor.

El análisis de estudio se desarrolla en el marco del Proyecto Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos del Municipio de La Paloma (PROLAP), y pretende aportar desde el análisis operativo y físico-químico del proceso de compostaje e integrar aspectos sobre la percepción de actores relevantes de la localidad de La Paloma (Rocha, Uruguay).

1. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Caracterizar el manejo y tratamiento de compostaje residuos de pescado en La Paloma.

2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar el ciclo de vida del residuo. Identificando actores y procesos en el manejo del residuo pesquero.
2. Releva la percepción de los diferentes actores sobre el manejo actual del residuo, sus dificultades/ oportunidades para la formación de propuestas para un manejo integrado del residuo.
3. Caracterizar los componentes físico-químicos del material que ingresa a la planta de tratamiento de residuos y su proceso de compostaje.
4. Generar recomendaciones para un Plan integral de manejo de residuos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

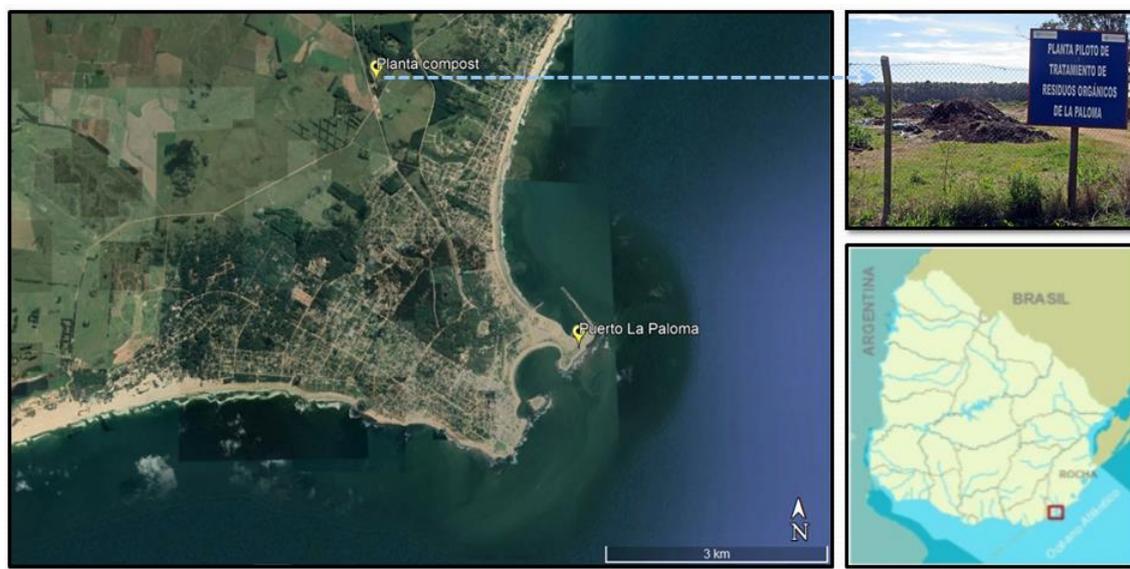


Figura 1: Mapa satelital de La Paloma (Rocha). Indicando Ubicación de Planta de Tratamiento de residuos, intersección ruta 15 y ruta 10; Puerto de La Paloma. Derecha abajo, Mapa Uruguay, Rocha (Futuro Sustentable S.A., 2011).

La Paloma ($34^{\circ} 39' S$, $54^{\circ} 08' W$) (Fig. 1) se encuentra en la zona sur del departamento de Rocha, en el cabo de Santa María, a aproximadamente a 5 km del cruce de las rutas nacionales 10 y 15. Está situada a 28 km de la capital del departamento y a una distancia de 240 km de la capital del país (Carreira, 2011). Se caracteriza por encontrarse próximo al Paisaje protegido Laguna de Rocha, decretada en el 2010, y que en el 2015 pasa a integrar categoría RAMSAR. En la intersección de la ruta 15 y ruta 10 se ubica La Planta de tratamiento de residuos orgánicos ($34^{\circ} 37' 32'' S$, $54^{\circ} 10' W$) responsable del tratamiento de los residuos de pescado para su compostaje. El predio se encuentra situado a una altitud de 53 m, una zona alta respecto a sus alrededores.

Esta investigación se enmarcó dentro de la metodología cuantitativa y cualitativa, con un enfoque conductor definido en el concepto de investigación interdisciplinaria (García, 1994). La investigación interdisciplinaria que plantea García (1994), se configura a través de lo que el autor define como fases de diferenciación e integración.

La diferenciación refiere a la predominancia de enfoques específicos, temáticos o disciplinares, para luego abordar un proceso de integración de conocimientos o perspectivas.

3.2 Metodologías específicas por objetivo

A continuación, se detallan las herramientas metodológicas que se emplearon para el cumplimiento de los objetivos.

3.2.1 Metodología para el Objetivo Específico 1

Para alcanzar el objetivo 1, en primer instancia se identificó los actores principales (clave) que participan en la red de gestión del residuo, en base a búsqueda bibliográfica, incidencia gubernamental, relevancia en la coordinación y gestión. Entre ellos se menciona, información de páginas web institucionales y organismos de índole normativo (ej. IMPO), de modo de conocer el alcance en la gestión del residuo de pescado (convenios, acuerdos, planes, programas, documentos de investigación). De éste modo, se organizó una ficha de revisión y esquema de competencias en las cual se integró y analizó la información. Posteriormente, se trabajó en el desarrollo de entrevistas semi-estructuradas (Anexo 2) (Aguirre, 1995) a actores clave (referentes de la Planta de compostaje, autoridad local, operario de planta de tratamiento, referentes de DINARA, pescadores artesanales de La Paloma), integrando también en el análisis registros de revistas de opinión y artículos periodísticos. Esto permitió obtener una descripción y comprensión del modo de relacionamiento/interacción entre actores e instituciones con La Planta de tratamiento, obteniendo así un mapa de actores o sociograma (Santos *et al.*, 2007; Villasante & Martin, 2006). El criterio para el agrupamiento de actores se basó en la intensidad de los vínculos con respecto a la Planta (tratados, convenios, relacionamiento, otros). El registro de las entrevistas se efectuó por medio de grabaciones, en un caso específico con registro escrito, a pedido del entrevistado. Las mismas fueron transcritas en una base de datos, para luego ser sistematizadas en una tabla de doble entrada con los temas referentes a cada

pregunta realizada. Para su análisis se utilizó un enfoque de categorías (Bardin, 1996), utilizándose el programa ATLAS.TI.

3.2.2 Metodología para el Objetivo Específico 2

Se entiende como percepción al proceso cognitivo en el cual se manifiesta el orden y la significación que la sociedad asigna al ambiente, donde a partir de la interpretación y significación se elaboran de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social (Vargas M., 1994).

Para relevar la percepción de los diferentes actores sobre el manejo actual del residuo y posibles mejoras del sistema se desarrollaron entrevistas semi-estructuradas (Anexo 2) a actores clave, a modo de conocer cómo los actores percibían la temática. Entre los temas abordados se consideraron: antecedentes de manejo en La Paloma, el residuo de pescado, la Planta de tratamiento de residuos de pescado, vínculos entre actores clave, relaciones de gobernanza, y consideraciones para un procedimiento de manejo del residuo (protocolo). Las entrevistas se acompañaron de fuentes documentales primaria y secundaria (publicaciones locales, artículos periodísticos), entrevistas y observación participante. El proceso de registro de las entrevistas se llevó adelante por medio de grabaciones, a excepción de un entrevistado, caso en el cual se procedió a registro escrito. El criterio de pauta de entrevista estuvo integrada con la metodología del objetivo número 1, para lo cual su transcripción, sistematización y metodología de análisis fue equivalente. Para el análisis de percepciones de categorías (Bardin, 1996), desarrollado en el programa ATLAS.TI., se integraron, compararon y relacionaron las distintas visiones de los actores clave previamente identificados.

3.2.3 Metodología específica para objetivo 3

Camellones o pilas es el nombre que se asigna a la masa de residuos en compostaje cuando presenta una morfología y dimensiones determinadas. Al grupo de éstas estructuras donde se procesa el material se le denomina Sistema de Camellones.

Para su análisis se consideró las siguientes etapas de madurez:

1. Fase Mesófila. Etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura hasta los 45°C (Sztern & Pravia, 1999).

2. Fase Termófila o de Higienización. Etapa en la cual el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, el pH del medio se caracteriza por aumentar. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores (Sztern & Pravia, 1999).

3. Fase de Enfriamiento o Mesófila II. La temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. El pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración (Sztern & Pravia, 1999).

4. Fase de Maduración. Es un período que demora meses a temperatura ambiente (Román et al., 2013).

Trabajo de terreno

Se evaluaron los residuos de pescado de la pesca artesanal que ingresa a la planta de compostaje, compost en formación y lixiviados. La etapa de muestreo comprendió un período de seis meses (septiembre del 2016 a febrero del 2017), incluyendo período invierno, primavera y verano a fin de integrar la mayor variabilidad anual del proceso para la obtención de datos sobre la maduración de los camellones.

Registro de variables ambientales

Se registró en la Planta de tratamiento de residuos de pescado el volumen diario de precipitaciones utilizando un pluviómetro. El mismo fue colocado en el predio de la Planta, siendo recolectados los registros por el operario de la Planta. Los datos recolectados se compararon y complementaron en fechas requeridas con datos de precipitaciones cedidos por el proyecto titulado “Variación espacial y temporal de las deposiciones atmosféricas en Argentina y Uruguay” (Carnelos *et al.*, 2014).



Figura 2: Muestreo del proceso de compostaje. Esquema del proceso de compostaje de residuos de pescado, mostrando los muestreos que se analizan en sus respectivas etapas: Etapa A, ingreso de material; Etapa B, muestreo de los camellones; Etapa C, análisis de producto final. Registro de variables ambientales: temperatura y precipitaciones diarias. Las flechas azules indican los procesos que se analizan en La Planta, las flechas naranjas indican los procesos que no se analizan (Elaboración propia).

Etapa A

1. Volumen de residuo pescado en la Planta

Los datos se obtuvieron de los registros diarios que lleva adelante el operario de La Planta de tratamiento, identificando en planillas el número de tarrinas, cajas, empresa que descarta, fecha, horario, volumen total y camellón destino.

Etapa B

1. Variabilidad espacial

Para reconocer la distribución espacial de los camellones se registró la ubicación y posición de cada uno de ellos por medio de un diseño ilustrativo (esquema) a fin de reconocer posibles variaciones en el tiempo y obtener un seguimiento del proceso.

Para las dimensiones de cada camellón de registro el largo, ancho, altura. El

procedimiento se realizó mensualmente. Se identificó también la ubicación de la laguna de lixiviados, topografía del área.

2. Temperatura de camellones

La temperatura de los camellones presenta un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. Para identificar la configuración/dinámica espacial de la temperatura de los camellones y etapa del proceso, se registró con el sensor ETI Therma 1 thermometer, la temperatura de un número establecidos de puntos. Los puntos de muestreo se establecieron cada un metro de separación, definiendo transectas para facilitar el procedimiento. La profundidad de toma de la muestra se mantuvo a 50 cm. El número de puntos de muestreo variaron entre 15 a 30 según la dimensión del camellón. Se repitió el procedimiento cada un mes.

3. Caracterización de camellones

Se recolectaron muestras de los camellones que se encontraban en proceso de descomposición (número 5 al 9), formación de compost, para ser analizadas en laboratorio según sus características físico-químicas. La numeración creciente se vincula al orden de formación de los camellones, por tanto los identificados con numeración más alta corresponden a los más frescos. Los camellones 3 y 4 no se tuvieron en cuenta por encontrarse en etapa final del proceso. Los camellones 10 y 11 no se tuvieron en cuenta en los análisis por presentar residuos frescos, larvas de moscas, y bajo nivel de sus complementos para su formación (material vegetal: podas y aserrín).

Las muestras fueron tomadas a una profundidad de 50 cm de profundidad. Se guardaron en bolsas de plástico individuales, 2 kg de material por muestra.

La dinámica se repitió mensualmente. De este modo, se determinó las características físico-químicas del material en compostaje.

Fase de laboratorio

El proceso de compostaje se encuentra definido principalmente por ciertas variables, entre ellas, la densidad aparente expresa el tamaño de partícula del material, la

materia orgánica y cenizas el grado de descomposición, y la estabilidad del proceso (pH y conductividad eléctrica, temperatura, retención de agua). El análisis de las mismas se llevó adelante con el fin de relevar el proceso de compostaje. El procesamiento y análisis de las muestras se llevó adelante en las instalaciones del Centro Universitario Regional del Este (Sede Rocha).

Densidad aparente

Para el análisis de la densidad se tomó un volumen conocido de 950 cm³ de la muestra del camellón a analizar, se saturó en agua y escurrió por medio de un filtro. El material saturado en agua se pesó a fin de calcular la densidad aparente (g/cm³). Gramos de muestra húmeda sobre 950 cm³. De acuerdo a lo establecido por la Norma AENOR 13041(UNE-EN 13041: 2012).

Retención de agua

Se tomaron 40 g de muestra húmeda (saturado en agua) de cada camellón y se colocó en fuentes de aluminio. Luego, se secó la muestra en una estufa a 105°C por 24 hs. Se pesó para conocer la capacidad de retención de agua (1), y calculó el porcentaje de materia seca (2). Muestra húmeda (MH); Muestra natural (MN); Muestra seca (MS).

(1) Capacidad de retención de agua $\frac{((MH-MN)*100)/MN}{(MS/100)}$.

(2) Porcentaje de materia seca $MS \times 100/40$.

Materia orgánica (MO) y cenizas

Se considera fundamental el estudio del contenido de materia orgánica en los compost, por ser el principal factor para determinar su calidad agronómica (Kiehl, 1985). Para su análisis, se tomó la muestra seca que se obtuvo de la estufa para determinar su peso; posteriormente se colocó en el horno de mufla durante 4 horas a 550 °C horas, para volver a pesar. Correspondiente a la norma UNE-EN 13039. La materia orgánica se estimó como la diferencia entre el peso inicial y final de la muestra (cenizas) (UNE-EN 13039:2012).

Determinación del pH

Se tomó material del camellón y disolvió en cinco veces su volumen de agua. Luego se agitó durante 5 minutos la mezcla, para luego dejar reposar mínimo 2hs máximo 24 horas. Se registró el pH de la solución con el sensor Bante 900P Portable Multiparameter Water Quality Meter (UNE-ISO 10390:2012).

Conductividad eléctrica

Se colocó 20 g de la muestra en 100 ml de agua a 20 \pm 1°C, dejando la solución en agitación en un agitador magnético durante 30 minutos. Luego se filtró y obtuvo una solución a la cual se midió la conductividad eléctrica con el sensor Bante 900P Portable Multiparameter Water Quality Meter (norma ISO 11265- UNE-EN 13038).

La Relación Carbono – Nitrógeno (C/N) no se analizó por no ser objetivo de estudio, pero se considera los registros de la Planta, siendo la relación del material una parte (unidades ponderables) de residuo de pescado (N) con dos partes de material vegetal (C).

Etapas C

1. Caracterización química

Se determinó por medio de un sensor Multiparámetro Palintest Macro 900 Water Quality System, las características físico-químicas del cuerpo de agua de acumulación de lixiviados (temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, salinidad, amonio, amoníaco, potencial de óxido reducción). El procedimiento se llevó adelante una vez por semana a lo largo de un período de 4 meses, incluyendo etapa de invierno, primavera y verano. El sensor se calibró semanalmente, previo al muestreo. Se consideró como valores guía para el criterio de calidad de aguas de los efluentes de la Planta la Categoría “Efluentes disponen por infiltración al terreno” (Decreto 253/79).

3.2.4 Metodología para el Objetivo Específico 4

Para el desarrollo de recomendaciones para un plan de gestión de residuos de la pesca artesanal se trabajó con revisión bibliográfica, registros de trabajo en la Planta, y la integración de la información obtenida de los objetivos anteriores. Para permitir una adecuada proyección de metas se trabajará en recomendaciones para un período de inmediato (2 años), corto (5 años) y mediano plazo (7 años).

5. RESULTADOS

4.1. Destinos de la capturas de la Pesca artesanal en La Paloma

Las capturas de la pesca artesanal de la Paloma se caracterizan por tener una variedad de destinos en su ciclo productivo, entre ellos se distinguen: descarte de ejemplares al mar ya sea por falta de valor comercial, mal estado de conservación o por ser una especie de captura incidental; capturas que son obtenidas en La Paloma pero se destinan enteras al mercado nacional de Maldonado y Montevideo (ej. corvina rubia); capturas que son procesadas en la costa o muelle de La Paloma y vertidos sus restos directamente al mar; capturas procesadas en Plantas de fileteo de La Paloma. Sólo este último caso contribuye o aporta los residuos de la pesca artesanal a la Planta de compostaje (figura 3).

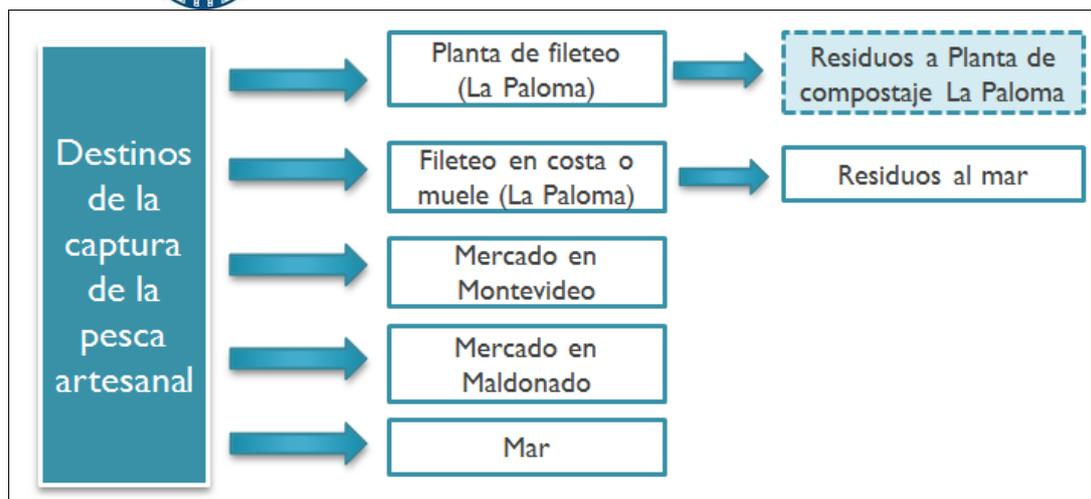


Figura 3: Esquema Destino de la captura de la pesca artesanal en La Paloma, según información registrada en 2016. En líneas punteadas se indica la parte que llega a La Planta de compostaje (Elaboración propia, información aportada de entrevistas).

Ciclo del residuo

El ciclo del residuo de pescado se compone de una sucesión de etapas y de interrelaciones (figura 4). Si se considera el principio del proceso la formación del residuo se describe como proceso: los pescadores obtienen las capturas de peces en salidas de pesca al mar desde el Puerto de La Paloma; al llegar a tierra se comercializan en puntos de distribución (Planta de procesamiento de pescado, pescaderías) donde son procesados (fileteo); los restos del fileteo (residuos) son acumulados en tarrinas o cajas para ser transportados por los generadores a la Planta de tratamiento de residuos PROLAP para la formación del producto final, compost. En el proceso de su formación se genera un producto final no deseado: lixiviados.

Las salidas de pesca se dan en general desde el Puerto de La Paloma, exceptuando dos barcas las cuales realizan sus salidas desde la playa Los Botes. Los residuos en su mayoría proceden de especies marinas, aunque se identifican aportes de residuos de la Laguna de Rocha. Estos aportes se generan de la compra y procesamiento por parte de los pescadores de La Paloma a pescadores de la Laguna. Por tanto, además de peces, es posible identificar residuos de crustáceos (camarón *Farfantepenaeus paulensis*).



Figura 4: Ciclo del residuo de pescado de la pesca artesanal en La Paloma (Elaboración propia)
(Imágenes propias y de Leandro Borba).

Vínculos entre actores

Los actores clave identificados en etapa primaria, producto de la revisión bibliográfica consistieron en un número de 10 actores, entre ellos se mencionan: Planta de tratamiento de residuos de pescado, pescadores artesanales, intermediarios, comerciantes, usuario del producto, prefectura, bromatología, Dirección Nacional de Hidrografía (DNH), Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), y el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente (MVOTMA).

En el transcurso del análisis de las entrevistas se integraron 7 actores que no habían sido identificados previamente, tales como, funcionario de la Planta de tratamiento, Municipio de La Paloma, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), Centro Universitario Regional de Este (CURE), la Agencia Nacional Investigación e Innovación (ANII), y la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE). Si bien se consideró a los pescadores artesanales en primera instancia, dicho actor fue nuevamente clasificado en dos categorías distintas considerando su participación en el manejo del residuo de pescado: pescadores artesanales que participan en la propuesta y pescadores artesanales que no participan.

Se identificó una diversa relación de vínculos entre actores (Figura 5), los cuales fueron clasificados por su ámbito de competencia: Planta de tratamiento (círculo violeta), pescadores artesanales (pentágono celeste), actores locales (cuadrados verdes). Las Instituciones se diferenciaron en base a las reconocidas resultado de las

entrevistas (círculo naranja), y aquellas que fueron identificadas producto del análisis bibliográfico y normativo (hexágono naranja).

Respecto a los vínculos se estableció el siguiente criterio de referencia: 1) vínculo *fuerte* (línea de mayor espesor), una relación fluida de comunicación constante; 2) *Moderado* (línea intermedia) relación constante pero sin lazo fuerte de comunicación 3) *débil* (línea fina) relación por asunto específico de manera no permanente 4) *desvinculada* (sin línea) donde la vinculación es nulo o casi nulo. 5) *Vínculo entre actores* (línea cortada).

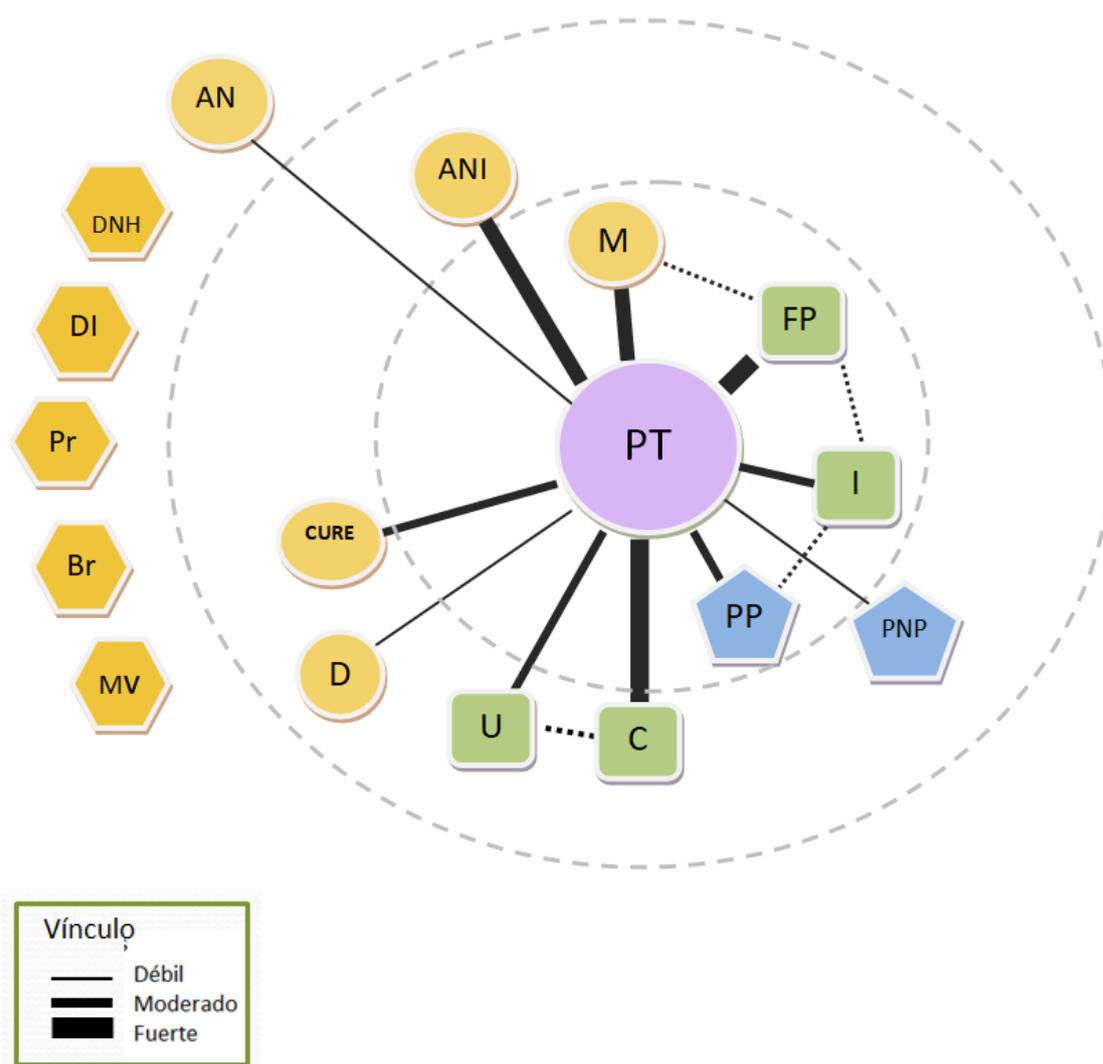


Figura 5: Sociograma. Representación de las características de los vínculos y relaciones de los actores identificados. **Competencia.** Circulo violeta: Planta de tratamiento; pentágono celeste: pescadores artesanales; cuadrados verdes: actores locales; círculo naranja: instituciones

identificadas en entrevistas; hexágono naranja: instituciones identificadas en análisis bibliográfico. **Vínculos.** Línea de mayor espesor: vínculo fuerte; línea intermedia: vínculo moderado; línea fina: vínculo débil; ausencia de línea: vínculo nulo o casi nulo; línea cortada: vínculo entre actores. **I:** Intermediarios; **M:** Municipio; **PP:** Pescadores participan; **PN:** Pescadores no participan; **C:** Comerciantes; **U:** Usuario del producto; **PT:** Planta de tratamiento **M:** Municipio; **FP:** Funcionario PT; **Pr:** Prefectura; **BR:** Bromatología; **DNH:** Dirección Nacional de Hidrografía(DNH); **D:** Dirección Nacional de Recursos Acuáticos(DINARA); **MV:** Ministerio de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente; **DI:** Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA); **ANI:** Agencia Nacional Investigación e Innovación(ANII); **AN:** Agencia Nacional de Desarrollo(ANDE).

De este modo, el análisis de relaciones mostró que el *funcionario de la Planta, Municipio, comerciantes y ANI* se encuentran entre los actores que mantienen mayor vínculo con la Planta de tratamiento. Por su parte, *intermediarios* (transportistas de pescado), *usuarios del producto* (compost), *pescadores que participan* en la entrega del residuo, *usuario del producto* y el *CURE* presentan un vínculo moderado. Mientras que los *pescadores que no participan*, la *ANDE* y *DINARA* mantienen un vínculo débil. Así mismo, se reconocen actores que no tienen vinculación con la Planta pero tienen importancia como entidad reguladora en etapas del ciclo del residuo, tales como *DNH, DINAMA, Prefectura y Bromatología*.

4.2 Percepción en torno al manejo del residuo

A partir de las entrevistas realizadas a seis actores de distintos ámbitos de pertenencia se describe una serie de aspectos focales aportados, referente a la percepción sobre el residuo de pescado y su manejo (Tabla 1). Los temas abordados se clasificaron en categorías y subcategorías en relación a los ejes temáticos relevados en las entrevistas, los mismos estuvieron dados por la descripción de la percepción del manejo del residuo de la pesca artesanal en la localidad de La Paloma (precedente histórico, manejo actual, repercusiones), percepción del residuo de la pesca artesanal como una problemática local y su impacto en el ambiente. Así mismo, se detalló la percepción sobre la planta de tratamiento como alternativa al manejo del residuo, las

instituciones necesarias en la articulación de la gestión del residuo y los puntos prioritarios para un manejo adecuado. A partir de los temas descriptos se determinaron las categorías de análisis manteniendo una relación directa con la pauta propuesta por la entrevista.

Tabla 1. Categorías temáticas abordadas en las entrevistas por los actores clave del proceso de manejo del residuo de pescado. (Elaboración propia a partir de información obtenida en entrevistas, 2018)

CATEGORÍAS	
Antecedentes de manejo	
Residuo	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción del residuo • Percepción del emprendimiento • Impacto
Planta de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones • Potenciadores
Gobernanza	
Vínculos	<ul style="list-style-type: none"> • Integración • Instituciones sugeridas • Con la Planta
Protocolo	

Antecedentes de manejo del residuo de pescado en La Paloma

En el Puerto de la Paloma, la disposición de residuos de pescado varió a través de los años. Se llevaron adelante distintas soluciones paliativas para afrontar la situación o problemática del momento.

Tal como señala uno de los entrevistados “Históricamente ese problema ambiental se ignoraba” (Alcalde La Paloma, 2017). Esto puede ser explicado debido a la ausencia de conocimiento o conciencia sobre la importancia de un adecuado manejo de residuos. En primera instancia, la responsabilidad del manejo no fue un tema claro, ya que no

existía una normativa que contemple residuos de la pesca artesanal. Actualmente la gestión se encuentra bajo las directivas del gobierno departamental pero sin un marco que explicita específicamente la temática. De ésta manera, el manejo pasó por diferentes etapas: alguna de ellas comprendieron decisiones de parte del gobierno local, donde se admitía el depósito de los residuos pesqueros artesanales en basurero municipal, modalidad que no perduró en el tiempo debido a los altos volúmenes, higiene (olor), reclamos, etc. “Fueron varias etapas, donde los basureros se cerraron para los pescadores artesanales. Normalmente el lugar para tirar el pescado podrido era el basurero (DINARA, 2017).

Otras modalidades de manejo surgieron por decisiones propiamente de los pescadores, donde al no presentar un sitio de disposición o solución al tema, descartaban los residuos en predios a cielo abierto, canteras, cárcavas de La Pedrera, montes, fondos de jardines en La Paloma, en la playa y el mar. También se los enterraba, e incluso se los destinó a una fábrica de harina de la Localidad, propiedad de un pescador artesanal.

Residuo

Percepción del Residuo

De manera uniforme se visualiza o destaca la problemática del residuo tanto para el gobierno local, locatarios y generadores (pescadores). “*La primera percepción es que es un problema grave para el Municipio*” (Alcalde La Paloma, 2017).

Actualmente existe un pequeño grupo de pescadores independientes que realizan actividad pesquera pero por obtener bajos volúmenes de captura consideran más apropiado y rentable volcar sus residuos al mar. “*Lo llevo a tierra al pescado, lo fileteo, vendo pescado ahí, junto una tarrina de restos de pescado. Si la corriente esta propicia para largar devuelta al mar los desechos que están frescos, los tiro al mar, y la corriente se los lleva para no ensuciar la playa. Sino, lo dejo arriba de la tarrina y cuando salgo al otro día los tiro al mar*” (Pescador artesanal independiente La Paloma, 2017). Estas prácticas llevadas adelante por largo tiempo se sustentan en la experiencia y el conocimiento sobre corrientes y vientos para asegurar que el residuo no regrese a la costa.

Percepción del emprendimiento

El emprendimiento presenta buena aceptación y valoración como alternativa de manejo en la mayoría de los actores entrevistados. Sin embargo, se visualizan cuestionamientos acerca del impuesto mensual al pescador por el residuo generado. Esto refiere a la modalidad del emprendimiento (acuerdo entre el Municipio y la Planta de Tratamiento) que consiste en el pago de una tasa mensual a cargo del pescador generador de residuo. El pescador debe trasladar los descartes al vertedero, desde su lugar de fileteo, y dependiendo el volumen promedio generado se le establece una tasa mensual.

Esta situación genera controversias entre los pescadores de La Paloma. Principalmente, los pescadores expresan comparaciones sobre experiencias de manejo en comunidades de pescadores de la zona (Laguna de Rocha, Maldonado), donde no presentan las mismas exigencias o requerimientos. Lo cual, trae aparejado un grado de disconformidad por la inequidad en las reglamentaciones. Respecto a esta condición, los responsables de la Planta expresan: *“La idea es que paguen todo el año, porque están registrados. En la práctica la mitad no están pagando, porque alguno estuvo dos meses sin pescar, algunos son más comprometidos y aunque haya dos meses de tormenta ellos te pagan igual porque saben que está cuando lo necesitan. La idea es como todo el año está funcionando, todo el año hay que pagar para que este ahí (Responsable de la Planta, 2017).*

Se desprende de lo anterior que los responsables de la Planta de Tratamiento visualizan como “empresas” a los pescadores artesanales, como tales deben asumir responsabilidad de los residuos generados. En contraposición, DINARA, reconoce al sector artesanal como un colectivo trabajador que no presenta necesariamente las cualidades para sostener dicho costo operativo.

“Es absolutamente inviable tratar los residuos como dice la normativa e inabarcable desde el punto de vista económico de pequeños emprendimientos. Al sector artesanal les incorpora un costo productivo enorme que no necesariamente pueden absorber” (DINARA, 2017).

Otro elemento importante respecto a la gestión del residuo es que, el gobierno local evidencia una dificultad asociada a las prácticas que mantienen los pescadores al momento de manejar el residuo. Si bien hay una persona encargada de recibir los residuos en un horario acordado por la Planta, los entrevistados señalan que en muchos casos éstos horarios no coinciden con la jornada de trabajo de la pesca. Por tanto, cuando los pescadores se acercan fuera del horario de actividad de la Planta, en muchos casos vuelcan el residuo y lo cubren con aserrín como lo haría el encargado, sin embargo esta forma no se visualiza en todos los casos. En el caso de encontrarse cerrado el ingreso a la Planta se ha identificado que se vuelca en sitios no habilitados o en la escollera del puerto. En tanto, un pescador entrevistado manifiesta la importancia de mejorar la gestión en general, la articulación con las partes involucradas.

Impacto

Se identifica en las percepciones que los residuos de pescado que no proceden a un adecuado manejo y tratamiento pueden generar un cambio en las condiciones ambientales, conllevando a un impacto ambiental y social. Entre ellos se distinguen las emisiones gaseosas que generan los residuos, provocando malestar en la comunidad local por los olores intensos. Por otra parte, los lixiviados producto del tratamiento del residuo, al no contar con un mecanismo de contención, se pierden por escorrentía.

“Estéticamente queda feo, ver todo el pescado tirado y el olor. Este último fue el gran problema, llegar a La Paloma y lo primero que se encuentran es un olor a pescado podrido que molesta” (Alcalde La Paloma, 2017).

El responsable de la Planta manifiesta que el equipo que coordina el emprendimiento está trabajando en propuestas y alternativas para intentar reducir el problema asociado a los olores y lixiviados generados en el proceso de compostaje, siendo los principales aspectos a tratar.

Gobernanza

Dentro de los entrevistados, se reconoce la importancia de la continuidad del proyecto para alcanzar una gestión de los residuos viable en la localidad; donde la opinión pública genere una corriente favorable hacia la inserción y aceptación del mismo, a fin de mantener la propuesta en gobiernos futuros. Por otro lado, la relevancia del rol del CURE (Universidad) en la participación, comunicación y difusión del tema por ser un ente que mantiene su credibilidad en la sociedad.

El abordaje de los temas correspondientes a la pesca artesanal se comparte con los gobiernos departamentales, en el cual los residuos generados por la actividad tienen responsabilidad compartida entre DINAMA y el gobierno departamental.

Algunos actores indican la existencia de un vínculo implícito entre actores, dado por la comunicación y establecimiento de acuerdos. *“DINARA se manejaba en un ámbito informal de negociación y ahora lo tiene estructurado en los Consejos Zonales de Pesca; que todavía seguimos en DINARA desde el punto de vista informal porque no hay Consejos Zonales de Pesca constituidos en La Paloma. Acá porque DINARA tiene buen vínculo con la Intendencia, con el Gobierno departamental (DINARA, 2017).*

Vínculos

Por un lado, se expresa por parte de los pescadores la ausencia de comunicación o articulación entre actores, sin embargo algunos manifiestan algún grado de interacción dado por una reunión de presentación del proyecto a la comunidad. *“No existe comunicación / articulación entre el municipio, planta y los pescadores (Pescador artesanal, 2017).*

El responsable de la Planta indica que la participación de los actores es un aspecto clave y ha sido fundamental en el desarrollo del emprendimiento.

“Hubo como un acuerdo de involucrarse de otra manera, todo esto charlado y negociado con el Municipio de que esto se transformara en un emprendimiento productivo además de solucionar el tema del residuo de pescado. Con los pescadores o empresas ha sido más difícil pero igual en su medida han colaborado con ir y llevar el pescado. Quizás costó hacerles ver como es el beneficio que les trae a ellos y a la

sociedad el tema de gestionar el residuo, pero si ellos no hubieran colaborado, o hubiesen sido parte no hubiese sido posible el proyecto” (Responsable de La Planta, 2017).

Se identifican diversas instituciones / actores que deberían tener vínculo más fuerte con la Planta, tales como: CURE, ANII, ANDE. El CURE participa en el análisis de muestras de compost y lixiviados, mientras otros estudios se realizan en lugares externos. La ANII y ANDE han financiado parcialmente proyectos. Por otra parte, DINARA, DINAMA se describen de importancia en la vinculación con la Planta pero actualmente no tienen interacción. A su vez, se reconocieron actores que actualmente no tienen un vínculo con la Planta pero se los identifica como actores clave en los procesos de gestión de residuos, DINAMA, MVOTMA y pescadores que no participan.

La Planta mantiene un vínculo fuerte con el Municipio, institución con la cual coordina y gestiona el emprendimiento. *“Es un matrimonio de conveniencia esto, nosotros podemos vender un Municipio con un proyecto ambiental sumamente interesante, un manejo de los residuos muy especializado que le sirve como marketing al Municipio, marketing territorial pero para ellos puede ser un buen negocio” (Alcalde La Paloma, 2017).*

DINARA y los pescadores artesanales revelan un vínculo o interacción poco definida, definida por la presencia de una consulta o reunión. Algunos pescadores no participan en el proyecto, por no generar un volumen de residuo considerado y continuo. También se expresa que algunos actores se han enterado de *“boca en boca”* sobre el emprendimiento. Se visualiza una común reflexión sobre La Planta, considerada como una solución al problema de la gestión de residuos de la pesca artesanal y conservación del ambiente. *“El problema más importante para ellos está resuelto (Pescador artesanal, 2017).*

Protocolo de gestión de residuos de pescado

Se considera la importancia de generar un protocolo de manejo del residuo desde su inicio, generación, hasta el compostado final, a fin de determinar los puntos clave del proceso para un eficiente manejo. *“Para que esto pueda ser vendible tiene que tener un procedimiento escrito. Hay que resolver los problemas críticos” (Alcalde La Paloma, 2017).*

Instituciones manifiestan etapas de prioridad en el proceso: *“A veces a nosotros nos llega podrido como de tres o cuatro días, hasta nos ha llegado agusanado. Y ahí ya tenés un problema que en un protocolo el tema de la entrada, las condiciones de entrada del residuo es bueno tener en cuenta” (Encargado Planta de Tratamiento, 2017).* *“Podría ser uno de los puntos críticos de la plata la acumulación de residuos y el tratamiento de aguas que tiene un doble abordaje DINARA-DINAMA” (DINARA, 2017).*

4.3 Planta de Tratamiento de residuos de pescado

El procesamiento de las capturas de la pesca genera residuos, los cuales son transportados a la Planta de compostaje por los mismos pescadores o empresas tercerizadas. Estos restos pueden llegar como estructuras o cortes diferentes, tales como: esqueleto unido a cabeza y vísceras; cabeza; vísceras; aletas; piel; escamas; fetos; huevos; exoesqueleto de camarón. En la tabla 2 se identifica la composición general de cada estructura a modo de contribuir a la comprensión del estudio del proceso de compostaje.

Tabla 2: Estructura composicional de los residuos de la pesca artesanal que ingresa a la Planta y composición química derivada de la literatura (Elaboración propia).

Estructura composicional residuos	Composición principal	Referencia
Esqueleto, cabeza, vísceras	Lípidos, proteínas(colágeno), sales minerales(carbonato de calcio, fosfato de calcio, hidroxapatita), agua	Mendez <i>et al.</i> (1993); Genten(2009)
Cabeza	Lípidos, proteínas(colágeno)	Mendez <i>et al.</i> (1993); Genten(2009)

Vísceras	Lípidos, proteínas, agua	Genten (2009)
Aleta	Proteínas	Genten (2009)
Piel/tegumento	Colágeno/ Proteínas	Genten (2009)
Escamas	hidroxiapatita , carbonato de calcio,colágeno	Genten (2009)
Fetos	Lípidos, proteínas, colágeno, agua	Genten (2009)
Huevos	Lípidos, proteínas, agua	Mendez <i>et al.</i> (1992)
Crustáceos(camarón)	Quitina, carbonato de calcio, agua	Ruppert & Barnes(1996)

Las principales especies identificadas en los residuos pesqueros de la Planta correspondieron a: brótola (*Urophiesis Brasilienses*), pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), palometa (*Parona signata*), corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), mingo (juvenil de corvina rubia), corvina negra (*Pogonias cromis*), angelito (*Squatina Guggenheim*), gatuzo (*Mustelus schmitti*), cazón (*Galeorhinus galeus*), rayas, y camarón (*Farfantepenaeus paulensis*) en menor proporción.

Variables ambientales: Temperatura y Precipitaciones

Los datos registrados con un pluviómetro mostraron un promedio precipitaciones de 3,8 mm³. A su vez se identifica un corto periodo de intensas lluvias en el mes de diciembre, llegando a alcanzar valores de 90 mm³. El número de días registrados con presencia de lluvias correspondió a un total de 28 días.

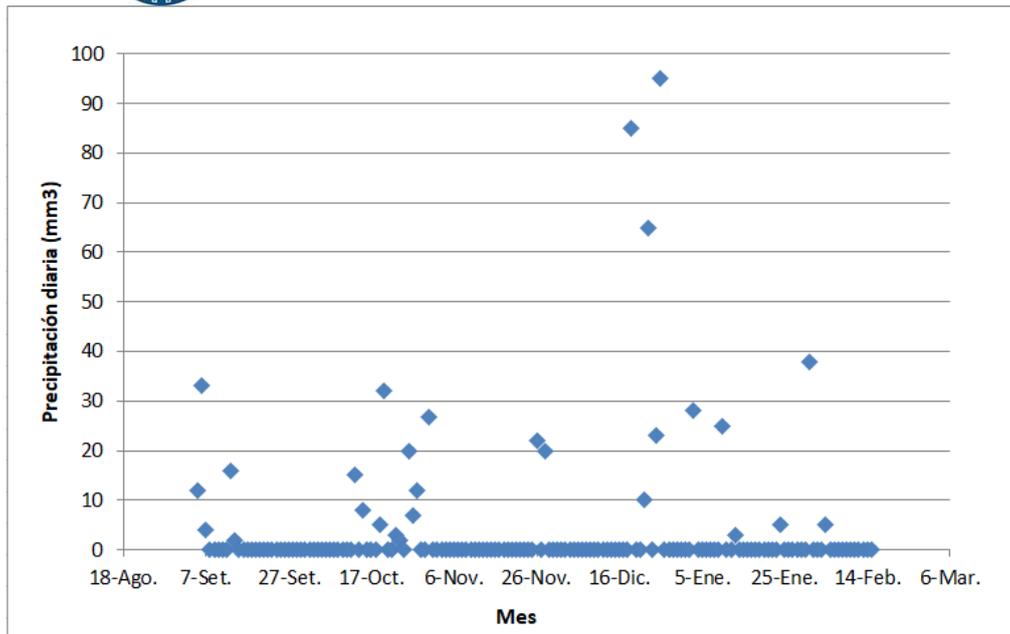


Figura 6: Precipitación diaria (mm³) en Planta de compostaje, La Paloma, período de agosto 2016- marzo 2017 (Elaboración propia).

VARIABLES DEL PROCESO COMPOSTAJE

El volumen de residuo que ingresa a diario en la Planta presenta marcadas variaciones, recibiendo volúmenes bajos entre 0.2 m³ y 1 m³ y volúmenes mayores entre 3 m³ en el transcurso del mismo mes (figura 7). Así mismo, existen momentos donde pueden llegar a 8 m³ y 9 m³ por día. Existen días que no se registran ingresos, éstos pueden darse solo por un día o ser un período sostenido como el mes de junio (figura 10). A su vez, se incorpora al proceso de compostaje una proporción de material orgánico seco, entre se identifica aserrín, paja y pinocha.

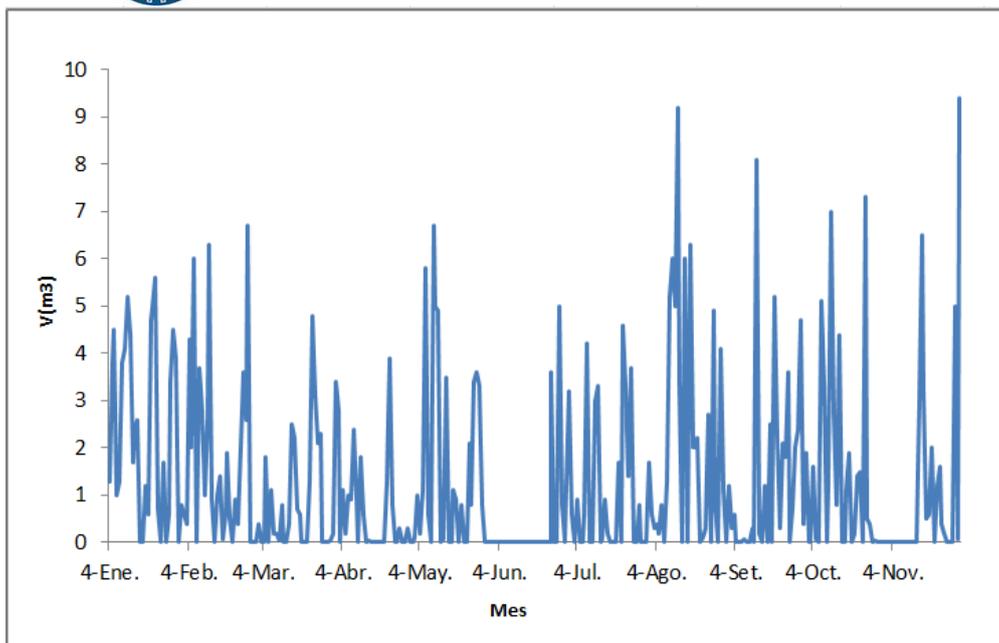


Figura 7: Volumen diario de residuo pescado que ingresa a Planta en el período 2016 (Elaboración propia).

La mayor frecuencia de ingreso de residuo de pescado se registró cada 1, 2 o 3 días. (Figura 8). Presentando ingresos esporádicos cada 9, 18 y 27 días.

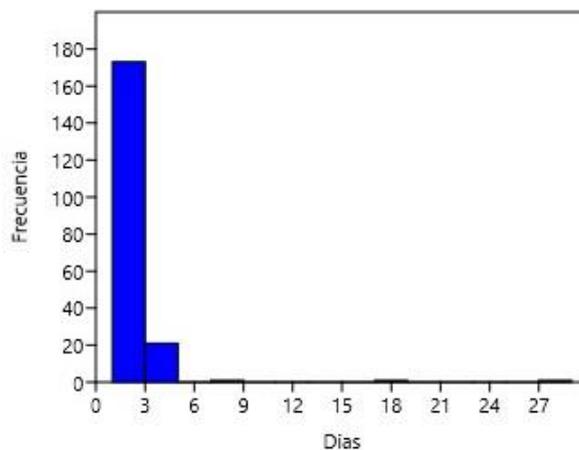


Figura 8: Histograma de frecuencia, cada cuantos de días ingresa residuo de pescado a la Planta (Elaboración propia).

La moda de ingreso por día de residuos se registró en 1 m^3 . Con menor frecuencia de registra, ingresos entre 2 y 7 m^3 , presentando eventos esporádicos de 9 m^3 (figura 9).

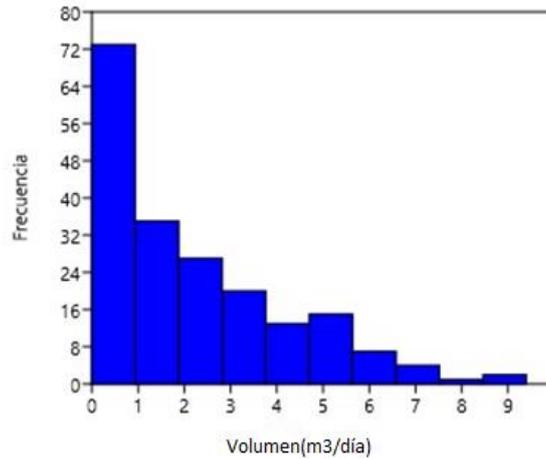


Figura 9: Histograma volumen de pescado que ingresa a la Planta por día (Elaboración propia).

Todos los meses se registró ingreso de residuos de pescado en la Planta. Los volúmenes de residuo recibidos pueden alcanzar valores de 70 m³ en un mes, con un mínimo de 10 m³ y máximo de 70 m³, siendo el valor promedio 40 m³.

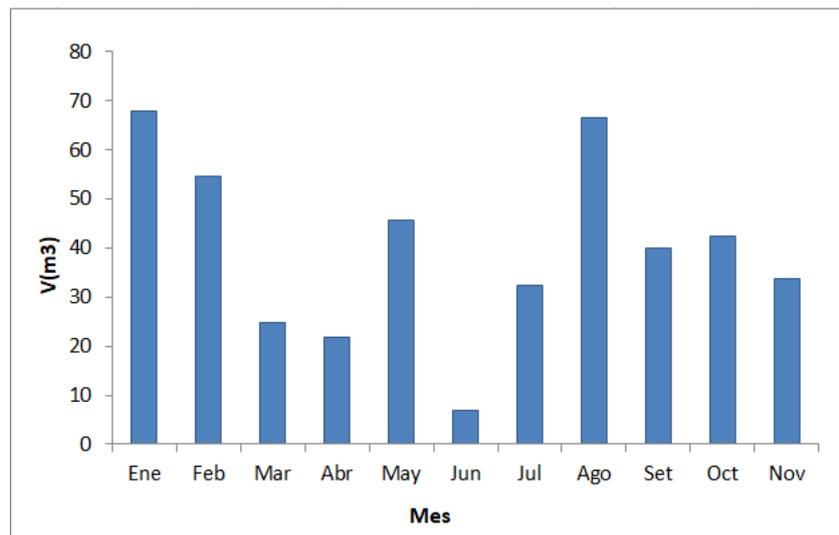


Figura 10: Volumen acumulado mensual de residuo de pescado que ingresa a Planta en el período 2016 (Elaboración propia).

La planta de tratamiento de residuos se encuentra abierta todo el año con excepción los domingos. En el año 2016 el ingreso de residuo a la planta fueron 197 días al año, mientras que los días que no hubo ingreso fueron de 137 días.

La Planta de tratamiento de residuos de pescado presenta una distribución secuencial de los camellones (figura 11) según las correspondientes etapas de madurez del compost. El número de camellones estuvo dado por un total de 12, en el cual lo el ultimo (camellón 12) se encontró en etapa de conformación.

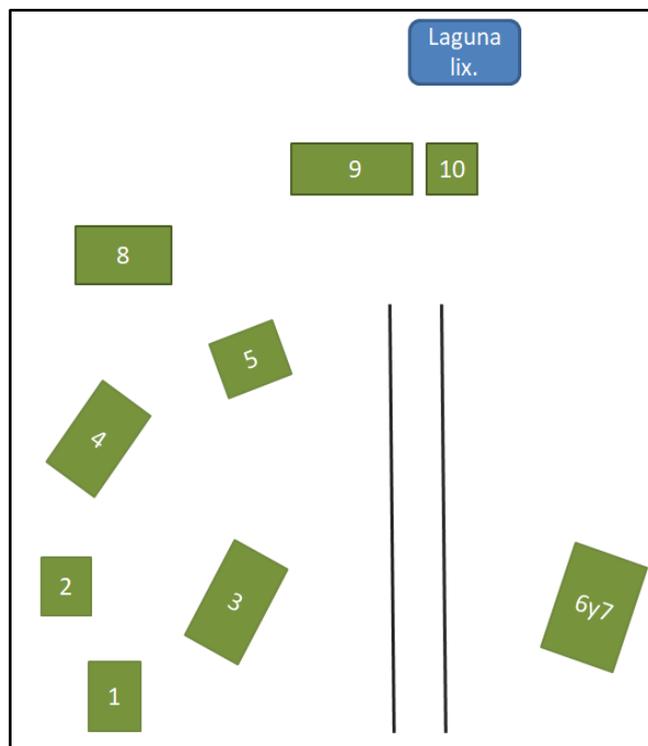


Figura 11: Esquema de Planta de compostaje. En color verde se identifica los camellones, enumerados en número creciente según etapa de creación. Color azul laguna de lixiviados. (Elaboración propia).

En la figura 12 (A, B y C) se puede ver la distribución de temperaturas de un camellón maduro, a lo largo de tres meses consecutivos en primavera. Dichos valores se manifiestan como temperaturas más elevadas en el centro del camellón, de 57,6 °C, mientras hacia la periferia temperaturas descienden hasta 23,4 °C. EL promedio de temperatura del sistema sería de 35,9 °C.

En la figura 12 (D, E, F) describen los gradientes de temperatura de un camellón inmaduro en el mismo periodo de tiempo, siendo las temperaturas entre 32,6 °C y 66°C. Los valores más bajos se describen en la periferia del sistema. La temperatura promedio fué 54,5 °C.

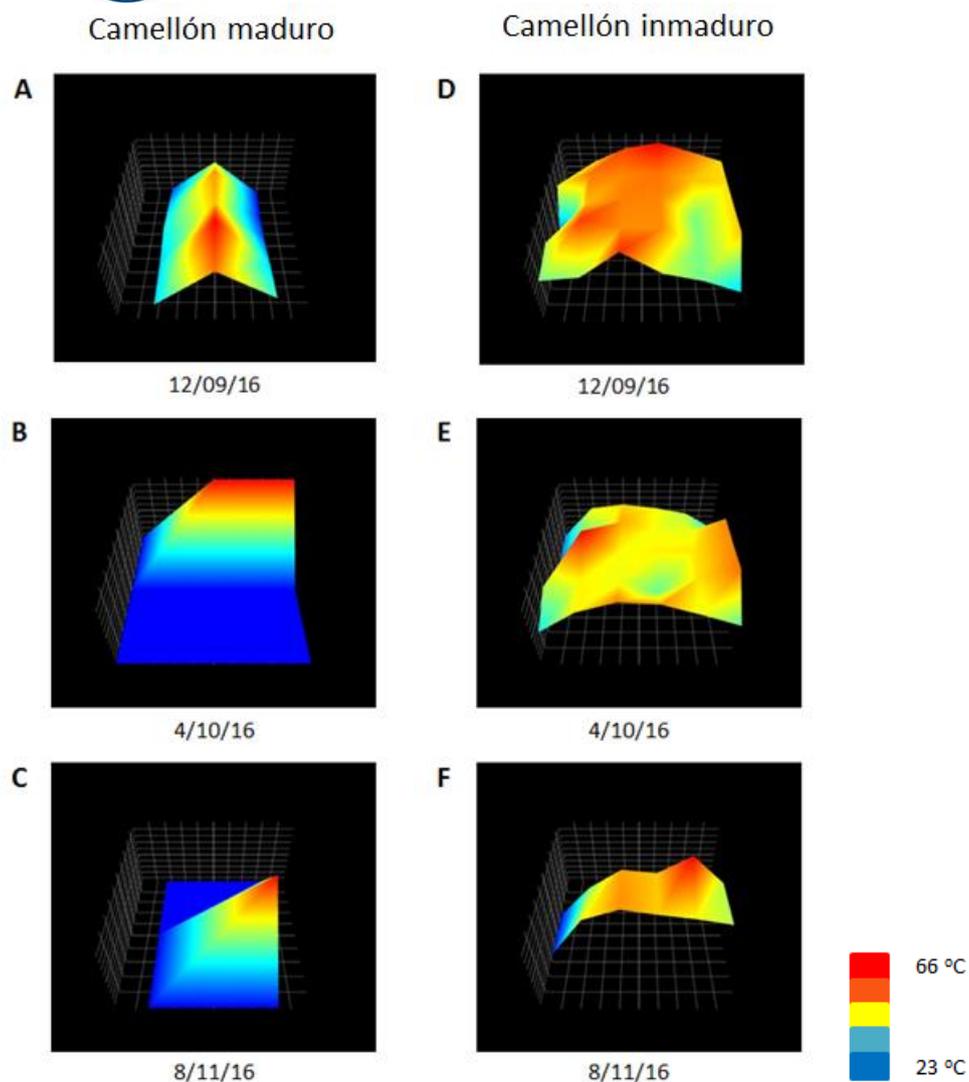


Figura 12: Distribución de la temperatura de dos camellones en proceso de madurez diferente a lo largo de tres meses consecutivos en el año 2016. A, B y C distribución del camellón 5 (estado maduro); temperatura promedio: 35,91 °C. MA: Media aritmética de la temperatura. D, E y F distribución de camellón 8 (estado inmaduro); temperatura promedio: 55 °C. El gradiente de color expresa en color azul temperaturas bajas de 23 °C variando a rojo con temperatura de 66 °C (Elaboración propia).

Densidad aparente

La figura 13 muestra la evolución de la densidad de tres camellones(C) en un período de cuatro meses consecutivos. Por un lado se encuentra el C5 con una distribución uniforme de 0,6 g/cm³; mientras que el camellón 6 y 7 se mantuvo en el rango de 0,5 g/cm³; por otra parte el camellón 8 mantuvo una fluctuación, variando entre 0,4 g/cm³ y 0,5 g/cm³. Los camellones presentaron una baja variabilidad entre 0,4 y 0,6 g/cm³.

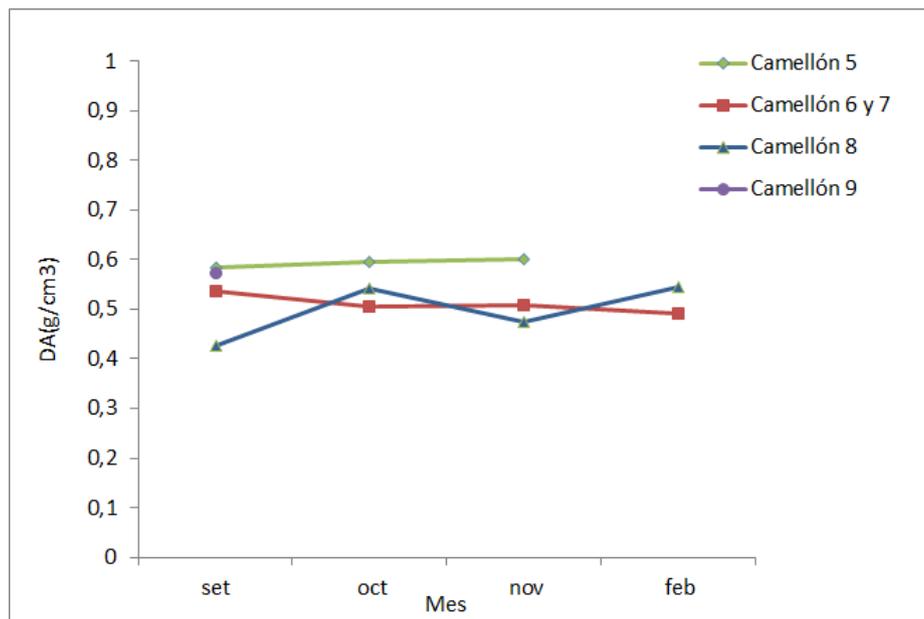


Figura 13: Gráfica de valores de densidad aparente (DA) de camellones (Elaboración propia).

Retención de agua (RA)

El camellón 8 mostró una dinámica fluctuante de porcentaje de retención de agua, pasando por 50 %, alcanzando valores altos de 350%, para luego descender a 200 %. Mientras los C5 y C 6 y 7 mantuvieron un porcentaje más estable entre 100% y 150%.

Materia orgánica (MO)

La materia orgánica presentó valores entre 4 -5,4 g en el C 5; para el C 6 y 7 valores de 5,7 - 5,9 g; mientras que para el C 8 correspondió a 5,5 - 7,3 g de materia orgánica. Siendo el de menor proporción el C 5.

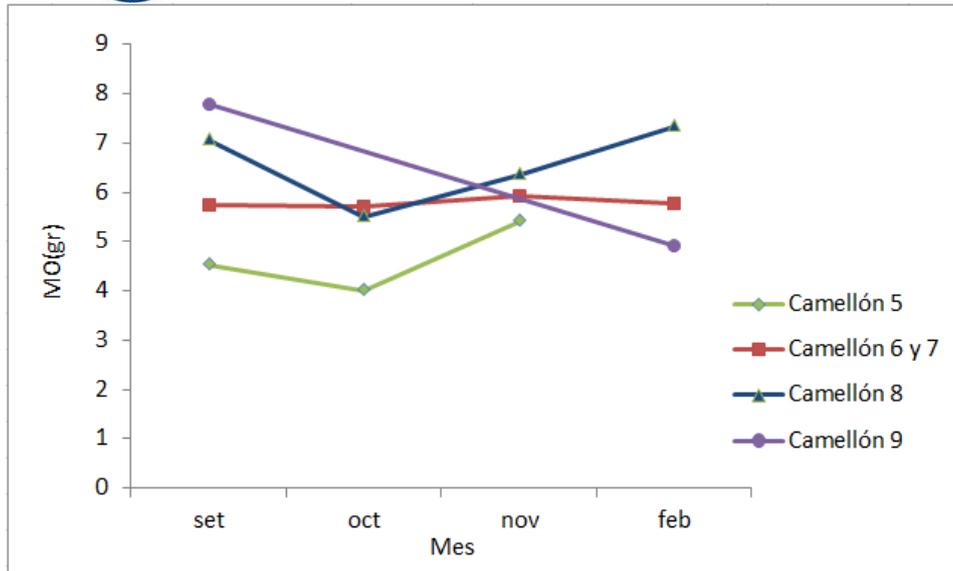


Figura 14: Proporción de materia orgánica (MO) en camellones. El camellón 5 presenta menor MO en relación con el C 6 y 7, C 8 (Elaboración propia).

pH

El pH del compost mostró variaciones en los meses relevados del proceso. El C 5 mantuvo rango de 7,1 y 8,2, mientras el C 6 y 7 varió entre valores más alcalinos de 7,5 y 9,1, el C con valores alcalinos entre 8 7,6 y 8,6.

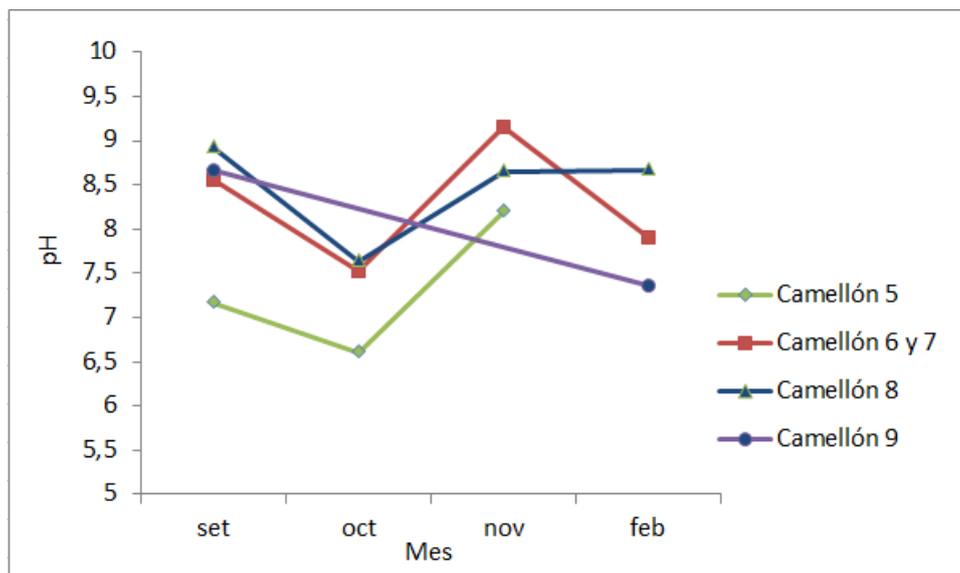


Figura 15: Valores de pH mensual de los camellones. El camellón 5 presenta variación de pH neutro a alcalino. El C 6 y 7, C 8 presentan pH alcalino. El camellón mas maduro (C5) tiene pH neutro, lo cual le confiere la calidad apropiada como abono (Elaboración propia).

- Laguna de lixiviados (Etapa C)

La temperatura presentó variaciones entre 14°C y 30 °C, mostrando valores ascendentes desde septiembre 2016 a febrero 2017, período en el que se desarrolló los muestreos.

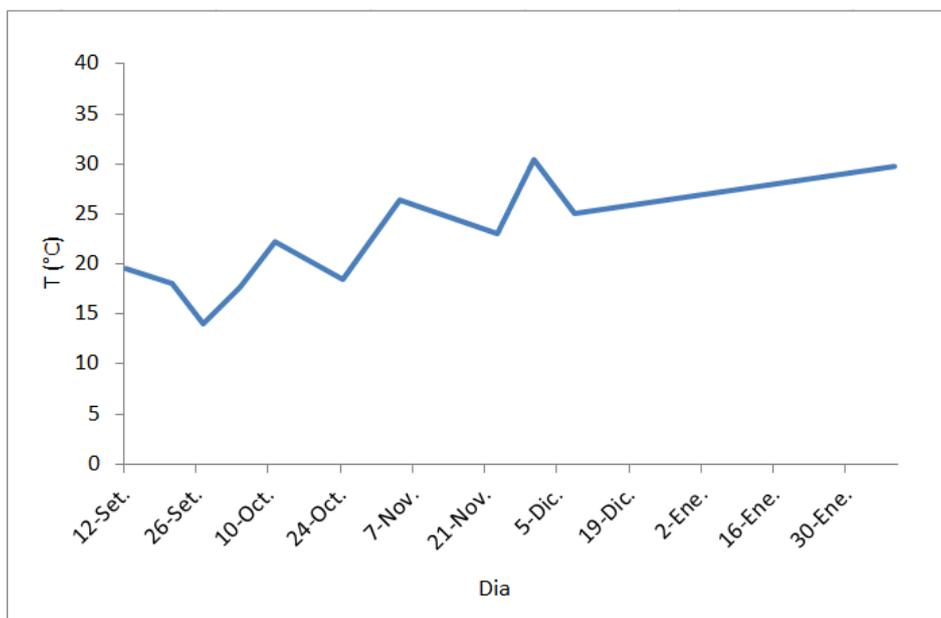


Figura 16: Temperatura de la laguna de lixiviados de La Plata en el período de septiembre de 2016 a febrero 2017 (Elaboración propia).

El pH de la laguna de lixiviados varió entre 10,1 (alcalino) y 7,8. Se evidencia un gradual aumento del pH a lo largo del tiempo llegando a valores de 10 en verano.

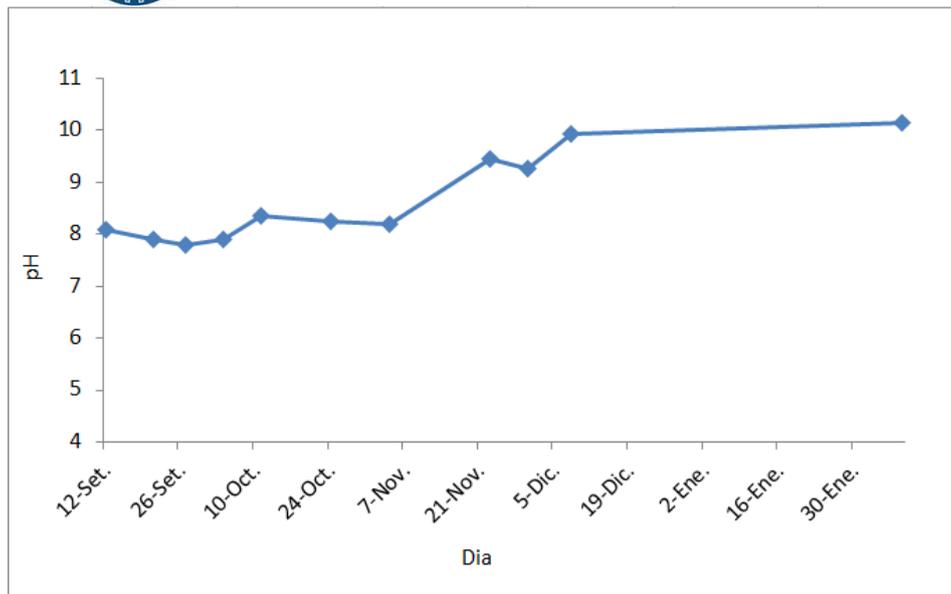


Figura 17: Valores de pH de laguna de lixiviados de La Plata en el período de septiembre de 2016 a febrero 2017 (Elaboración propia).

El total de sólidos disueltos de la laguna de lixiviados varió entre 14.500 mg/l y 40.000 mg/l a lo largo del período de septiembre de 2016 a febrero 2017. Se identifica un aumento en el mes de octubre del 2016 y en los meses de diciembre 2016 y enero 2017.

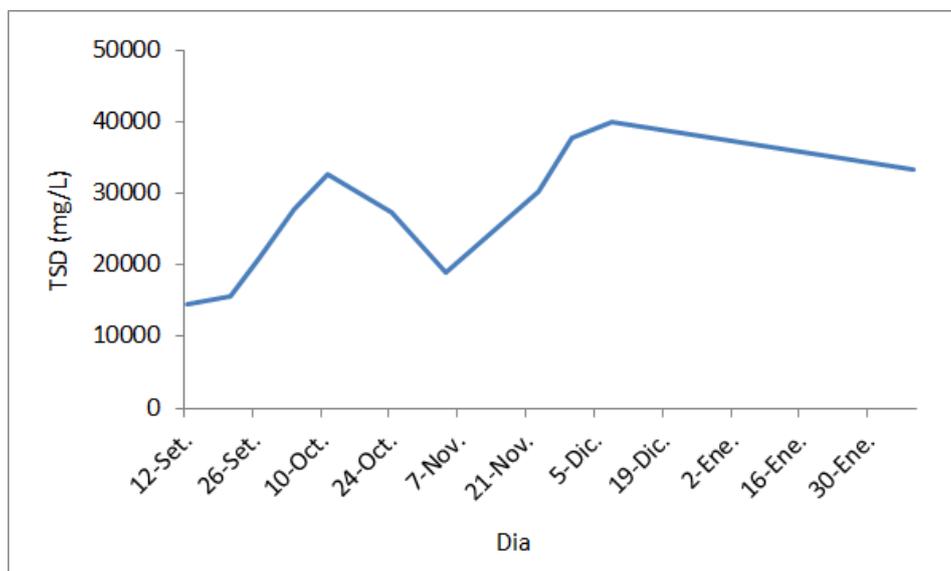


Figura 18: Concentración del total de sólidos disueltos (TSD) de la laguna de lixiviados de La Plata en el período de septiembre de 2016 a febrero 2017 (Elaboración propia).

La salinidad presentó valores entre 13,6 g/L y 41,3 g/L. En la semana del 12 al 19 de septiembre los datos muestran valores bajos de salinidad, semana en la cual se registraron 18 mm³ de precipitaciones en dos días consecutivos. El segundo descenso de salinidad se muestra en la primera semana de noviembre, en el cual no hubo presencia precipitaciones. Los valores más elevados se identificaron el 11 de octubre con 34,7 g/L, y del 23 de diciembre hasta fines de enero, fecha en la cual desciende levemente.

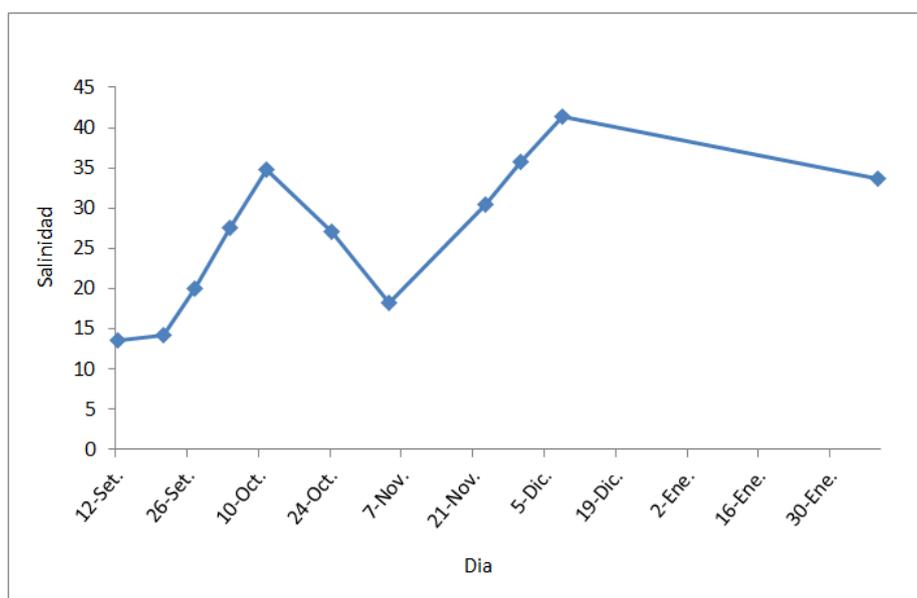


Figura 19: Gráfico salinidad de laguna de lixiviados en el período de septiembre de 2016 a febrero 2017. Unidades Prácticas de Salinidad (Elaboración propia).

El oxígeno disuelto alcanzó momentos anóxicos en las semanas de 24 de octubre y 8 de diciembre del 2016. Dichos valores se encontraron por debajo del Mínimo Permisible para Clase 4 (Código de Aguas- Decreto 253/79).

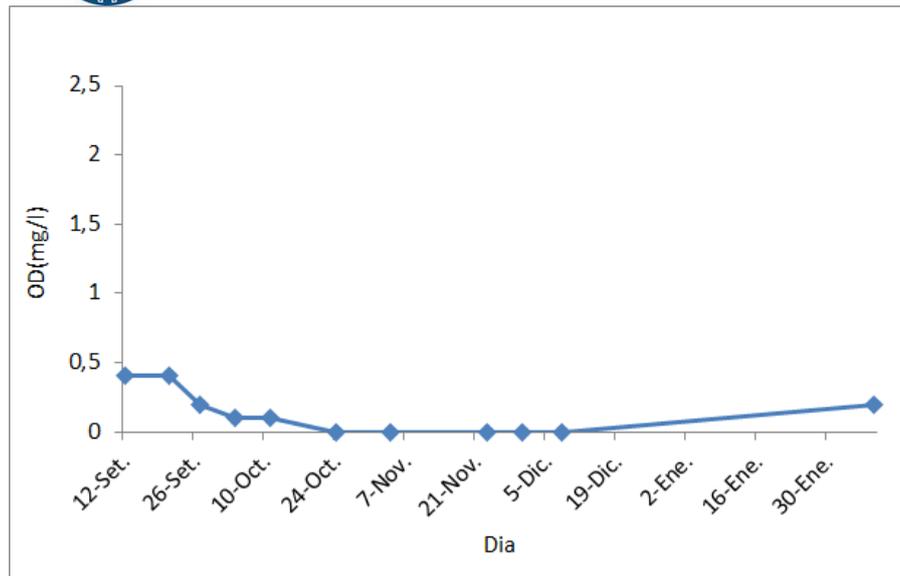


Figura 20: Concentración de oxígeno disuelto (OD) en el período de septiembre de 2016 a febrero 2017. El OD disminuyó a 0 en las semanas del 24 de octubre al 8 de diciembre (Elaboración propia).

La figura 21 muestra la concentración de amonio (NH_4^+) de la alguna de lixiviados en un período de 5 meses. Los valores superaron el máximo permisible 0.02 mg/l para Clase 3 (Código de Aguas- Decreto 253/79). Se puede observar la concentración de amonio más alta desde en los meses de noviembre hasta enero. El 11 de octubre no hubo registro de valor de amonio.

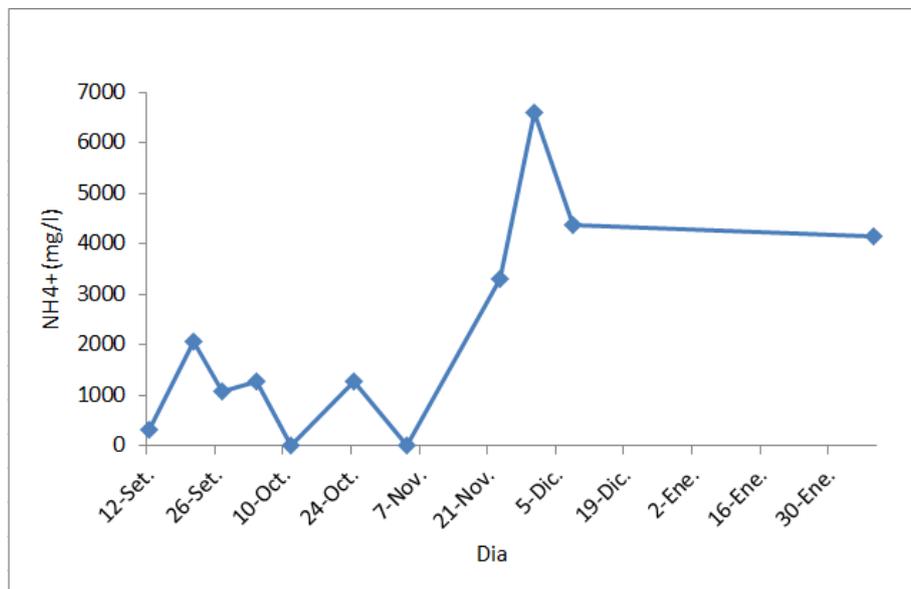


Figura 21: Concentración de amonio (NH_4^+) en el período de septiembre de 2016 a febrero 2017 (Elaboración propia).

El potencial de óxido reducción (ORP) mostró valores muy bajos de manera continua, entre 350 y 400 ORP. En dichos valores los compuestos varían a estados tóxicos para el ambiente, tales como nitritos, sulfuros, entre otros. Se visualiza valores mas relevantes en los meses de verano.

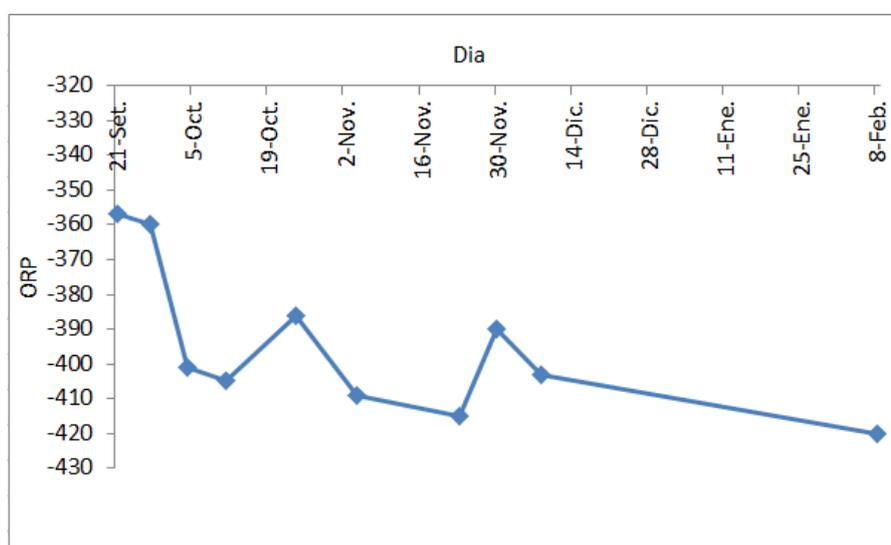


Figura 22: Potencial de óxido reducción (ORP) de laguna de lixiviados en el periodo de septiembre 2016 y febrero 2017 (Elaboración propia).

5. DISCUSIÓN

La gestión del residuo de pescado implica una variedad de factores y etapas en la red del proceso, donde las interrelaciones entre actores (vínculos directos e indirectos) contribuyen al fortalecimiento del sistema general. La profundización en aspectos sociales (vínculos, tratados, normativa) permiten visualizar e identificar puntos clave para atender la estabilidad del emprendimiento y su sostenibilidad en el tiempo, en el cual los actores son unidades reales de acción en la sociedad que inciden en la realidad local (Pírez, 1995). De esta manera, el compostaje se encuentra inmerso dentro de un sistema de interrelaciones que definirán su aceptación y posicionamiento en la sociedad. El proceso de compostaje es una manera ambientalmente aceptada para disminuir los elevados volúmenes de residuos que se generan, beneficiando con el

aprovechamiento del residuo la gestión de la localidad. La gestión de residuos de pescado permite proporcionar una alternativa de manejo a una problemática local.

En tanto, las principales fortalezas identificadas en el ciclo de residuo de detallan como: el grado de especialización del tratamiento de residuo, su capacidad para aprovechar un recurso, y el involucramiento de los pescadores. Por otra parte, la alternativa de manejo de residuos acompaña los lineamientos internacionales de manejo sostenible (Sotelo & Benítez, 2013; CEPAL, 2018), de esta manera se posiciona como un producto de calidad y una potencial alternativa de manejo frente a productos inorgánicos.

En cuanto a las debilidades se describe, la escasa solución a las emisiones gaseosas y lixiviados de la Planta. En el caso de las emisiones gaseosas, se considera que pérdidas de amoníaco por volatilización en el proceso de compostaje son importantes alcanzando en algunos casos valores del 16% del N inicial de la mezcla (Zubillaga *et al.*, 2004; Lavado, 2012). De este modo, la ubicación del emprendimiento en la entrada de La Paloma es un factor que limita la mejora de ciertos aspectos como percepción de olores por parte de la comunidad. A su vez, la falta de maquinaria para los movimiento de material en descomposición es una limitante para poder mejorarla aireación del sistema productivo y poder hacer que la mezcla inicial del pescado y aserrín sea óptima. Una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Es así que se producen malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H_2S) o metano (CH_4) en exceso (Román *et al.*, 2013).

Es relevante considerar las características del área (permeabilidad del suelo, nivel napa freática) al momento del manejo de residuos líquidos, como los lixiviados. La calidad de los lixiviados depende del tipo de materia prima (vegetal, animal, químico, biológico), siendo los de material vegetal y animal menos tóxicos que los químicos y biológicos (Montesinos, 2013). Diferentes trabajos como Méndez *et al.*, 2009; Gautama 2013 y Lazáro 2016 reconocen los lixiviados como alternativas de reutilización para fertilizantes, pesticidas o antimicrobianos. También se menciona, la

opción de reutilización para el mantenimiento del contenido de humedad de los sistemas de tratamiento (Méndez *et al.*, 2009).

El emprendimiento presenta ciertos temas a resolver, que actualmente interfieren en el adecuado manejo de residuos de pescado en La Planta. Entre ellos, se identifican la ausencia de operario en días no hábiles. Dicha situación conlleva a la retención de los residuos por parte de los pescadores, los cuales son volcados posteriormente, llegando en proceso avanzado de descomposición a la Planta de compostaje. Dicho proceder interfiere en la correcta dinámica de compostaje debido a la pérdida de nutrientes, y desarrollo de larvas y vectores de enfermedad.

A su vez, se presenta la situación de vuelco de residuos por parte de los pescadores en ausencia del operario, si bien, los residuos son volcados donde corresponde, no proceden a recibir el primer paso del proceso de compostaje, siendo el material no tapado. Dicha circunstancia contribuye en al desprendimiento olores.

Por su parte, se encuentra la situación particular del periodo estival, donde los meses temporada de verano y pretemporada, el operario de la Planta es retirado de sus labores para trabajar en el mantenimiento y refacción de las condiciones y servicios del balneario para la actividad turística local. Se sugiere para lo cual la coordinación conjunta entre los responsables de La Planta y el Municipio de La Paloma en la formalización de un operario destinado propiamente para dicha labor a fin de evitar interrupciones en el desempeño.

En la primera etapa del emprendimiento se estableció una cuota a los pescadores artesanales, en la cual debían realizar un aporte económico estipulado según el volumen de residuo de pescado generado (Arbulo *et al.*, 2016). Sin embargo dicha modalidad tuvo baja aceptación por parte de los pescadores. Respecto a lo mencionado, existieron cuestionamiento por parte de ciertos actores vinculados en la temática, acerca si era correcto y viable el cobro de un importe al pescador, considerando a la pesca artesanal como una actividad zafra y su dificultad de mantener un pago regular del servicio, como así también la capacidad de incorporar ese gasto.

El emprendimiento facilita la efectiva disminución del residuo pesquero en la localidad y el aprovechamiento como material de valor a nivel regional. La experiencia puede servir como un modelo de gestión de residuo para ser replicado en zonas costeras con comunidades de pescadores artesanales del país (ej. Piriápolis, Solís, Laguna de Rocha). Por otra parte, permite obtener registros del residuo de pescado que se genera en la zona.

Las relaciones y vínculos de la Planta de compostaje con actores es diverso, entre ellos se destacan vínculos cercanos con el Municipio, pescadores artesanales, funcionario de la Planta, comerciantes, intermediarios, programa de apoyo (ANII) que permiten una coordinación general favorable; vínculos dados por acuerdos, consultas pero no continuos, tal como DINARA, CURE, los cuales se considera que podrían presentar lazos más estrechos (comunicación, asesoramiento, acuerdos) en la gestión en general por su competencia en la temática. En el caso específico de DINARA, una mejor intercomunicación con la Planta de Tratamiento podría contribuir en aspectos de gestión interna ya sea con los pescadores, insumos de información y conocimiento en dinámicas de procesos biológicos dados en el proceso. En el caso del CURE, se podrían fortalecer los estudios de manejo y controles ambientales para la mejora continua e insumo académico en la experiencia. Se menciona como ejemplo, el caso del Centro Universitario Regional de Bariloche (CRUB) en Argentina, el cual conduce experiencias de compostaje de residuos de pescado en la Patagonia (Mazzarino, 2005). A su vez, se reconocieron actores que actualmente no tienen un vínculo con la Planta pero se los identifica como actores clave en los procesos de gestión de residuos, DINAMA, MVOTMA y pescadores que no participan.

La pesca artesanal se encuentra sujeta a condiciones climáticas (Delfino *et al.*, 2006), pudiendo transcurrir días o semanas sin registrar eventos de pesca, aspecto que define el ingreso de residuos en la Planta. En el periodo relevado del 2017 el ingreso de residuo fue frecuente, caracterizándose por ingresos cada 2 o 3 días, con algún evento esporádico cada 7 o 20 días. Los meses de mayor volumen de ingreso de residuos está definido por la biología de las especies capturadas (reproducción, alimentación, etc.) definiendo los períodos de zafra. Se encuentran semanas donde predominan peces

cartilagosos u óseos de valor comercial. Si bien la zafra de pesca de peces cartilagosos y óseos de la zona (brótola, corvina, gatuzo) son en los meses de verano, invierno y primavera (Silveira *et al.*, 2016), los volúmenes máximos de ingreso por día evaluados son similares a lo largo del año evaluado, con máximos en agosto y diciembre. Esto puede explicarse por la variabilidad interanual que presentan la zafras (González, 2018), característica que podría definir la variación de capturas.

Los registros de residuos de la Planta de tratamiento pueden aportar información a la Gestión Pesquera. Los registros de volumen y diversidad biológica de descartes de pescado pueden ser una fuente de datos (información dependiente de la pesquería), ya sea en la estimación de volúmenes capturados en la pesca artesanal de la localidad, como en la identificación de especies y estadios de los ejemplares. Dichos datos podrían mostrar valores y estimaciones de las fluctuaciones o cambios que se pueden estar dando en las poblaciones de peces, ya que su presencia/ ausencia y variaciones son visualizadas en los residuos generados por la pesca.

Existen diversos estudios de compost a base de algas, materiales vegetales y una combinación con restos de pescado como complemento, (Eyras *et al.*, 2008; López-Mosquera *et al.*, 2011; Illera-Vives *et al.*, 2011; Illera-Vives *et al.*, 2015, Valente *et al.*, 2016; Radziemska *et al.*, 2016). Sin embargo tales estudios solo consideran un bajo porcentaje del material de pescado (20%), en el cual se desarrolla una caracterización más puntual del material predominante, es decir, el componente vegetal. En tanto, la Planta de compostaje de residuos de La Paloma comprende una relación mayor de residuos marinos, correspondiente a 1 parte de pescado y 2 de material vegetal, permitiendo contribuir a la generación de nuevos antecedentes de manejo del residuo.

Los análisis físico-químicos del material en proceso de compostaje evidenciaron características adecuadas. Entre ellos se mencionan, la temperatura la cual presentó valores propios de la fase de madurez (Camellón 5) y termófila o de Higienización (camellón 8). Se distingue el efecto borde en el sistema, siendo en el centro (mayor altura) mayor la temperatura (mayor actividad microbiana).

A partir de la evolución de la temperatura se puede inferir la eficiencia y el grado de estabilización que ha alcanzado el proceso, existiendo una relación directa entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la materia orgánica. Durante el proceso compostaje la materia orgánica tiende a descender debido a su mineralización, llegando a representar casi el 20% en peso de la masa compostada (Zucconi *et al.*, 1987). Los resultados obtenidos de los análisis de materia orgánica de los camellones manifiestan una correspondencia en la proporción de materia orgánica en sus respectivas etapas del proceso, siendo los valores más altos para camellones de estadios temprano de madurez.

Los camellones presentaron un valor de densidad dentro del valor recomendado (<700 kg/m³) para compost de pescado (Libreros *et al.*, 2012). Una Densidad menor a 1000 significaría un tamaño de poros adecuado para la aireación e infiltración del material (50- 300 mm poros) (Román *et al.*, 2013).

Durante el proceso de compostaje se produce una sucesión natural del pH. El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5) (Sztern & Pravia, 1999). Al comienzo los complejos carbonados se transforman en ácidos orgánicos, provocando que el pH descienda. Luego los niveles aumentan como consecuencia de la formación de amoníaco, alcanzando valores más altos (alrededor de 8,5). Los camellones en fase termófila (C 6 y 7, C 8) mostraron correspondencia con la fase, expresando valores alcalinos (mayor a 7,5), debido a la conversión del amonio en amoníaco. Así mismo, el pH en ciertos periodos alcanzó valores por encima del valor 8.5 (Román *et al.*, 2013) evidenciando un exceso de nitrógeno en el material de origen (deficiente relación C: N) (Román *et al.*, 2013).

El camellón 5 se comporta dentro de los rangos de neutralidad, propio de una fase final de madurez (pH entre 7 y 8) (Graves, 2000). Los suelos requieren mantener un pH neutro para ser estables (Román *et al.*, 2013). Mediante el seguimiento del pH se puede obtener una medida indirecta del control de la aireación de la mezcla, en el cual la presencia de condiciones anaeróbicas provocan el descenso del pH debido a la liberación de ácidos orgánicos (Márquez *et al.,s/f*). De este modo, el seguimiento y control del pH de los camellones en su desarrollo, es un aspecto clave como medida de control de viabilidad, siendo importante por tanto el control de oxígeno y aireación como modo de regulación.

La conductividad eléctrica, para compost en estadio maduro o próximo a madurez evidenció valores normales de conductividad eléctrica (menor a 2dS/m), siendo menor a la referencia a Burés (1997) el cual indica como sustratos de salinidad elevada aquellos cuya conductividad eléctrica supera los 3,5 dS/m (Bures, 1997; da costa *et al.*, 2010). En tanto, para uso en semilleros Burés (1997) indica que los valores de conductividad deben ser más exigentes variando entre 0.75 -2 dS m⁻¹. La experiencia de compost en La Paloma combina residuos de pescado con material vegetal de podas y aserraderos de la localidad, lo cual facilita la regulación de la salinidad del producto (da Costa *et al.*, 2010).

La temperatura de la laguna de lixiviados presentó valores por debajo del valor estándar correspondiente al Decreto 253/79. Sin embargo, el pH, total de sólidos disueltos y material flotante de la laguna de lixiviados no cumplen con los valores referenciados de la norma. Se mencionan otras variables, que si bien no están indicadas como parámetros de calidad, se consideran importantes considerar por sus valores discordantes, tales como salinidad, oxígeno disuelto y amonio. La salinidad superó en momentos del año 35 unidades, concentración equivalente a la salinidad del mar. Estudios de Illera *et al.* evidencian que la conductividad eléctrica de los lixiviados obtenidos de los camellones regados con agua, decrece a medida que se aumenta el número de riegos, descendiendo la salinidad. Los valores de *oxígeno disuelto* se encontrarían en valores próximos a un cuerpo de agua anóxico, alcanzado valor 0 en los meses de octubre y noviembre. Por su parte, los valores de *amonio* mantienen relación con la descomposición del pescado que generan amoníaco y sustancias como el compuesto orgánico nitrogenado Trimetilamina (González & Gautama, 2013). Dicha descomposición provoca la eliminación de compuestos volátiles como aminas que generan olores fuertes, característico de la descomposición del pescado (Cevallos & Chicaiza, 2014). Así mismo, se considera la particularidad de los tiburones de concentrar urea en sangre y tejidos como una forma de osmorregulación. La urea se descompone en amonio e impregna la carne con un olor y sabor desagradable que en concentraciones elevadas puede ser tóxico (Musick, 2005). De este modo, los peces cartilaginosos podrían estar favoreciendo en los períodos de ingreso de sus residuos la formación de compuestos de amonio.

En relación a la concentración de sustancias tóxicas y liberación de malos olores, es relevante considerar el *potencial de óxido reducción* de la laguna lixiviados a modo de no favorecer estados tóxicos de los compuestos. Si el *potencial de óxido reducción* presenta valores altos (> 200 milivoltios) (Gonzalez *et al.*, 2011), como es el caso de la laguna de lixiviados, ciertos compuestos pueden cambiar de un estado no tóxico a uno tóxico. Entre ellos se destacan nitrito, amoníaco, hierro en estado oxidación +2, sulfuros y metano. Esta condición también se encuentra directamente influenciada con la menor presencia de oxígeno disuelto (Atlas y Bartha, 1993). Se menciona como ejemplo en el tratamiento de lixiviados, el proceso combinado de nitrificación-desnitrificación (NDN) que puede tener un papel importante para el tratamiento de lixiviados con alto contenido en nitrógeno amoniacal (Magrí & Flotats, 2000; Flotats & Campos, 2001). En tanto, una práctica común en los sistemas tratamiento de lixiviados es la incorporación de procesos fisicoquímicos y biológicos (aerobios y/o anaerobios). El tratamiento fisicoquímico, consiste en la eliminación de las partículas suspendidas del líquido por la acción de sustancias denominadas coagulantes (sales metálicas y/o polielectrolitos) (Méndez *et al.*, 2002).

En tanto, es importante considerar el desprendimiento natural de olores que genera la planta de tratamiento de pescado, propio de la naturaleza del residuo. Es así que, existe una marcada relación con los olores de descomposición, variando su intensidad según la modalidad del tratamiento. En los casos de plantas de procesamiento y congelado de pescado fresco, y conservas de pescados y mariscos, los olores emitidos se circunscriben al entorno de la planta. Sin embargo, en plantas de harina de pescado no integral, con secaderos por llama directa y en menor medida con secaderos por vapor indirecto, la “pluma” de gases emitidos afecta a sectores ubicados a varios kilómetros de distancia, pudiendo generar en personas sensibles estrés y náuseas (Ambrosio, 2004). Por tanto, la detección de los olores de tratamiento de la Planta de compost de pescado es una característica prevista y lógica en las proximidades del perimetrales. Si bien las Plantas de compost no cuentan con un sistema para capturar y depurar gases, en algunos casos se hace un manejo con productos orgánicos a base de enzimas o microorganismos que ayudan a mitigar el impacto odorante, en el cual es

clave el buen manejo de los materiales durante el tratamiento siendo parte de las buenas prácticas del proceso (Libreros *et al.*, 2012). Considerar su localización en etapa temprana de planificación de la propuesta es relevante para prevenir contextos de disconformidad con la comunidad de la zona.

Por tanto, se destaca la importancia de un procedimiento de manejo de residuos, que integre tanto aspectos clave propios de la Planta de Tratamiento como externos que incidan en la gestión del residuo, como el manejo en etapa primaria de generación del residuo. Entre los puntos a resaltar se incluye: estado de descomposición del material que ingresa a La Planta, cobertura del residuo en su ingreso, control de estado de lixiviados y tiempo de retención del descarte por parte de los pescadores. Se mencionan las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el procesamiento del pescado como documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos sobre el manejo de residuos del procesamiento de la pesca aplicables o alusivos para al manejo en La Planta de compostaje de pescado (Grupo Banco Mundial, 2007). Como ejemplo de experiencia nacional para la contribución de aspectos en el campo de la temática se incluye el proyecto de investigación “Dimensiones de género en el manejo de los residuos sólidos en ciudades latinoamericanas”, el cual incluye los principales hallazgos del estudio realizado en Montevideo sobre la gestión integral de residuos y a la protección del medio ambiente (Espino & Bidegain, 2011).

6. CONCLUSIÓN

La percepción general de instituciones y actores clave del proceso manifiestan la importancia de un manejo adecuado del residuo, y la buena aceptación y contribución del emprendimiento como alternativa de manejo. Desde las perspectivas de los pescadores, se observa como “dificultad” el compostaje, por ser un emprendimiento nuevo que aún no integra la totalidad de pescadores del Puerto de La Paloma, y comunidad de pescadores de la Laguna de Rocha. Sin embargo se manifiesta interés y

conformidad por el emprendimiento como alternativa para mejorar la calidad del ambiente y resolución al problema de la disposición final de los residuos pesqueros.

La implementación de modelos de gestión requiere la integración y participación de los actores involucrados en el ciclo; Se destaca la cohesión y organización de los actores involucrados en el proceso. Sin embargo se reconoce la ausencia de ciertos actores relevantes.

Si bien hay una tendencia actual por la búsqueda de alternativas sostenibles, los estudios sobre la técnica de compostaje de pescado son escasos, como así también su integración en sistemas de gestión de residuos.

Una de las reflexiones que surge referente a la continuidad del emprendimiento, es la estabilidad económica de la actividad. Existen variables que dependen de la naturaleza de la pesca, como el volumen de residuo que ingresa (materia prima), tiempo de formación del compost, en tanto se puede evaluar opciones como programas de apoyo internacionales (FONTAGRO, Norfund, PNUD) o nacionales que acompañen al funcionamiento del proyecto por periodos más prolongados. Por otra parte, la posibilidad de trabajar en conjunto con la Intendencia del departamento de Rocha y el MVOTMA en el apoyo del emprendimiento.

Se destaca la importancia de los fondos nacionales como la ANII y ANDE, los cuales han permitido apoyar en temas operativos a Planta, con equipamiento y maquinaria necesaria para el buen desarrollo del producto de valor. En cuanto a las debilidades del emprendimiento se reconoce en mayor medida la disconformidad de los olores percibidos en el acceso de ingreso a localidad de La Paloma y La Pedrera, lo cual sería un tema prioritario a trabajar a fin de minimizar el impacto social. En este sentido, se mencionan medidas operativas, como el establecimiento de un funcionario fijo en la Planta que asegure el cubrimiento de los residuos de pescado con material vegetal, entre otras actividades propias del labor; y medidas de manejo de calidad de lixiviados para disminuir el impacto odorífero. También es relevante mejorar la condición de los lixiviados generados, mediante prácticas de manejo (ej. fitorremediación, reutilización

de lixiviados como fertilizantes, etc.) evitando posibles impactos ambientales en zonas aledañas.

Por otra parte, es importante considerar la viabilidad del sistema, si en algún momento la actividad de la empresa a cargo de la Planta cesara, un organismo estatal (DINARA, IDR, MLP) podría presentar las cualidades necesarias para mantener la continuidad del emprendimiento.

La revisión y análisis del material bibliográfico junto a los resultados de los relevamientos de campo concluyen que la dinámica de compostaje del residuo podría variar a lo largo del ciclo anual, considerando variaciones de zafas de pesca, clima, aumento de consumo local de pescado en fechas específicas (semana de turismo, temporada de verano), cambios en la composición de especies (peces cartilaginosos, óseos) e incluso de la misma especie (aumento de ácidos grasos en gónadas en período de gravidez).

El material de compostaje presenta características físicas aceptables: una porosidad que permite la aireación e infiltración, y cantidades recomendables de materia orgánica adecuada para el uso en cultivos. En cuanto a las propiedades químicas, posee un pH dentro del rango de estabilidad y temperaturas activas propias de la dinámica del sistema de compostaje que permiten el adecuado proceso de descomposición. Sin embargo hay características que requieren ser evaluadas y tratadas, como una alta conductividad eléctrica (C.E 11,05) relacionado con posibles problemas por salinidad y una baja cantidad de agua fácilmente disponible. La temperatura de los camellones reflejaron el efecto borde, es decir la pérdida de calor hacia la periferia, lo cual podría minimizarse aumentando la relación superficie/volumen.

Los lixiviados resultantes del compostaje no presentan tratamiento actualmente. Se identifican características que requieren ser monitoreadas, ya que ciertos parámetros (pH, total de sólidos disueltos y material flotante) presentan valores que no cumplen con la normativa (Decreto 253/79). Parámetros como la salinidad, oxígeno disuelto y

amonio si bien no se encuentran en los estándares referenciados por la norma se considera relevante considerar por sus valores acentuados. Esta situación podría afectar la calidad/condiciones del ambiente, donde el sustrato arenoso infiltra rápidamente a las napas. Asimismo, se desconoce el efecto de dichos componentes sobre la cuenca baja y la playa próxima al área de la Planta, considerando su ubicación en un punto alto de la zona. Es imprescindible la consideración de un sistema de manejo adecuado de los lixiviados, tal como sistema de humedales artificiales y tratamiento físico-químico que permita mejorar la calidad de los efluentes generados.

El aprovechamiento de los residuos pesqueros artesanales, y su consecuente baja acumulación en el ambiente conlleva beneficios económicos y sociales. Su disposición en un lugar focalizado permite realizar un manejo óptimo del material y facilitar su tratamiento. De éste modo, mejora las condiciones de higiene de las zonas de actividad pesquera (costa, puerto, predios de procesamiento de pescado, etc.), al mismo tiempo que se aprovecha un subproducto local. De este modo, la experiencia de aprovechamiento de residuos de pescado para uso de compost se comporta como un modelo de gestión único en el país.

La investigación realizada sobre el manejo del residuo de pescado muestra cómo se concibe al residuo, un tema en el cual nadie quiere asumir responsabilidad, siendo su disposición y manejo un problema continuo a resolver. La normativa nacional ha centrado su alcance a generadores de gran escala, como la pesca industrial, dejando las competencias y responsabilidades de la pesca artesanal sin definir. Por tanto, el residuo fue considerado históricamente un eslabón desvinculado en la cadena de producción. De esta manera, se desprende la importancia de reconocer la división de responsabilidades en el manejo del residuo de pescado (estatal, privado, generadores) considerando las capacidades que puede asumir cada una de las partes para alcanzar un manejo y gestión del residuo. Así mismo, es importante la reflexión de un cambio de comportamiento, en el cual el residuo no sea algo externo, sino parte de los procesos productivos, donde su abordaje sea desde lo individual a lo colectivo, acompañado de un cambio de paradigma sobre la comprensión del residuo. De este

modo, se considera necesario generar recomendaciones a corto, mediano y largo plazo que permitan alcanzar una gestión integral del residuo de pescado en la localidad.

7. RECOMENDACIONES

Se considera importante para mejorar la eficiencia del proceso, rever la conformación de los camellones de manera tal que el efecto borde sea el mínimo, donde se considere una altura mínima en la periferia para evitar la pérdida de calor y mejorar así la velocidad de descomposición del proceso, el cual aún presenta un periodo extenso para completar el ciclo.

Por otra parte, se considera relevante medir la salinidad de los camellones en proceso de descomposición y producto final en futuros trabajos; la salinidad es un factor importante en el análisis de la calidad del producto, ya que valores altos pueden disminuir su valor comercial como complemento para cultivos, y dificultar el tratamiento de las aguas de la laguna de tratamiento.

El desarrollo de un sistema experimental de camellones, en los cuales se diferencie material cartilaginosa y ósea, podría proveer de información significativa acerca del valor composicional que proporciona los residuos. Así mismo, La Planta de Tratamiento y el CURE podrían establecer acuerdos en los que se pueda considerar la experiencia como un sitio de investigación y generación de información en la temática, potenciando avances en ambas partes involucradas.

Para el caso puntual de aguas residuales, se considera como alternativa el diseño de una laguna de lixiviados en correlación a las características de la Planta, que presente capacidad de amortiguar las entradas de nutrientes. Por otra parte, se reconoce el potencial de la fitorremediación en experiencias de tratamiento de aguas. La utilización de sistema de tratamiento de humedales artificiales con la incorporación de especies de plantas con capacidad de tolerar condiciones de salinidades altas. (Ej: *Typha*, *Scirpus Phragmites*, *Spadaña*), de modo que puedan tolerar las condiciones particulares del proceso. Por otra parte, se considera pertinente la generación de una base

impermeable y techada para los camellones, con canales recolectores para la liberación de lixiviados dirigidos a una laguna de lixiviados.

La Planta de tratamiento podría aportar información relevante sobre las capturas de especies pesqueras realizadas en la zona. Teniendo en cuenta, que la información básica relacionada con los volúmenes capturados de las diferentes especies es muchas veces incompleta debido al escaso retorno en los reportes de extracción (partes de pesca) (Delfino et. al., 2006). Por tanto, se destaca la posibilidad de considerar los registros del emprendimiento como una base de datos complementaria formal en los análisis de valoración del recurso. Los registros pueden aportar información significativa de las capturas, sin embargo se debe tener en cuenta que solo una parte de las capturas de la Paloma quedan en la localidad, por lo tanto sus subproductos (residuos).

Las características sustentables del emprendimiento contribuyen a posicionar al compost como producto con características calificadas como producto con etiqueta ecológica (ej. Ecolabel). El mismo podría incluir un sello en el cual se destaque la integración de la comunidad en el sistema de gestión del residuo, incluyendo la participación del pescador artesanal en el ciclo del residuo y la sustentabilidad del emprendimiento.

A partir de los relevamientos generados en las distintas metodologías se concluyó una síntesis final sobre recomendaciones según las líneas más importantes identificadas para el desarrollo de una gestión integral del residuo de pescado (Tabla 3).

Tabla 3. Recomendaciones para periodo inmediato, corto y mediano plazo.

Recomendaciones	Inmediato(2 años)	Corto(5 años)	Mediano(7 años)
Ámbito socio-institucional	Generar buenas prácticas de manejo y gestión de residuos con actores	Generar comité local de acciones	Certificación de la cadena de gestión de residuo.
Logística	Protocolo de manejo de residuos	Protocolo de gestión de residuos	Acuerdos / reglamentación

Planta de tratamiento	Generación de pileta de tratamiento lixiviados	Incorporación de maquinaria y estructura base de los camellones	Certificación del compost. Etiqueta ecológica
-----------------------	--	---	---

El desarrollo de las recomendaciones están indicadas considerando una escala temporal de 2, 5 y 7 años, que permita llevar adelante por medio de sucesivas etapas metas interrelacionadas. Estas acciones promueven principalmente propuestas asociadas a buenas prácticas y acuerdos socio-institucionales. Las acciones se enmarcan en tres ejes de trabajo (Tabla 4): Socioinstitucionales, Logística y Planta de tratamiento.

Ámbito socio-institucional

En este eje se incluyen aquellas acciones que tienen por objetivo potenciar la participación de los pescadores del sector artesanal y actores partícipes, promoviendo buenas prácticas de manejo y promoción de espacios que permitan intercambio entre las partes involucradas directamente. Fortalecer el intercambio y participación con actores institucionales incidentes en la gestión del residuo pesquero.

Logística

El objetivo de este eje es llevar a cabo acciones que permitan mejorar la cadena de valor del residuo por medio de la estructuración de programas y protocolos, que permitan guiar en el correcto modo de acción. Desarrollar acuerdos entre actores clave para la mejora del proceso.

Planta de tratamiento

Implementar mejoras tecnológicas que permitan un mejor aprovechamiento del recurso, tal como la incorporación de maquinaria apropiada para la remoción de los camellones, trituración del material vegetal. También, se considera importante la generación de una base para los camellones, a modo de evitar pérdida de nutrientes y lixiviados por infiltración, canalizándolos hacia una pileta común. Como etapa final, se

recomienda la obtención de la certificación del compostaje para la obtención de un sello ecológico, permitirá acreditar oficialmente la calidad del producto y su responsabilidad con el ambiente.

Bases para un Protocolo de gestión de residuos de pescado

Se propone a continuación los puntos principales que deberían ser considerados en la generación de las bases de un Protocolo de gestión de residuos de pescado a partir del estudio realizado en el presente trabajo de investigación.

Normativa aplicable.

Los residuos específico de la pesca artesanal no presentan marco regulatorio legal. Su manejo y disposición se encuentra a cargo del gobierno departamental (Ley Nº 9515). Documento de Referencia Manual de compostaje del agricultor | FAO.

1. Ingreso/recepción de residuos

Condición / estado del descarte de pescado: descarte fresco. Evitar el estado de descomposición avanzado (agusanado, putrefacción). Ideal 24 hs máximo.

Ingreso a Planta

- 1.1. Registro de empresa que entrega (fecha, hora, pescador).
- 1.2. Registro de volumen (correlación de cajas y tarrinas a Kg)

Recepción del material

- 1.3. Ubicación en camellón
- 1.4. Cobertura del residuo (material vegetal)

2. Lixiviados

- 2.1. Control (evitar mezcla de lixiviados de camellones con lixiviados de la lluvia).
- 2.2. Tratamiento

3. Material vegetal

1. Disponibilidad para mezcla y cobertura
2. Calidad del material
3. Cantidad

Comunicación

Difusión del emprendimiento y valor agregado del producto (colabora con la conservación del ambiente, recupera y aprovecha un material, eficiencia del recurso).

PRESENTACION EN CONGRESOS Y JORNADAS

- Primer Congreso Latinoamericano de Investigación y Educación Superior Interdisciplinaria. Espacio Interdisciplinario. Universidad de La República Uruguay, 2016.
- Jornadas Interdisciplinarias en Biodiversidad y Ecología (JIBE), 2016.
- Jornada de presentación de proyectos en el espacio interdisciplinario, 2017.
- Curso Conflictos ambientales asociados a la pesca, Lic. Gestión Ambiental (CURE, Rocha), 2018.

9. BIBLIOGRAFÍA

AENOR (2012). Norma española UNE-EN 13041. Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo. Determinación de las propiedades físicas. Densidad aparente seca, volumen de aire, volumen de agua, valor de contracción y porosidad total. España.

AENOR (2012). Norma española UNE-EN 13039:2012. Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo. Determinación del contenido en materia orgánica y de las cenizas. España.

AENOR (2012). Norma española UNE-ISO 10390:2012. Calidad del suelo. Determinación del pH.

Agencia Europea de Medioambiente, 2013. Residuos y recursos materiales citado por Illera Vives, M. (2016). Valorization of fish waste and seaweed: development and evaluation of a compost to be used in organic agriculture.

Aguirre A (1995). Etnografía. Metodología cualitativa en la investigación sociocultural. Ed. Marcombo, Barcelona.

Álava D. (1994). Estudios para la Propuesta de un Manejo Integrado de la Zona Costera del Departamento de Rocha. Montevideo. UNCIEP, Facultad de Ciencias.

Ambrosio, M. J. (2004). Procesamiento pesquero, disposición de residuos, e impacto ambiental. Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Desafíos ambientales y del saneamiento en el siglo XXI. Buenos Aires, AIDIS Argentina, 1-8.

Arbulo A., Pardo V., De Soto C. (2016). Proyecto Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos del Municipio de La Paloma. Informe de Avances. La Paloma, Uruguay.

Arbulo A., Pardo V., De Soto C. (2015). Proyecto Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos La Paloma. La Paloma, Uruguay.

Astori D & M Buxedas 1986 La Pesca en el Uruguay, balance y perspectivas. CIEDUR, Ediciones de la Banda Oriental. Montevideo.

Atlas, R. M., & Bartha, R. (1993). Microbial ecology: fundamentals and applications. Redwood City.

Arvanitoyannis y Kassaveti (2008). "Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses." Citado por García, K. B. V.(2015). Elaboración de composta a partir de residuos de pescado, utilizando el método de pilas con aireación mecánica.

Banegas, G. A., Pizarro, E. C., & Téllez, O. F. (2018). Plan de manejo de residuos de pescado para el Puerto Pesquero Artesanal de Coquimbo. *La Técnica*, (19), 91-114.

Bardin, L. (1996 2ª e) Análisis de contenido. Akal.

Barker & Schluessel (2005). Managing global shark fisheries: suggestions for prioritizing management strategies. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15: 325-347.

Bures, S. (1997). Sustratos. Ediciones agrotecnicas. Madrid.

Carnelos, D.A.; Michel, C.L.; Portela, S.; Jobbágy, E.G.; Jackson, R.B.; Di Bella, C.; Panario, D.7; Fagúndez, C.; Grion, L.C., Carreño, L. y Piñeiro, G. (2014). Variación espacial y temporal de las deposiciones atmosféricas en Argentina y Uruguay.

CEPAL, N. (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe

Crettón, M., Celeste, G., Roberto, C., Susana, R., & Marcia, M. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA PESQUERA PROVENIENTES DE LOS DESHECHOS DE MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) DEL GOLFO SAN JORGE.

da Costa Pinto, P. A., Bellas, R. C., Vives, M. I., & Mosquera, M. E. L. (2010). Empleo de un compost de algas y restos de pescado como sustrato para la producción de plantas hortícolas. *Recursos rurales: revista oficial do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER)*, (6), 89-94.

Delfino E., Santana O., Fabiano G. (2006) La Pesca Artesanal en La Paloma (Rocha, Uruguay): periodo 1999- 2001. En Menafrá, Rodríguez, Scarabino y Conde (2006) Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya (567-575). Uruguay.

Du Jardin, P. (2012). The Science of Plant Biostimulants—A bibliographic analysis, Ad hoc study report . citado por Illera Vives, M. (2016). Valorization of fish waste and seaweed: development and evaluation of a compost to be used in organic agriculture.

Eggen, T., & Vethe, Ø. (2001). Stability indices for different composts. *Compost Science & Utilization*, 9(1), 19-26.

Espino, A., & Bidegain, N. (2011). Hacia una gestión integrada de los residuos con inclusión social: recomendaciones para la acción.

Eyras, M. C., Defosse, G. E., & Dellatorre, F. (2008). Seaweed compost as an amendment for horticultural soils in Patagonia, Argentina. *Compost science & utilization*, 16(2), 119-124.

FAO (1986), "Fisheries Technical Paper N°142".

Flotats, X., Campos, E. (2001). Hacia la gestión integrada y co-tratamiento de residuos orgánicos. *RETEMA, Revista Técnica de Medio Ambiente*, 14(81), pp 41-53.

França J (1986). La Paloma, una historia desde 1803. Citado por Lagos X. (2015). Instrumentos de certificación como herramienta para la sustentabilidad socioproductiva en la pesquería artesanal del Municipio de La Paloma.

Futuro Sustentable S.A. 2011. Consultoría técnica para apoyar la elaboración del plan de manejo del Paisaje Protegido Laguna de Rocha.

Gadino González, I. (2011). Análisis de la ocupación territorial de la zona costera y sus efectos ambientales: sector oeste del balneario La Paloma.

García-Morales et. al. (2015). De Recurso a Residuo, I Recursos Orgánicos: Residuos Agroalimentarios citado por Illera Vives, M. (2016). Valorization of fish waste and seaweed: development and evaluation of a compost to be used in organic agriculture.

Genten, F. (2009). *Atlas of fish histology*. CRC Press.

González, M., Orozco, C., & Pérez, A. (2011). Contaminación ambiental: Una visión desde la química. Editorial Paraninfo.

González M. (2018). Características, análisis y propuesta para el manejo de la pesca artesanal en el área marina del Paisaje Protegido Laguna de Rocha, Uruguay (Tesis de grado).

González, M., & Gautama, D. (2013). Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto (Master's thesis).

Goyos F., Lagos X., Marchesse L., Rossi R., Verrastro N. Proyecto en MCI en La Paloma-Costa de Oro. Universidad de La Republica. Maestría Manejo Costero Integrado del Cono Sur (MCISur).

Graves, R.E. (2000). National Engineering Handbook: Composting. Citado por Avendaño, D. & Bonomelli, C. (2003). El proceso de compostaje. *CL. Consultado, 10*.

Grazalezma-Torres (2011). Estudio de mercado del sector de los residuos sólidos urbanos en México. Citado por García, K. B. V. (2015). Elaboración de composta a partir de residuos de pescado, utilizando el método de pilas con aireación mecánica.

Grupo Banco Mundial, 2007. Corporación Financiera Internacional. Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para el Procesamiento de Pescado. Grupo Banco Mundial.

Guzmán Cevallos, L. A., Chicaiza, Y., & Adrián, S. (2014). *Plan de gestión de residuos provenientes de la faena de mariscos y residuos comunes del Puerto Artesanal Pesquero de Esmeraldas (PAPES)*.

Illera-Vives, M., Labandeira, S. S., Brito, L. M., López-Fabal, A., & López-Mosquera, M. E. (2015). Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use. *Scientia Horticulturae, 186*, 101-107.

Illera Vives, M., López-Fabal, A., & López-Mosquera, M. E. Preparación de un compost a base de algas y restos de pescado para su uso en semilleros de producción ecológica.

Illera Vives, M. (2016). Valorization of fish waste and seaweed: development and evaluation of a compost to be used in organic agriculture.

INN (2004). Norma chilena de compost 2880- 2004 (NCh 2880-2004), Compost - Clasificación y requisitos, 23. Instituto Nacional de Normalización. Santiago de Chile. 27 pp.

Khalid et. Al., 2011. The anaerobic digestion of solid organic waste citado por Illera Vives, M. (2016). Valorization of fish waste and seaweed: development and evaluation of a compost to be used in organic agriculture.

Lagos X. (2015). Instrumentos de certificación como herramienta para la sustentabilidad socioproductiva en la pesquería artesanal del Municipio de La Paloma. Maestría en Manejo Costero Integrado del Cono Sur. Universidad de La República, Uruguay.

Lavado, R. (2012). Origen del compost, proceso de compostaje y potencialidad de uso. Compostaje en Argentina: Experiencias de Producción, Calidad y Uso. UNRN y Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires, 3-12.

Lázaro, F. J. L. (2016). *Producción sostenible del champiñón de La Rioja y mejora de la protección ambiental, a través de la investigación de ecoindicadores del análisis de ciclo de vida (ACV)* (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja).

Leis, A. N. (2015). Análisis de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata desde un enfoque económico (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Mar del Plata).

Libreros, S. S., & Salamanca, S. (2012). Compostaje de residuos industriales en Colombia. *Revista Tecnicaña*, 28, 15-20.

López-Mosquera, M. E., Fernández-Lema, E., Villares, R., Corral, R., Alonso, B., & Blanco, C. (2011). Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. *Procedia Environmental Sciences*, 9, 113-117.

Magrí, A., Flotats, X. (2000). Tratamiento de la fracción líquida de purines de cerdo mediante un reactor discontinuo secuencial (SBR). *Residuos*, 57, 84-88.

Mathur (1991). Composting processes. Citado por Avendaño, D. & Bonomelli, C. (2003). El proceso de compostaje. *CL. Consultado*, 10.

Marcet et. al., 2010 citado por GARCIA, K. B. V. (2015). Elaboración de composta a partir de residuos de pescado, utilizando el método de pilas con aireación mecánica.

Mazzarino, M. J., Laos, F., Satti, P., Roselli, L., Moyano, S., Tognetti, C., & Labud, V. (2005). Aprovechamiento integral de residuos orgánicos en el NO de Patagonia. *Grupo de Suelos del CRUB (Universidad Nacional Comahue), Bariloche*, 52-61.

Melgarejo, L. M. V. (2014). Sobre el concepto de percepción. *Alteridades*, (8), 47-53.

Méndez, E., Fernández, M., Pazo, G., & Grompone, M. A. (1992). Hake roe lipids: composition and changes following cooking. *Food chemistry*, 45(3), 179-181.

Mendez, E., Jachmanian, I., & Grompone, M. A. (1993). Lipid distribution in blackbelly rosefish (*Helicolenus dactylopterus lahillei*) in relation to its possible functions as

hydrostatic agent and energy reserve. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 105(1), 193-198.

Méndez, E. (1997). Seasonal changes in the lipid classes and fatty acid compositions of hake (*Merluccius hubbsi*) liver oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(9), 1173-1175.

Méndez Novelo, R. I., Cachón Sandoval, E., Sauri Riancho, M. R., & Castillo Borges, E. R. (2002). Influencia del material de cubierta en la composición de los lixiviados de un relleno sanitario. *Ingeniería*, 6(2).

Méndez Novelo, R. I., CASTILLO BORGES, E. R., SAURI RIANCHO, M. R., QUINTAL FRANCO, C. A., GIÁCOMAN VALLEJOS, G., & JIMÉNEZ CISNEROS, B. (2009). Comparación de cuatro tratamientos fisicoquímicos de lixiviados. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(3), 133-145.

Montesinos González, D. G. (2013). *Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto*(Master's thesis)

MUNDIAL, G. D. B. (2007). Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad.

Muñoz Astaíza, C. Y. (2002). Disponibilidad de nutrimentos de tres compost.

Musick, J.A. (2005). Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). En: J. Musick y R. Bonfil, eds. *Elasmobranch fisheries management techniques*, pp. 1–8. FAO Fisheries Technical Paper No. 474. Rome, FAO.

MVOTMA (2018). Proyecto Ley de Gestión Integral de Residuos. Cámara de senadores. Comisión de Medio ambiente.

Norma ISO 11265:1994. Calidad del suelo - Determinación de la conductividad eléctrica específica.

Pereyra, I., Orlando, L., Norbis, W., & Paesch, L. (2008). Variación espacial y temporal de la composición por tallas y sexos del gatuso *Mustelus schmitti* Springer, 1939 capturado por la pesca de arrastre en la costa oceánica uruguaya durante 2004. *Revista de biología marina y oceanografía*, 43(1), 159-166.

Pírez, P. (1995). Actores sociales y gestión de la ciudad. *revista Ciudades*, 28, 8-14.

Radziemska, M., Mazur, Z., Fronczyk, J., & Jeznach-Steinhagen, A. (2016). Biomass of Fish By-Products as a Component of Compost for Agricultural Use.

Ramírez-Arrebato, M. Á., Rodríguez, A. T., Alfonso, J. A., Aarzoc, J., Vázquez, Y., Alfonso-Hernández, L., & Peniche-Covas, C. (2010). Composición química y elementos trazas en subproductos de exoesqueletos de langosta *Panulirus argus* con posible uso agrícola. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 41(2).

Rodríguez, M., & Córdova, A. (2006). Manual de compostaje municipal. *Instituto Nacional de Ecología. México.*

Román P., Martínez M., Pantoja A.(2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Sadzawka, A. (2004). Requisitos analíticos del compost y de las materias primas para compostaje, según la norma chilena NCh 2880. *Residuos orgánicos y su uso en sistemas agroforestales*, 435-442.

Silveira, S., Fabiano, G., & Laporta, M. (2016). Variación anual y espacial de las capturas pesqueras artesanales en la costa atlántica de Uruguay/Annual and spatial variation in artisanal fisheries catches in the atlantic coast of uruguay. *Frente Marítimo*, 24, 83.

Sotelo, S. E. C., & Benítez, S. O. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 7-8

Soto, G., & Muñoz, C. (2002). Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica.

Sztern, D., & Pravia, M. A. (1999). *Manual para la elaboración de compost: Bases conceptuales y procedimientos*. Organización Panamericana de la Salud.

Uruguay, G. E. O. (2008). GEO Uruguay 2008. Informe del estado del Ambiente. 350p., Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/Centro Latino Americano de Ecología Social (CLAES)/Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), Montevideo, Uruguay.

Valente, B. S., Xavier, E. G., da Silva Pereira, H., & Pilotto, M. V. T. (2016). Compostagem na gestão de resíduos de pescado de água doce. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40(1), 95-103.

Varese J. (2001). Rocha: tierra de aventuras. Citado por Lagos X. (2015). Instrumentos de certificación como herramienta para la sustentabilidad socioproductiva en la pesquería artesanal del Municipio de La Paloma.

Vooren CM (1997). Demersal elasmobranchs. En: Seeliger U, C Odebrecht & JP Castello (eds), *Subtropical Convergence Environments: The coastal and sea in the Southwestern Atlantic*, pp. 141-146. Springer-Verlag, Berlin.

ANEXOS

ANEXO 1

Protocolo de actividad en Campo (muestreo)

- 1) Registrar posición de los camellones (esquema).
- 2) Registrar Temperatura y dimensiones de los camellones (sensor ETI Therma 1, thermometer).
 - 2.1) Medir largo, ancho, altura del camellón.
 - 2.2) Registrar Temperatura con sensor a 50 cm del inicio del camellón, luego cada 1 metro.
- 3) Tomar muestra para caracterización del camellón
 - 3.1) colocar en un recipiente la muestra (volumen conocido)
- 5) Tomar muestra de laguna de lixiviados
 - 5.1) Medir con Multiparámetro (densidad aparente, pH, conductividad eléctrica, OD, salinidad, NH₄⁺, NH₃, TSD, ORP)
- 7) Muestreo de residuos de pescado
 - 7.1) Registrar Planilla % óseo-cartilaginoso

Protocolo de Laboratorio

1) Analizar densidad aparente Norma AENOR 1304 (Relación entre masa y volumen del material).

1.1) Tomar el material de la muestra, saturar el material en agua y luego escurrir.

1.2) Pesar el material saturado en agua (balanza analítica Symmetry Cole-Parmer PA 220).

1.3) Calcular DA como g/cm³.

Materiales: agua destilada, balanza.

2) Determinar retención de agua.

2.1) Secar la misma muestra en estufa a 105°C, hasta que el peso de la muestra sea cte. (Wisd Laboratory Instruments)

2.2) Pesar para conocer la capacidad de retención de agua y el % de materia seca.

Materiales: bandeja para muestra en horno, balanza.

3) Determinar MO y cenizas.

3.1) Tomar muestra seca y colocar en crisoles en horno de mufla (Thermolyne Thermo Scientific) durante 4 horas a 550 °C horas. (UNE-EN 13039)

(La materia orgánica se estima como la diferencia entre la muestra inicial y las cenizas)

4) Determinación del pH (norma ISO 10390).

4.1) Preparar solución: Material mas cinco veces su volumen de agua.

4.2) Agitar durante 5 min. , luego dejar reposar min. 2hs max. 24 horas.

4.3) Medir el pH de la solución con pHímetro.

Materiales: Agitador magnético, agua destilada, pHímetro.

5) Determinar conductividad eléctrica (norma ISO 11265)

5.1) Colocar 20 g de la muestra en 100 ml de agua a 20 +-1°C, dejar la solución en agitación durante 30 minutos.

5.2) Filtrar y obtener solución para medir Ce con sensor.

(Tener en cuenta de medir un blanco con el agua utilizada)

Materiales: agua destilada, agitador magnético, filtro

ANEXO 2

Entrevistas a actores clave

- 1) ¿Cómo ha sido históricamente el manejo del residuo de la pesca y como se maneja actualmente en costa uruguaya?
- 2) ¿Cuál es su percepción sobre el residuo del pescado? (considera que es un problema para el medio ambiente).
- 3) ¿Cuál es el impacto de un mal manejo de residuos pesqueros?
- 4) De los residuos de pescado que genera la pesca, ¿considera alguno más problemático?
- 5) ¿Conoce La Planta de compostaje de La Paloma y el producto de compostaje?
- 6) ¿Qué opina del emprendimiento?
- 7) ¿Qué instituciones deberían participar en la gestión del residuo de la pesca?
- 8) ¿Que mejoraría usted del manejo actual del residuo de pescado?
- 9) ¿Existe algún protocolo o procedimiento de manejo de residuos de pescado?
¿Cuáles podrían ser los puntos clave en un procedimiento de gestión de residuos de pescado?

ANEXO 3

Registros fotográficos



Figura 1: Camellón 3, etapa final del proceso de formación de compost.



Figura 2: Camellón 6, etapa intermedia del proceso de formación de compost.



Figura 3: Camellón 8. Proceso de descomposición. Escamas, y material óseo (vertebras, cintura escapular de peces),



Figura 4 y 5: Tamización del compost. Etapa final de formación del producto, previo a su empaquetamiento.



Figura 6: Laguna de lixiviados de la Planta.

Laboratorio

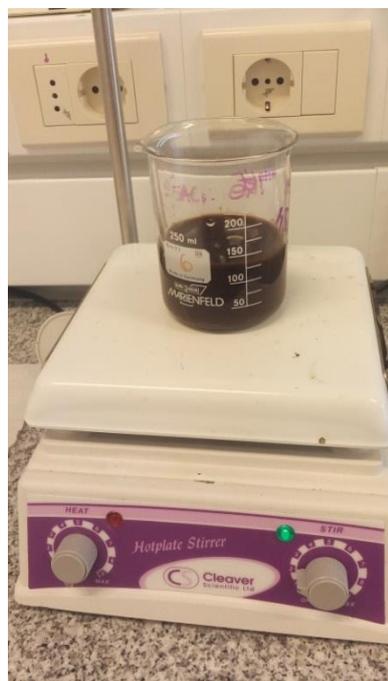


Figura 7 y 8: Agitador magnético procesando muestra. Muestra de camellón.



Figura 9: Muestras de camellones en reposo/sedimentación para posterior registro de pH.

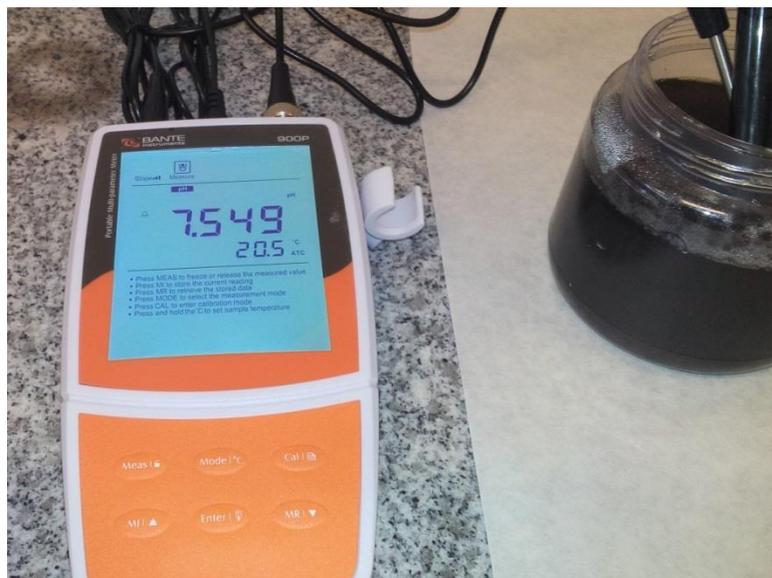


Figura 10: Registro de pH de muestra de camellón con Sensor multiparámetro.



Figura 11: Muestra de camellones para obtención de materia orgánica.

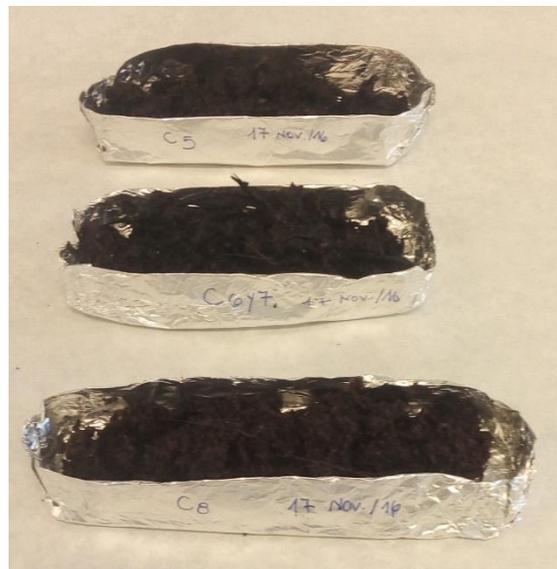


Figura 12: muestras de materia orgánica, obtenidas del horno.



Figura 13 y 14: Muestras de cenizas de compost, obtenidas de horno mufla.